

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

EFICIENCIA ENERGETICA

PROLOGO

CAPITULO I - CONTEXTO Y PROBLEMAS 1

| | | |
|-----|--|----|
| 1.1 | ENERGIA Y ECONOMIA | 1 |
| 1.2 | LA DEMANDA DE ENERGIA | 4 |
| 1.3 | DEMANDA DE LOS SECTORES RESIDENCIAL, COMERCIAL Y PUBLICO | 8 |
| 1.4 | EL SUBSECTOR ELECTRICO | 11 |
| 1.5 | EL SUBSECTOR DE GLP | 16 |
| 1.6 | EL SUBSECTOR DE GAS NATURAL | 17 |
| 1.7 | ASPECTOS INSTITUCIONALES DEL SECTOR ENERGETICO | 19 |

CAPITULO II - OPORTUNIDADES PARA EFICIENCIA ENERGETICA 23

| | | |
|-----|--|----|
| 2.1 | INTRODUCCION | 23 |
| 2.2 | EXPERIENCIAS PREVIAS EN EFICIENCIA ENERGETICA EN COLOMBIA | 24 |
| 2.3 | OPORTUNIDADES DE AHORRO DE ENERGIA | 27 |
| 2.4 | CARACTERISTICAS DE LOS SECTORES RESIDENCIAL, COMERCIAL Y PUBLICO EN UNA PERSPECTIVA DE EFICIENCIA ENERGETICA | 39 |
| | 2.4.1 Introducci3n | 39 |
| | 2.4.2 Sector Residencia | 40 |
| | 2.4.3 Sectores Comercial y Oficial | 51 |
| 2.5 | PRODUCCION COLOMBIANA DE EQUIPOS DE USO FINAL | 55 |
| 2.6 | PRACTICAS EXISTENTES EN CONSTRUCCION Y DISEÑO DE EDIFICIOS | 61 |

CAPITULO III - COSTOS DE ENERGETICOS Y ESCENARIOS DE DEMANDA Y OFERTA 69

| | | |
|-----|--|-----|
| 3.1 | COSTOS Y PRECIOS POR ENERGETICOS, REGIONES Y USOS | 69 |
| | 3.1.1 Electricidad | 69 |
| | 3.1.2 Gas natural, GLP y otros combustibles | 74 |
| | 3.1.3 Pol3tica de precios propuesta | 81 |
| 3.2 | ESCENARIOS DE DEMANDA DEL SECTOR | 84 |
| | 3.2.1 Escenario de Referencia | 84 |
| | 3.2.2 Escenarios de Sustituci3n de Energ3a El3ctrica por GLP y gas natural | 87 |
| 3.3 | CARACTERISTICAS Y PERSPECTIVAS DE LA OFERTA | 89 |
| | 3.3.1 Energ3a El3ctrica | 89 |
| | 3.3.2 Suministro de gas natural y perspectivas | 99 |
| | 3.3.3 Suministro de GLP y perspectivas | 101 |

| | | |
|---|---|-----|
| CAPITULO IV - OPCIONES DE SUSTITUCION POR GAS NATURAL Y GLP | 102 | |
| 4.1 | DESCRIPCION DE LOS ESCENARIOS DE SUSTITUCION | 101 |
| 4.2 | OBSTACULOS AL DESARROLLO DEL PROGRAMA DE SUSTITUCION | 103 |
| 4.3 | ASPECTOS TARIFARIOS DEL PROGRAMA DE SUSTITUCION | 112 |
| 4.4 | IMPACTOS | 114 |
| 4.5 | COSTOS | 115 |
| 4.5 | VIABILIDAD ECONOMICA | 116 |
| 4.5.1 | Evaluación financiera | 116 |
| 4.5.2 | Evaluación económica | 124 |
| CAPITULO V - OPCIONES SELECCIONADAS DE EFICIENCIA ENERGETICA | 126 | |
| 5.1 | INTRODUCCION | 126 |
| 5.2 | USO EFICIENTE DE ENERGIA EN EL SECTOR COMERCIAL Y PUBLICO | 127 |
| 5.2.1 | Construcciones nuevas | 128 |
| 5.2.2 | Construcciones existentes | 129 |
| 5.3 | USO EFICIENTE DE ENERGIA EN EL SECTOR RESIDENCIAL | 145 |
| 5.4 | MANEJO DE CARGA | 151 |
| 5.5 | RESUMEN DE IMPACTO DE LAS OPCIONES DE AHORRO DE ENERGIA Y EVALUACION ECONOMICA | 153 |
| 5.6 | MEJORAMIENTO DEL ALUMBRADO PUBLICO | 167 |
| CAPITULO VI - MANEJO DE IMPLEMENTACION DEL PROGRAMA DE EFICIENCIA ENERGETICA | 175 | |
| 6.1 | ASPECTOS GENERALES | 175 |
| 6.2. | MARCO INSTITUCIONAL | 176 |
| 6.2.1 | El sistema de calidad | 181 |
| 6.2.2 | Organización de los subprogramas de normalización certificación y etiquetado | 186 |
| 6.2.3 | El subprograma de manejo de la demanda (ADD) | 198 |
| 6.3 | TARIFAS E INCENTIVOS | 207 |
| 6.3.1 | Descripción del problema | 207 |
| 6.3.2 | Incentivos en el sector residencial | 209 |
| 6.3.2 | Incentivos en el sector comercial | 210 |
| 6.4 | ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO Y FOMENTO DE LA PARTICIPACION DEL SECTOR PRIVADO | 211 |
| 6.5 | NORMALIZACION DEL SUBSECTOR DE GAS | 214 |
| 6.5.1 | Antecedentes | 214 |
| 6.5.2 | Sistema propuesto | 216 |
| 6.5.3 | Homologación de elementos, equipos y artefactos | 218 |
| 6.5.4 | Aspectos complementarios | 223 |
| 6.6 | RESUMEN Y PRINCIPALES CONCLUSIONES | 226 |

RECONOCIMIENTOS

Este estudio ha sido realizado dentro del contexto de la asistencia técnica del programa ESMAP a la Comisión Nacional de Energía de Colombia. El equipo de trabajo, responsable de este informe, estuvo constituido por:

CONSULTORES NACIONALES:

| | |
|--------------------|--|
| FELIX BETANCOURT | Director de Estudios y Coordinador de Consultores |
| HUMBERTO PRIETO | Consultor en Normalización, Certificación y Etiquetado |
| CESAR GONZALEZ | Consultor en Escenarios de Demanda |
| ALVARO SANTOYO | Consultor en Gas Natural y GLP |
| LUZ MARIA GONZALEZ | Consultor en Costos y Tarifas de la Energía |

CONSULTORES INTERNACIONALES:

| | |
|--------------------------------|--|
| IGNACIO RODRIGUEZ | Evaluación de Opciones y Programas Piloto de Manejo de la Demanda |
| KEVIN KNIGHT | Eficiencia Energética en el Sector Residencial |
| PETER RUMSEY | Oportunidades de Eficiencia Energética en los Sectores Comercial y Público en Edificios Existentes |
| JOE DERINGER Y SANTIAGO MORENO | Estándares e Implementación de Medidas de Conservación en Edificios Nuevos |
| BILL GOULD | Programas Piloto de Manejo de la Demanda |
| HENRI BEAUSSANT | Especialista del Programa ESMAP/Banco Mundial en Gas natural y GLP |

COORDINADORES DEL PROYECTO:

| | |
|-----------------|-------------------------------------|
| PHILIPPE DURAND | Por el Programa ESMAP |
| CARLOS GARCIA | Por la Comisión Nacional de Energía |

Los miembros del equipo desean expresar su agradecimiento a Philippe Durand y Carlos Garcia por su actitud crítica y sus aportes metodológicos y conceptuales y al Dr. Francisco Ochoa, Secretario Ejecutivo de la Comisión Nacional de Energía, por su apoyo durante la ejecución del proyecto. También agradecen a la Señora Myriam Esther Parra por el apoyo secretarial y su ayuda en la edición del informe.

Unidades Compuestas:

| | | |
|----------------|---|---|
| PC | = | Pie Cúbico |
| MPC | = | Millones de pies cúbicos |
| GPC | = | Miles de millones de pies cubicos |
| Km | = | Kilómetro |
| M ³ | = | Metro cúbico |
| kB | = | Miles de barriles |
| MB | = | Millones de barriles |
| BPD | = | Barriles por día |
| kBEP | = | Miles de barriles equivalentes de petróleo |
| TEP | = | Tonelada equivalente de petróleo |
| kTEP | = | Miles de toneladas equivalentes de petroleo |
| TON | = | Toneladas métricas |
| MTON | = | Millones de toneladas |
| kTON | = | Miles de toneladas |
| kv | = | Kilovoltio |
| kg | = | Kilogramos |
| kW | = | Kilowatios |
| MW | = | Megawatios |
| kWh | = | Kilowatios hora |
| GWh | = | Gigawatios hora |
| kcal | = | Kilocalorías |
| MBTU | = | MMBTU = Millones de BTU |
| M\$ | = | Millones de pesos colombianos |
| MUS\$ | = | Millones de dolares de estados Unidos |
| xx/d | = | Unidades por día |
| xx/a | = | Unidades por año |

Unidades Básicas

| | | |
|------|---|---------------------------|
| p | = | Pie |
| m | = | Metro |
| gal | = | Galón US |
| lt | = | Litro |
| B | = | Barril |
| t | = | Tonelada métrica |
| lb | = | Libra |
| g | = | Gramo |
| w | = | Watio |
| cal | = | Caloría |
| BTU | = | Unidad térmica británica |
| s | = | Segundo |
| h | = | Hora |
| d | = | Día |
| a | = | Año |
| \$ | = | Peso colombiano |
| US\$ | = | Dólares de Estados Unidos |

Equivalencias:

| | | |
|--------|---|----------------------|
| 1m | = | 3.28 p |
| 1gal | = | 3.78 lt |
| 1 B | = | 42 gal |
| 1 kg | = | 2.2 lb |
| 1 KWH | = | 860 Kcal |
| 1BTU | = | 252 cal |
| 1 TEP | = | 10 ⁷ Kcal |
| 1 TEP | = | 7.33 BEP |
| 1 US\$ | = | \$ 630 |

Múltiplos:

| Prefijos | Símbolo | Valor |
|--------------|---------|------------------|
| Tera | T | 10 ¹² |
| Billón(Giga) | B(G) | 10 ⁹ |
| Mega | M | 10 ⁶ |
| Kilo | K | 10 ³ |

Contenidos Calóricos Típicos:

| | | |
|-------------------------------|--------------|------------------|
| Petróleo (Equivalente) | 1364 Mcal/B | = 5.41 MBTU/B |
| Petróleo (Colombiano) | 1480 Mcal/b | = 5.87 MBTU/B |
| Fuel Oil | 1480 Mcal/B | = 5.87 MBTU/B |
| Gasolina Motor | 1220 Kcal/B | = 4.84 MBTU/B |
| ACPM (Diesel) | 1380 Kcal/B | = 5.48 MBTU/B |
| Kerosene | 1330 Mcal/B | = 5.28 MBTU/B |
| Crudo de Castilla | 1480 Mcal/B | = 5.87 MBTU/B |
| Gas licuado de petróleo (GLP) | 950 Mcal/B | = 3.77 MBTU/B |
| Gas Natural | 234 Mcal/B | = 0.93 MBTU/KPC |
| Carbón Térmico | 6500 Mcal/Kg | = 24.79 MBTU/TON |
| Electricidad | 800 Kcal/KWh | = 3.41 MBTU |

ABREVIACIONES

| | |
|------------|--|
| BID | Banco Interamericano de Desarrollo |
| CARBOCOL | Carbones de Colombia |
| CNE | Comisión Nacional de Energía |
| COLGAS | Compañía Colombiana de Gas |
| CORELCA | Corporación Eléctrica de la Costa Atlántica |
| CVC | Corporación Autónoma de Valle del Cauca |
| DANE | Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas |
| DNP | Departamento Nacional de Planeación |
| ECOPETROL | Empresa Colombiana de Petróleos |
| EEB | Empresa de Energía de Bogotá |
| ELECTRANTA | Electrificadora del Atlántico |
| EMCALI | Empresas Municipales de Cali |
| EPM | Empresas Públicas de Medellín |

ESMAP
FEN
IAN
ICEL
ICONTEC
ISA
JNT
MME
PESENCA
SIE
PNUD
USAID

Energy Sector Management Assistance Program
Financiera Energética Nacional
Instituto de Asuntos Nucleares
Instituto Colombiano de Energía Eléctrica
Instituto Colombiano de Normas Técnicas
Interconexión Eléctrica S.A
Junta Nacional de Tarifas
Ministerio de Minas y Energía
Programa Especial de Energía de la Costa Atlántica
Sistema de Información Energética
Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
US Agency for International Development

PROLOGO

1. El tema de la eficiencia energética ha entrado a formar parte de las políticas energéticas en un número creciente de países en desarrollo, especialmente a partir del agotamiento de los modelos tradicionales de desarrollo de las infraestructuras energéticas; originado en dos razones: una es el estrangulamiento de nuevos recursos de crédito y de otras fuentes financieras para la expansión de la oferta energética, y otra, la creciente preocupación por el deterioro del ambiente, que se origina en el todo el proceso de extracción, producción, distribución y consumo de los diversos energéticos.
2. El presente estudio ha sido llevado a cabo en colaboración entre la Comisión Nacional de Energía de Colombia y PNUD/Banco Mundial, Programa ESMAP, como parte de varias iniciativas de cooperación técnica que se realizan en el sector energético colombiano, tendientes a la formulación de las opciones de política energética, que configuran los esfuerzos de modernización de la gestión en el sector, en el marco de los programas de la actual Administración.
3. La evaluación del potencial de ahorro y de incremento de la eficiencia energética en la industria y el transporte, fue previsto que se llevara a cabo en el marco del proyecto EURCOLERG, suscrito entre el Ministerio de Minas y Energía y la Comisión de Comunidades Europeas en 1988. Este proyecto tenía, al iniciar este estudio tres componentes: Gestión de Carga Eléctrica, Plan de Gas Natural y Uso Racional de Energía. Se convino entre el Gobierno Colombiano y ESMAP, que el presente estudio se concentrara en los sectores residencial, comercial y público y el proyecto EURCOLERG evaluaría los potenciales de ahorro y estudiaría los proyectos específicos en los sectores industrial y transporte.
4. Las evaluaciones y programas resultantes de este estudio se dirigen, entonces, a tres sectores, cuyas características principales son la de ser, en el contexto colombiano, los principales consumidores de electricidad y presentar un bajo grado de diversificación energética. En efecto, los sectores residencial, comercial y público, concentran hoy (1992) el 57% de las ventas totales de electricidad y solamente el 10% de los hogares colombianos cuenta con un algún grado de sustitutos para la cocción de alimentos.
5. Esta situación ha sido reconocida como uno de los factores estructurales en la crisis permanente que viven las finanzas del sector eléctrico colombiano, caracterizada por niveles tarifarios promedio muy bajos, pérdidas eléctricas muy altas en el contexto latinoamericano, bajas tasas de retorno sobre activos, altos niveles de endeudamiento y niveles de autofinanciación de la inversión negativos.
6. Las primeras evaluaciones globales realizadas en Colombia, sobre el potencial de ahorro, uso eficiente y conservación de energía, especialmente de electricidad, datan del estudio llevado a cabo también en colaboración entre el Gobierno Colombiano y ESMAP, en 1986, en el cual se identificaron, en particular, las medidas de sustitución energética que podrían reportar mayores beneficios.
7. A partir de entonces se han puesto en marcha los programas regionales de masificación del uso del gas, tanto natural como GLP, en las regiones cercanas las áreas de

producción y el proceso de sustitución de combustibles líquidos en la ciudad de Bogotá. El primer programa puesto en marcha se denominó "Gas para el Cambio" y actualmente se ha empezado el programa para extender gasoductos troncales a todas las regiones del país, con la meta de entregar, antes de finalizar 1994, gas natural a los usuarios de las ciudades y áreas metropolitanas de Medellín y Cali, que actualmente (1992) no están conectadas a gasoducto alguno.

8. Los estudios relacionados con el incremento en la eficiencia energética en los equipos consumidores de electricidad y en los procesos asociados, datan de los racionamientos que vivió el país en 1981, cuando por iniciativa de ISA y la ANDI, se realizaron algunas campañas por los medios de comunicación y se preparó un manual para uso racional de energía en la industria. En el primer lustro de los 80, ISA y las principales empresas del Sector Eléctrico promovieron el ahorro de la electricidad, para aliviar la demanda y minimizar el efecto de los racionamientos. Otras iniciativas han sido más localizadas, especialmente por las llevadas a cabo por el Ministerio de Minas y Energía y por CORELCA. En particular, durante 1990 y 1991, el sistema CORELCA adelantó una campaña de ahorro de energía eléctrica motivada por los racionamientos derivados de los sabotajes guerrilleros a las líneas de transmisión y por la restricción de la red de interconexión con el centro del país. Dichas campañas no han sido evaluadas y se ignora el verdadero impacto en los hábitos de consumo y en la intensidad de uso de los energéticos.

9. Otro antecedente importante lo constituye el "Programa de Uso Racional de Energía" -PUR-, promocionado por el Ministerio de Minas y Energía patrocinó y ejecutado entre enero de 1984 y diciembre de 1987. El PUR se desarrolló en cuatro áreas: capacitación de recursos humanos; estabilización del consumo de combustibles líquidos, incluyendo prácticas de sustitución; creación de un Centro para el Uso Racional de Energía; y apoyo a la regulación de precios.

10. La orientación general para este estudio, descrita en el documento de iniciación -AIB-, fue definida conjuntamente entre la Comisión Nacional de Energía y ESMAP y contempla tres áreas de trabajo bien delimitadas: i) sustituciones económicas entre energéticos; ii) administración de la demanda; y iii) marco institucional y estructura de precios adecuado para un programa de eficiencia energética. Los objetivos específicos eran originalmente: i) disminuir el impacto de incrementos de precios recientes y futuros en el presupuesto familiar por medio de conservación; ii) inducir a los consumidores a usar fuentes de energía de menor costo y mejorar el acceso a esas fuentes; iii) fortalecer y reformar el marco institucional concerniente a conservación y sustitución de energía; y iv) definir un conjunto de subprogramas que constituyan el inicio de la estrategia de eficiencia energética del Gobierno de Colombia.

11. Como universo de consumidores se escogieron las cuatro ciudades de mayor tamaño del país - Bogotá, Medellín, Barranquilla y Cali- en las cuales se concentra actualmente (1992) el 60% del consumo de electricidad total nacional, y cerca del 60% del consumo nacional de los tres sectores bajo estudio.

12. En vista de los cambios que se han operado desde mediados de la década de los 80, época de la cual datan los estudios preexistentes, en los consumos promedios, las tarifas para los consumidores residenciales, así como la progresiva penetración del gas natural y el GLP, y demás factores determinantes de la demanda por electricidad en el país, era aconsejable acometer un estudio de mayor alcance sobre el tema de eficiencia energética, pues se requería conocer en mayor profundidad la estructura de consumo en los sectores mencionados. Por otra parte, se consideró indispensable introducir un componente tecnológico en este estudio, pues allí residen algunos de los ahorros potenciales más significativos, relacionados específicamente con el mejoramiento de la eficiencia energética de los principales equipos consumidores. También se requería evaluar los potenciales de conservación en la construcción de edificaciones, mediante el establecimiento de estándares.

13. De esta forma, se amplió el alcance para abarcar aquellas opciones de fácil implementación y atractivas desde el punto de vista de la economía en general y del consumidor y se investigó el potencial de conservación económicamente justificables en cuatro áreas:

- La incorporación en los diseños y construcción de viviendas y edificaciones para uso comercial y oficial, de medidas tendientes al uso eficiente de energía, así como las modificaciones a las edificaciones existentes.
- Promoción de la oferta y la demanda de equipos de uso final más eficientes en los hogares que los que actualmente se pueden encontrar en el mercado.
- Concientización a los usuarios para que usen eficientemente la energía, induciéndolos a modificar sus hábitos de consumo e incorporando prácticas de uso racional.
- Posibilidades de ahorro de energía y potencia en el alumbrado público.

14. El proyecto se llevó a cabo en dos etapas. En la primera, de Octubre de 1991 a Febrero de 1992, se hizo un diagnóstico de los siguientes aspectos: patrones de la demanda de energía en las cuatro ciudades -incluyendo la ejecución y procesamiento de encuestas y algunas mediciones-, evaluación de la industria nacional de equipos de uso final, análisis de costos y precios de la energía, evaluación de barreras de oferta y demanda para la sustitución, identificación y evaluación económica de prospectos para el incremento de la eficiencia energética en el uso final y definición de alternativas institucionales y regulatorias. Al final de la primera parte se llevó a cabo un taller (Febrero 26 y 27 de 1992), donde se discutió el informe de avance de los consultores y se plantearon recomendaciones para ser desarrolladas en la segunda etapa. La segunda etapa incluyó: i) desarrollo de escenarios alternativos para la implementación de las opciones de conservación y sustitución, con la evaluación del impacto en la expansión de la oferta,; y ii) definición de cuatro subprogramas para facilitar e iniciar la diseminación de los programas de eficiencia energética y sustitución, incluyendo actividades detalladas, costos, beneficios, marco institucional, financiación y todo el esquema regulatorio y de precios necesarios para su implementación.

15. El capítulo I del presente informe, **CONTEXTO Y PROBLEMAS**, examina la relación energía-economía, la estructura de la demanda de energía, las características de los sectores de interés en este estudio, la problemática del subsector eléctrico y el marco institucional y legal actual.

16. En el capítulo II, **OPORTUNIDADES PARA EFICIENCIA ENERGETICA**, se describen las experiencias previas en Colombia, se discuten las barreras y las opciones de política para desarrollar un programa de eficiencia energética y se establecen los sectores/ciudades/usuarios/estratos socioeconómicos que ofrecen mayor potencial de conservación.

17. El capítulo III, **COSTOS DE LOS ENERGETICOS Y ESCENARIOS DE DEMANDA Y OFERTA**, describe los supuestos sobre los que descansa el análisis del potencial de ahorro y sustitución, esto es, los costos, las tarifas, los pronósticos de demanda y las restricciones de oferta. Tres escenarios son utilizados: uno de referencia, basado en los supuestos y pronósticos de ISA, sobre el cual se define el actual plan de expansión, y dos de sustitución, los cuales contemplan la penetración de GN y GLP, en reemplazo de la electricidad en cocción y calentamiento de agua, bajo dos supuestos sobre el comportamiento de las tarifas. Adicionalmente, se analiza el impacto agregado que tendrían las políticas tarifarias y los programas de sustitución y conservación sobre la demanda futura y el plan de expansión del subsector eléctrico, bajo las dos hipótesis tarifarias.

18. El capítulo IV, **OPCIONES DE SUSTITUCION POR GN Y GLP**, analiza: i) los obstáculos y barreras para desarrollar el proceso de sustitución y un mercado de gas y plantea las posibles soluciones para aminorarlas; ii) las condiciones financieras y tarifarias para hacer atractiva la sustitución a los usuarios; y iii) la evaluación económica del programa.

19. En el capítulo V, **OPCIONES SELECCIONADAS DE EFICIENCIA ENERGETICA**, se analizan cada una de las opciones y se discuten las condiciones e incentivos para su implementación y la adecuación del contexto institucional y regulatorio. La sección 5.2 aborda el tema del **"Uso Eficiente de Energía en el Sector Comercial y Público"**, que, a su vez, se divide en las opciones para: 1) construcciones nuevas y, 2) construcciones existentes. En la sección 5.3 se analizan las opciones para el **"Uso Eficiente de Energía en el Sector Residencial"**, el cual básicamente cubre los aspectos concernientes al mejoramiento de la eficiencia de equipos energéticos domésticos, la modificación de algunos de ellos ("retrofits") y de las prácticas de los consumidores. En la sección 5.4 se describe someramente las posibilidades de aplicar un programa de **"Manejo de Carga"** en el sector comercial y las razones por las cuales no se definió su potencial de ahorro en este estudio. En la sección 5.5 se presenta en forma resumida los resultados globales del impacto de las opciones y la evaluación económica de éstas. Por último, en la sección 5.6 se analizan las posibilidades para el **"Mejoramiento del Alumbrado Público"**.

20. El desarrollo e implementación de un programa de eficiencia en el uso final requiere una amplia participación de instituciones y actores, tanto del sector público como del

privado, de las cuales algunas nunca han cumplido una función directa dentro del sector eléctrico de Colombia. Cada programa requerirá de estrategias de diseño, evaluación, financiamiento y monitoreo de los ahorros, así como acciones reguladoras y diferentes tipos de asistencia técnica y analítica. El capítulo VI, MARCO Y MECANISMOS DE IMPLEMENTACION DE LAS OPCIONES SELECCIONADAS, discute la participación de un conjunto de actores de distinta naturaleza, que hay que coordinar y armonizar. En el centro del esquema institucional está el Gobierno, con múltiples funciones, en diferentes niveles de decisión, control y operación.

21. El objetivo del programa de eficiencia energética es lograr que el interés del consumidor se oriente hacia equipos y prácticas más eficientes y fomentar la oferta de equipos y edificios más eficientes. Para lograr ese efecto, se necesitan cinco subprogramas debidamente articulados: 1) una política de precios adecuada; 2) normas y pruebas de calidad para promover la oferta de equipo eléctrico eficiente; 3) educación del público, acoplado a un sistema de cumplimiento, basado en certificaciones y etiquetado; 4) desarrollo de un programa de Administración de la Demanda y promoción de las opciones de mejoramiento de la eficiencia; 5) establecimiento de estándares de diseño y construcción. En la sección 6.2 del capítulo VI se examina el tema y se propone un esquema institucional coherente. Adicionalmente, se presenta en forma resumida, los tres subprogramas que se han diseñado para dar inicio a corto plazo al programa de eficiencia energética (hay un cuarto subprograma que se aplica al programa de sustitución por gas y se desarrolla en otra sección): 1) normalización, certificación y etiquetado de equipo de uso final; 2) desarrollo e implementación de estándares en construcción; y 3) programas piloto de Administración de la Demanda.

22. El consumidor de energía es el eje fundamental sobre el cual deben girar todas las acciones. También hay que reconocer como condición necesaria para el éxito del programa de eficiencia energética la participación activa de las empresas eléctricas. En la sección 6.3 se analizan los aspectos de tarifas, incentivos, equidad y eficiencia económica y el papel de las electrificadoras como compañías de servicios energéticos.

23. En la sección 6.4 se comenta sobre las posibilidades de la participación privada en la venta de servicios energéticos, dentro de un programa de ADD. En la sección 6.5 se tratan los aspectos institucionales de la normalización y homologación de elementos, equipos y artefactos necesarios para el uso del GN y el GLP, así como de los aspectos complementarios sobre seguridad en el uso del gas, como formas de facilitar el desarrollo del mercado de gas. Se presenta, también, en forma resumida, el subprograma de normalización y certificación del equipo y las instalaciones de gas (constituye el cuarto subprograma mencionado arriba), que se ha diseñado para iniciar en el corto plazo esta componente del programa de sustitución. Finalmente, en la sección 6.6 se presenta un resumen de las principales conclusiones en cuanto a los aspectos institucionales y mecanismos de implementación, considerando la necesidad de un marco de corto plazo para los subprogramas y el planteamiento de la necesidad de un esquema para ser desarrollado en el mediano plazo.

24. En los anexos se presenta toda la base estadística y la sustentación cuantitativa de los resultados. También en los anexos se encuentra la ampliación de temas relevantes, que

por razones de presentación y tamaño del documento no pudieron ser desarrollados extensamente en el texto principal. En particular, los cuatro subprogramas propuestos para ser implementados en el corto plazo se presentan en un volumen aparte como anexos P, Q, R y S.

25. El presente estudio será la base para diseñar el conjunto de acciones que se propondrán en los próximos meses para consideración de la Junta de la Comisión Nacional de Energía, enmarcado en el Plan Energético Nacional, actualmente en proceso de elaboración.

Santafé de Bogotá, Junio 2 de 1992

CAPITULO I

CONTEXTO Y PROBLEMAS

1.1 ENERGIA Y ECONOMIA

1.01 En la década de los ochenta el crecimiento de la economía colombiana fue sustancialmente menor que en la década anterior, al pasar de un crecimiento promedio anual del PIB de 5.4% en los años setenta a un crecimiento de 3.6% anual promedio en los ochenta. En los últimos años se ha presentado declive en la actividad productiva, creciente inflación (32.29% en 1990 y 26.82% en 1991, comparado con la inflación promedio de 24% de la última década), y violencia política y delictual en las zonas rurales y urbanas. En particular, las medidas antiinflacionarias de contracción de la demanda y el terrorismo económico contra la infraestructura energética fueron las causas principales de que el crecimiento del PIB durante 1991 fuera de solo 2.2%. Sin embargo, las medidas antiinflacionarias produjeron un efecto significativo al disminuir el incremento de precios en 5.5 puntos en 1991, con relación a 1990, existiendo una expectativa del gobierno de lograr una meta de inflación de 22% en 1992.

1.02 La intensidad energética de la economía (consumo/PIB) permaneció relativamente constante durante los últimos años, evidenciando una elasticidad-producto de la demanda de energía cercana a la unidad. Sin embargo, si se considera un período más amplio, se puede constatar un crecimiento de la demanda algo menor que el del PIB. En efecto, el consumo final de energía creció durante los años setenta a una tasa anual promedio del 3.8% y durante los años ochenta al 2.9%, valores estos inferiores a los del crecimiento del PIB (5.4% y 3.6%, respectivamente), por lo cual la intensidad energética disminuyó. Es evidente que el proceso de urbanización de los años 60 y 70, con el consecuente uso de formas de energía más eficientes - electricidad, GN y derivados de petróleo en detrimento de la leña y otras fuentes no comerciales-, y la disminución de la tasa de crecimiento de la población, han influenciado sobre este fenómeno, descartándose una mejoría de la eficiencia en el uso final de los energéticos modernos como factor principal. La disminución de la intensidad energética del PIB obedece principalmente a la disminución de la tasa de crecimiento del consumo final de energía en el sector residencial, ya que en la última década no se presentó una variación importante de la intensidad energética en los sectores industrial, agro-mineros y terciario respecto al PIB total, aunque en el primero se observó una disminución en la intensidad sectorial y en los otros dos un incremento (cuadro No. 1-1), indicando un aumento de la participación de la industria en el PIB total y una disminución de los otros sectores. La intensidad energética total de 18.9 TJ/MUS\$ 80, en 1988, está ligeramente por encima del promedio latinoamericano (18.1 TJ/MUS\$ 80) y es superior al de países como Argentina (16 TJ/MUS\$ 80), Brasil (16.4 TJ/MUS\$ 80), México (17.0 TJ/MUS\$ 80) y Ecuador (15.2 TJ/MUS\$ 80), pero inferior a Venezuela (20.7 TJ/MUS\$ 80).

Cuadro No. 1.1: Intensidad energética por sectores
Terajoule/MUS\$ 1980

| | Intensidad con respecto al PIB total | | con respecto al PIB sectorial | |
|-------------|--------------------------------------|------|-------------------------------|------|
| | 1980 | 1988 | 1980 | 1988 |
| Agro-minero | 1.4 | 1.4 | 7.3 | 7.6 |
| Industria | 6.1 | 6.1 | 20.0 | 17.8 |
| Terciario | 7.6 | 7.4 | 15.1 | 15.5 |
| Residencial | 4.6 | 4.0 | | |
| total | 19.7 | 18.9 | | |

FUENTE: OLADE, Sistema de Información Económica Energética de América Latina y el Caribe (SIEE), versión Diciembre/1990.

1.03 Las exportaciones de bienes y servicios presentaron un comportamiento similar al del PIB; la tasa anual promedio de crecimiento fue en la década de los setenta (18.5% anual) mayor que en los ochenta (2.2% anual). El saldo de la balanza comercial se mantuvo negativo durante el período 1970/1985. La devaluación ocurrida en 1985 (51%) contribuyó de manera determinante al crecimiento de las exportaciones menores, que acompañadas de las crecientes exportaciones de carbón y petróleo mejoraron la situación en la segunda parte de los ochenta. Es así como a partir de 1985, las importaciones han crecido a una tasa anual promedio del 4.6%, mientras que las exportaciones lo han hecho al 10%, lográndose que en 1989 el valor de las importaciones fuese equivalente al 94% del valor de las exportaciones (ver cuadro No. 1-2).

Cuadro No. 1-2: Balanza comercial
MUS\$

| | EXPORTACIONES | | IMPORTACIONES | | SALDO | |
|------|---------------|----------------------------|---------------|---------------|---------|---------------|
| | TOTALES | HIDROCARBUROS ¹ | TOTALES | HIDROCARBUROS | TOTALES | HIDROCARBUROS |
| 1980 | 3945 | 239 6.1% | 4663 | 711 15.2% | -718 | -472 |
| 1985 | 3552 | 407 11.5% | 4131 | 456 11.0% | -579 | -49 |
| 1989 | 5739 | 939 16.4% | 5010 | 210 4.2% | 729 | 729 |

1/ crudo, fuel oil, diesel y gasóleo

FUENTE: ECOPEPETROL, Informe 1989.

1.04 Colombia ha sido tradicionalmente un importador de gasolina motor y, a partir de 1975, debido al declive de la producción nacional, el país empezó a importar, adicionalmente, petróleo crudo y diesel oil. Esta situación se prolongó hasta 1985, año a partir del cual se empieza a exportar petróleo crudo y otros derivados. La participación de los hidrocarburos en las importaciones totales pasó del 0.22% en 1974 al 11% en 1985 y, a partir de 1986, ésta ha oscilado entre 2.4 y 4.2 por ciento, con una tendencia a crecer debido al déficit crónico de gasolina. Por otra parte, la participación de

las exportaciones de hidrocarburos respecto al total de las exportaciones ha aumentado en los últimos años, pasando del 6% en 1976 al 6.1% en 1980 y al 16.4% en 1989, debido al incremento de la producción de crudo. El efecto neto de las necesidades de importación de gasolina, por un lado, y la exportación creciente de crudo, por el otro, ha resultado, a partir de 1986, en un saldo positivo de la Balanza Comercial de hidrocarburos. Las exportaciones de hidrocarburos (939 MUS\$ en 1989) se han colocado en el tercer renglón después del café y de las exportaciones menores, contribuyendo de forma importante a la estabilidad de la balanza comercial. Otro importante aporte del sector energético a la balanza comercial lo constituyen las exportaciones de carbón mineral, que alcanzan los 460 MUS\$ en 1989, equivalentes al 8.1% de las exportaciones totales. El aporte del sector energético a la economía es bien importante, si se tiene presente que las exportaciones de café no presentarán aumentos significativos en un horizonte de cinco años, como consecuencia de rompimiento del Pacto Internacional del Café.

1.05 La producción de crudo ha contribuido sustancialmente a los ingresos fiscales, con un monto de M\$ 361,730 en 1990, equivalente al 11.5% del presupuesto total de la Nación y al desarrollo de las regiones, al generar regalías por M\$ 113,723 a los Departamentos y Municipios petroleros, correspondiente al 12% del valor del crudo en boca de pozo.

1.06 La deuda externa del país ha tenido un crecimiento vertiginoso durante las últimas dos décadas: de MUS\$ 1,250 en 1970 pasó a MUS\$ 6,805 en 1980 y alcanzó los MUS\$ 16,950 en 1989, valor equivalente al 43% del PIB de ese año. La mayor parte de ese crecimiento ha sido en la deuda pública, especialmente para el financiamiento de proyectos energéticos, limitando las posibilidades de inversión privada y en el sector social. En efecto, el incremento de la deuda del sector energético durante los años ochenta pasó de ser el 23.6% de la deuda total en 1980, al 53.4% en 1989. La participación de cada uno de los tres subsectores en el año 1989 fue de 5.6% para hidrocarburos, 37% para el subsector eléctrico y 10.8% para el carbón. En la medida que el sector energético requerirá de inversiones continuas durante la década de los 90, será necesario involucrar activamente al sector privado en este sector para que no siga absorbiendo gran cantidad de recursos públicos.

1.07 El servicio de la deuda externa pagada aumentó durante el período 70/89, incrementándose aceleradamente durante el último quinquenio, al pasar de MUS\$ 242 en 1985 a MUS\$ 2,903 en 1989, equivalente al 51% del valor de las exportaciones de ese año. La participación del sector energético aumentó durante el mismo período al pasar de 7.6% en 1985 a 55% en 1989, siendo el mayor componente el servicio de la deuda del sector eléctrico, que alcanzó el 34% en 1989. Los subsectores de hidrocarburos y carbón representaron el 8 y 19 por ciento, respectivamente.

1.08 Colombia es un país con gran variedad de recursos energéticos. En hidroelectricidad, el potencial aprovechable asciende a 93 GW, de los cuales ya están en operación el 10% y se prevé que para 1995 se alcancen niveles superiores al 14%. En cuanto al carbón térmico, existen reservas probadas del orden de 6,500 MTON, suficiente para más de 3 siglos (la producción en 1989 fue de 19 MTON, de los cuales se exportaron 15 MTON). Los nuevos

Tabla No. 1.1.1. Evolución de las exportaciones de hidrocarburos

| Exportaciones de hidrocarburos (MUS\$) | | Total de las exportaciones (MUS\$) | |
|--|---------------|------------------------------------|------------|
| Año | Exportaciones | Total | Porcentaje |
| 1989 | 939 | 5725 | 16.4% |
| 1980 | 77 | 1250 | 6.1% |
| 1976 | 42 | 700 | 6% |

Tabla No. 1.1.2. Evolución de las exportaciones de hidrocarburos en el PIB

Las exportaciones de hidrocarburos en el PIB han crecido de manera constante durante los últimos años, pasando de 7.6% en 1980 a 16.4% en 1989. Este crecimiento se debe principalmente al aumento de las exportaciones de crudo, que pasó de 6.1% en 1980 a 16.4% en 1989. El efecto neto de las necesidades de importación de gasolina, por un lado, y la exportación creciente de crudo, por el otro, ha resultado, a partir de 1986, en un saldo positivo de la Balanza Comercial de hidrocarburos. Las exportaciones de hidrocarburos (939 MUS\$ en 1989) se han colocado en el tercer renglón después del café y de las exportaciones menores, contribuyendo de forma importante a la estabilidad de la balanza comercial. Otro importante aporte del sector energético a la balanza comercial lo constituyen las exportaciones de carbón mineral, que alcanzan los 460 MUS\$ en 1989, equivalentes al 8.1% de las exportaciones totales. El aporte del sector energético a la economía es bien importante, si se tiene presente que las exportaciones de café no presentarán aumentos significativos en un horizonte de cinco años, como consecuencia de rompimiento del Pacto Internacional del Café.

Tabla No. 1.1.3. Evolución de las exportaciones de hidrocarburos en el PIB

| Exportaciones de hidrocarburos (MUS\$) | | Total de las exportaciones (MUS\$) | |
|--|---------------|------------------------------------|------------|
| Año | Exportaciones | Total | Porcentaje |
| 1989 | 939 | 5725 | 16.4% |
| 1980 | 77 | 1250 | 6.1% |
| 1976 | 42 | 700 | 6% |

El servicio de la deuda externa pagada aumentó durante el período 70/89, incrementándose aceleradamente durante el último quinquenio, al pasar de MUS\$ 242 en 1985 a MUS\$ 2,903 en 1989, equivalente al 51% del valor de las exportaciones de ese año. La participación del sector energético aumentó durante el mismo período al pasar de 7.6% en 1985 a 55% en 1989, siendo el mayor componente el servicio de la deuda del sector eléctrico, que alcanzó el 34% en 1989. Los subsectores de hidrocarburos y carbón representaron el 8 y 19 por ciento, respectivamente.

descubrimientos de petróleo en la década de los 80 han permitido que el país recupere su nivel de autosuficiencia y su calidad de exportador (la producción en 1989 fue de 400,000 BPD, de los cuales se exportaron 165,000 BPD). A Diciembre de 1989, las reservas de petróleo ascendían a 1978 MB, lo cual da una relación producción/reservas de 13.5 años. Las reservas de gas natural al 31 de Diciembre de 1991 ascendían a 3889.1 GPC, suficientes para 26 años con una producción aproximada de 400 MPCD. El descubrimiento reciente del yacimiento de Cusiana, muy promisorio, pero aun en etapa de evaluación, podría elevar sustancialmente las reservas y la producción de crudo liviano y gas natural.

1.09 La leña y el bagazo representan todavía un papel importante en la oferta de energía del país. Otras fuentes de energía renovables, como la solar, eólica y residuos vegetales, no figuran dentro del balance energético debido a que su contribución es pequeña y no juegan un papel importante hoy en día. La cuantificación de potenciales para las fuentes nuevas y renovables ha sido poco estudiada, habiéndose realizado estimativos gruesos dentro del Estudio Nacional de Energía para el total del país y algunos a nivel regional, dentro del cual hay que destacar a PESENCA, en la región de la Costa Atlántica. De acuerdo con el balance energético de 1985 (OLADE, Sistema de Información Económica Energética de América Latina y el Caribe (SIEE), versión Diciembre/1990), la estimación del potencial bioenergético del país es el siguiente (10^3 TON):

| LEÑA BAGAZO | POTENCIAL DE RESIDUOS | | | |
|-------------|-----------------------|----------|-----------|---------|
| | AGRICOLAS | AGRO-IND | PECUARIOS | URBANOS |
| 23922 6173 | 5531 | 4016 | 12370 | 292743 |

1.10 La oferta total de energía ascendió en 1989 a 1,100,021 terajoules (25,443 tep), de los cuales le corresponde al petróleo el 46%, a la leña el 15%, al gas natural 13%, al carbón mineral 12%, a la hidroenergía 10% y al bagazo 4%.

1.2 LA DEMANDA DE ENERGIA

1.11 El consumo final de energía creció en la década pasada a un ritmo de 2.9% anual, llegando en 1989 a 824,414 Terajoules (137 millones de bep = 19 millones de tep). Tal como se observa en la Figura No. 1-1, el consumo per cápita tuvo también un comportamiento creciente, con una declinación en 1984, 85 y 86, debido, principalmente, a la recesión ocurrida en esos años.

1.12 En el cuadro No. 1-3 se aprecia la composición del consumo final por fuente y sector en el año 1989.

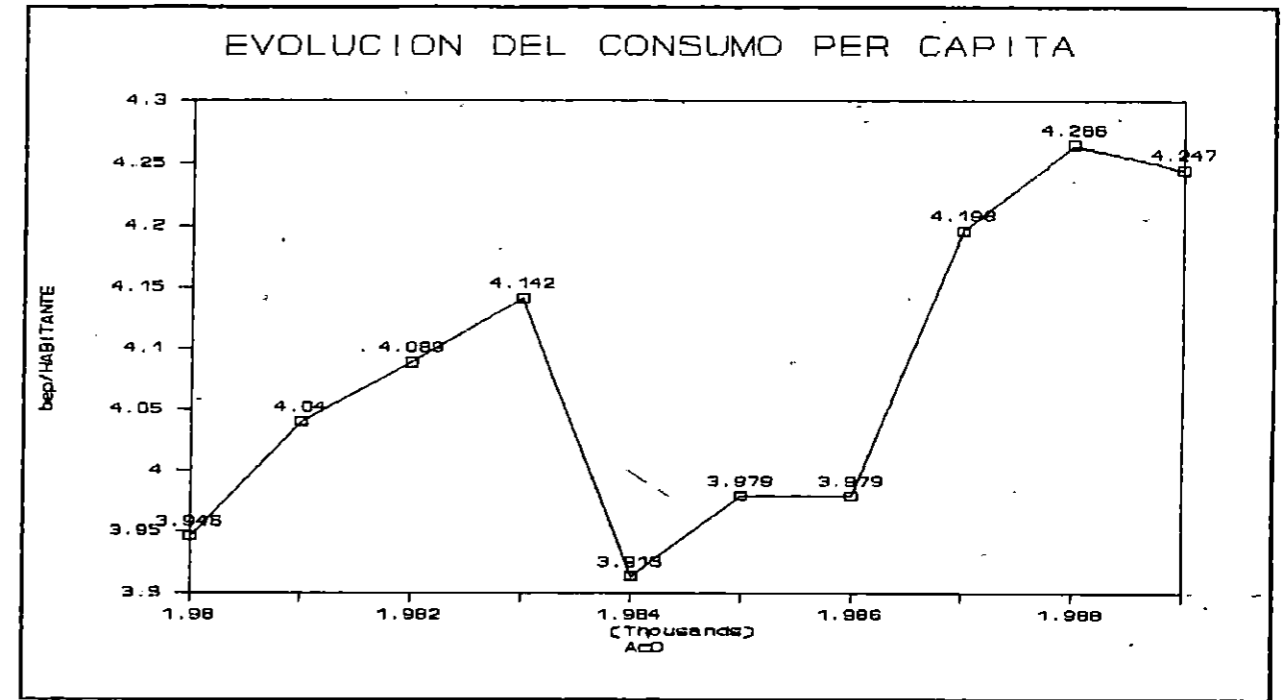


FIGURA No. 1-1

FUENTE: OLADE, Sistema de Información Económica Energética de América Latina y el Caribe (SIEE), versión Diciembre/1990

Cuadro No. 1-3: Composición del consumo final de energía - año 1989

| | Petróleo | Biomasa | GN | Electr. | CM | Otros | TOTAL |
|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|-------------|---------------|
| Residenci | 3,8% | 17,2% | 0,3% | 5,3% | 0,9% | 0,3% | 27,9% |
| Com/Pub | 0,9% | 0,0% | 0,2% | 2,1% | 0,0% | 0,0% | 3,2% |
| Industria | 4,3% | 4,0% | 4,7% | 3,8% | 9,5% | 0,6% | 26,8% |
| Transport | 28,8% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,6% | 29,4% |
| Agro | 1,3% | 5,9% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 7,3% |
| Otros | 4,2% | 0,0% | 0,0% | 0,2% | 0,0% | 0,9% | 5,3% |
| TOTAL | 43,4% | 27,1% | 5,2% | 11,4% | 10,5% | 2,4% | 100,0% |

CONSUMO TOTAL= 19 tep- FUENTE: Balance Energetico de 1989, Ministerio de Minas y Energía.

En la composición del consumo final de energía por fuentes predominan los derivados de petróleo (43%) y la biomasa (leña y bagazo) (27%), esta última de muy baja eficiencia y con participación decreciente. A continuación se siguen la electricidad (11%), el carbón mineral (11%) y el gas natural (5%). La electricidad, en particular, refleja un crecimiento dinámico al pasar su participación de 5.4% en 1970 al 11% en 1989.

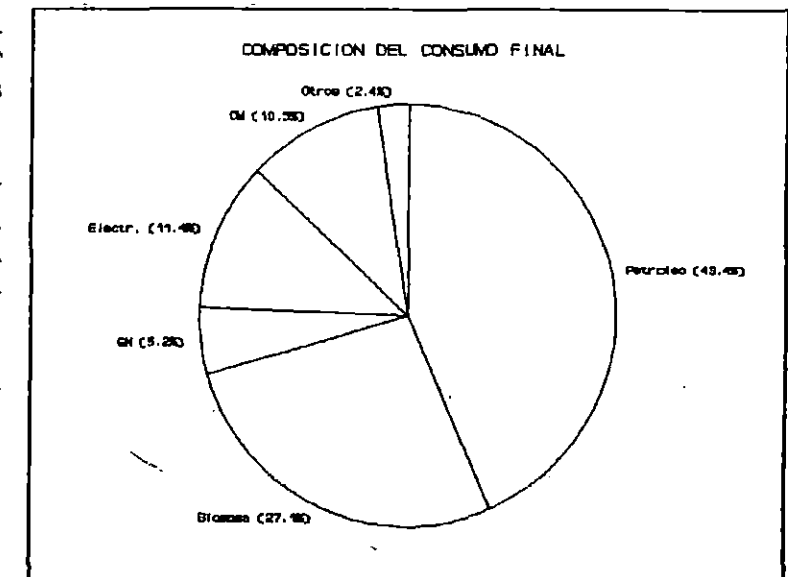


FIGURA No. 1-2

1.13 La composición del consumo sectorial de energía no ha variado significativamente durante el período 80/89. El sector transporte es el mayor consumidor de energía final (29.4%), al cual le siguen, en un orden de magnitud similar, los sectores, industrial (26.8%) y residencial (27.9%). Los sectores agropecuario y minero (7.3%), comercial y público (3.2%) y otros (5.3%) tienen consumos apreciablemente menores. Descontando problemas estadísticos y de clasificación de usuarios que subestiman el consumo comercial (al incluir parte de éste en el consumo residencial), es de esperarse que los impactos mayores de un programa de racionalización del uso de la energía provengan de los sectores residencial, industrial y de transporte.

1.14 En la última década, la demanda de energía eléctrica creció a una tasa promedio anual del 5.4% -por encima del crecimiento de la economía-, comportamiento que se explica principalmente por el crecimiento en el sector residencial (6.5% anual). En la Figura No. 1-3 se muestra la evolución de la demanda durante el período 1970-1990. Se aprecian claramente dos tendencias de crecimiento: la primera, que duró hasta 1980, cuando la demanda creció a tasas del 10% anual, lo cual obligó al sector a duplicar su capacidad instalada cada 7 años. Durante la década de los ochenta se aprecia una disminución en el ritmo de crecimiento de la demanda.

1.15 Como efecto del crecimiento de las dos décadas pasadas, el consumo de electricidad per cápita ha tenido un crecimiento más dinámico que el del ingreso per cápita. En 1989, el consumo anual per cápita fue de 962.7 Kwh y su tasa de crecimiento en las dos últimas décadas ha sido de 2.7% anual, en comparación con el 2.1% anual correspondiente al ingreso per cápita. Otro efecto notorio de este proceso, en el cual el elemento más dinámico es el sector residencial, es la configuración de una estructura atípica en la cual el consumo doméstico es superior al consumo industrial y comercial juntos: en

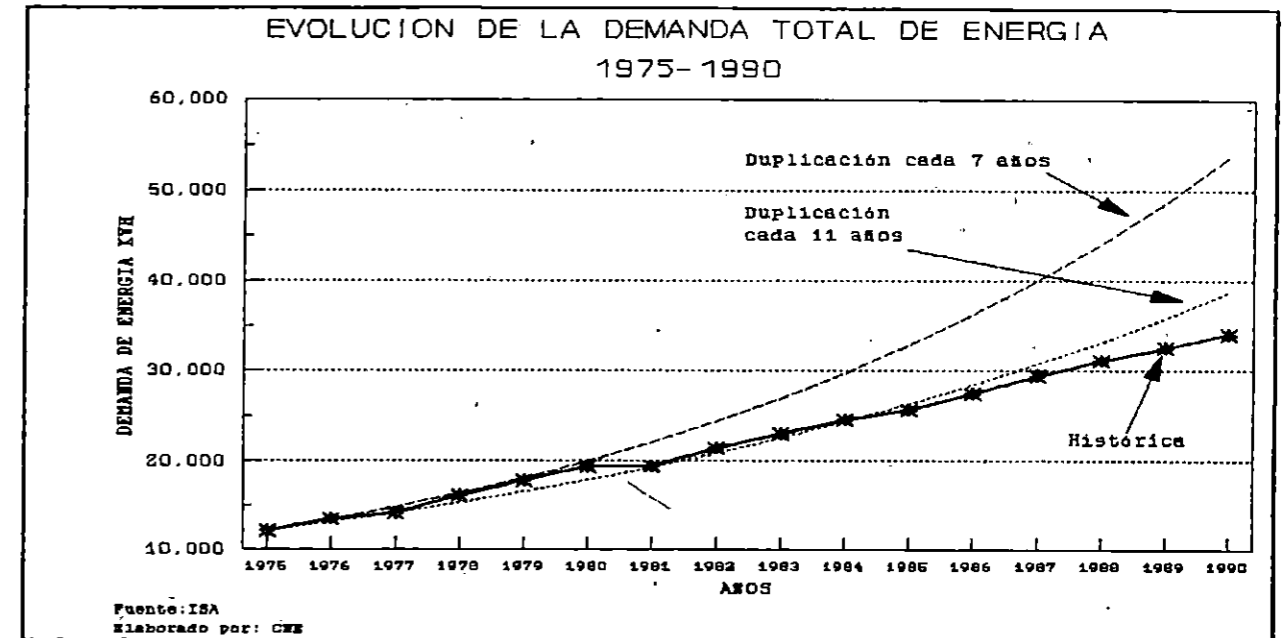


FIGURA No. 1-3

el año 1990 el sector residencial participó con el 48% de las ventas totales, seguido por la industria con 30%, el comercio con 10%, el sector público con 7% y el alumbrado público con 3% (Figura No. 1-4). Es evidente que el sector doméstico se configura como un sector prioritario para racionalizar el consumo de electricidad, aunque la magnitud del impacto de un programa de manejo de demanda dependerá de la identificación de opciones factibles técnica y económicamente.

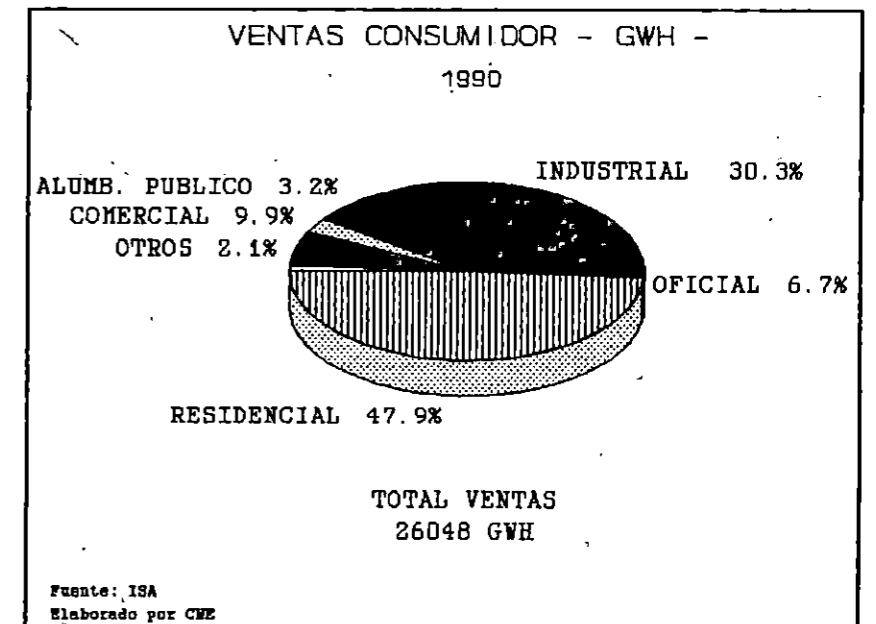


FIGURA No. 1-4

1.16 La demanda de gas natural tuvo, en la última década, un crecimiento del 25%, llegando en 1990 a cerca de los 392 millones de pies cúbicos diarios. Es de destacar que en toda la década una porción mayor al 90%

del consumo se dedicó a usos calóricos en generación termoeléctrica y en el sector industrial. El consumo residencial pasó de ser prácticamente despreciable en 1981 a la cantidad de 14.2 MPCD en 1990, concentrándose en las ciudades de la Costa Norte (Barranquilla y Cartagena), Barrancabermeja y, en los últimos años, en Bogotá. En el cuadro No. 1-4 se aprecia la composición del consumo del gas natural.

Cuadro No. 1-4: Consumo de gas natural por sector en 1990

| | MPCD | % |
|------------------|--------------|------------|
| Termoeléctrico | 164.8 | 42 |
| ECOPETROL | 102.5 | 26 |
| Petroquímico | 14.4 | 4 |
| Industrial | 94.6 | 24 |
| Residencial | 14.2 | 4 |
| GNC (transporte) | 1.7 | 0.4 |
| TOTAL | 392.2 | 100 |

FUENTE: ECOPEL. Estadísticas 1990.
Industria Petrolera. Sept. 1991.

1.17. En la última década, el consumo final de GLP creció a una tasa promedio anual de 5.6%, llegando en 1990 a cerca de 13,400 BPD, existiendo restricciones de oferta que han limitado el crecimiento en los últimos años. El consumo de este energético en el sector residencial representa el 91.6% del total y el resto está repartido entre los sectores comercial e industrial.

1.3 DEMANDA DE LOS SECTORES RESIDENCIAL, COMERCIAL Y PÚBLICO

1.18. El sector residencial consume el 28% de la demanda de energía final. El 67.6% corresponde a las zonas urbanas y el 32.9% a las zonas rurales. Esta demanda de energía la suple una canasta amplia de energéticos; no obstante, resalta la gran cantidad de electricidad consumida. El sector residencial fue el responsable en 1990 del consumo del 47.66% de la energía eléctrica, del 91.64% de GLP, del 8.66% del gas natural, del total nacional¹.

1.19. Como puede verse, este sector es intensivo en electricidad -aun más en su componente urbana, donde desaparece la biomasa- puesto que de los usos finales de energía -cocción, calentamiento de agua, iluminación, refrigeración, acondicionamiento de ambientes y los electrodomésticos-, solo en los dos primeros se utiliza en forma importante fuentes diferentes a la

¹/ Sistema de Información Energética S.I.E. - Sector Energético Colombiano 1990.

energía eléctrica. A nivel nacional, se estima² que la energía eléctrica aporta el 21% y el 98% de los requerimientos para cocción y calentamiento de agua; respectivamente, y prácticamente el 100% en los otros usos.

1.20. En relación a las cuatro ciudades de interés en este proyecto, se estima³ que la distribución del consumo residencial por fuente de energía es como se muestra en el cuadro No. 1.5. Como puede verse, Cali y Medellín son bastante dependiente de la electricidad, en tanto que Barranquilla y Bogotá tienen sustitutos importantes. Adelantando algunos resultados del capítulo 2, con el propósito de entender las cifras, en Bogotá el consumo per cápita es mayor por el alto consumo de agua caliente y la existencia importante de combustibles líquidos y gaseosos menos eficientes energéticamente que la electricidad (aunque menos costosos); en segundo lugar está Barranquilla con un alto consumo de energía para aire acondicionado y, también la presencia importante de combustibles líquidos y gaseosos; Medellín tiene un consumo moderado de agua caliente y en Cali no hay ni agua caliente ni aire acondicionado en forma importante.

Cuadro No. 1.5: Distribución aproximada del consumo residencial (%)
Filas suman 100%

| | ELECTRICIDAD | GLP | GN | COCINOL | QUEROSENE | OTROS | CONSUMO PERCAP TEP/HAB-MES |
|--------------|--------------|------|------|---------|-----------|-------|-------------------------------|
| BOGOTÁ | 52.6 | 18.3 | 4.6 | 24.4 | | 0.05 | 0.0467 |
| MEDELLÍN | 99.5 | 0.3 | | | 0.1 | 0.1 | 0.0312 |
| CALI | 96.3 | 2.7 | | | 0.8 | 0.2 | 0.0287 |
| BARRANQUILLA | 51.9 | 9.3 | 33.3 | 1.7 | 3.9 | | 0.0374 |

FUENTE: Datos generados por el Proyecto mediante encuestas.
1 TEP = 39682.5 KBTU

1.21 La alta tasa de crecimiento de la demanda de energía eléctrica en el sector residencial observada en el pasado (6.5% anual, en la pasada década) se debió al efecto conjunto del incremento del número de suscriptores y al aumento del consumo por suscriptor. Por un lado, el crecimiento del número de suscriptores se debe a los programas de electrificación y al proceso de concentración urbana (los intensos programas de electrificación; desarrollados principalmente durante los años 60 y 70, elevaron la tasa de cubrimiento del servicio, el cual llegó en 1989 al 64% de las viviendas totales y cerca del

^{2/} Encuesta de Usos y Consumo de Energía en el Sector Residencial. Departamento Nacional de Planeación, Santafé de Bogotá, D.C.; Junio de 1986.

^{3/} En esta estimación hay bastante incertidumbre en lo que se refiere a querosene en Cali y Barranquilla, debido a que su consumo se hace en sectores informales, simultáneamente con conexiones ilícitas al servicio eléctrico. En ambas ciudades es posible que el consumo de querosene sea mayor, pero eso no se reflejó en la encuesta. En el GLP también hay incertidumbre, puesto que hay consumos comerciales que aparecen como residenciales.

del consumo de energía eléctrica y en el sector industrial. El consumo residencial pasó de ser prácticamente insignificante en 1981 a la cantidad de 14.2 MFCU en 1990, concentrándose en las ciudades de la Costa Norte (Barranquilla y Cartagena), Barranquilla y en los últimos años, en Bogotá. En el cuadro No. 1-4 se aprecia la composición del consumo de las fuentes naturales.

Cuadro No. 1-4: Consumo de las fuentes por sector en 1990

| | MFCU | % |
|-----------------|-------|-----|
| Térmico | 104.8 | 42 |
| ROPEROL | 102.5 | 38 |
| Perpetuo | 14.4 | 4 |
| Industrial | 24.6 | 24 |
| Residencial | 14.2 | 4 |
| GN (transporte) | 1.7 | 0.4 |
| TOTAL | 302.2 | 100 |

FUENTE: ESTADÍSTICA, Estadísticas 1991
Industria Petrolera, Bogotá, 1991

1.17 En la última década, el consumo final de GLP creció a una tasa promedio anual de 5.8%, llegando en 1990 a cerca de 13.400 BPD, existiendo restricciones de oferta que han limitado el crecimiento en los últimos años. El consumo de esta energía en el sector residencial representa el 21.8% del total y el resto está repartido entre los sectores comercial e industrial.

1.2 DEMANDA DE LOS SECTORES RESIDENCIAL, COMERCIAL Y PÚBLICO

1.18 El sector residencial consume el 28% de la demanda de energía final. El 67.7% corresponde a las zonas urbanas y el 32.3% a las zonas rurales. Esta demanda de energía se abastece a través de las compañías de energía eléctrica. El sector residencial consumió el 14.2 MFCU en 1990, lo que representa el 4.7% de la energía eléctrica del total nacional.

1.19 Como puede verse, este sector es intensivo en electricidad y en gas. En el componente urbano, donde dominan los usos finales de energía (cocción, calentamiento de agua, iluminación, refrigeración, acondicionamiento de ambientes y los electrodomésticos), solo en los primeros años se utilizó en forma importante fuentes diferentes a la

99% en las cabeceras municipales), factores que pesarán mucho menos en el futuro por haber llegado a niveles altos de saturación, lo cual a su vez influenciará para que el crecimiento de la demanda sea menor en esta década. Por otra parte, el consumo promedio por suscriptor aumentó, si se toma un período amplio, como respuesta a las tarifas subsidiadas, a la no existencia de sustitutos en gran parte del territorio nacional o las restricciones en la oferta de potenciales sustitutos (gas natural y GLP), y, en menor medida, al incremento del ingreso per cápita. En efecto, este índice pasó de 2665 kwh/suscriptor en 1975 a 3138 kwh/suscriptor en 1980 y disminuyó a 2759 kwh/suscriptor en 1989. Como puede verse, en la última década se ha revertido el proceso de incremento de este índice y es de esperarse que los aumentos tarifarios, los procesos de sustitución y los programas de incremento de la eficiencia energética lo harán disminuir hacia el futuro; a su vez, el incremento del ingreso será una fuerza en sentido contrario.

1.22 El GLP es el principal sustituto de la energía eléctrica en el sector residencial urbano. El gas licuado se utiliza en los procesos de cocción y calentamiento de agua y la participación de éste en los requerimientos de energía final para ambos usos alcanza el 24 y 1.8 por ciento⁴, respectivamente.

1.23 En el sector residencial urbano se consume, además, el cocinol, el querosene y el gas natural. El uso de estos energéticos no es generalizado, es decir, que solo se presenta en ciertos estratos de las ciudades. En Bogotá y Cali el consumo de querosene y cocinol, se concentra en los estratos de bajos ingresos y en Barranquilla el consumo de gas natural se presenta en los estratos altos. Existe también penetración de gas natural en Bogotá en los estratos bajos, como sustituto del cocinol. No obstante, es de esperarse un aumento de la penetración del gas natural, dado que la política del gobierno nacional ya se ha encaminado en esa dirección en decisión reciente del CONPES (enero de 1992).

1.24 El sector comercial y público comprende el comercio en general, los restaurantes, los hoteles, el sector financiero y de servicios, las entidades públicas de todo orden y el alumbrado público y su demanda de energía final representa el 3.2% de la demanda total del país. La canasta energética del sector la componen la energía eléctrica, el gas natural, el crudo de castilla, el GLP, el querosene, el diesel oil y el fuel oil, en la cual la energía eléctrica es mayoritaria, con 65% de los requerimientos de energía final del sector.

FIGURA No. 1-5

⁴/ Encuesta de Usos y Consumo de Energía en el Sector Residencial, Departamento Nacional de Planeación, Santafé de Bogotá, D.C.; Junio de 1986.

energía eléctrica. A nivel nacional, se estima que la energía eléctrica aporta el 21% y el 88% de los requerimientos para cocción y calentamiento de agua, respectivamente, y prácticamente el 100% en los otros usos.

1.20 En relación a las cuatro ciudades de interés en este proyecto, se estima que la distribución del consumo residencial por fuente de energía es como se muestra en el cuadro No. 1.5. Como puede verse, Cali y Medellín son bastante dependientes de la electricidad, en tanto que Barranquilla y Bogotá tienen sustitutos importantes. Añadiendo algunos resultados del capítulo 2, con el propósito de entender las cifras, en Bogotá el consumo per cápita es mayor por el alto consumo de agua caliente y la existencia importante de computadoras líquidas y gasosas menos eficientes energéticamente que la electricidad (aunque menos costosa); en segundo lugar, esta Barranquilla con un alto consumo de energía para aire acondicionado y también la presencia importante de computadoras líquidas y gasosas; Medellín tiene un consumo moderado de agua caliente y en Cali no hay ni agua caliente ni aire acondicionado en forma importante.

Cuadro No. 1.5: Distribución aproximada del consumo residencial (%)
Por tipo de energía

| CONSUMO PERCAPA TER/HAB-MES | OTROS | QUEROSENE | COCINOL | GN | GLP | ELECTRICIDAD | Ciudad |
|--------------------------------|-------|-----------|---------|------|------|--------------|--------------|
| 0.0467 | 0.02 | | 24.4 | 4.6 | 18.2 | 52.4 | BOGOTÁ |
| 0.0312 | 0.1 | 0.1 | | | 0.2 | 99.6 | MEDÉLLIN |
| 0.0287 | 0.2 | 0.8 | | | 2.7 | 96.3 | CALI |
| 0.0274 | | 2.9 | 1.7 | 23.2 | 9.2 | 52.9 | BARRANQUILLA |

FUENTE: Datos generados por el proyecto mediante encuestas.
1 TER = 29862.5 KBTU

1.21 La alta tasa de crecimiento de la demanda de energía eléctrica en el sector residencial observada en el pasado (6.5% anual, en la pasada década) se debió al efecto conjunto del incremento del número de suscriptores y al aumento del consumo por suscriptor. Por un lado, el crecimiento del número de suscriptores se debe a los programas de electrificación y al proceso de concentración urbana (los internos programas de electrificación, desarrollados principalmente durante los años 60 y 70, elevaron la tasa de cobertura del servicio, el cual llegó en 1989 al 84% de las viviendas totales y cerca del

Encuesta de Usos y Consumo de Energía en el Sector Residencial, Departamento Nacional de Planeación, Santafé de Bogotá, D.C.; Junio de 1986.

En esta estimación hay bastante incertidumbre en lo que se refiere a querosene en Cali y Barranquilla debido a que su consumo se hace en sectores informales, especialmente con conexiones ilícitas al servicio eléctrico. En ambas ciudades es posible que el consumo de querosene sea mayor, pero eso no se reflejó en la encuesta. En el GLP también hay incertidumbre, puesto que hay consumos comerciales que aparecen como residenciales.

1.4 EL SUBSECTOR ELECTRICO

1.25 El subsector eléctrico se halla inmerso en una crisis financiera de grandes proporciones, la cual tiene explicación en problemas internos al sector y en problemas macroeconómicos externos al sector. Entre los primeros se pueden incluir: i) Tarifas insuficientes y mayor crecimiento de las ventas en sectores con mayores subsidios; ii) Deficiente administración; iii) Rápido crecimiento de las pérdidas tanto técnicas como aquellas imputables a la no facturación o al cobro incorrecto de la energía facturada; iv) Demoras y sobrecostos en la implementación de los proyectos; y sobreestimación de la demanda, lo que llevó a sobredimensionar la capacidad de generación. Entre los problemas externos al sector pueden enunciarse: i) La devaluación masiva que ocurrió en 1985 y la aceleración de la tasa de cambio en los años siguientes; ii) El cambio en las condiciones de los préstamos de la Banca Multilateral, reduciendo los períodos de gracia y los períodos de pago; iii) Fluctuación de las monedas duras como consecuencia de la devaluación del dólar.

1.26 La situación financiera del subsector es grave. Dos indicadores revelan la profundidad de esta crisis⁵:

- En 1990, las utilidades del sector, en términos de su patrimonio promedio, son negativas (-4.3%); la utilidad operacional sobre activos, sin incluir gastos financieros, es de sólo 4.9% (Figura No. 1-5).

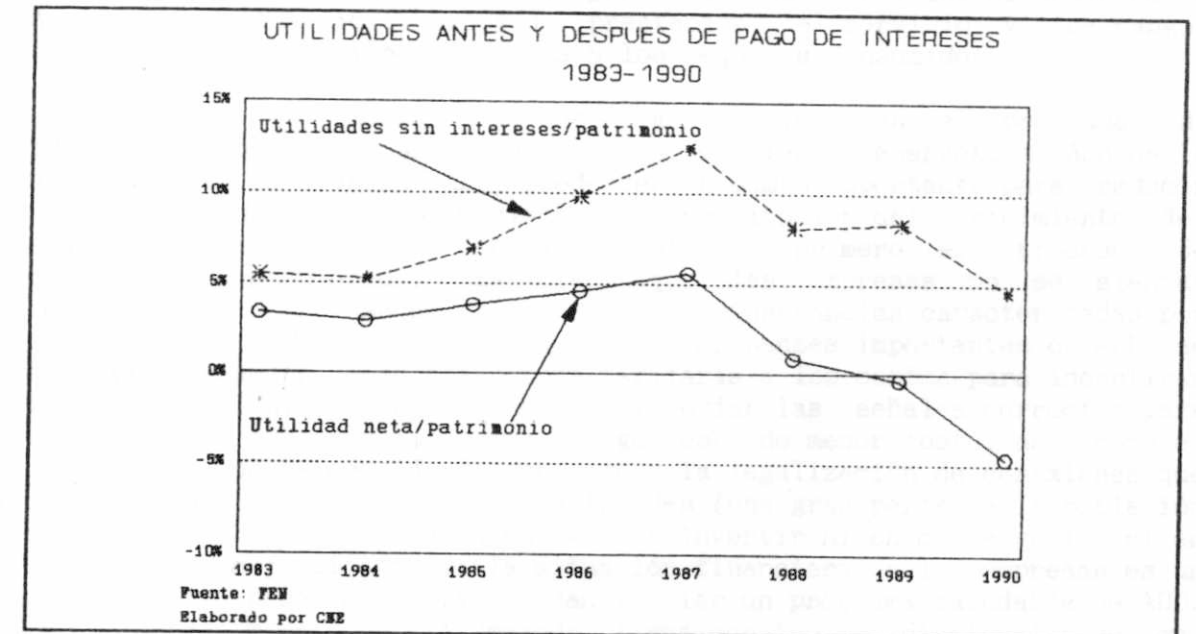


FIGURA No. 1-5

⁵/ FUENTE: COMISION NACIONAL DE ENERGIA, Exposición de Motivos Proyecto de Ley Eléctrica, Bogotá, 22 de enero de 1992.

90% en las cabeceras municipales), factores que pesarán mucho menos en el futuro por haber llegado a niveles altos de saturación. Lo cual a su vez influenciará para que el crecimiento de la demanda sea menor en esta década. Por otra parte, el consumo promedio por suscriptor aumentó, al ser un período amplio, como respuesta a las tarifas subvencionadas, a la no existencia de sustitutos en gran parte del territorio nacional o las restricciones en la oferta de potenciales sustitutos (gas natural y GLP), y en menor medida, al incremento del ingreso per cápita. En efecto, este índice pasó de 2259 kWh/suscriptor en 1975 a 3138 kWh/suscriptor en 1980 y disminuyó a 2759 kWh/suscriptor en 1989. Como puede verse, en la última década se ha revertido el proceso de incremento de este índice y es de esperarse que los aumentos tarifarios, los procesos de sustitución y los programas de incremento de la eficiencia energética lo harán disminuir hacia el futuro; a su vez, el incremento del ingreso será una fuerza en sentido contrario.

1.22 El GLP es el principal sustituto de la energía eléctrica en el sector residencial urbano. El gas licuado se utiliza en los procesos de cocción y calentamiento de agua y la participación de éste en los requerimientos de energía final para ambos usos alcanza el 24 y 1.8 por ciento, respectivamente.

1.23 En el sector residencial urbano se consume, además, el coque, el gas natural y el gas natural. El uso de estos energéticos no es generalizado, es decir, que sólo se presenta en ciertos estratos de las ciudades. En Bogotá y Cali el consumo de coque y coque, se concentra en los estratos de bajos ingresos y en Barranquilla el consumo de gas natural se presenta en los estratos altos. Existe también penetración de gas natural en Bogotá en los estratos bajos, como sustituto del coque. No obstante, es de esperarse un aumento de la penetración del gas natural, dado que la política del gobierno nacional ya se ha encaminado en esa dirección en decisión reciente del CONPES (enero de 1992).

1.24 El sector comercial y público comprende el comercio en general, los restaurantes, los hoteles, el sector financiero y de servicios, las entidades públicas de todo orden y el alumbrado público y en demanda de energía final representa el 3.2% de la demanda total del país. La energía eléctrica del sector la componen la energía eléctrica, el gas natural, el crudo de castilla, el GLP, el gas natural, el diesel oil y el fuel oil, en la cual la energía eléctrica es mayoritaria, con 65% de los requerimientos de energía final del sector.

Encuesta de Usos y Consumo de Energía en el Sector Residencial, Departamento Nacional de Planeación, Bogotá, D.C., junio de 1986.

- La generación interna bruta (ingresos totales menos costos operacionales) ascendió en el año 90 a cerca de US\$700 millones. El servicio de la deuda fue de unos US\$1870 millones, lo cual arrojó una generación interna neta negativa de alrededor de US\$1170 millones. La inversión realizada fue de US\$680 millones. Se aprecia que el sector no genera recursos suficientes para servir la deuda externa y emprender nuevos proyectos de inversión. Para los años 1991-1994, se prevé que el déficit que tiene el sector, en la generación interna neta, será de aproximadamente US\$ 702 millones⁶. La situación financiera varía según la Empresa, EEB tendrá en el mismo período, un déficit de 233 millones de dólares; EPM (Medellín) un superávit de 221 millones, EMCALI un superávit de 16 millones y CORELCA, entidad de la cual es filial la Electrificadora del Atlántico, un déficit de 42 millones de dólares.

1.27 Para superar la crisis financiera se adelantarán tareas en varios frentes (Programa de Reestructuración del Sector Eléctrico): i) La promoción de la competencia y la participación privada en el sector eléctrico; ii) Un sistema de precios para la electricidad que permita la recuperación de los costos, coherente con el nuevo marco institucional del sector y con la política de precios de los demás energéticos; iii) Fijación de metas de gestión en los campos técnico, administrativo y financiero en las empresas distribuidoras que queden en manos del Gobierno y; iv) Creación de un Ente Regulador que vigile la calidad en la prestación del servicio, el despacho a mínimo costo, defina los costos de prestación del servicio y los rangos permitidos para la fijación de precios a los pequeños consumidores.

1.28 Hasta el momento no se ha incluido en el programa de reestructuración aspectos concernientes a la eficiencia energética. Aunque la administración de la demanda (ADD) puede ser un campo importante para reducir las necesidades de inversión mediante la disminución del crecimiento del consumo, el gobierno ha decidido iniciar primero el proceso de reestructuración mencionado. Es claro que las empresas no se sientan inclinadas hacia esta clase de programas con circunstancias caracterizadas por tarifas bajas y problemas financieros. Como componentes importantes de ADD, se requiere la adecuación de la estructura tarifaria a los costos para incentivar hábitos conservacionistas en los usuarios y enviar las señales correctas para motivar las sustituciones hacia los energéticos de menor costo, así como el mejoramiento de los métodos de facturación y la legalización de conexiones que haga desaparecer las pérdidas negras o fraudes (una gran parte de la población que no paga lo debido, no está incentivada a invertir ni en conservación ni en sustitución). El mejoramiento de la situación financiera de las empresas es un factor definitivo para que estas puedan iniciar un programa saludable de ADD, ya que el decrecimiento de la demanda lleva consigo la disminución de sus ingresos a corto plazo, quitándoles incentivos para promover tales programas. Las empresas no deben percibir los programas de ADD como una disminución de los ingresos a corto plazo sino como una forma de reducir el plan de expansión

⁶/ Comisión Nacional de Energía, Grupo de Trabajo 1 del Programa de Reestructuración del Sector Eléctrico "Análisis Financiero del Sector Eléctrico Colombiano, Período 1991-2000. Presentación al Grupo de Coordinación." Santa Fe de Bogotá, Octubre de 1991.

La generación interna bruta (ingresos totales menos costos operacionales) ascendió en el año 80 a cerca de US\$700 millones. El servicio de la deuda fue de unos US\$1870 millones, lo cual arrojó una generación interna neta negativa de alrededor de US\$1170 millones. La inversión realizada fue de US\$680 millones. Se aprecia que el sector no genera recursos suficientes para servir la deuda externa y emprender nuevos proyectos de inversión. Para los años 1981-1984, se prevé que el déficit que tiene el sector, en la generación interna neta, será de aproximadamente US\$ 702 millones. La situación financiera varía según la empresa. EMB tendrá en el mismo período, un déficit de 233 millones de dólares; EPM (Medellín) un superávit de 221 millones, EMCALI un superávit de 18 millones y CORELCA, entidad de la cual es filial la Electricidad del Atlántico, un déficit de 42 millones de dólares.

Para superar la crisis financiera se adelantarán tareas en varios frentes (Programa de Reestructuración del Sector Eléctrico): i) Un sistema de precios para la electricidad que permita la recuperación de los costos, coherente con el nuevo marco institucional del sector y con la política de precios de los demás sectores energéticos; ii) fijación de metas de gestión en los campos técnico, administrativo y financiero en las empresas distribuidoras que quedan en manos del Gobierno; iii) Creación de un Ente Regulador que vigile la calidad en la prestación del servicio, el despacho a mínimo costo, defina los costos de prestación del servicio y los rangos permitidos para la fijación de precios a los pequeños consumidores.

Hasta el momento no se ha incluido en el programa de reestructuración aspectos concernientes a la eficiencia energética. Aunque la administración de la demanda (ADD) puede ser un campo importante para reducir las necesidades de inversión mediante la disminución del crecimiento del consumo, el gobierno ha decidido iniciar primero el proceso de reestructuración mencionado. Es claro que las empresas no se sientan inclinadas hasta esta clase de programas con circunstancias caracterizadas por tarifas bajas y problemas financieros. Como componentes importantes de ADD, se requiere la adecuación de la estructura tarifaria a los costos para incentivar hábitos conservacionistas en los usuarios y enviar las señales correctas para motivar las sustituciones hacia los energéticos de menor costo, así como el mejoramiento de los métodos de facturación y la legalización de conexiones que haga desaparecer las pérdidas negras o fraudes (una gran parte de la población que no paga lo debido, no está incentivada a invertir ni en conservación ni en sustitución). El mejoramiento de la situación financiera de las empresas es un factor definitivo para que estas puedan iniciar un programa saludable de ADD, ya que el decrecimiento de la demanda lleva consigo la disminución de sus ingresos a corto plazo, quitándoles incentivos para promover tales programas. Las empresas no deben percibir los programas de ADD como una disminución de los ingresos a corto plazo sino como una forma de reducir el plan de expansión

El estudio de eficiencia energética del sector eléctrico colombiano, período 1971-2000, presentado al Grupo de Coordinación, Bogotá, Octubre de 1981.

hacia el futuro, dentro del concepto de Planeación Integrada de Recursos (PIR), en el cual las opciones de demanda deben considerarse en un plano de igualdad con las de oferta, buscando una planeación de mínimo costo. De todas formas, en el proceso de reestructuración una serie de acciones orientadas hacia ADD pueden ser llevadas a cabo simultáneamente, en conjunto con las acciones sobre precios y reducción de pérdidas no-técnicas: información a los consumidores y campañas educativas⁷, normas de calidad y etiquetaje de equipos para darle mayor transparencia al mercado, recomendaciones de uso de equipo al sector comercial y público (cartillas, por ejemplo), normas de diseño y construcción de edificios, medidas obligatorias en el sector público, etc. Este proyecto presentará dentro de sus resultados algunos proyectos pilotos que estarán orientados a iniciar un programa de ADD y evaluar su potencial y dificultades.

1.29 Los precios de la electricidad presentan distorsiones importantes. Mientras las tarifas industriales y comerciales han crecido en términos reales, ubicándose por encima del costo económico, la tarifa residencial mantiene una configuración en la cual predominan los subsidios cruzados, pero con un efecto neto deficitario. Como se detalla en el anexo A, Bogotá tiene tarifa para el sector residencial equivalente al 43% del costo, mientras que los sectores comercial e industrial tienen recargos tarifarios del 80 y 30%, respectivamente; en Medellín se cobra aproximadamente el 50% del costo en el sector residencial y para los demás sectores recargos que van del 3% al 14%; en Barranquilla se cobra el 58% del costo en el sector residencial y el recargo industrial equivale al 44% y; en Cali el subsidio residencial es del orden del 64%, no existiendo recargos importantes en los otros sectores. La relación entre las tarifas residenciales promedio actuales y el costo incremental promedio de largo plazo se aprecia en la Figura No. 1-6. Las distorsiones tarifarias

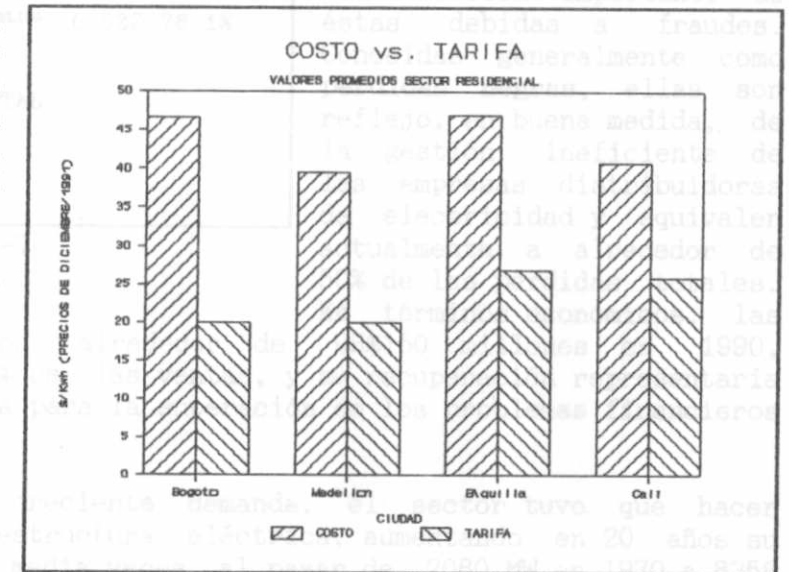


FIGURA No. 1-6

⁷/ Un ejemplo interesante ocurre en Medellín, en donde EPM ha llevado campañas sistemáticas y continuas de publicidad insistiendo sobre la necesidad de ahorrar energía, pero sin implementar un programa real de ADD. Sin existir evaluaciones sobre su impacto no se puede decir en que medida las campañas han contribuido a la disminución observada en el consumo por usuario en los últimos años (10% en el sector residencial en el período 1985-1990). Un caso similar se ha dado en Barranquilla con las acciones de promoción de CORELCA, a través del programa PESENCA (14.5% en el mismo período). En contraste Bogotá y Cali han incrementado el consumo por usuario residencial (4.7% y 2.2%, respectivamente)

hacia el futuro, dentro del concepto de Planación Integrada de Recursos (PIR), en el cual las opciones de demanda deben considerarse en un plano de igualdad con las de oferta, buscando una planación de mínimo costo. De todas formas, en el proceso de reestructuración una serie de acciones orientadas hacia ADD pueden ser llevadas a cabo simultáneamente, en conjunto con las acciones sobre precios y reducción de pérdidas no-técnicas: información a los consumidores y campañas educativas, normas de calidad y etiquetaje de equipos para darle mayor transparencia al mercado, recomendaciones de uso de equipo al sector comercial y público (cartillas, por ejemplo), normas de diseño y construcción de edificios, medidas obligatorias en el sector público, etc. Este proyecto presentará dentro de sus resultados algunos proyectos piloto que estarán orientados a iniciar un programa de ADD y evaluar su potencial y dificultades.

1.29 Los precios de la electricidad presentan distorsiones importantes. Mientras las tarifas industriales y comerciales han crecido en términos reales, aplicándose por encima del costo económico, la tarifa residencial mantiene una configuración en la cual predominan los subsidios cruzados, pero con un efecto neto deficitario. Como se detalla en el anexo A, Bogotá tiene tarifa para el sector residencial equivalente al 43% del costo, mientras que los sectores comercial e industrial tienen recargos tarifarios del 80 y 30%, respectivamente; en Medellín se cobra aproximadamente el 50% del costo en el sector residencial y para los demás sectores recargos que van del 3% al 14%; en Barranquilla se cobra el 58% del costo en el sector industrial equivalente al 44% en Cali el subsidio residencial es del orden del 64%, no existiendo recargos importantes en los otros sectores. La relación entre las tarifas residenciales promedio actuales y el costo incremental promedio de largo plazo se aprecia en la Figura No. 1-8. Las distorsiones tarifarias

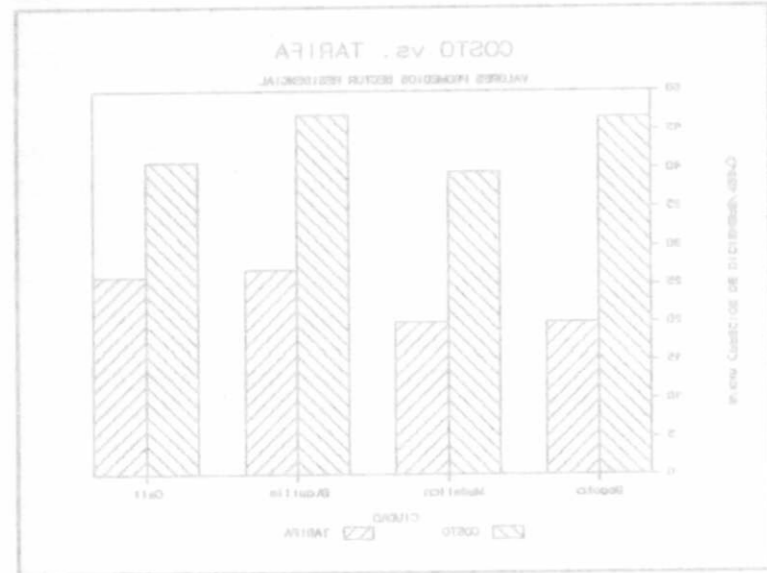


FIGURA No. 1-8

En Bogotá, el subsidio residencial es del orden del 64%, no existiendo recargos importantes en los otros sectores. La relación entre las tarifas residenciales promedio actuales y el costo incremental promedio de largo plazo se aprecia en la Figura No. 1-8. Las distorsiones tarifarias

existentes en las diferentes ciudades son evidentes.

1.30 La capacidad instalada es de 8356 MW, de la cual el 78% es hidroeléctrica y 22% térmica (Figura No. 1-7)⁸. Actualmente se concluyen dos proyectos importantes, Guavio y Río Grande II, que adicionarán al sistema 1322 MW. En 1990, la producción de electricidad fue 34000 GWh, con una demanda pico de 6000 MW. Esta producción se distribuyó en ventas al consumidor (76.4%), consumo propio (1.9%) y **pérdidas de 21.7%** (Figura No. 1-8).

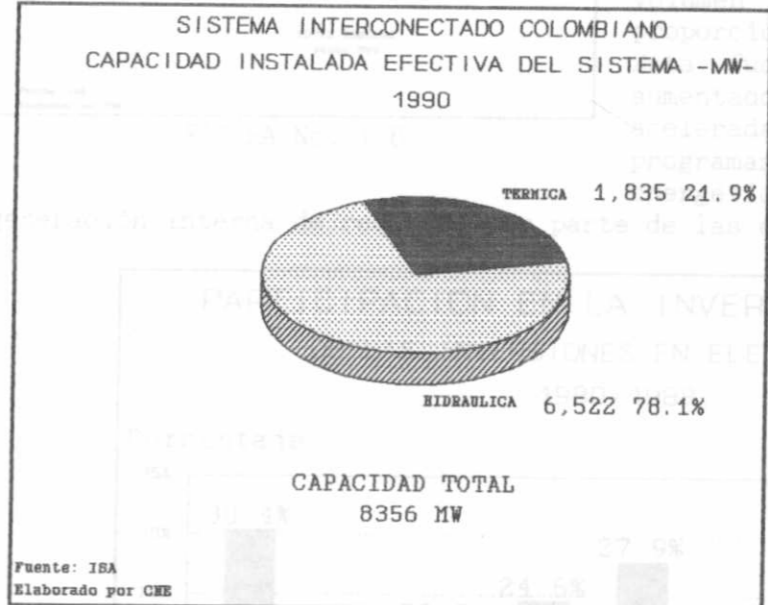


FIGURA No. 1-7

1.31 Este elevado índice de pérdidas es un problema grave, que coloca a Colombia muy por encima del promedio latinoamericano. Aunque parte de las pérdidas son de naturaleza técnica e inherentes al proceso de transmisión de la corriente eléctrica, hay una fracción importante de éstas debidas a fraudes. Conocidas generalmente como **pérdidas negras**, ellas son reflejo, en buena medida, de la gestión ineficiente de las empresas distribuidoras de electricidad y equivalen actualmente a alrededor de 50% de las pérdidas totales. En términos económicos, las

pérdidas negras representaron alrededor de US\$150 millones en 1990, equivalentes a algo más de 10% de las ventas, y su recuperación representaría una contribución significativa para la superación de los problemas financieros del sector eléctrico.

1.30 Para atender la creciente demanda, el sector tuvo que hacer grandes inversiones en infraestructura eléctrica, aumentando en 20 años su capacidad instalada cuatro y media veces, al pasar de 2080 MW en 1970 a 8356 MW en 1990. La mayor parte de la inversión realizada se concentró en la expansión de la capacidad de generación y del sistema de transmisión a alto voltaje, en detrimento de la distribución, con efectos que están hoy a la vista: i) excedentes temporales de generación que no pueden ser vendidos por limitaciones en la infraestructura de distribución; ii) aumento de las pérdidas técnicas por sobrecarga en las redes y equipos de distribución; iii) incremento en las pérdidas no-técnicas, por insuficiente colocación de

⁸ COMISION NACIONAL DE ENERGIA, Exposición de Motivos Proyecto de Ley Eléctrica, Bogotá, 22 de enero de 1992.

existentes en las diferentes ciudades son evidentes.

La capacidad instalada es de 8356 MW, de la cual el 78% es hidrotérmica y 22% térmica (Figura No. 1-7). Actualmente se concluyen dos proyectos importantes, Guavio y Río Grande II, que adicionarán al sistema 1322 MW. En 1990, la producción de electricidad fue 3400 GWh, con una demanda pico de 8000 MW. Esta producción se distribuyó en ventas al consumidor (78.4%), consumo propio (1.9%) y pérdidas de 21.7% (Figura No. 1-8).

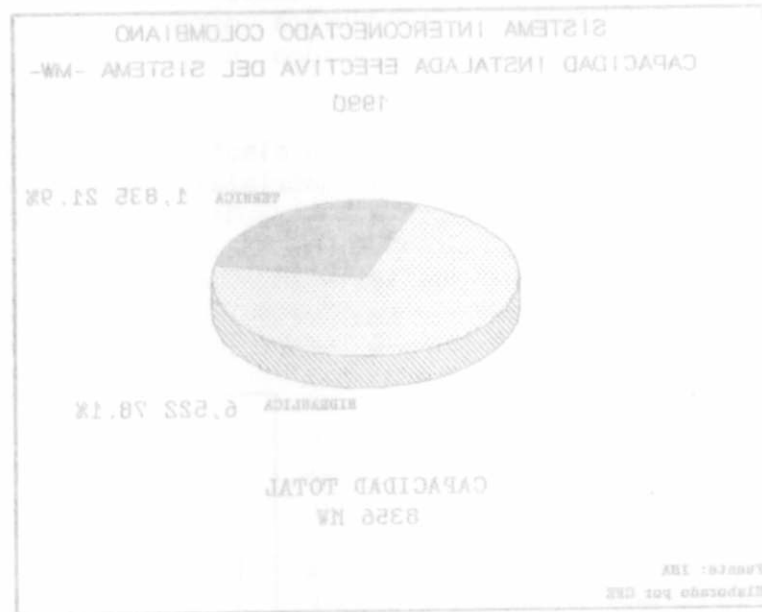


FIGURA No. 1-7

En términos económicos, las pérdidas representan un costo de US\$150 millones en 1990, equivalente a algo más de 10% de las ventas, y su recuperación representaría una contribución significativa para la superación de los problemas financieros del sector eléctrico.

Para atender la creciente demanda, el sector tuvo que hacer grandes inversiones en infraestructura eléctrica, aumentando en 20 años su capacidad instalada cuatro y media veces, al pasar de 2080 MW en 1970 a 8356 MW en 1990. La mayor parte de la inversión realizada se concentró en la expansión de la capacidad de generación y del sistema de transmisión a alto voltaje, en detrimento de la distribución, con efectos que están hoy a la vista: i) excedentes temporales de generación que no pueden ser vendidos por limitaciones en la infraestructura de distribución; ii) aumento de las pérdidas técnicas por sobrecarga en las redes y equipos de distribución; iii) incremento en las pérdidas no-técnicas, por ineficiente colocación de

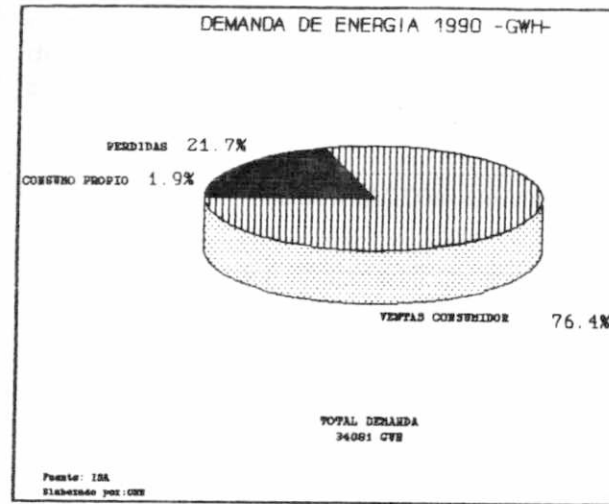


FIGURA No. 1-8

contadores y equipos de control; y iv) deterioro en la calidad del servicio.

1.32 El crecimiento de la infraestructura eléctrica tuvo un considerable costo económico para el país puesto que la inversión en el sector eléctrico llegó a representar más del 30% de la inversión pública total (Figura No. 1-9), con lo cual un solo sector de la economía acaparó un volumen de inversión fuera de proporción con su contribución al PIB. Esta fue la consecuencia de haber aumentado la oferta tan aceleradamente, sin haber diseñado programas de diversificación energética ni haber fortalecido la

generación interna de recursos por parte de las empresas eléctricas.

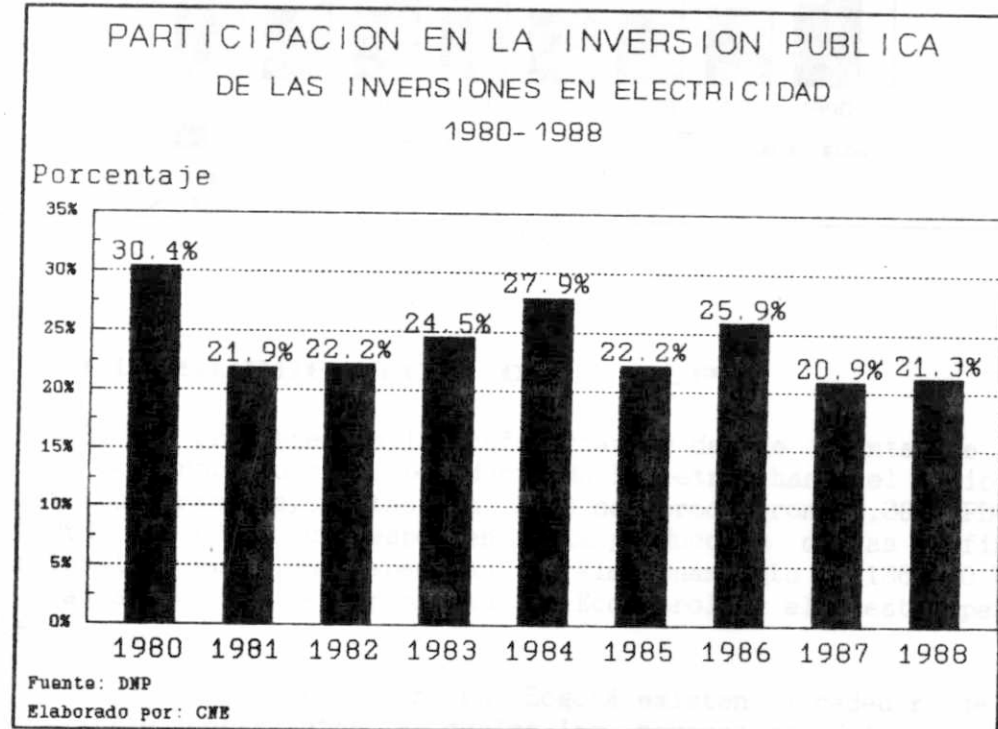


FIGURA No. 1-9

1.33 Para financiar las cuantiosas inversiones programadas, el sector acudió principalmente al endeudamiento externo. El saldo de la deuda, medida en dólares, durante la última década, creció a tasas del 20% anual, pasando de US\$860 millones en 1980 a US\$5,200 millones en 1990; esto representa una tercera parte de la deuda pública externa del país. En la Figura No. 1-10 se

observa que mientras el saldo de la deuda creció aceleradamente durante la década de los ochenta, los ingresos totales, valorados en dólares, se mantuvieron aproximadamente constantes.

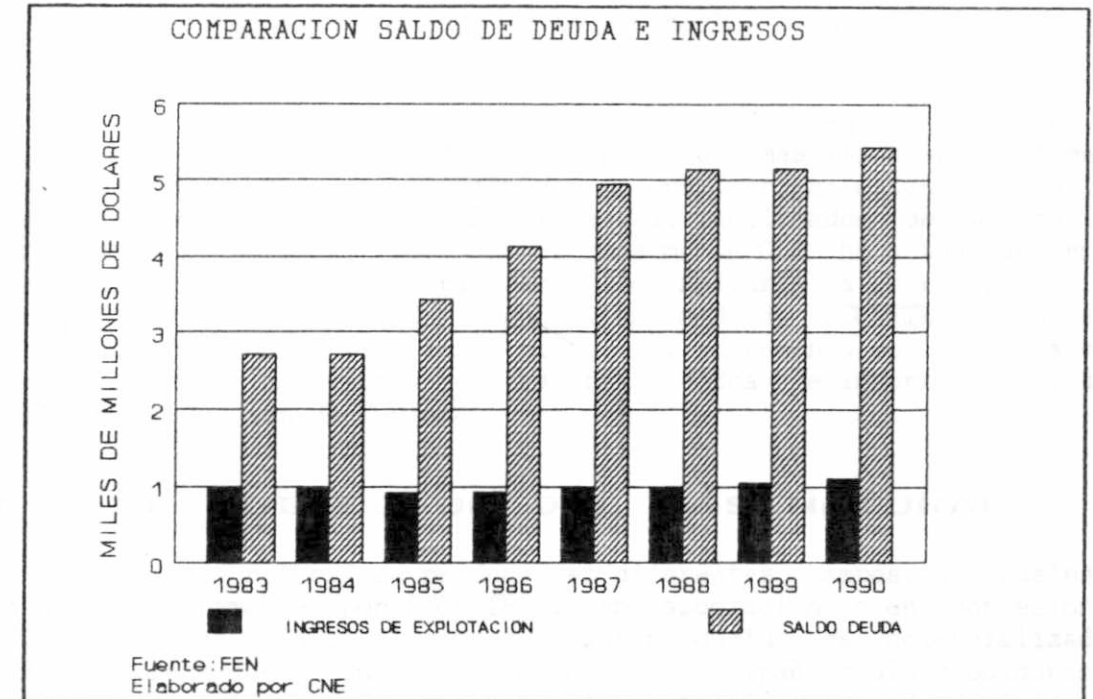


FIGURA No. 1-10

1.5 EL SUBSECTOR DEL GLP

1.34 El GLP proviene de las refinерías y de las plantas de gas y es transportado por propanoducto o poliducto de Ecopetrol hasta el sitio de venta a las distribuidoras mayoristas. En 1990 se produjeron 13,361 BPD, de los cuales 12,968 BPD (97%) corresponden a la producción de las refinерías. A nivel nacional se tiene una capacidad de almacenamiento de 136.290 barriles, de los cuales 58% son de propiedad de Ecopetrol y el resto pertenece a mayoristas.

1.35 Para su distribución en Bogotá existen alrededor de una 29 empresas distribuidoras entre las cuales las mayores son Colgas, que atiende alrededor del 30% del mercado y le siguen Unigas, Supergas, Calorgas y Bogotana de Gas. De las ventas totales de GLP en Bogotá, se estima que entre un 15% y un 20%, son hechas al sector industrial.

1.36 En Medellín prácticamente toda la distribución es hecha a través de Gases de Antioquia. Alrededor de un 80% de la oferta de GLP proviene de la refinерía de Barrancabermeja y debe ser retirado del terminal de Puerto Salgar y el 20% restante proviene de la refinерía de Cartagena. La penetración de

este combustible en el sector residencial de Medellín es prácticamente despreciable.

1.37 En Cali existen 5 empresas distribuidoras con una penetración estimada en cerca de un 10% de las viviendas. Aunque en Barranquilla existen 2 empresas distribuidoras de GLP sus ventas son hechas esencialmente en pequeños municipios y en zonas rurales.

1.38 La promoción de un mayor uso de GLP, en sustitución de la electricidad, tiene varios obstáculos. El primero y más importante, se refiere a las limitaciones en la producción de las refineras (están cercanas a un nivel máximo de producción de GLP) y en las facilidades de importación y almacenamiento. Se puede afirmar que el consumo de GLP ha estado determinado por la oferta y que las posibilidades de ampliarla a corto plazo están limitadas a cerca de 5,800 BPD (según el estimado de ECOPETROL), incluyendo importaciones por 2,000 BPD. A largo plazo, el incremento de la oferta estará determinado por la ampliación de las facilidades de importación y de la capacidad de producción de Cusiana.

1.6 EL SUBSECTOR DEL GAS NATURAL

1.39 El gas natural se produce en diferentes campos, los cuales son explotados directamente por ECOPETROL, en asociación o en concesión por compañías privadas. La totalidad del gas producido es comercializado por ECOPETROL, empresa que a su vez lo vende a las compañías distribuidoras y a los grandes consumidores. El gas natural es transportado desde los campos productores hasta los centros de consumo por gasoductos de uso público, pertenecientes la mayoría de ellos a compañías privadas o de capital mixto, a las cuales ECOPETROL les paga una tarifa de transporte. Actualmente la única forma de operar legalmente gasoductos troncales es por concesión otorgada por el Ministerio de Minas y Energía.

1.40 La distribución del gas natural se hace a través de un grupo de compañías mixtas, en las cuales participa ECOPETROL, y privadas, a las cuales le son asignados los mercados mediante concesión otorgada por el Ministerio de Minas y Energía. Puesto que la utilización domiciliar del gas natural en Colombia es relativamente reciente, no se dispone aún de una infraestructura institucional bien definida que garantice un adecuado desarrollo del recurso. El sector de gas natural se considera como un subsector del sector petrolero, y por consiguiente la orientación de las políticas de utilización del gas natural son manejadas por ECOPETROL como un apéndice de la actividad petrolera. No existe una legislación específica que regule todas las actividades de este producto, las cuales se rigen, por analogía, según el Código de Petróleos. Es necesaria la definición de un adecuado marco institucional a cada una de las actividades propias del subsector gas, conjuntamente con el planeamiento energético integrado.

1.41 Las reservas remanentes al 31 de Diciembre de 1991 se situaron en 3889.1 Gigapiés Cúbicos (110 Giga metros cúbicos). La producción ascendió en 1990 a 392.2 MPCD, de los cuales el 67% se encuentra localizada en el

departamento de la Guajira, mientras que en el departamento de Santander se produce cerca del 28%. El sistema de la Costa Atlántica se surte de los campos de la Guajira, en tanto que las reservas del interior no están interconectadas y son aprovechadas en forma aislada en los departamentos de Santander, Huila, Meta y en Bogotá.

1.42 En el futuro será posible ampliar la capacidad de producción del yacimiento de Chuchupa en la Guajira, mediante la instalación de dos plataformas adicionales para ampliar la capacidad neta de producción de la zona de la costa en unos 150 MPCD en promedio, para atender nuevas demandas de la zona y del centro del país, bajando la relación de reservas a producción (R/P) de unos 27 años que está actualmente, a unos 20 años, en caso de que no se encontraran nuevas reservas recuperables.

1.43 Se encuentran en etapa de evaluación las reservas del yacimiento de Cusiana, las cuales parecen tener un tamaño promisorio. En este campo se tendría la producción de gas asociado entre los cuales no solo se tendría metano sino también GLP, pero las necesidades de reinyección del gas natural aplazarían su nivel máximo de producción hasta al menos el año 2000.

1.44 Se han hecho estudios tendientes a la interconexión de los sistemas de gas Colombiano y Venezolano con miras a buscar la importación de volúmenes que estarían entre 60 y 150 MPCD, que le permitirían al país garantizar en un largo plazo, la capacidad de abastecimiento requerida para iniciar el programa de masificación de la utilización del gas natural en el centro y occidente del país. Aunque la interconexión del sistema Central con el de la Costa Atlántica y con Venezuela es técnica y económicamente factible, la realización de este proyecto está condicionada a que se logre un acuerdo sobre precios y volúmenes de compras con Venezuela. Obviamente, la existencia de grandes reservas de gas en Cusiana aplazaría las negociaciones con Venezuela.

1.45 En adición a los proyectos anteriores, recientemente el CONPES ha aprobado la construcción del gasoducto Ballenas-Barrancabermeja, con un ramal a Medellín, e iniciar con esta fuente el programa de utilización de gas natural en esta ciudad. En las ciudades de Medellín y Cali, que son cubiertas por este estudio, no se dispone de oferta de gas natural y la oferta de GLP ha estado fuertemente restringida⁹.

1.50 Las empresas eléctricas (generadoras y/o distribuidoras) pueden ser de tipo nacional, departamental, regional y municipal. Para propósitos de este estudio, interesan aquellas que ofrecen el servicio en las cuatro grandes ciudades consideradas: IBER, EPM y EMCALI que son propiedad de los municipios de Bogotá, Medellín y Cali, respectivamente (las dos primeras generadoras y distribuidoras y la tercera solo distribuidora) y ELECTRANTA.

⁹/ Aunque los estudios de factibilidad de los proyectos de suministro de gas natural al centro del país para ser utilizado en el sector doméstico, en el sector industrial y en el sector transporte han mostrado un importante beneficio neto para la sociedad, bien sea con la interconexión del sistema central con el de la costa atlántica y/o con el sistema Venezolano, solo se han tomado decisiones parciales a nivel del Gobierno Nacional. En el capítulo V se discute en detalle los obstáculos, dificultades y soluciones (a nivel de la distribución y utilización) para implementar un proyecto de uso masivo de GN y/o GLP en el sector residencial.

departamento de la Guajira, mientras que en el departamento de Santander se produce cerca del 28%. El sistema de la Costa Atlántica se surte de los campos de la Guajira, en tanto que las reservas del interior no están interconectadas y son aprovechadas en forma aislada en los departamentos de Santander, Huila, Meta y en Bogotá.

En el futuro será posible ampliar la capacidad de producción del yacimiento de Chucupa en la Guajira, mediante la instalación de dos plataformas adicionales para ampliar la capacidad neta de producción de la zona de la costa en unos 150 MPCD en promedio, para atender nuevas demandas de la zona y del centro del país, bajando la relación de reservas a producción (R/P) de unos 27 años que está actualmente, a unos 20 años, en caso de que no se encontraran nuevas reservas recuperables.

Se encuentran en etapa de evaluación las reservas del yacimiento de Guatana, las cuales parecen tener un tamaño promisorio. En este campo se tendría la producción de gas asociado entre los cuales no solo se tendría metano sino también GLP, pero las necesidades de retrosección del gas natural bajarían su nivel máximo de producción hasta al menos el año 2000.

Se han hecho estudios tendientes a la interconexión de los sistemas de gas Colombiano y Venezolano con miras a buscar la importación de volúmenes que estarían entre 60 y 150 MPCD, que le permitirían al país garantizar en un largo plazo, la capacidad de abastecimiento requerida para iniciar el programa de masificación de la utilización del gas natural en el centro y occidente del país. Aunque la interconexión del sistema Central con el de la Costa Atlántica y con Venezuela es técnica y económicamente factible, la realización de este proyecto está condicionada a que se logre un acuerdo sobre precios y volúmenes de compra con Venezuela. Oportunamente, la existencia de grandes reservas de gas en Guatana abría las negociaciones con Venezuela.

En adición a los proyectos anteriores, recientemente el CONPES ha aprobado la construcción del gasoducto Barranquilla-Barrancabermeja, con un ramal a Medellín e iniciar con esta fuente el programa de utilización de gas natural en esta ciudad. En las ciudades de Medellín y Cali, que son cubiertas por este estudio, no se dispone de oferta de gas natural y la oferta de GLP ha estado fuertemente restringida.

Aunque los estudios de factibilidad de los proyectos de extracción de gas natural al centro del país para ser utilizado en el sector doméstico, en el sector industrial y en el sector transporte han mostrado un importante potencial para la sociedad, dada la situación de los estados central y del sur del país, esta actividad no es el primer objetivo, sino se han tomado decisiones previas a nivel del gobierno nacional. El estudio se centra en evaluar los aspectos técnicos, económicos y sociales a nivel de la explotación y distribución para satisfacer un proyecto de un sector de GLP en el sector residencial.

1.7 ASPECTOS INSTITUCIONALES DEL SECTOR ENERGETICO¹⁰

1.46 La estructura institucional del Sector Energético está encabezada por el Ministerio de Minas y Energía (MME), quien tiene como función principal ejecutar la política del Gobierno Nacional referente a la planeación, programación y control de todas las actividades relacionadas con el aprovechamiento integral de los recursos mineros y energéticos. Al Ministerio corresponde la función de definir la política energética y coordinar y supervisar la acción de las entidades descentralizadas que operan en el campo.

1.47 La responsabilidad de la coordinación de la acción de esas entidades recae sobre el Ministro, a través de la Comisión Nacional de Energía, en la cual participan los presidentes y gerentes de las entidades del sector (ECOPETROL, CARBOCOL, ISA y el IAN). En cada sub-sector, el MME posee organismos para la ejecución de sus funciones. En particular, en el campo del petróleo con ECOPETROL y para la coordinación de los asuntos de la energía eléctrica está ISA, que ejecuta la interconexión de las redes eléctricas y coordina la ejecución de las instalaciones de generación y transmisión de las empresas eléctricas del orden nacional o regional.

1.48 El CONPES, presidido por el Presidente de la República con Secretaría Técnica del Departamento Nacional de Planeación (DNP), y en el cual participa, entre otros ministros de las áreas económicas, el ministro de Minas y Energía, coordina la política y planes energéticos con el resto de la política y los planes económicos. Además, las tarifas del gas natural y la energía eléctrica son definidas por la Junta Nacional de Tarifas de Servicios Públicos, presidida por el DNP, en tanto que las de GLP son determinadas por el Ministerio de Minas y Energía.

1.49 Para atender las necesidades de financiación a mediano y corto plazo del sector, se creó la Financiera Energética Nacional (FEN), que capta ahorro privado y canaliza préstamos internacionales con destino al sector. En 1990, la FEN movilizó M\$ 631.000, de los cuales M\$ 379,000 (60%) corresponden a recursos captados internamente, M\$ 168,000 (27%) a recursos externos y el resto, 13%, corresponde al reciclaje de los fondos y utilidades de prestación del servicio y a reestructurar un plan de ajuste para cada una de las empresas del sector, el cual deberá llegar a su término a más tardar en 1994. En sus

1.50 Las empresas eléctricas (generadoras y/o distribuidoras) pueden ser de orden nacional, departamental, regional y municipal. Para propósitos de este estudio, interesan aquellas que ofrecen el servicio en las cuatro grandes ciudades consideradas: EEB, EPM y EMCALI que son propiedad de los municipios de Bogotá, Medellín y Cali, respectivamente (las dos primeras generadoras y distribuidoras y la tercera solo distribuidora) y ELECTRANTA, electrificadora departamental que ofrece el servicio en Barranquilla y es subsidiaria de CORELCA. Esta última es una empresa del orden nacional, dependiente del MME, que genera y distribuye energía en la Costa Atlántica a través de electrificadoras departamentales. Cabe mencionar también a CVC,

¹⁰/ En el anexo F se describe en detalle los aspectos institucionales del sector energético.

1.7 ASPECTOS INSTITUCIONALES DEL SECTOR ENERGÉTICO

1.46 La estructura institucional del Sector Energético está encabezada por el Ministerio de Minas y Energía (MME), quien tiene como función principal ejecutar la política del Gobierno Nacional referente a la planeación, programación y control de todas las actividades relacionadas con el aprovechamiento integral de los recursos mineros y energéticos. Al Ministerio corresponde la función de definir la política energética y coordinar y supervisar la acción de las entidades descentralizadas que operan en el campo.

1.47 La responsabilidad de la coordinación de la acción de esas entidades recae sobre el Ministro, a través de la Comisión Nacional de Energía, en la cual participan los presidentes y gerentes de las entidades del sector (COPEL, CARBOOL, ISA y el IAN). En cada sub-sector, el MME posee organismos para la ejecución de sus funciones. En particular, en el campo del petróleo con COPEL y para la coordinación de los asuntos de la energía eléctrica está ISA, que ejecuta la interconexión de las redes eléctricas y coordina la ejecución de las instalaciones de generación y transmisión de las empresas eléctricas del orden nacional o regional.

1.48 El CONPRES, presidido por el Presidente de la República con Secretaría Técnica del Departamento Nacional de Planeación (DNP), y en el cual participa, entre otros ministros de las áreas económicas, el ministro de Minas y Energía, coordina la política y planes energéticos con el resto de la política y los planes económicos. Además, las tarifas del gas natural y la energía eléctrica son definidas por la Junta Nacional de Tarifas de Servicios Públicos, presidida por el DNP, en tanto que las de GLP son determinadas por el Ministerio de Minas y Energía.

1.49 Para atender las necesidades de financiación a mediano y corto plazo del sector, se creó la Financiera Energética Nacional (FEN), que capta ahorro privado y canaliza préstamos internacionales con destino al sector. En 1990, la FEN movilizó M\$ 631.000, de los cuales M\$ 379.000 (60%) corresponden a recursos captados internamente, M\$ 168.000 (27%) a recursos externos y el resto, 13%, corresponde al rescate de los fondos y utilidades.

1.50 Las empresas eléctricas (generadoras y/o distribuidoras) pueden ser de orden nacional, departamental, regional y municipal. Para propósitos de este estudio, interesan aquellas que ofrecen el servicio en las cuatro grandes ciudades consideradas: EEB, EPM y EMCAL que son propiedad de los municipios de Bogotá, Medellín y Cali, respectivamente (las dos primeras generadoras y distribuidoras y la tercera solo distribuidora) y ELECTRASTA, generadora departamental que ofrece el servicio en Barranquilla y es subsidiaria de CORELCA. Esta última es una empresa del orden nacional, dependiente del MME, que genera y distribuye energía en la Costa Atlántica a través de electrificadoras departamentales. Cabe mencionar también a CVC,

10/ En el anexo F se describe en detalle los aspectos institucionales del sector energético.

Corporación de Desarrollo Regional del Valle del Cauca, entidad adscrita al Departamento de Planeación Nacional (DPN), que genera y distribuye en el Valle del Cauca (que incluye la ciudad de Cali). Las principales empresas generadoras son: EEB, EPM, CVC, CORELCA, CHB, ICEL e ISA, entre las cuales poseen cerca del 90% de la generación del sistema interconectado.

1.51 Las empresas de orden nacional, como ICEL, CORELCA y CVC, dependen directamente del MME y del DNP, aunque en su política los intereses regionales pesan muy fuertemente. Las entidades departamentales, municipales y distrital son autónomas y su política es trazada por las autoridades locales, lo cual hace difícil aplicar las políticas del MME y del DNP. En la actualidad el Gobierno nacional utilizan mecanismos de tipo financiero y contratos de gestión con la FEN, atados al logro de ciertas metas, para lograr implementar sus políticas, sobre todo en materia de saneamiento financiero y mejora de la eficiencia en las empresas.

1.52 La estructura institucional presenta problemas con efectos financieros y económicos delicados, determinados por la dispersión y mezcla de responsabilidades del marco regulatorio del Estado y por la deficiente gestión administrativa de las empresas. Por este motivo y para adecuar el marco institucional a las nuevas condiciones de la recientemente aprobada Constitución Nacional, se están examinando a nivel del Gobierno Central las opciones de cambio en la estructura para atender los compromisos que implica el manejo del crecimiento del sector, la deuda externa, la coordinación óptima de los recursos y la participación de capital privado dentro del marco de la apertura económica.

1.8 POLITICA TARIFARIA ACTUAL 11

1.53 La Junta Nacional de Tarifas en su política actual busca referenciar las tarifas de servicio eléctrico al costo económico de prestación del servicio y estructurar un plan de ajuste para cada una de las empresas del sector, el cual deberá llegar a su término a más tardar en 1994. En sus disposiciones (Resolución 90 de 1990) se determina que la estructura y los niveles tarifarios deberán reflejar el costo económico de prestación del servicio, con ajustes que deben disminuir los subsidios al sector residencial y los sobrecostos en los otros sectores.

1.54 Los subsidios que actualmente se otorgan en el sector residencial

11/ Los detalles y cifras sobre costos y tarifas de los distintos energéticos se encuentran en el capítulo III y el anexo A.

yacimientos de la Guajira (en el capítulo 2 se analiza también la opción de abastecimiento desde el yacimiento de Cusiana, aun más favorable al gas natural), en Barranquilla y Bogotá el costo de la energía eléctrica corresponde a cerca de 4 veces el costo del gas natural, en Medellín a 3.3 y en Cali a 2.3 veces. Esta misma relación con el GLP es casi 2 veces en Bogotá, Medellín y Cali y 2.7 veces en Barranquilla. Esta comparación permite apreciar las ventajas del gas respecto a la electricidad en cocción y calentamiento de agua.

1.58 El costo del GLP es entre el 30% y el 60% superior a la tarifas (basado en el precio del cilindro), presentándose un subsidio al consumidor, especialmente en Cali y Bogotá. En el gas natural, los subsidios o los sobrecostos varían con la ciudad, el estrato y el nivel de consumo. En Barranquilla, los estratos 1, 2 y 3 están subsidiados; en tanto que los estratos en 4, 5 y 6 pagan más del costo económico en los rangos de consumo bajos (menos de 65 M³/mes). En Bogotá, ninguno los consumos mayores de 60 M³/mes tiene subsidio. En cuanto a los consumos menores de 60 M³/mes, el comportamiento depende del estrato: los estratos 1, 2 y 3 están subsidiados, el estrato 4 tiene tarifas cercanas al costo, en tanto que los estratos 5 y 6 pagarían más del costo económico (aunque en Bogotá no se presentan consumos en los estratos 5 y 6, la JNT ha establecido tarifas para todos los estratos).

1.59 Un problema importante en materia tarifaria es que no ha existido una política integrada. Las tarifas del gas natural y de la energía eléctrica son definidas por la Junta Nacional de Tarifas, en tanto que las tarifas del GLP son definidas por el MME. En la definición de los niveles tarifarios no se han consultado los costos relativos de los diversos energéticos y han sido definidos con criterios netamente financieros. Mientras en energía eléctrica se define a nivel nacional los subsidios y extracostos para los diferentes consumos en el sector residencial y no residencial, en el gas la política de subsidio es diferente de ciudad a ciudad.

Corporación de Desarrollo Regional del Valle del Cauca, entidad adscrita al Departamento de Planeación Nacional (DPN), que genera y distribuye en el Valle del Cauca (que incluye la ciudad de Cali). Las principales empresas generadoras son: KKB, RRM, CVC, CORICA, CHB, ICEL e ISA, entre las cuales poseen cerca del 90% de la generación del sistema interconectado.

1.51 Las empresas de orden nacional, como ICEL, CORICA y CVC, dependen directamente del MME y del DNP, aunque en su política los intereses regionales pesan muy fuertemente. Las entidades departamentales, municipales y distritales son autónomas y su política es trazada por las autoridades locales, lo cual hace difícil aplicar las políticas del MME y del DNP. En la actualidad el Gobierno nacional utiliza mecanismos de tipo financiero y contratos de gestión con la FEN, atados al logro de ciertas metas, para lograr implementar sus políticas, sobre todo en materia de saneamiento financiero y mejora de la eficiencia en las empresas.

1.52 La estructura institucional presenta problemas con efectos financieros y económicos delicados, determinados por la dispersión y mezcla de responsabilidades del marco regulatorio del Estado y por la deficiente gestión administrativa de las empresas. Por este motivo y para adecuar el marco institucional a las nuevas condiciones de la recientemente aprobada Constitución Nacional, se están examinando a nivel del Gobierno Central las opciones de cambio en la estructura para atender los compromisos que implica el manejo del crecimiento del sector, la deuda externa, la coordinación óptima de los recursos y la participación de capital privado dentro del marco de la apertura económica.

1.8 POLÍTICA TARIFARIA ACTUAL

1.53 La Junta Nacional de Tarifas en su política actual busca referenciar las tarifas de servicio eléctrico al costo económico de prestación del servicio y estructurar un plan de ajuste para cada una de las empresas del sector, el cual deberá llegar a su término a más tardar en 1994. En sus disposiciones (Resolución 30 de 1990) se determina que la estructura y los niveles tarifarios deberán reflejar el costo económico de prestación del servicio, con ajustes que deben disminuir los subsidios al sector residencial y los sobrecostos en los otros sectores.

1.54 Los subsidios que actualmente se otorgan en el sector residencial

OPORTUNIDADES PARA EFICIENCIA ENERGETICA

2.1 INTRODUCCION

2.01 Tal como se explicó en el prólogo del informe, este estudio se ha concentrado en la evaluación de las oportunidades para mejorar la eficiencia energética en los sectores residencial, comercial y público en las cuatro ciudades más importantes, principalmente en cuanto a la conservación y sustitución de electricidad a nivel del uso final. Con este enfoque se vuelve importante definir el llamado proceso de Planificación Integrada de Recursos (PIR), que se utiliza para lograr mayor eficiencia en el proceso de abastecimiento (oferta y utilización) de energía eléctrica.

2.02 En la PIR, tanto las alternativas de oferta, como de demanda (uso final), son formalmente consideradas en los procesos de planificación y adquisición de recursos de la empresa eléctrica. Debido a que el PIR reconoce la necesidad de combinar recursos a nivel de la oferta y a nivel de la demanda, la PIR es, de hecho, una planificación empresarial de costo mínimo para el país¹⁴.

2.03 El éxito de los programas de ahorro de energía eléctrica en el uso final depende, generalmente, de la definición a nivel nacional de la importancia del concepto de la PIR. Por ejemplo, en EE.UU la PIR es un proceso utilizado por las empresas eléctricas y organismos reguladores para evaluar específicamente y consistentemente una variedad de recursos para cubrir las necesidades del servicio de energía eléctrica del consumidor a un costo mínimo. Las opciones dentro de la PIR incluyen 1) conservación y manejo de la demanda, 2) fuentes energéticas de sustitución y alternativas, 3) rehabilitación de plantas eléctricas, 4) compra de generación independiente, en particular cogeneración, y 5) generación propia de la empresa eléctrica. En el pasado, el enfoque de las empresas eléctricas de EE.UU. era sobre la curva de la carga, específicamente sobre: 1) la influencia en el comportamiento del consumidor a realizar un uso más eficiente.

2.04 En la década de los 70, EOPETROL adelantó una campaña invitando al ^{14/} La importancia de este punto de vista se ve claro en la orden emitida en 1986 por la Wisconsin Public Utility Commission a las empresas eléctricas de ese estado: "Eléctricos promovieron el ahorro de la electricidad, para aliviar la demanda y minimizar el efecto de los racionamientos". Esta orden explícitamente adopta una nueva aproximación a la planeación de empresas eléctricas, que se denomina "Planeación Integrada de Mínimo Costo". Este término describe un proceso en el cual todas las opciones razonables de oferta y demanda son evaluadas contra un conjunto de costos y beneficios, los cuales son definidos en forma tan amplia como sea posible. La peculiaridad de esta aproximación es que no segrega las opciones de oferta, tales como plantas de generación o líneas de transmisión, de las opciones del lado de la demanda, tales como conservación de energía. En cambio busca evaluar todas las opciones sobre una base integrada con criterios equivalentes...

Al final de 1987, al menos 10 estados en USA han adoptado un proceso de planeación de mínimo costo, 6 otros tenían porciones grandes de este procedimiento en ejecución y otros 8 estaban activamente considerándolo. Traducción del Inglés de Williams Robert H., Innovative approaches to marketing electric efficiency.

OPORTUNIDADES PARA EFICIENCIA ENERGETICA

2.1 INTRODUCCION

2.01 Tal como se explicó en el prólogo del informe, este estudio se ha concentrado en la evaluación de las oportunidades para mejorar la eficiencia energética en los sectores residencial, comercial y público en las cuatro ciudades más importantes, principalmente en cuanto a la conservación y sustitución de electricidad a nivel del uso final. Con este enfoque se vuelve importante definir el llamado proceso de Planificación Integrada de Recursos (PIR), que se utiliza para lograr mayor eficiencia en el proceso de abastecimiento (oferta y utilización) de energía eléctrica.

2.02 En la PIR, tanto las alternativas de oferta, como de demanda (uso final), son formalmente consideradas en los procesos de Planificación y adaptación de recursos de la empresa eléctrica. Debido a que el PIR reconoce la necesidad de combinar recursos a nivel de la oferta y a nivel de la demanda, la PIR es, de hecho, una planificación empresarial de costo mínimo para el país.

2.03 El éxito de los programas de ahorro de energía eléctrica en el uso final depende, generalmente, de la definición a nivel nacional de la importancia del concepto de la PIR. Por ejemplo, en EE.UU. la PIR es un proceso utilizado por las empresas eléctricas y organismos reguladores para evaluar específicamente y consistentemente una variedad de recursos para cubrir las necesidades del servicio de energía eléctrica del consumidor a un costo mínimo. Las opciones dentro de la PIR incluyen: 1) conservación y manejo de la demanda, 2) fuentes energéticas de sustitución y alternativas, 3) rehabilitación de plantas eléctricas, 4) compra de generación independiente, en particular cogeneración, y 5) generación propia de la empresa eléctrica. En el pasado, el enfoque de las empresas eléctricas de EE.UU. era sobre las curvas de la carga, específicamente sobre: 1) la influencia en el comportamiento del

1-4 La importancia de este punto de vista se ve claro en la orden emitida en 1986 por la Wisconsin Public Utility Commission a las empresas eléctricas de ese estado:

Este orden específicamente exige una nueva aproximación a la planeación de empresas eléctricas, que se denomina "planeación integrada en el uso final". Este término describe un proceso en el cual todas las opciones racionales de oferta y demanda son evaluadas contra un conjunto de costos y beneficios, los cuales son detallados en forma tan amplia como sea posible. La planeación de esta aproximación es que no se apruebe las opciones de oferta, tales como plantas de generación e intentos de transmisión, de las opciones del lado de la demanda, tales como conservación de energía. En cambio, deberá evaluarse todas las opciones sobre una base integrada con criterios ambientales.

cliente, y 2) tarifas para enviar el mensaje correcto. En el presente, el enfoque del servicio de electricidad al cliente contempla, además: 1) una comercialización activa con instalación de equipos eficientes, 2) un programa de Administración de la Demanda (ADD) que sea concebido como inversión en capacidad instalada (MW), y 3) un mejoramiento del servicio al usuario.

2.04 El mejoramiento en la eficiencia energética por medio de la PIR puede ser visto como un recurso para el sistema de energía eléctrica. Puede ser estimado, pronosticado, programado y comparado para ayudar a satisfacer los futuros requerimientos del crecimiento de la demanda para todo el sistema eléctrico. Además del impacto estimado en la reducción del programa de inversión de las empresas eléctricas, un programa de PIR lograra para las empresas eléctricas: 1) operar a un mas bajo costo de producción, 2) reducir la facturación a los abonados, 3) aumentar la confiabilidad de la proyección de la demanda de electricidad, 4) reducir el riesgo de subdimensionar o sobredimensionar la construcción de nuevas plantas eléctricas, y 5) reducir los impactos ambientales causados por la construcción y la operación de las plantas eléctricas.

2.05 El mejoramiento en la eficiencia eléctrica del lado de la demanda, en un contexto de PIR, se ha dividido en dos componentes, 1) los programas de ahorro de energía y de manejo de carga, y 2) los programas de sustitución hacia energéticos menos costosos. Estos dos componentes se examinan en los capítulos IV y V y constituyen el objeto principal del estudio.

2.2 EXPERIENCIAS PREVIAS EN EFICIENCIA ENERGETICA EN COLOMBIA

2.06 El abrupto incremento de precios del petróleo durante los años 70, y los racionamientos en el suministro de energía eléctrica efectuados en 1977, 1979, 1981, 1982 y más recientemente en la Costa Atlántica, han llevado a las empresas del sector a emprender campañas para ahorrar energía invitando a los consumidores a realizar un uso más eficiente.

2.07 En la década de los 70, ECOPETROL adelantó una campaña invitando al público a no malgastar la gasolina. Más tarde, en el primer lustro de los 80, ISA y las principales empresas del Sector Eléctrico promovieron el ahorro de la electricidad, para aliviar la demanda y minimizar el efecto de los racionamientos. Movido por el interés de promocionar el uso racional de energía en todas sus formas, el Ministerio de Minas y Energía patrocinó el "Programa de Uso Racional de Energía - PUR" para ejecutarse en 48 meses (entre enero de 1984 y diciembre de 1987).

2.08 El PUR se desarrolló en cuatro áreas: capacitación de recursos humanos; estabilización del consumo de combustibles líquidos, incluyendo prácticas de sustitución; creación de un Centro para el Uso Racional de Energía; y apoyo a la regulación de precios. Al término de su vigencia

cliente, y 2) tarifas para enviar el mensaje correcto. En el presente, el enfoque del servicio de electricidad al cliente contempla, además: 1) una comercialización activa con instalación de equipos eficientes, 2) un programa de Administración de la Demanda (ADD) que sea concebido como inversión en capacidad instalada (MW), y 3) un mejoramiento del servicio al usuario.

2.04 El mejoramiento en la eficiencia energética por medio de la PIR puede ser visto como un recurso para el sistema de energía eléctrica. Puede ser estimado, pronosticado, programado y comparado para ayudar a satisfacer los futuros requerimientos del crecimiento de la demanda para todo el sistema eléctrico. Además del impacto estimado en la reducción del programa de inversión de las empresas eléctricas, un programa de PIR logra para las empresas eléctricas: 1) operar a un más bajo costo de producción, 2) reducir la facturación a los abonados, 3) aumentar la confiabilidad de la producción o de la demanda de electricidad, 4) reducir el riesgo de subdimensionar o sobredimensionar la construcción de nuevas plantas eléctricas, y 5) reducir los impactos ambientales causados por la construcción y la operación de las plantas eléctricas.

2.05 El mejoramiento en la eficiencia eléctrica del lado de la demanda, en un contexto de PIR, se ha dividido en dos componentes, 1) los programas de ahorro de energía y de manejo de carga, y 2) los programas de sustitución hacia energéticos menos costosos. Estos dos componentes se examinan en los capítulos IV y V y constituyen el objeto principal del estudio.

2.2 EXPERIENCIAS PREVIAS EN EFICIENCIA ENERGÉTICA EN COLOMBIA

2.06 El abrupto incremento de precios del petróleo durante los años 70, y los incrementos en el suministro de energía eléctrica efectuados en 1977, 1979, 1981, 1982 y más recientemente en la Costa Atlántica, han llevado a las empresas del sector a emprender campañas para ahorrar energía invitando a los consumidores a realizar un uso más eficiente.

2.07 En la década de los 70, ECOPETROL adelantó una campaña invitando al público a no malgastar la gasolina. Más tarde, en el primer lustro de los 80, ISA y las principales empresas del Sector Eléctrico promovieron el ahorro de la electricidad para aliviar la demanda y minimizar el efecto de los racionamientos. Movido por el interés de promocionar el uso racional de energía en todas sus formas, el Ministerio de Minas y Energía patrocinó el "Programa de Uso Racional de Energía - PUR" para ejecutarse en 48 meses (entre enero de 1984 y diciembre de 1987).

2.08 El PUR se desarrolló en cuatro áreas: capacitación de recursos humanos; estabilización del consumo de combustibles líquidos, incluyendo prácticas de sustitución; creación de un Centro para el Uso Racional de Energía; y apoyo a la regulación de precios. Al término de su vigencia

presentó una síntesis de sus conclusiones y resultados en un informe de la oficina de Planeación del mismo MME¹⁵. Según dichas conclusiones se logró lo siguiente:

- Demostró la posibilidad de una relación institucional que permitiría en el futuro, integrar y agilizar trabajos sectoriales e intersectoriales.
- Identificó en el Sector Industrial un potencial de ahorro energético no menor al 5%.
- Encontró al carbón como sustituto en el sector industrial, con posibilidades de sustitución del orden de 10,000 Tcal.
- Identificó las "alternativas de política para el manejo de la demanda energética", incluyendo:
 - Política de precios consecuente con los costos de oportunidad de los energéticos.
 - Desarrollo de programas de desagregación tecnológica y normalización sobre equipos consumidores.
 - Prohibición del uso de fuentes de energía en ciertas actividades.

2.09 Creación de un Fondo Financiero para permitir la actualización tecnológica, del orden de 5,800 millones de pesos.

2.10 En el área de capacitación se dictaron dos cursos en Bogotá y uno en Cartagena con la participación de 124 profesionales de 72 empresas. Se intentó interesar al SENA para que incluyera en sus programas académicos materias sobre uso eficiente de energía sin éxito.

2.11 Para el programa de estabilización del consumo de combustibles, se pretendió establecer las áreas de consumo, mediante consultas de la información del Estudio Nacional de Energía (ENE), complementada con 20 auditorías realizadas en el sector industrial, de 50 programadas. La conclusión estableció un potencial de ahorro del 5.8% de energía, en su mayor parte de derivados del petróleo. Sin embargo, la dificultad de promover la conservación estaba determinada por la baja participación de costos energéticos en los costos totales de producción.

2.12 Como complemento se editaron tres documentos: Un Directorio de Uso Racional de Energía que incluyó 30 empresas comerciales y de consultoría con posibilidades de colaborar en esta actividad, con un tiraje de 300 ejemplares,

¹⁵/ Ministerio de Minas y Energía, Oficina de Planeación. "Informe final del Programa Uso Racional de Energía - PUR - . Oscar E. Rojas Bonilla. Bogotá, 11 de diciembre de 1987.

presentó una síntesis de sus conclusiones y resultados en un informe de la oficina de Planeación del mismo MMR. Según dichas conclusiones se logró lo siguiente:

- Demostró la posibilidad de una relación institucional que permitiera en el futuro, integrar y agilizar trabajos sectoriales e intersectoriales.
 - Identificó en el sector industrial un potencial de ahorro energético no menor al 5%.
 - Encontró al carbón como sustituto en el sector industrial, con posibilidades de sustitución del orden de 10,000 Tcal.
 - Identificó las "alternativas de política para el manejo de la demanda energética", incluyendo:
 - Política de precios consecuente con los costos de oportunidad de los energéticos.
 - Desarrollo de programas de desactualización tecnológica y normalización sobre equipos consumidores.
 - Prohibición del uso de fuentes de energía en ciertas actividades.
 - Creación de un Fondo Financiero para permitir la actualización tecnológica, del orden de 5,800 millones de pesos.
- 2.09 En el área de capacitación se dictaron dos cursos en Bogotá y uno en Cartagena con la participación de 124 profesionales de 72 empresas. Se intentó interesar al SEMA para que incluyera en sus programas académicos materias sobre uso eficiente de energía sin éxito.
- 2.10 Para el programa de actualización del consumo de combustibles, se pretendió establecer las áreas de consumo, mediante consultas de la información del Registro Nacional de Energía (RNE), complementada con 20 auditorías realizadas en el sector industrial, de 50 programadas. La conclusión estableció un potencial de ahorro del 5.8% de energía, en su mayor parte de derivados del petróleo. Sin embargo, la dificultad de promover la conservación estaba determinada por la baja participación de costos energéticos en los costos totales de producción.
- 2.11 Como complemento se editaron tres documentos: Un Directorio de Uso Racional de Energía que incluyó 30 empresas comerciales y de consultoría con posibilidades de colaborar en esta actividad, con un tiraje de 300 ejemplares.

10 / Ministerio de Minas y Energía, Oficina de Planeación, Informe final del Programa Uso Racional de Energía - PUR - Oscar E. Rojas Bolaño, Bogotá, 11 de diciembre de 1987.

un cuaderno denominado "Estructura Tarifaria de Energía Eléctrica para usuarios no residenciales", el cual fue editado por ISA y repartido a cerca de tres mil empresas y el libro "Uso Racional de Energía en Molinos de Arroz en Colombia", investigación realizada con la colaboración de la GTZ de Alemania y PESENCA. El PUR también colaboró en la revisión del trabajo adelantado por el CIDI-Universidad Pontificia Bolivariana y COLCIENCIAS, apoyado por la OEA, y que terminó con la publicación de las cartillas sobre auditorías energéticas en las industrias ladrillera y de pulpa y papel.

2.12 El Centro para el Uso Racional de Energía fue una propuesta que no prosperó ni siquiera a la etapa de factibilidad. El programa no pudo completarse según el plan inicial por el déficit en los recursos económicos y humanos. Se comprobó que, en general, las empresas auditadas en el mediano y largo plazo olvidaron varias de las prácticas que se pretendieron fomentar con el programa. Solo aquellas industrias multinacionales (con influencia administrativa de la casa matriz) y/o muy intensivas en energía crearon con carácter permanente programas de uso racional de energía.

2.13 En el caso de las acciones de ISA y de las principales acciones del sector para ahorrar energía eléctrica, las campañas más intensas se hicieron a comienzos de los ochenta, cuando fue necesario racionar la demanda debido al alto déficit de energía y potencia que enfrentaba el país adicional a otros factores de naturaleza macroeconómica, lo cual desaceleró el crecimiento de la demanda respecto a las tasas históricas con las cuales se venía proyectando.

2.14 Dichas campañas no han sido evaluadas y se ignora el verdadero impacto en los hábitos de consumo y en la intensidad de uso de los energéticos. Al respecto en uno de sus documentos ISA afirma: "En anteriores ocasiones se han adelantado campañas a través de los medios de comunicación en forma masiva, se han publicado y distribuido manuales para el sector industrial, se han adelantado programas específicos para la industria mediante auditorías energéticas. Las campañas antes mencionadas tuvieron dificultades en la medición de su efectividad haciendo difícil el control de la misma, aspecto importante para efectuar ajustes o determinar su permanencia¹⁶. En otro documento, ISA reconoce que no se tienen resultados de mediciones de estas campañas, por que como lo afirma para una de ellas, "...esta campaña tuvo dificultades en la medición de su efectividad ya que simultáneamente se estaba racionando y por lo tanto era imposible conocer la fracción correspondiente a ahorro voluntario."¹⁷

16/ Interconexión Eléctrica S.A. Campaña de Uso Eficiente de Energía Eléctrica, Oficina de Planeación, Documento ISA OPUN 23/01/89 006 E.

17/ Interconexión Eléctrica S.A. Uso Racional de Energía, Términos de Referencia, Oficina de Planeación Documento ISA OPUN 48 E, abril 4 de 1991.

un cuaderno denominado "Estructura Tarifaria de Energía Eléctrica para usuarios no residenciales", el cual fue editado por ISA y repartido a cerca de tres mil empresas y el libro "Uso Racional de Energía en Molinos de Azúcar en Colombia", investigación realizada con la colaboración de la GTZ de Alemania y PRENSA. El PUR también colaboró en la revisión del trabajo adelantado por el CIPI-Universidad Pontificia Bolivariana y GOJECIAS, apoyado por la OEA, y que terminó con la publicación de las cartillas sobre auditorías energéticas en las industrias ladrillera y de pulpa y papel.

2.12 El Centro para el Uso Racional de Energía fue una propuesta que no prosperó ni siquiera a la etapa de factibilidad. El programa no pudo completarse según el plan inicial por el déficit en los recursos económicos y humanos. Se comprobó que, en general, las empresas auditadas en el mediano y largo plazo olvidaron varias de las prácticas que se pretendieron fomentar con el programa. Solo algunas industrias multinacionales (con influencia administrativa de la casa matriz) y/o muy intensivas en energía crearon con carácter permanente programas de uso racional de energía.

2.13 En el caso de las acciones de ISA y de las principales acciones del sector para ahorrar energía eléctrica, las campañas más intensas se hicieron a comienzos de los ochenta, cuando fue necesario racionalizar la demanda debido al alto déficit de energía y potencia que enfrentaba el país adicionalmente a otros factores de naturaleza macroeconómica, lo cual desalentó el crecimiento de la demanda respecto a las tasas históricas con las cuales se venía proyectando.

2.14 Dichas campañas no han sido evaluadas y se ignora el verdadero impacto en los hábitos de consumo y en la intensidad de uso de los energéticos. Al respecto en uno de sus documentos ISA afirma: "En anteriores ocasiones se han adelantado campañas a través de los medios de comunicación en forma masiva, se han publicado y distribuido manuales para el sector industrial, se han adelantado programas específicos para la industria mediante auditorías energéticas. Las campañas antes mencionadas tuvieron dificultades en la medición de su efectividad haciendo difícil el control de la misma. En aspecto importante para efectuar ajustes o determinar su permanencia. En otro documento, ISA reconoce que no se tienen resultados de mediciones de estas campañas, por que como lo afirma para una de ellas, "...esta campaña tuvo dificultades en la medición de su efectividad ya que simultáneamente se estaba racionalizando y por lo tanto era imposible conocer la fracción correspondiente a ahorro voluntario".

16. Interconexión Eléctrica S.A. Campaña de Uso Eficiente de Energía Eléctrica. Oficina de Planeación, Documento ISA DPM 2301/89 004 E.
17. Interconexión Eléctrica S.A. Uso Racional de Energía, Formas de Referencia. Oficina de Planeación, Documento ISA DPM 48 E, abril 4 de 1991.

2.15 Durante 1990 y 1991, el sistema CORELCA tuvo que realizar varios racionamientos motivados por sabotajes guerrilleros a las líneas de transmisión y por la restricción de la red de interconexión con el centro del país que provee una cantidad importante para su consumo. Justamente por este motivo, CORELCA adelanta una campaña de ahorro de energía eléctrica. La campaña se inició a mediados del año 90 con un presupuesto de 80 millones de pesos en prensa, radio y televisión, aportados por CORELCA y todas las electrificadoras. Desde septiembre/91 hasta la fecha se ha restringido sólo a televisión, en emisiones del canal regional de la costa atlántica. Al igual que en los casos anteriores, no se ha medido el impacto de ella. Sin embargo ELECTRANTA ha observado que en los estratos altos (5 y 6), el consumo promedio disminuyó de 900 Kwh/mes a 800 Kwh/mes (posiblemente por el efecto conjunto del incremento de tarifas en esos estratos y los programas de gas natural). Contrariamente, en los estratos bajos el consumo aumentó, principalmente porque ELECTRANTA no les cobra el servicio o lo subsidia fuertemente.

2.16 Con la colaboración financiera y técnica de la Comisión de Comunidades Europeas se lleva cabo actualmente el programa EURCOLERG, con una duración de tres años, con tres subproyectos (Gas Natural, Gestión de Carga Eléctrica y Uso Racional de Energía en los sectores industrial y de transporte), relacionados entre si y con el objetivo general de contribuir al uso racional de energía.

2.3 OPORTUNIDADES DE AHORRO DE ENERGIA

2.17 La cantidad de energía usada por un consumidor depende de la demanda por servicios energéticos. Los agentes económicos no demandan energía per se, sino que requieren servicios como cocinar, calentar agua, iluminar y tener las comodidades de los electrodomésticos. La energía se conserva cuando un nivel dado de demanda por los servicios energéticos se satisface con menos energía. Por lo tanto, la conservación de energía es el resultado de mejorar los tres factores que afectan el consumo (la intensidad de uso, la eficiencia de los equipos de uso final y el acervo de éstos) sin afectar el nivel de comodidad o de demanda por los servicios energéticos.

Barreras para lograr mayor eficiencia

2.18 Las barreras existentes son de origen institucional y relacionadas con imperfecciones del mercado. Esto es, aunque hay factores de tipo tecnológico, tiene mas efecto el interés que puedan tener los consumidores en buscar mayor eficiencia y su capacidad para seleccionar, así como el tipo de aparatos que son ofrecidos en el mercado. Acciones del Gobierno y de las compañías eléctricas serán necesarias para superar esas barreras y los temas asociados con el comportamiento del consumidor y las políticas de implementación se tornarán prioritarios. De esta forma, deberán buscarse en primer término las respuestas al porque y al como las medidas serán adoptadas

2.15 Durante 1990 y 1991, el sistema CORRELCA tuvo que realizar varios razonamientos motivados por aspectos guerrilleros a las líneas de transmisión y por la restricción de la red de interconexión con el centro del país que provee una cantidad importante para su consumo. Justamente por este motivo, CORRELCA adelanta una campaña de ahorro de energía eléctrica. La campaña se inició a mediados del año 90 con un presupuesto de 80 millones de pesos en prensa, radio y televisión, aportados por CORRELCA y todas las electrificadoras. Desde septiembre hasta la fecha se ha restringido sólo a la televisión, en emisiones del canal regional de la costa atántica. Al igual que en los casos anteriores, no se ha medido el impacto de ella. Sin embargo, ELECTRANTA ha observado que en los estratos altos (5 y 6), el consumo promedio disminuyó de 900 kWh/mes a 800 kWh/mes (posiblemente por el efecto conjunto del incremento de tarifas en esos estratos y los programas de gas natural). Contrariamente, en los estratos bajos el consumo aumentó, principalmente porque ELECTRANTA no les cobra el servicio o lo cobrada fuertemente.

2.16 Con la colaboración financiera y técnica de la Comisión de Comunidades Europeas se lleva cabo actualmente el programa EUROCOLERG, con una duración de tres años, con tres subproyectos (Gas Natural, Gestión de Carga Eléctrica y Uso Racional de Energía en los sectores industrial y de transporte), relacionados entre sí y con el objetivo general de contribuir al uso racional de energía.

2.3 OPORTUNIDADES DE AHORRO DE ENERGIA

2.17 La cantidad de energía usada por un consumidor depende de la demanda por servicios energéticos. Los agentes económicos no demandan energía por se, sino que requieren servicios como cocinar, calentar agua, iluminar y tener las comodidades de los electrodomésticos. La energía se conserva cuando un nivelado de demanda por los servicios energéticos se satisface con menos energía. Por lo tanto, la conservación de energía es el resultado de mejorar los tres factores que afectan el consumo (la intensidad de uso, la eficiencia de los equipos de uso final y el acervo de éstos) sin afectar el nivel de comodidad o de demanda por los servicios energéticos.

2.18 Barreras para lograr mayor eficiencia

Las barreras existentes son de origen institucional y relacionadas con imperfecciones del mercado. Raro es, aunque hay factores de tipo tecnológico, tiene más efecto el interés que puedan tener los consumidores en buscar mayor eficiencia y su capacidad para seleccionar, así como el tipo de aparatos que son ofrecidos en el mercado. Acciones del Gobierno y de las compañías eléctricas serán necesarias para superar esas barreras y las temas asociados con el comportamiento del consumidor y las políticas de implementación se tornarán prioritarias. De esta forma, deberán buscarse en primer término las respuestas al porque y al como las medidas serán adoptadas

por los usuarios. Aunque las barreras están estrechamente interrelacionadas - se afectan unas a otras-, se puede, de modo aproximado, ordenarlas por grado de influencia:

- Imperfecciones del mercado, incluyendo distorsiones de precios, problemas de información, barreras institucionales y regulatorias, falta de competencia y externalidades.
- La tasa de descuento implícita en decisiones de los consumidores en inversiones que involucran opciones de eficiencias energética son bastante mayores que la tasa del mercado.
- La energía no es en el momento un criterio principal en las decisiones de compra de los consumidores, entre otras razones, por las distorsiones tarifarias.
- Falta de disponibilidad de equipo eficiente, la falta de una industria que ofrezca servicios energéticos, los esfuerzos en mercado de equipos ineficientes, y, principalmente, la falta de capital para llevar a cabo las inversiones.
- El costo incremental asociado con las características que mejoran la eficiencia energética.
- Factores etnográficos y de comportamiento.

2.19 Ciertamente, las imperfecciones del mercado constituye el factor de mayor peso y, en gran medida, contiene los elementos explicatorios de las otras barreras. Hay cinco elementos que introducen distorsiones en el mercado de energía: asignación política de precios, problemas de información, barreras institucionales y regulatorias, falta de competencia y externalidades. En la medida que alguna de estos elementos exista, el mercado de energía no producirá los niveles óptimos sociales de servicios energéticos a los consumidores e indica la necesidad de políticas de corrección del mercado¹⁸.

- En primer lugar, están las distorsiones de precios, en algunos estratos de consumidores residenciales por debajo del costo económico, los cuales dan señales equivocadas para una adecuada asignación de

18/ Todas la formas de imperfecciones del mercado tienen el efecto de entorpecer la eficiencia de los mercados energéticos para asignar recursos y su capacidad para ofrecer los servicios energéticos al menor costo. En un intento por calcular el efecto de tales fallas del mercado en Estados Unidos (sin incluir externalidades ambientales), fue estimado que si las necesidades de servicios energéticos en 1978 hubieran sido satisfechas con la mezcla de menor costo de tecnologías de oferta y demanda, el país hubiera usado 48% menos energía de lo que efectivamente se usó. Sant, R. 1979. *The Least Cost Energy Strategy*. Carnegie-Mellon University Press, Pittsburgh.

por los usuarios. Aunque las barreras están estrechamente interrelacionadas - se afectan unas a otras - se puede, de modo aproximado, ordenarlas por grado de influencia:

- Imperfecciones del mercado, incluyendo distorsiones de precios, problemas de información, barreras institucionales y regulatorias, falta de competencia y externalidades.

- La tasa de descuento implícita en decisiones de los consumidores en inversiones que involucran opciones de eficiencia energética son bastante mayores que la tasa del mercado.

- La energía no es en el momento un criterio principal en las decisiones de compra de los consumidores, entre otras razones, por las distorsiones tarifarias.

- Falta de disponibilidad de equipo eficiente, la falta de una industria que ofrezca servicios energéticos, los esfuerzos en mercados de equipos ineficientes, y, principalmente, la falta de capital para llevar a cabo las inversiones.

- El costo incremental asociado con las características que mejoran la eficiencia energética.

- Factores éticos y de comportamiento.

2.19. Ciertamente, las imperfecciones del mercado constituyen el factor de mayor peso y, en gran medida, contiene los elementos explicativos de las otras barreras. Hay cinco elementos que introducen distorsiones en el mercado de energía: asignación política de precios, problemas de información, barreras institucionales y regulatorias, falta de competencia y externalidades. En la medida que alguna de estos elementos exista, el mercado de energía no producirá los niveles óptimos sociales de servicios energéticos a los consumidores e indica la necesidad de políticas de corrección del mercado.

- En primer lugar, están las distorsiones de precios, en algunos estratos de consumidores residenciales por debajo del costo económico, los cuales dan señales equivocadas para una adecuada asignación de

18/ Todas las formas de imperfecciones del mercado tienen el efecto de enfocar la eficiencia de los mercados energéticos para asignar recursos y su capacidad para ofrecer los servicios energéticos al menor costo. En un intento por calcular el efecto de tales fallos del mercado en Estados Unidos (sin incluir externalidades ambientales), fue estimado que si las necesidades de servicios energéticos en 1978 hubieran sido satisfechas con la mejor tecnología de oferta y demanda, el país hubiera usado 48 millones de BTU de energía eléctrica. Este estudio se usó. Banz, R. 1979. The Last Case Energy Strategy. Cambridge-Massachusetts: Ballinger.

recursos. En gran medida, las tarifas de los energéticos, en general, y de la electricidad, en particular, son asignados usando criterios políticos. Este elemento distorcionador está involucrado en la mayoría de las barreras que se señalarán más adelante.

- En segundo lugar, es claro que falta información sobre las tecnologías de uso de energía eficientes, sus potenciales y sus costos. La encuesta de opinión del proyecto (anexo E, del cual se presenta un resumen al final de esta sección) mostró un nivel de ignorancia importante de los consumidores respecto al uso de energía y las tecnologías. Aun si los consumidores estuvieran interesados en ahorrar energía, el tipo de información disponible en las tiendas distribuidoras hace difícil para ellos evaluar los beneficios y costos derivados de aparatos eficientes y, en general, los vendedores no están bien informados de las características energéticas de los aparatos. Esta barrera define la necesidad de un programa de educación y promoción al consumidor, asociado al etiquetado (rotulado) de los electrodomésticos y diversos equipos consumidores de energía.

- El mercado de electrodomésticos y aparatos de uso final es pequeño y oligopólico¹⁹, con poca competencia externa, dando lugar a pocos incentivos a la industria para incrementar la calidad, incluyendo las características de eficiencia energética. Dadas las limitaciones de la oferta, simplemente no existen en Colombia aparatos eficientes que satisfagan una demanda potencial en este sentido. Este aspecto define la necesidad de llevar a cabo un programa de normalización, asociado a la certificación de su cumplimiento.

- Las barreras institucionales y regulatorias juegan un papel importante en el sector energía: limitaciones al acceso de crédito por parte de los consumidores, en contraste con los oferentes de energía, resultando un desincentivo a la eficiencia en relación al incremento de la oferta; imposición de los aparatos y electrodomésticos por los constructores de las edificaciones; prácticas, códigos (de construcción, por ejemplo), manuales de operación y regulaciones existentes. Debido a lo nuevo del tema, muchas mejoras en eficiencia requerirán de cambios en prácticas establecidas y de reentrenamiento de personal.

- Respecto al contexto institucional, hay que considerar el papel de los **intermediarios energéticos**, tales como los ingenieros, arquitectos, diseñadores, planificadores urbanos, proveedores y vendedores de electrodomésticos, funcionarios y entes que son responsables de códigos y regulaciones, etc. Tal consideración complica grandemente el panorama

19/ Los mercados de los electrodomésticos macroconsumidores de energía están dominados por las siguientes empresas: en calentadores de agua eléctricos, 90% son producidos por Haceb; en refrigeradores, el mercado está dividido entre Haceb (40%) y Philips (40%); en estufas, el 75% está dominado por Haceb; en iluminación, el mercado está dividido entre Philips (60%) y Sylvania (30%); en aire acondicionado, el mercado está controlado en 85% por Incelt; y en lavadoras y secadoras de ropa, 80% es de Induacero.

recursos. En gran medida, las tarifas de los energéticos, en general, y de la electricidad, en particular, son satanados cuando criterios políticos. Este elemento distorsionador está involucrado en la mayoría de las barreras que se señalarán más adelante.

- En segundo lugar, es claro que falta información sobre las tecnologías de uso de energía eficientes, sus potenciales y sus costos. La encuesta de opinión del proyecto (anexo E, del cual se presenta un resumen al final de esta sección) mostró un nivel de ignorancia importante de los consumidores respecto al uso de energía y las tecnologías. Aun así los consumidores estarían interesados en ahorrar energía, el tipo de información disponible en las tiendas distribuidoras hace difícil para ellos evaluar los beneficios y costos derivados de aparatos eficientes y, en general, los vendedores no están bien informados de las características energéticas de los aparatos. Esta barrera define la necesidad de un programa de educación y promoción al consumidor, asociado al etiquetado (rotulado) de los electrodomésticos y diversos equipos consumidores de energía.

- El mercado de electrodomésticos y aparatos de uso final es pequeño y oligopólico, con poca competencia externa, dando a lugar pocos incentivos a la industria para incrementar la calidad, incluyendo las características de eficiencia energética. Dadas las limitaciones de la oferta, simplemente no existen en Colombia aparatos eficientes que satisfagan una demanda potencial en este sentido. Este aspecto define la necesidad de llevar a cabo un programa de normalización, asociado a la certificación de su cumplimiento.

- Las barreras institucionales y regulatorias juegan un papel importante en el sector energía: limitaciones al acceso de crédito por parte de los consumidores, en contraste con los oferentes de energía, resultando un desincentivo a la eficiencia en relación al incremento de la oferta; imposición de los aparatos y electrodomésticos por los constructores de las edificaciones; prácticas, códigos (de construcción, por ejemplo), manuales de operación y regulaciones existentes. Debido a lo nuevo del tema, muchas mejoras en eficiencia requerirán de cambios en prácticas establecidas y de reentrenamiento de personal.

- Respecto al contexto institucional, hay que considerar el papel de los intermediarios energéticos, tales como los ingenieros, arquitectos, diseñadores, planificadores urbanos, proveedores y vendedores de electrodomésticos, funcionarios y entes que son responsables de códigos y regulaciones, etc. Tal consideración complica grandemente el panorama

Los sectores de los electrodomésticos electrodomésticos de energía dominados por las siguientes empresas: en calentadores de agua eléctricos, 90% son producidos por Haces; en refrigeradores, el mercado está dividido entre Haces (40%) y Philips (40%); en estufas, el 100% está dominado por Haces; en iluminación, el mercado está dividido entre Philips (60%) y Sylvania (20%); en aire acondicionado, el mercado está controlado en 85% por Incofil, en lavadoras y secadoras de ropa, 80% es de Industrias

y resalta las limitaciones de las políticas de eficiencia energética enfocadas exclusivamente en el comportamiento directo de los individuos e instituciones consumidores de energía (incluyendo las políticas de precios). Esto implica que deben diseñarse políticas más amplias orientadas a cambiar el contexto institucional, si se quiere incrementar sustancialmente la eficiencia energética.

- El aspecto central en lo que concierne a las externalidades es el problema del medio ambiente, tal como las emisiones de CO2. Debido a las características de bien público de las capacidades de absorción de la atmósfera y los océanos, los costo del calentamiento del clima no pueden ser captados a través las transacciones normales del mercado. Las intervenciones pueden ser por medio de cuotas o de impuestos a las emisiones sobre ciertos niveles máximos permitidos. En Colombia, sin embargo, la ausencia de emisiones a niveles importantes en la generación eléctrica, en un sistema principalmente hidráulica, minimiza este problema.

2.20 El segundo problema (falta del principio de normatividad de la racionalidad económica), asociado a las políticas basadas estrictamente en el mercado, plantea un problema también de gran magnitud. Mientras que la selección racional de un consumidor entre opciones alternativas para proveer un cierto servicio energético sería aquella con el menor costo en el ciclo de vida completo, donde costos y beneficios se descuentan a la tasa de interés del mercado, esta selección no es la más común. Muchos análisis han sido hechos en Norte América y Europa que muestran que la tasa de descuento implícita en decisiones de los consumidores (individuales o firmas) involucrando diferentes opciones de eficiencias energética son bastante mayores que la tasa del mercado²⁰. Esto significa que los consumidores sub-invierten en eficiencia energética por debajo de lo que indica la rentabilidad de esos proyectos. Estudios similares han encontrado que en los sectores

20/ Desafortunadamente no existen estudios sobre este aspecto en Colombia, por lo cual debemos citar casos en países con larga experiencia en el tema, en este caso Estados Unidos (1). "Posiblemente la medida menos ambigua de la reluctancia de un consumidor individual a invertir en eficiencia energética fue hecha en un estudio de compras de nuevos refrigeradores/congeladores, entre dos opciones posibles (4). Las dos unidades ofrecidas eran idénticas en todos los aspectos excepto en el costo inicial y los requerimientos de electricidad. La unidad más eficiente usaba 410 kwh por año menos, pero su precio era US\$ 60 mayor. Los vendedores estaban bien instruidos para aconsejar a los consumidores sobre las ventajas en el ahorro de energía de la unidad más eficiente y una revista importante de información a los consumidores recomendaba, a su vez, la unidad más eficiente y daba una lista de los ahorros en dólares mensuales. Aun así, aproximadamente 2/5 de los consumidores encuestados se comportaron como si tuvieran una tasa de descuento por encima del 60%, 1/5 entre 35% y 60% y solo 2/5 menos del 35%" (traducción del Inglés). Ver Train, K. 1985. Discount rates in consumer's energy-related decisions: a review of the literature. Energy - the International Journal, 10:1243-1253; y Feldman, S. 1987. 'Why is so hard to sell "savings" as a reason for energy conservation'. Energy Efficiency: Perspectives on Individual Behaviour, American Council for an Energy-Efficient Economy, Washington, DC. pp 27-40.

Y resalta las limitaciones de las políticas de eficiencia energética enfocadas exclusivamente en el comportamiento directo de los individuos e instituciones consumidoras de energía (incluyendo las políticas de precios). Esto implica que deben diseñarse políticas más amplias orientadas a cambiar el contexto institucional, si se quiere incrementar sustancialmente la eficiencia energética.

El aspecto central en lo que concierne a las externalidades es el problema del medio ambiente, tal como las emisiones de CO₂. Debido a las características de bien público de las capacidades de absorción de la atmósfera y los océanos, los costos del calentamiento del clima no pueden ser captados a través de las transacciones normales del mercado. Las intervenciones pueden ser por medio de cuotas o de impuestos a las emisiones sobre ciertos niveles máximos permitidos. En Colombia, sin embargo, la ausencia de emisiones a niveles importantes en la generación eléctrica, en un sistema principalmente hidráulico, minimiza este problema.

3.20 El segundo problema (falta del principio de normatividad de la racionalidad económica), asociado a las políticas basadas estrictamente en el mercado, plantea un problema también de gran magnitud. Mientras que la selección racional de un consumidor entre opciones alternativas para proveer un cierto servicio energético sería aquella con el menor costo en el ciclo de vida completo, donde costos y beneficios se descuentan a la tasa de interés del mercado, esta selección no es la más común. Muchos análisis han sido hechos en Norte América y Europa que muestran que la tasa de descuento implícita en decisiones de los consumidores (individuales o firmas) involucrando diferentes opciones de eficiencia energética son bastante mayores que la tasa del mercado²⁰. Esto significa que los consumidores sub-invierten en eficiencia energética por debajo de lo que indica la rentabilidad de esos proyectos. Estudios similares han encontrado que en los sectores

²⁰ Desafortunadamente no existen estudios sobre este aspecto en Colombia, por lo cual debemos citar casos en países con larga experiencia en el tema, en este caso Estados Unidos (1). "Resistencia a la medida menos amplia de la resistencia de un consumidor individual a invertir en eficiencia energética fue hecha en un estudio de compras de nuevos refrigeradores/congeladores, entre dos opciones posibles (4). Las dos unidades ofrecidas eran idénticas en todos los aspectos excepto en el costo inicial y los requerimientos de electricidad. La unidad más eficiente usaba 410 kWh por año menos, pero su precio era US\$ 60 mayor. Los vendedores estaban bien instruidos para aconsejar a los consumidores sobre las ventajas en el ahorro de energía de la unidad más eficiente y una revista importante de información a los consumidores recomendaba, a su vez, la unidad más eficiente y daba una lista de los ahorros en dólares anuales. Así, aproximadamente 2/3 de los consumidores encuestados se comportaron como si tuvieran una tasa de descuento por encima del 60%, 1/3 entre 30% y 60% y solo 1/3 menos del 30% (traducción del inglés). Ver Train, K. 1982. Discount rates in consumer energy-related decisions: a review of the literature. *Energy - The International Journal*, 10:1243-1253; y Fishman, S. 1987. Why is so hard to sell "savings" as a reason for energy conservation. *Energy Efficiency Perspectives on Individual Behaviour*, American Council for an Energy-Efficient Economy, Washington, DC, pp. 27-

comercial e industrial se requieren períodos de recuperación de la inversión en eficiencia energética significativamente más cortos que para inversiones en nueva capacidad productiva.

2.21 Hay varias razones para la reluctancia a la inversión en eficiencia energética (por supuesto, parte de las razones para tal comportamiento es la existencia de imperfecciones del mercado y algunas de ellas ya han sido señaladas): bajas tarifas de la electricidad, inadecuada información, la falta de disponibilidad de equipo eficiente, la falta de una industria que ofrezca servicios energéticos, los esfuerzos en mercadeo de equipos ineficientes²¹, y la falta de capital para llevar a cabo las inversiones. El problema de la limitada disponibilidad de capital a menudo concierne tanto a individuos como a empresas²². De otra parte, los inquilinos que pagan renta aplican tasas de descuento implícitas aun superiores a la de los dueños, cuando estos son usuarios²³. Los arrendadores y constructores a menudo no tienen interés en los costos operativos que en última instancia serán asumidos por los inquilinos o los compradores de las

²¹ Ruderman, H., Levine, M. and McMahon, J. 1987. 'Energy Efficiency choice in the purchase of residential appliances'. *Energy Efficiency: Perspectives on Individual Behaviour*, American Council for an Energy-Efficient Economy, Washington, DC.

²² En estudios de caso de inversiones en eficiencia energética en 15 firmas en cinco industrias intensivas en energía en Estados Unidos se encontró que dos tercios de las firmas encuestadas no llevaron a cabo inversiones en eficiencia energética con tasas de rentabilidad atractivas porque los recursos de capital estaban racionados. Gately, D. 1980. Individual discount rates and the purchase and utilization of energy-using durables: comments. *The Bell Journal of Economics*, 11:373-374. También, en la encuesta a los industriales de electrodomésticos, acerca de la financiación necesaria para los programas de ensanche y/o modernización de sus plantas que se necesitaría para producir equipos eficientes de energía, la opinión de la mayoría de los encuestados es la de que los altos costos de los créditos bancarios no facilitan las inversiones por esta vía. HACEB manifestó abiertamente que no cree en las bondades de la financiación bancaria, por que ello implica - según su opinión- asumir sobre costos innecesarios que habría que cargarlos al precio de los productos. 12,000.

²³ La tenencia de la vivienda juega un papel importante en la inversión en eficiencia energética, ya que son los propietarios de las viviendas los que realizan las inversiones necesarias, si se considera que el arrendatario, debido a los términos de la legislación actual sobre arrendamientos de bienes inmuebles, no puede hacer la inversión con recursos propios sin la autorización expresa del propietario de la vivienda. Al respecto la encuesta determinó que el 26% de las viviendas de Bogotá son arrendadas y el 74.1% son habitadas por sus propietarios. Esta relación varía en cada estrato: los mayores índices de arrendamiento se encuentran en los estratos 1, 2 3 y 4, donde se encuentran el 94% de las viviendas arrendadas. El mayor porcentaje de viviendas propias se localiza en los estratos 5 y 6, y el menor en los estratos 3 y 4, los estratos 1 y 2 se encuentran en un punto intermedio. El alto índice de viviendas habitadas por sus propietarios presenta una gran franja de la población para la cual la propiedad no es una limitante para acometer inversiones para proyectos de eficiencia energética.

comercial e industrial se redujeren períodos de recuperación de la inversión en eficiencia energética significativamente más cortos que para inversiones en nueva capacidad productiva.

Hay varias razones para la reticencia a la inversión en eficiencia energética (por supuesto, parte de las razones para tal comportamiento es la existencia de imperfecciones del mercado y algunas de ellas ya han sido señaladas): la falta de disponibilidad de equipo eficiente, la falta de una industria que ofrezca servicios energéticos, los esfuerzos en mercados de equipos ineficientes, y la falta de capital para llevar a cabo las inversiones. El problema de la limitada disponibilidad de capital a menudo concierne tanto a individuos como a empresas. De otra parte, los individuos que pagan rentas aplican tasas de descuento implícitas superiores a la de los dueños, cuando estos son propietarios. Los arrendatarios y constructores a menudo no tienen interés en los costos operativos que en última instancia serán asumidos por los inquilinos o los compradores de las

21 / Ruderman, H., Levine, M. and Mahan, J. 1987. Energy Efficiency Choice in the Purchase of Residential Appliances. Energy Efficiency Perspectives on Individual Behavior, American Council for an Energy-Efficient Economy, Washington, DC.

22 / En estudios de caso de inversiones en eficiencia energética en 15 firmas en cinco industrias intensivas en energía en Estados Unidos se encontró que los factores de las firmas encuestadas no llevaron a cabo inversiones en eficiencia energética con tasas de rentabilidad atractivas porque los recursos de capital estaban racionados. Gately, D. 1980. Individual discount rates and the purchase and utilization of energy-using durables. Comments, The Bell Journal of Economics, 11:373-374. También, en la encuesta a los industriales de electrodomésticos, acerca de la financiación necesaria para los programas de energía y la modernización de sus plantas que se necesitaba para producir equipos eficientes de energía, la opinión de la mayoría de los encuestados es la de que los altos costos de los créditos bancarios no facilitan las inversiones por esta vía. HACER manifestó abiertamente que no cree en las bonanzas de la financiación bancaria, por que ella implica según su opinión asumir sobreprecios innecesarios que habría que cargarlos al precio de los productos.

23 / La encuesta de la vivienda juega un papel importante en la inversión en eficiencia energética, ya que son los propietarios de las viviendas los que realizan las inversiones necesarias, si se considera que el arrendatario, debido a los términos de la legislación actual sobre arrendamientos de bienes inmuebles, no puede hacer la inversión con recursos propios sin la autorización expresa del propietario de la vivienda. A respecto la encuesta determinó que el 51% de las viviendas de Bogotá son arrendadas y el 74.1% son habitadas por sus propietarios. Esta relación varía en cada estrato: los mayores índices de arrendamiento se encuentran en los estratos 1, 2 y 4, donde se encuentran el 64% de las viviendas arrendadas. El mayor porcentaje de viviendas propias se localiza en los estratos 3 y 4, y el menor en los estratos 1 y 2. Encuentran en un punto intermedio. El alto índice de viviendas habitadas por sus propietarios presenta una gran limitación para la inversión en eficiencia energética.

viviendas. Adicionalmente, para algunas actividades comerciales importantes los gastos en energía son todavía una fracción pequeña de los costos totales de la actividad, por lo cual el interés en eficiencia energética es pequeño.

2.22 Un factor que afecta las decisiones, tanto de los consumidores como de los productores es el costo incremental asociado con las características que mejoran la eficiencia energética (ver anexo N)²⁴. Adicionalmente, un factor que complica esta dificultad es que los productores tienden a combinar características que mejoran la eficiencia con otras que adicionan servicios (fabricadores de hielo e inhibidores de condensación en las neveras, por ejemplo) y que, por lo general, son costosas. Los fabricantes temen un aumento en los precios de los productos más eficientes, aspecto este que podría incidir en una disminución de la demanda (opinión unánime manifestada en conversaciones directas y visitas a las plantas). El aumento en las importaciones de electrodomésticos esperado como consecuencia de la reducción de los impuestos a las importaciones dentro del marco de la apertura económica no parece ser un catalizador hacia el uso de aparatos eficientes. Los electrodomésticos importados resultan generalmente de tamaño y capacidad superiores a los producidos localmente y además el precio los hace accesibles sólo a un mercado reducido²⁵. Su comercialización se basa en el tamaño y en las cualidades estéticas que puede ofrecer. No se destaca en el acto de la venta, ni tampoco en el de la compra su eficiencia energética si la tiene.

2.23 La energía no es en el momento un criterio principal en las decisiones de compra de los consumidores, como lo muestran los resultados de la encuesta de opinión de consumidores presentados en el anexo E. Para la mayor parte de los consumidores -la excepción son los estratos altos- los costos iniciales son la principal consideración. La combinación de bajas tarifas de energía e ingresos restringidos producen la tendencia a seleccionar los aparatos más baratos, los cuales son usualmente los menos eficientes.

24 / Por ejemplo, un bombillo incandescente de 100 W cuesta Col\$ 300, mientras uno fluorescente de capacidad lumínica similar (20 W) cuesta Col\$ 6,000, y uno compacto fluorescente de 18 W, cuesta Col\$ 12,000. Una nevera-congelador nacional Philips de 20' cuesta Col\$ 602,000, en tanto que una Whirpool, del mismo tamaño pero más eficiente, cuesta Col\$ 950,000, o sea 58% más caro. Una unidad de aire acondicionado de ventana nacional, de 1,400 BTU, vale Col\$ 375,000 y una importada de la misma capacidad, pero más eficiente, vale Col\$ 500,000, o sea 33% más costosa. En la encuesta que este estudio llevo a cabo entre la industria productora de electrodomésticos, a pesar de que todos los encuestados afirman su interés por introducir mejoras en sus productos para aumentar su eficiencia, no son optimistas de poder realizarlo a corto plazo, por que creen que tales mejoras están asociadas a incrementos de precio del producto acabado, que el consumidor probablemente no está dispuesto a pagar.

25 / Un caso muy ilustrativo es el de Phillips, empresa que ha decidido importar la gama grande y lujosa de neveras, ya que el tamaño del mercado no amerita su producción nacional. Por otro lado, en las gamas y tamaños populares, donde se concentra mas del 80% del mercado (ver anexo N), son producidas en el país, puesto que el muy bajo costo de producción nacional no permite la competencia internacional.

viviendas. Adicionalmente, para algunas actividades comerciales importantes los gastos en energía son todavía una fracción pequeña de los costos totales de la actividad, por lo cual el interés en eficiencia energética es pequeño.

Un factor que afecta las decisiones, tanto de los consumidores como de los productores es el costo incremental asociado con las características que mejoran la eficiencia energética (ver anexo N). Adicionalmente, un factor que complica esta dificultad es que los productores tienden a combinar características que mejoran la eficiencia con otras que reducen la eficiencia (fabricadores de hielo e inhibidores de condensación en las neveras, por ejemplo) y que, por lo general, son costosas. Los fabricantes temen un aumento en los precios de los productos más eficientes, aspecto este que podría incidir en una disminución de la demanda (opinión unánime manifestada en conversaciones directas y visitas a las plantas). El aumento en las importaciones de electrodomésticos esperados como consecuencia de la reducción de los impuestos a las importaciones dentro del marco de la apertura económica no parece ser un catalizador hacia el uso de aparatos eficientes. Los electrodomésticos importados resultan generalmente de tamaño y capacidad superiores a los producidos localmente y además el precio los hace accesibles sólo a un mercado reducido. Su comercialización se basa en el tamaño y en las características estéticas que puede ofrecer. No se destaca en el acto de la venta, ni tampoco en el de la compra su eficiencia energética si la tiene.

La energía no es en el momento un criterio principal en las decisiones de compra de los consumidores, como lo muestran los resultados de la encuesta de opinión de consumidores presentados en el anexo R. Para la mayor parte de los consumidores -la excepción son los estratos altos- los costos iniciales son la principal consideración. La combinación de bajas tarifas de energía e ingresos restringidos producen la tendencia a seleccionar los aparatos más baratos, los cuales son usualmente los menos eficientes.

Por ejemplo, un doblete incandescente de 100 W cuesta Col\$ 300, mientras uno fluorescente de capacidad luminosa similar (50 W) cuesta Col\$ 6,000, y uno compacto fluorescente de 18 W, cuesta Col\$ 12,000. Una nevera-computador nacional Philips de 20' cuesta Col\$ 602,000, en tanto que una Whirlpool, del mismo tamaño pero más eficiente, cuesta Col\$ 950,000, o sea 58% más caro. Una unidad de aire acondicionado de ventana nacional, de 1,400 BTU, vale Col\$ 375,000 y una importada de la misma capacidad, pero más eficiente, vale Col\$ 500,000, o sea 33% más costosa. En la encuesta que este estudio llevó a cabo entre la industria productora de electrodomésticos, a pesar de que todos los encuestados afirman su interés por introducir mejoras en sus productos para aumentar su eficiencia, no son optimistas de poder resistir a corto plazo, por que creen que tales mejoras están asociadas a incrementos de precio del producto acabado, que el consumidor probablemente no está dispuesto a pagar.

Un caso muy ilustrativo es el de Philips, empresa que se decidió a importar la gran gama de neveras, ya que el tamaño del mercado no amerita su producción nacional. Por otro lado, en las demás compañías, donde se continúa a ser del 80% del mercado local, los productores en el país, que el muy bajo costo de producción nacional no permite la competitividad internacional.

Finalmente, estudios del comportamiento de los consumidores de energía sugieren que éstos no toman decisiones basados exclusivamente en la racionalidad económica. Otra clase de factores han sido encontrados. Un gran número de estudios, basados en análisis etnográfico del comportamiento del consumidor han sugerido que las decisiones relativas al uso de la energía dependen fuertemente en consideraciones no económicas tales como estatus social, conveniencia, interés en nueva tecnología, preocupaciones de salud y seguridad y otros²⁶.

Opciones de Política

Para superar estas barreras y lograr implementar una estrategia de incremento de la eficiencia energética, pueden ser usados tres tipos de instrumentos de política: información, regulación e instrumentos económicos. La información juega un rol fundamentalmente de apoyo; las regulaciones y estándares se orientan a establecer y mejorar los parámetros tecnológicos; y los instrumentos económicos se relacionan con la política de precios y los incentivos financieros. A continuación se describirán someramente las opciones más relevantes.

La política de precios es económicamente el más eficiente entre todos los métodos de fomento a la conservación y sustitución de energía, ya que corre las distorsiones, envía el mensaje correcto a los consumidores y minimiza la pérdida de bienestar. La oposición principal a llevar los precios a sus costos económicos se deriva de dos efectos interrelacionados: el primero son los grandes efectos distributivos²⁷ e inflacionarios y el segundo es que la demanda puede ser inelástica. Entre más inelástica la demanda mayor el efecto distributivo y menor el efecto conservacionista. En el corto plazo, la

Por ejemplo, programas de auditorías e incentivos con términos financieros equivalentes han tenido respuestas ampliamente diversas dentro de la misma comunidad, dependiendo de factores no financieros. En un caso, una carta de las autoridades del condado ofreciendo un paquete idéntico de remodelación y mejoramiento (retrofits), de ahorros compartidos, en una comunidad de Minnesota, enviada en tres diferentes formas: una del contratista solo sin mención del papel del condado, otra equivalente pero mencionando al condado, y otra con la papelería oficial del condado. La tasa de respuesta varió en un factor mayor de cuatro, con cartas del contratista solo con la respuesta menor y las del condado solo con la mayor. Estos estudios también han encontrado que no hay correlación entre el tamaño del incentivo económico y la participación en los programas, con incentivos más pequeños a menudo induciendo mayor respuesta.

Los efectos distributivos de los incrementos de precios son importantes. La encuesta llevada a cabo en Bogotá mostró que las familias de más bajo ingreso gastan una proporción mayor de sus ingresos familiares en compras de energía. El consumo promedio de energía total del estrato seis es solo un 17% superior al consumo promedio de energía total del estrato uno, en tanto que el ingreso es 89% superior. La relación consumo promedio total de energía de cada estrato socioeconómico sobre el consumo promedio del estrato uno, varía de 1 a 1.2, mientras que la relación de ingresos varía de 1 hasta 9.1. Las familias de bajos ingresos también tienden a estar menos informadas sobre los aspectos de la eficiencia energética (anexo E) y son menos capaces de hacer inversiones en mejoramiento de ésta. Todo esto significa que ellas son las más afectadas y las que menos se benefician de los incrementos de precios.

2.24 Finalmente, estudios del comportamiento de los consumidores de energía sugieren que éstos no toman decisiones basadas exclusivamente en la racionalidad económica. Otros factores han sido encontrados. Un gran número de estudios, basados en análisis etnográfico del comportamiento del consumidor han sugerido que las decisiones relativas al uso de la energía dependen fuertemente en consideraciones no económicas tales como estatus social, conveniencia, interés en nueva tecnología, preocupaciones de salud y seguridad y otros.

Opciones de Política

2.25 Para superar estas barreras y lograr implementar una estrategia de incremento de la eficiencia energética, pueden ser usados tres tipos de instrumentos de política: información, regulación e instrumentos económicos. La información juega un rol fundamentalmente de apoyo; las regulaciones y estándares se orientan a establecer y mejorar los parámetros tecnológicos; y los instrumentos económicos se relacionan con la política de precios y los incentivos financieros. A continuación se describirán brevemente las opciones más relevantes.

2.26 La política de precios es económicamente el más eficiente entre todos los métodos de fomento a la conservación y sustitución de energía, ya que corrige las distorsiones, envía el mensaje correcto a los consumidores y minimiza la pérdida de bienestar. La oposición principal a llevar los precios a sus costos económicos se deriva de dos efectos interrelacionados: el primero son los grandes efectos distributivos e inflacionarios y el segundo es que la demanda puede ser inelástica. Entre más inelástica la demanda mayor el efecto distributivo y menor el efecto conservacionista. En el corto plazo, la

28/ Por ejemplo, programas de auditorías e incentivos con términos financieros equivalentes han tenido respuestas ampliamente diversas dentro de la misma comunidad, dependiendo de factores no financieros (20). En un caso, una carta de las autoridades del condado ofreciendo un paquete idéntico de renovación y mejoramiento (retrofit), de ahorros compartidos, en una comunidad de Minnesota, enviada en tres diferentes formatos: una del contrastista solo sin mención del papel del condado, otra equivalente pero mencionando al condado, y otra con la papelería oficial del condado. La tasa de respuesta varió en un factor mayor de cuatro, con cartas del contrastista solo con la respuesta menor y las del condado solo con la mayor. Estos estudios también han encontrado que no hay correlación entre el tamaño del incentivo económico y la participación en los programas, con incentivos más pequeños a menudo induciendo mayor respuesta.

27/ Los efectos distributivos de los incrementos de precios son importantes. La encuesta llevada a cabo en Bogotá mostró que las familias de más bajo ingreso gastan una proporción mayor de sus ingresos familiares en compras de energía. El consumo promedio de energía total del estrato más bajo es el 12% superior al consumo promedio de energía total del estrato más alto. En tanto que el ingreso del estrato más bajo es el 40% inferior al del estrato más alto, el consumo de energía es el 12% superior. La encuesta también muestra que la relación de ingresos versus el costo de la energía es más alta para las familias de más bajo ingreso que para las de más alto ingreso. Las familias de más bajo ingreso también tienen a estar mejor informadas sobre los aspectos de la eficiencia energética (anexo E) y son menos capaces de hacer inversiones en mejoramiento de ellas. Todo esto sugiere que ellas son las más afectadas y las que menos se benefician de los incrementos de precios.

demanda por energía es bastante inelástica con respecto al precio, ya que el acervo de equipo es fijo. Adicionalmente, sus características de eficiencia son dadas, dejando como única respuesta la modificación de los hábitos de uso y la tasa de utilización. Estimaciones econométricas de este proyecto²⁸ han mostrado elasticidades de corto plazo de la electricidad entre -0.44 y -0.64 en el sector residencial, de -0.1 en el sector comercial y de -0.16 en el sector público, lo cual requeriría incrementos de gran magnitud para lograr metas moderadas de conservación (ver anexo K). Sin embargo, en el largo plazo el acervo de equipo y sus características de eficiencia son modificables, dando lugar que la elasticidad sea mayor. El incremento de precios de la energía induce sustitución a través de tres canales: acervo, eficiencia y uso. El acervo de equipos puede ser reemplazado en un período más o menos largo y el incremento de la eficiencia se hace principalmente en los nuevos equipos (no obstante, en algunos casos, las eficiencias pueden ser modificadas sin variar el equipamiento, ya que el efecto de los precios puede actuar sobre la eficiencia de los equipos existentes). Esto implica que los incrementos de precios pueden ser relativamente moderados, si se mantienen durante un período largo, dando lugar a menores efectos distributivos.

2.27 Bajo condiciones de funcionamiento apropiado del mercado, se puede asumir que los servicios energéticos serán ofrecidos a niveles de costo mínimo y los consumidores de energía actuarán para maximizar su valor presente neto con respecto a la compra de energía. En este modelo, el principal incentivo para incrementar los niveles de eficiencia energética sería, entonces, el incremento de los precios de la energía y, por lo tanto, si se requieren acciones del gobierno para mejorar la eficiencia, estas deben orientarse en tal dirección y el mecanismo de precios se configuraría como el más indicado²⁹. Desafortunadamente, para una política estrictamente de precios, hay dos problemas que limitan el éxito de su aplicación. El primero se refiere a las imperfecciones del mercado en el campo energético y el segundo a la falla del principio de normatividad de la racionalidad económica, tal como se discutió en los numerales 2.18 y 2.19. Esto origina que los modelos que asumen racionalidad económica de parte de los usuarios de energía tienen un alcance limitado. El punto no es que los factores económicos sean

28/ Estas estimaciones son superiores de las utilizadas por ISA en sus modelos y proyecciones. Sin embargo, dado que los escenarios utilizados en este estudio están basados en las proyecciones de ISA (anexo M), ha sido necesario usar sus elasticidades para conservar la consistencia entre todos los datos.

29/ Posiblemente, la pregunta clave relacionada con la consecución de mejores niveles de eficiencia energética tiene que ver con el papel del mercado. Ver Robinson, J.B. 1991. The proof of the pudding: making energy efficiency work. Energy Policy, September: 631-43. y Stern, P., ed. 1986. Energy Efficiency in Buildings: Behavioural Issues. National Academy Press, Washington, DC, USA.; y Stern, P. 'Blind spots in policy analysis: what economics doesn't say about energy use'. Journal of Policy Analysis and Management, 5(2): 200-227.

demanda por energía es bastante inelástica con respecto al precio, ya que el acuerdo de equipo es fijo. Adicionalmente, sus características de eficiencia son dadas, dejando como única respuesta la modificación de los hábitos de uso y la tasa de utilización. Estimaciones econométricas de este proyecto han mostrado elasticidades de corto plazo de la electricidad entre -0.44 y -0.84 en el sector residencial, de -0.1 en el sector comercial y de -0.18 en el sector público. Lo cual requeriría incrementos de gran magnitud para lograr metas moderadas de conservación (ver anexo K). Sin embargo, en el largo plazo el acuerdo de equipo y sus características de eficiencia son modificables, dando lugar que la elasticidad sea mayor. El incremento de precios de la energía induce sustitución a través de tres canales: acuerdo, eficiencia y uso. El acuerdo de equipo puede ser reemplazado en un período más o menos largo y el incremento de la eficiencia se hace principalmente en los nuevos equipos (no obstante, en algunos casos, las eficiencias pueden ser modificadas sin variar el equipamiento, ya que el efecto de los precios puede actuar sobre la eficiencia de los equipos existentes). Esto implica que los incrementos de precios pueden ser relativamente moderados, si se mantienen durante un período largo, dando lugar a menores efectos distributivos.

2.27 Bajo condiciones de funcionamiento apropiado del mercado, se puede asumir que los servicios energéticos serán ofrecidos a niveles de costo mínimo y los consumidores de energía actuarán para maximizar su valor presente neto con respecto a la compra de energía. En este modelo, el principal incentivo para incrementar los niveles de eficiencia energética sería, entonces, el incremento de los precios de la energía y, por lo tanto, si se redujeran acciones del gobierno para mejorar la eficiencia, estas deben orientarse en tal dirección y el mecanismo de precios se configuraría como el más indicado. Desafortunadamente, para una política estrictamente de precios, hay dos problemas que limitan el éxito de su aplicación. El primero se refiere a las imperfecciones del mercado en el campo energético y el segundo a la falta del principio de normatividad de la racionalidad económica, tal como se discute en los números 2.18 y 2.19. Esto origina que los modelos que asumen racionalidad económica de parte de los usuarios de energía tienen un alcance limitado. El punto no es que los factores económicos sean

28 / Estas restricciones son superiores de las utilizadas por IEA en sus modelos y proyecciones. Sin embargo, dado que los escenarios utilizados en este estudio están basados en las proyecciones de IEA (anexo M), ha sido necesario usar sus elasticidades para conservar la consistencia entre todos los datos.

29 / Posiblemente, la pregunta clave relacionada con la consecución de mejores niveles de eficiencia energética tiene que ver con el papel del mercado. Ver Robinson, J.B. 1991. The growth of the budding market energy efficiency work. Energy Policy, September, 431-44. Stern, P., ed. 1986. Energy Efficiency in Buildings: International Issues. National Academy Press, Washington, DC, USA. y Stern, P. Blind spots in policy analysis: what economic doesn't say about energy use. Journal of Policy Analysis and Management, 5(2): 200-227.

irrelevantes para explicar el uso de la energía, sino que ellos son insuficientes y que sus efectos pueden ser anulados por factores del comportamiento. Para las opciones de política esto implica que una aproximación exclusivamente económica es muy probable que no tenga éxito, en la medida que los factores no económicos pueden ser cruciales. A su vez, esto sugiere que una política de eficiencia energética basada exclusivamente en el incremento de precios no necesariamente generará los niveles de mínimo costo de los servicios energéticos³⁰. Esto lleva a la necesidad de una cierta intervención en el mercado de energía si se quiere que los beneficios económicos y sociales derivados de un incremento de la eficiencia energética se obtengan de manera significativa.

2.28 Ofrecer facilidades financieras para la inversión en eficiencia energética puede convertirse en una de las más poderosas opciones de política, en la medida que pueda reducir la tasa de descuento implícita de los consumidores. La oferta de incentivos financieros para la compra de aparatos y electrodomésticos (o edificaciones) de alta eficiencia puede ayudar a superar la tendencia a comprar los modelos más baratos y, por lo tanto, más ineficientes. Muchos tipos de incentivos han sido probados y utilizados en los países donde se han desarrollado programas de eficiencia energética, desde incentivos tributarios, pasando por créditos de varios tipos y subsidios directos hasta instalación gratis de aparatos eficientes. No es claro cuales factores incrementan la participación, pero, como se comentó anteriormente, hay poca evidencia de que los términos financieros sean determinantes del éxito. Por ejemplo, no hay indicaciones empíricas de que las donaciones sean mejor que los prestamos o de que sea más conveniente para la entidad ejecutante instalar las medidas gratis que organizar un aparatoso, complicado y costoso sistema de incentivos. Mucho más importante parece ser la forma en que el programa es implementado: la interacción con la población objetivo, la credibilidad de la entidad ejecutante, la simplificación del proceso de toma de decisión de los consumidores y el grado de promoción y difusión.

2.29 La opción de política que requiere menos intervención en el mercado es la de proveer a los consumidores con mejor información sobre la eficiencia de los aparatos y electrodomésticos y sus beneficios económicos relativos (aplicable también al alquiler y compra de oficinas y vivienda). Pruebas de eficiencia y etiquetamiento de los aparatos más importantes ayuda a los consumidores a valorar los beneficios de una eficiencia energética mayor e inducir a los productores e importadores a introducir diseños más eficientes. Sin embargo esta política por sí sola no soluciona las barreras más

30 / En un informe sobre la eficiencia energética de los países miembros, la IEA sugiere que, mientras el incremento de los precios de la energía ha sido la razón más importante para el incremento de la eficiencia, 'muchos otros factores han influenciado acciones de conservación'. Hirst, E., Fulferston, W., Carlsmith, R., Wilbanks, T. 1982. Improving energy efficiency: the effectiveness of government action. Energy policy. 10:131-42. y International Energy Agency. Energy Conservation in IEA Countries, OECD, Paris, France, 1987, pp 131-142.

irrelevantes para explicar el uso de la energía, sino que ellos son ineficientes y que sus efectos pueden ser anulados por factores del comportamiento. Para las opciones de políticas que implican una aproximación exclusivamente económica es muy probable que no tenga éxito, en la medida que los factores no económicos pueden ser cruciales. A su vez, esto sugiere que una política de eficiencia energética basada exclusivamente en el incremento de precios no necesariamente generará los niveles de mínimo costo de los servicios energéticos. Esto lleva a la necesidad de una cierta intervención en el mercado de energía si se quiere que los beneficios económicos y sociales derivados de un incremento de la eficiencia energética se obtengan de manera significativa.

2.28 Ofrecer facilidades financieras para la inversión en eficiencia energética puede convertirse en una de las más poderosas opciones de políticas en la medida que pueda reducir la tasa de descuento implícita de los consumidores. La oferta de incentivos financieros para la compra de aparatos electrodomésticos (o edificaciones) de alta eficiencia puede ayudar a superar la tendencia a comprar los modelos más baratos y, por lo tanto, más ineficientes. Muchos tipos de incentivos han sido probados y utilizados en los países donde se han desarrollado programas de eficiencia energética, desde incentivos tributarios, pasando por créditos de varios tipos y subsidios directos hasta instalación gratis de aparatos eficientes. No es claro cuáles factores incrementan la participación, pero, como se comentó anteriormente, hay poca evidencia de que los términos financieros sean determinantes del éxito. Por ejemplo, no hay indicaciones empíricas de que las donaciones sean mejor que los préstamos o de que sea más conveniente para la entidad ejecutante instalar las medidas gratis que organizar un aparato, complicado y costoso sistema de incentivos. Mucho más importante parece ser la forma en que el programa es implementado: la interacción con la población objetivo, la credibilidad de la entidad ejecutante, la simplificación del proceso de toma de decisión de los consumidores y el grado de promoción y difusión.

2.29 La opción de políticas que redujere menos intervención en el mercado es la de proveer a los consumidores con mejor información sobre la eficiencia de los aparatos y electrodomésticos y sus beneficios económicos relativos (aplicable también al alquiler y compra de oficinas y viviendas). Pruebas de eficiencia y etiquetamiento de los aparatos más importantes ayuda a los consumidores a valorar los beneficios de una eficiencia energética mayor e inducir a los productores e importadores a introducir diseños más eficientes. Sin embargo esta política por sí sola no elimina las barreras más

30/ En un informe sobre la eficiencia energética de los países miembros, la IEA sugiere que mientras el incremento de los precios de la energía ha sido la razón más importante para el incremento de la eficiencia, muchos otros factores han influenciado acciones de conservación. Hirst, E., Pultrone, W., Latham, R., Wilford, T. 1982. Improving energy efficiency: the effectiveness of government action. Energy Policy, 10(1):43-45. y International Energy Agency. Energy Conservation in the Countries, OECD, Paris, France, 1987, pp. 101-107.

importantes y existe evidencia empírica suficiente que sugiere que mejorar el flujo de información a los consumidores no es suficiente para alcanzar metas conservacionistas y que un conjunto de políticas deben orquestarse para tener éxito³¹.

2.30 El enfoque más directo para acelerar la penetración de electrodomésticos de alta eficiencia implica cambios en el tipo de aparatos ofrecidos en el mercado. Lo mínimo de esta aproximación requiere de acuerdos voluntarios con las empresas manufactureras para mejorar la eficiencia en cierta magnitud en cierto período de tiempo. Sin embargo, lo más eficaz es el establecimiento de estándares mínimos, a través de un programa de normatización, complementado con la etiquetación como forma de dar mayor información al consumidor. La aceleración del progreso hacia mayor eficiencia por medio de programas obligatorios o voluntarios requerirá de un mercado más transparente que permita al consumidor comparar costos y uso de la energía de modelos similares que son más y menos eficientes, con el propósito de incentivar la competencia y mantener precios razonables.

2.31 Simultáneamente, deberá darse a los productores suficiente tiempo para readecuar sus plantas, para minimizar el impacto en los costos, y ubicarse en el nuevo mercado. A los fabricantes de los equipos se les debe estimular para que incorporen mejoras a sus productos y a sus procesos de fabricación tendientes a incrementar la eficiencia en el consumo de la energía. Para ello deben realizar esfuerzos en materia de transferencia tecnológica, también modernizar sus líneas de producción y realizar inversiones para mejorar sus sistemas de calidad.

2.32 En el sector de la edificación se debe incorporar en los criterios de diseño y de construcción, la inclusión de medidas que propicien la conservación, a través de normatización voluntaria u obligatoria, en particular en el sector público. Entre los más importantes se pueden mencionar aquellos que aprovechen la luz natural para minimizar el uso de luz artificial; el contrarrestar los efectos térmicos que implican un mayor trabajo de los equipos de aire acondicionado y evitar las filtraciones para no perder la conservación de temperaturas controladas artificialmente.

31/ Los programas de información han servido para incrementar la conciencia sobre el tema, pero su impacto directo en el consumo de energía ha sido difícil de medir. El tipo de programa informativo más exitoso en Norte América ha sido el de etiquetado. Un ejemplo es el programa "Energuide" de Canadá, en el cual todos los modelos de los seis principales electrodomésticos fueron probados y etiquetados, indicando su promedio de consumo mensual. Estas etiquetas tenían la intención de motivar a los productores hacia aparatos más eficientes y darle a los consumidores una base para su selección. El programa se ha considerado muy exitoso, ya que se estima que es responsable de una reducción de 21% en el consumo de 4 de los aparatos rotulados, equivalente a ahorro de 466 GWh en 1983, con una relación costo/beneficio entre 0.92 y 6.62. Lo interesante del programa es que el efecto mayor fue sobre los productores -incrementando la eficiencia de los aparatos- y no sobre los hábitos de compra de los consumidores. La experiencia de "Energuide" sugiere la importancia de considerar los factores que influyen tanto al productor como al comprador.

importantes y existe evidencia empírica suficiente que sugiere que mejorar el finjo de información a los consumidores no es suficiente para alcanzar metas conservacionistas y que un conjunto de políticas deben organizarse para tener éxito.

2.30 El enfoque más directo para acelerar la penetración de electrodomésticos de alta eficiencia implica cambios en el tipo de aparatos ofrecidos en el mercado. Lo mínimo de esta aproximación requiere de acuerdos voluntarios con las empresas manufactureras para mejorar la eficiencia en cierta medida en cierto período de tiempo. Sin embargo, lo más eficaz es el establecimiento de estándares mínimos, a través de un programa de normalización, complementado con la estipulación como forma de dar mayor información al consumidor. La aceleración del progreso hacia mayor eficiencia por medio de programas obligatorios o voluntarios requerirá de un mercado más transparente que permita al consumidor comparar costos y uso de la energía de modelos similares que son más y menos eficientes, con el propósito de incentivar la competencia y mantener precios razonables.

2.31 Simultáneamente, deberá darse a los productores suficiente tiempo para reubicar sus plantas, para minimizar el impacto en los costos, y ubicarse en el nuevo mercado. A los fabricantes de los equipos se les debe estimular para que incorporen mejoras a sus productos y a sus procesos de fabricación tendientes a incrementar la eficiencia en el consumo de la energía. Para ello deben realizar esfuerzos en materia de transferencia tecnológica, también modernizar sus líneas de producción y realizar inversiones para mejorar sus sistemas de calidad.

2.32 En el sector de la edificación se debe incorporar en los criterios de diseño y de construcción, la inclusión de medidas que propicien la conservación, a través de normativización voluntaria u obligatoria, en particular en el sector público. Entre los más importantes se pueden mencionar aquellos que aprovechen la luz natural para minimizar el uso de luz artificial; el contrarrestar los efectos térmicos que implican un mayor trabajo de los equipos de aire acondicionado y evitar las filtraciones para no perder la conservación de temperaturas controladas artificialmente.

31 Los programas de información han servido para incrementar la conciencia sobre el tema, pero su impacto directo en el consumo de energía ha sido difícil de medir. El tipo de programa informativo más exitoso en Norteamérica ha sido el de etiquetado. Un ejemplo es el programa "Energétida" de Canadá, en el cual todos los modelos de los seis principales electrodomésticos fueron probados y etiquetados, indicando su promedio de consumo mensual. Estas etiquetas tenían la intención de activar a los productores hacia aparatos más eficientes y darle a los consumidores una base para su selección. El programa se ha considerado muy exitoso, ya que se estima que es responsable de una reducción de 11% en el consumo de 4 de los aparatos etiquetados, equivalente a ahorro de \$45 mil en 1987, con una relación costo-eficiencia entre 0.92 y 1.02. La retroalimentación del programa es que el efecto mayor fue sobre los productores, incrementando la eficiencia de los aparatos y no sobre los hábitos de compra de los consumidores. Un experimento de "Energétida" sugiere la importancia de considerar los factores que influyen tanto al productor como al comprador.

Obviamente, el efecto de estas normas será muy lento y de largo plazo, debido a que afectará solo a las construcciones nuevas.

2.33 En conclusión, la intervención del mercado derivada del presente análisis está dirigida a hacer que la búsqueda del incremento de la eficiencia energética sea más rentable tanto para los productores como para los consumidores. Tomando en cuenta todo lo anterior hay que trabajar en seis direcciones, que definen cada una subprogramas de trabajo: i) diseño de una política de precios adecuada; ii) educación del consumidor y promoción de la eficiencia energética; iii) desarrollar un programa de normalización y certificación de electrodomésticos; iv) desarrollar un programa de etiquetado como soporte al proceso de educación del consumidor; v) desarrollar un programa de normas de diseño y construcción de edificaciones eficientes; y vi) diseño de una estructura institucional para poner en acción y coordinar los otros subprogramas (constituye el programa central de toda la política).

Resumen de la encuesta de opinión

Para apreciar el grado de conocimiento que los consumidores tienen sobre el consumo de energía y el uso de los aparatos y el potencial de ahorro, citaremos algunos resultados de la ENCUESTA DE OPINION, llevada a cabo en Bogotá por el Proyecto (se recomienda leer el anexo E). Los estratos 1, 2 y 3 se consideran que la plancha, el televisor y la nevera son los equipos macroconsumidores de energía, mientras que en los estratos 4, 5 y 6 se opina que son la estufa, el horno, el calentador y en menor proporción la nevera. En conclusión, se puede considerar que existe un alto grado de desinformación en el usuario medio de los estratos 1, 2 y 3 sobre los aparatos y usos que más consumen energía, ya que la opinión se dirige hacia dos electrodomésticos (la plancha y el televisor), de muy poco impacto (el consumo mensual promedio de energía eléctrica de los electrodomésticos en su conjunto, exceptuando nevera, estufa y calentador de agua, sumado todos los electromecánicos y electrónicos, alcanza el 20%, 12% y 9% del consumo promedio mensual total de los estratos 1, 2 y 3, respectivamente). Otra conclusión interesante, es el hecho que en ningún estrato socioeconómico se considera la iluminación como un sistema macroconsumidor de energía, a pesar que representa el 20% de la factura promedio del sector residencial de Santafé de Bogotá.

Sobre el potencial de ahorro de electricidad, es evidente que existe un concepto generalizado y vago, según el cual los mayores ahorros se obtienen optimizando todos los equipos que consumen energía eléctrica y los electrodomésticos, en particular. Así, el 71.7% de la población considera que el uso racional de los aparatos conlleva ahorros energéticos. Solamente el 5% de la población (especialmente en los estratos 5 y 6), considera la sustitución energética como una alternativa para el ahorro de energía eléctrica; existe un 5% de la población que considera que no existen posibilidades de ahorro de energía; el 9.3% (especialmente en el estrato 2 y 3) manifestó no saber como ahorrar energía, es decir carece de información; y el 9% restante mencionó 21 razones más. Es importante destacar que no se registraron respuestas referentes a la eficiencia de los equipos, lo cual simplemente indica, que el usuario no sabe si los aparatos y electrodomésticos que usa son eficientes y si existe la posibilidad de mejorarlos.

Para apreciar el grado de importancia de la energía en la toma de decisiones para adquirir los aparatos de uso final y la actitud hacia el cambio bajo criterios de mayor eficiencia energética, vale la pena citar algunos resultados de la ENCUESTA DE OPINION, respecto a aspectos relacionados. Se formularon preguntas sobre los electrodomésticos, que más consumen energía eléctrica, a saber: el calentador de agua, la estufa eléctrica y la nevera. En los tres casos se formularon tres preguntas: 1) Esta satisfecho con el que posee? 2) Esta dispuesto

Ovviamente, el efecto de estas normas será muy lento y de largo plazo, debido a que afectará solo a las construcciones nuevas.

En conclusión, la intervención del mercado derivada del presente análisis está dirigida a hacer que la búsqueda del incremento de la eficiencia energética sea más rentable tanto para los productores como para los consumidores. Tomando en cuenta todo lo anterior hay que trabajar en estas direcciones, que definen cada una subprograma de trabajo: i) diseño de una política de precios adecuada; ii) educación del consumidor y promoción de la eficiencia energética; iii) desarrollar un programa de normalización y certificación de electrodomésticos; iv) desarrollar un programa de etiquetado como soporte al proceso de educación del consumidor; v) desarrollar un programa de normas de diseño y construcción de edificaciones eficientes; y vi) diseño de una estructura institucional para poner en acción y coordinar los otros subprogramas (constituye el programa central de toda la política).

Resumen de la encuesta de opinión

Para apreciar el grado de conocimiento que los consumidores tienen sobre el consumo de energía y el uso de los aparatos y el potencial de ahorro, citamos algunos resultados de la ENCUESTA DE OPINIÓN, llevada a cabo en Bogotá por el proyecto (se recomienda leer el anexo E). Los estratos 1, 2 y 3 se consideran que la placa, el televisior y la nevera son los equipos electrodomésticos de energía, mientras que en los estratos 4, 5 y 6 se opina que son la estufa, el horno, el calentador y en menor proporción la nevera. En conclusión, se puede considerar que existe un alto grado de desinformación en el usuario medio de los estratos 1, 2 y 3 sobre los aparatos y usos que más consumen energía, ya que la opinión se dirige hacia los electrodomésticos (la placa y el televisior), de muy poco impacto (el consumo mensual promedio de energía eléctrica de los electrodomésticos es su consumo, exceptuando nevera, estufa y calentador de agua, cuando faltan los electrodomésticos y eléctricos, alcanza el 20%, 12% y 9% del consumo promedio mensual total de los estratos 1, 2 y 3, respectivamente). Otra conclusión interesante, es el hecho que en ningún estrato socioeconómico se considera la iluminación como un sistema electroconsumidor de energía, a pesar que representa el 20% de la factura promedio del sector residencial de Bogotá.

Sobre el potencial de ahorro de electricidad, es evidente que existe un concepto generalizado y vago, según el cual los ahorros se obtienen optimizando todos los equipos que consumen energía eléctrica y los electrodomésticos, en particular. Así, el 71.7% de la población considera que el uso racional de los aparatos celulares ahorra energía. Solamente el 2% de la población (especialmente en los estratos 2 y 6), considera la sustitución energética como una alternativa para el ahorro de energía eléctrica, existe un 2% de la población que considera que no existen posibilidades de ahorro de energía (especialmente en el estrato 1 y 3). Manifestó no saber como ahorrar energía, es decir carece de información; y el 9% restante responde razones más. Es importante destacar que no se registraron respuestas referentes a la eficiencia de los equipos, lo cual simplifica todavía, que el usuario no sabe si los aparatos y electrodomésticos que usa son eficientes y si existe la posibilidad de mejorarlos.

Para apreciar el grado de importancia de la energía en la toma de decisiones para adquirir los aparatos de uso diario y el interés hacia el cambio hacia mayor eficiencia energética, vale la pena citar algunos resultados de la ENCUESTA DE OPINIÓN, respecto a aspectos relacionados de formación preguntas sobre los electrodomésticos, que más consumen energía eléctrica, y sobre el calentador de agua, la estufa eléctrica y la nevera. En primer lugar se formularon tres preguntas: i) ¿esta estufa con la que posee? ii) ¿esta estufa

a cambiarlo y porque?; y 3) Si el ahorro de energía justifica el cambio por uno nuevo. (Es evidente que las dos primeras preguntas son más significativas, puesto que la tercera es hipotética y, en cierta forma, es sugerida). En el cuadro a continuación se resumen las respuestas, en porcentajes.

| | Esta Satisfecho? | | | Esta dispuesto a Cambiar? | | | El ahorro de energía justifica el cambio? | | |
|------------|------------------|------|------|---------------------------|------|------|---|------|------|
| | Si | No | NC | Si | No | NC | Si | No | NC |
| Calentador | 27.8 | 5.4 | 67.0 | 8.0 | 25.0 | 67.0 | 16.5 | 15.7 | 67.4 |
| Estufa | 87.0 | 13.0 | 0.0 | 29.3 | 70.7 | 0.0 | 49.6 | 50.4 | 0.0 |
| Nevera | 75.5 | 4.1 | 20.4 | 18.0 | 82.0 | 0.0 | 36.0 | 43.0 | 21.0 |

NC = No Contesto

CALENTADORES: En las tres preguntas, cerca del 67% de los encuestados no contestaron, denotando ignorancia o falta de interés sobre el tema. Respecto a la primera pregunta, el 27.8% está satisfecho y solo el 5.4% respondió negativamente. Se encontraron tres causas fundamentales para estar insatisfecho: consumo excesivo de energía, funcionamiento deficiente y poca capacidad. A la pregunta sobre la disponibilidad a cambiarlo, el 8% responde afirmativamente y el 25% responde negativamente; sin embargo el 91% de los que responden afirmativamente no saben porque y solamente el 3.1% hace alusión al ahorro de energía. En la tercera pregunta solo el 16.5% justifica el cambio del aparato por razones de ahorro de energía.

ESTUFA: el 87% de los hogares están satisfechos con la estufa que poseen, mientras que el 13% restante manifiesta su negativa. Las respuestas más comunes son rapidez en el proceso (25.6%), buen funcionamiento (20.2%), economía en el proceso (18.9%). En la negativa las respuestas más comunes son: poca capacidad o quisiera una más grande (28.2%), posibilidad de sustitución al gas (13%), consumo excesivo de energía (10%). Sobre la disponibilidad al cambio, el 29.3% respondió afirmativamente y el 70.7% negativamente. Las respuestas más comunes, para justificar la negativa son los costos de la conversión (principal justificación) y el buen funcionamiento de la existente (ignorando posibilidades mejores). A la tercera pregunta sobre la disponibilidad al cambio para obtener un ahorro de energía, las opiniones están prácticamente divididas: el 49.6% opina que sí y el 50.4% manifiesta su negativa (en las estufas se puede encontrar la mejor actitud al cambio, si se ofrecen ahorros energéticos importantes). Se formuló una pregunta adicional a quienes contaban con estufa eléctrica y o de kerosene: ¿esta dispuesto a hacer la sustitución al gas natural?. El 69% no respondió, el 20% lo hizo afirmativamente y el 21% restante negativamente. Se puede entonces concluir que en lo concerniente a la cocción existe un alto grado de desinformación sobre las ventajas económicas de la sustitución por gas natural, al tiempo que se manifiesta el recelo hacia la confiabilidad del suministro de gas.

NEVERA: A la pregunta de si esta satisfecho con la nevera que posee el 20.4% no responde, el 75.5% responde afirmativamente y solo el 4.1% responde negativamente. Las respuestas que justifican la afirmación hacen referencia a la calidad y a la utilidad del electrodoméstico. La negativa se fundamenta en el exceso de congelación (deficiencia en el funcionamiento), antigüedad, mala calidad y, por último, alto consumo de energía. Respecto a la disponibilidad al cambio, el 18% se manifiesta de manera positiva y el 82% de manera negativa. Las respuestas que justifican la negativa son la calidad y la comodidad de la actual, los altos costos del aparato y cerca del 30% no informa la razón. De las respuesta positivas solamente el 2% hacen alusión al ahorro de energía, las otras respuestas hacen alusión a la calidad y a la capacidad. Finalmente, a la pregunta sobre si el ahorro de energía justifica el cambio, el 21% no responde, el 36% responde positivamente y el 43% restante negativamente.

En el cuadro a continuación se resumen las respuestas, en porcentajes, en porcentajes. En el cuadro a continuación se resumen las respuestas, en porcentajes, en porcentajes.

| Esta respuesta | Si | No | NC | Si | No | NC |
|----------------|------|------|------|------|------|-----|
| Calentador | 2.4 | 87.0 | 10.6 | 25.0 | 75.0 | 0.0 |
| Estufa | 12.0 | 87.0 | 1.0 | 20.7 | 79.3 | 0.0 |
| Nevera | 12.2 | 87.8 | 0.0 | 20.4 | 79.6 | 0.0 |

NC = No Contestó

CALENTADORES: En las tres preguntas, cerca del 87% de los encuestados no contestaron, desatendiendo ignorancia o falta de interés sobre el tema. Respecto a la primera pregunta, el 27.8% está satisfecho y solo el 2.4% respondió negativamente. Se encuentran tres causas fundamentales para estar insatisfechos: consumo excesivo de energía, funcionamiento deficiente y poca capacidad. A la pregunta sobre la disponibilidad a cambiarlo, el 82% responde afirmativamente y el 12% responde negativamente, sin embargo el 91% de los que responden afirmativamente no saben porque y solamente el 3.1% hace alusión al ahorro de energía. En la tercera pregunta solo el 12.2% justifica el cambio del aparato por razones de ahorro de energía.

ESTUFA: El 87% de los hogares están satisfechos con la estufa que poseen, mientras que el 12% restante responde de manera negativa. Las respuestas más comunes son rápidas en el proceso (25.8%), buen funcionamiento (20.2%), economía en el proceso (18.9%). En la negativa las respuestas más comunes son: poca capacidad o que genera una gran cantidad de contaminación (18.2%), posibilidad de sustitución al gas (13%), consumo excesivo de energía (10%). Sobre la disponibilidad a cambiarlo, el 82% responde afirmativamente y el 18% responde negativamente. Las respuestas más comunes para justificar la negativa son los costos de la conversión (principal justificación) y el buen funcionamiento de la existente (ignorando posibilidades mejores). A la tercera pregunta sobre la disponibilidad a cambiar para obtener un ahorro de energía, las opciones están prácticamente divididas: el 49.6% opina que sí y el 50.4% opina que no. En las respuestas negativas se puede encontrar la mejor actitud al cambio, si se ofrecen ahorros energéticos importantes. Se formó una pregunta adicional a quienes contestan con estufa eléctrica y a quienes contestan con estufa a gas natural. El 62% no respondió, el 30% lo hizo afirmativamente y el 8% respondió negativamente. Se puede entonces concluir que en la concepción de la cocina existe un alto grado de desinformación sobre las ventajas económicas de la sustitución por gas natural, al tiempo que se manifiesta el rechazo hacia la contaminación del sustituto de gas.

NEVERA: La pregunta de si esta satisfecho con la nevera que posee el 87.8% no responde, el 12.2% responde afirmativamente y solo el 0.0% responde negativamente. Las respuestas que justifican la afirmación hacen referencia a la calidad y a la utilidad del electrodoméstico. La negativa se fundamenta en el exceso de capacidad (deficiencia en el funcionamiento), antigüedad, mala calidad y, por último, alto consumo de energía. Respecto a la disponibilidad a cambiarlo, el 82% se manifiesta de manera positiva y el 18% de manera negativa. Las respuestas que justifican la negativa son la antigüedad y la capacidad de la actual, los altos costos del aparato y cerca del 30% no informa la razón. De las respuestas positivas solamente el 27% hacen alusión al ahorro de energía. Las otras respuestas hacen alusión a la capacidad, funcionamiento, a la pregunta sobre si el ahorro de energía justifica el cambio, el 12% no responde, el 88% responde afirmativamente y el 0% responde negativamente.

2.4 CARACTERISTICAS DE LOS SECTORES RESIDENCIAL, COMERCIAL Y PUBLICO EN UNA PERSPECTIVA DE EFICIENCIA ENERGETICA

2.4.1 Introducción

2.34 Para caracterizar y estimar los perfiles de consumo de los sectores residencial, comercial y público en las cuatro ciudades objeto del proyecto, se utilizó la información de varias encuestas llevadas a cabo por diferentes instituciones y en períodos diferentes (ver anexo D). Las encuestas realizadas dentro del proyecto, durante su período de ejecución, fueron las siguientes:

2.4.2 Sector Residencial

- Sectores residencial, comercial y público en la ciudad de Barranquilla: el trabajo de campo fue realizado por CORELCA y ELECTRANTA y el procesamiento fue subcontratado con una firma especializada. Este estudio se centró en el diagnóstico de mayor consumo en el sector residencial de las cuatro ciudades.

- Sectores residencial, comercial y público en la ciudad de Bogotá: el trabajo estuvo a cargo del grupo de consulta nacional, subcontratado de igual manera. Este estudio se centró en la medida que se incrementa la categoría del estrato.

- Sector de fabricantes de equipo de uso final utilizados en los sectores residencial, comercial y público, a cargo de un consultor nacional. La estimación de la distribución del consumo por energético en esta ciudad, basada en la encuesta, fue presentada en el cuadro No. 1-5 del capítulo 3. Estos porcentajes reflejan la posibilidad de obtención de energía.

2.35 Las encuestas iniciadas por otros y concluidas dentro del marco del proyecto fueron: en Bogotá y Barranquilla. En la primera ciudad se comercializa cerca del 50% del GLP producido. Este estudio se centró en el diagnóstico de mayor consumo en el sector residencial de las cuatro ciudades.

- Sectores residencial, comercial y público en la ciudad de Medellín: el trabajo comenzó en octubre de 1989, bajo la responsabilidad de EPM de Medellín y procesado por la firma especializada. Al final de estudio, EPM presentó su propio procesamiento, el cual fue tenido en cuenta para ajustar los resultados. Este estudio se centró en la medida que se incrementa la categoría del estrato.

- Sector residencial en Cali: trabajo de campo realizado por EMCALI y procesado por la firma contratada. Este estudio se centró en el diagnóstico de mayor consumo en el sector residencial de las cuatro ciudades.

2.36 Los objetivos de las encuestas fueron: En Colombia se han considerado las tarifas de servicios públicos de acuerdo con la capacidad de pago de los usuarios de acuerdo con la capacidad de pago. En los sectores residencial, comercial y público, cuantificar la participación de los diferentes energéticos en el consumo de energía y, en particular, la distribución del consumo de electricidad por usos. Incluyó una parte de opinión en el sector residencial, sobre el grado de conocimiento de la población de los aspectos de utilización del equipo y oportunidades de mejoramiento de la eficiencia energética (anexo E).

2.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS SECTORES RESIDENCIAL, COMERCIAL Y PÚBLICO EN UNA PERSPECTIVA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

2.4.1 Introducción

2.34 Para caracterizar y estimar los perfiles de consumo de los sectores residencial, comercial y público en las cuatro ciudades objeto del proyecto, se utilizó la información de varias encuestas llevadas a cabo por diferentes instituciones y en períodos diferentes (ver anexo D). Las encuestas realizadas dentro del proyecto, durante su período de ejecución, fueron las siguientes:

- Sectores residencial, comercial y público en la ciudad de Barranquilla: el trabajo de campo fue realizado por CORNICA y ELECTRAMTA y el procesamiento fue subcontratado con una firma especializada.

- Sectores residencial, comercial y público en la ciudad de Bogotá: el trabajo estuvo a cargo del grupo de consulta nacional, subcontratado igualmente.

- Sector de fabricantes de equipo de uso final utilizados en los sectores residencial, comercial y público, a cargo de un consultor nacional.

2.35 Las encuestas iniciadas por otros y concluidas dentro del marco del proyecto fueron:

- Sectores residencial, comercial y público en la ciudad de Medellín: trabajo comenzado en octubre de 1989, bajo la responsabilidad de EFM de Medellín y procesado por la firma especializada. Al final de estudio, EFM presentó su propio procesamiento, el cual fue tenido en cuenta para ajustar los resultados.

- Sector residencial en Cali: trabajo de campo realizado por EMOCALL y procesado por la firma contratada.

2.36 Los objetivos de las encuestas fueron:

- En los sectores residencial, comercial y público, cuantificar la participación de los diferentes energéticos en el consumo de energía y, en particular, la distribución del consumo de electricidad por usos. Incluyó una parte de opinión en el sector residencial, sobre el grado de conocimiento de la población de los aspectos de utilización del equipo y oportunidades de mejoramiento de la eficiencia energética (anexo E).

- En la encuesta de fabricantes nacionales, identificar el tipo de productos que elaboran y sus características de eficiencia energética, explorar sus intenciones y restricciones para el lanzamiento al mercado de nuevos equipos, su conocimiento e interés acerca del uso eficiente de energía, su disposición a someterse a normas más exigentes a las actuales y aceptar otras que no existen y conocer su opinión sobre una campaña de etiquetado.

2.37 Los resultados de las encuestas se contrastaron con la información reportada por las empresas eléctricas, de distribución de gas natural en Bogotá y Barranquilla y Ecopetrol, para obtener consistencia con los datos globales de ventas y algunos ajustes se hicieron con dicho objetivo.

2.4.2 Sector Residencial

2.38 El Sector residencial consumió en 1990 el 47.7% de la energía eléctrica, el 91.7% de GLP y el 8.7% del GN. La electricidad se constituye en el energético de mayor consumo en el sector residencial de las cuatro ciudades de interés: el 96.3% en Cali, el 99.6% en Medellín, el 51.9% en Barranquilla y el 52.6% en Bogotá (encuesta del proyecto). En todas las ciudades el consumo de electricidad crece en la medida que se incrementa la categoría del estrato.

2.39 Para el conjunto de las cuatro ciudades estudiadas, los sustitutos de la electricidad son el gas licuado, el gas natural, el cocinol y en menor grado el kerosene. La estimación de la distribución del consumo por energético en cada ciudad, basado en la encuesta, fue presentada en el cuadro No. 1-5 del capítulo 1. Estos porcentajes reflejan la posibilidad de obtención de sustitutos por parte de los usuarios. Cali y Medellín no tienen una oferta importante de GLP y no reciben gas natural. Caso contrario sucede en Bogotá y Barranquilla. En la primera ciudad se comercializa cerca del 50% del GLP producido en el país, el cual es consumido entre todos los sectores, y desde hace dos años utiliza gas natural en el sector residencial por red domiciliaria en la zona sur de la ciudad, cubriendo en su mayor parte hogares en los estratos 1, 2, 3 y algunos del 4. En Barranquilla existe oferta de estos dos sustitutos desde hace varios años. La distribución por red de gas natural se instaló antes que en las otras ciudades estudiadas por su cercanía a las fuentes de producción.

2.40 En Colombia se han considerado las tarifas de servicios públicos como una herramienta importante para mejorar la distribución del ingreso; para ello ha sido necesario clasificar los usuarios de acuerdo con la capacidad de pago, es decir con el ingreso familiar. El ingreso familiar a pesar de ser la medida ideal para clasificar los usuarios, es difícil determinarlo con exactitud, por lo cual se ha recurrido a medidas indirectas simples, objetivas y de fácil aplicación, mediante la ponderación de variables asociadas a la vivienda, las cuales son actualmente las siguientes:

En la encuesta de fabricantes nacionales, identificar el tipo de productos que elaboran y sus características de eficiencia energética, explorar sus intenciones y restricciones para el lanzamiento al mercado de nuevos equipos, su conocimiento e interés acerca del uso eficiente de energía, su disposición a someterse a normas más exigentes a las actuales y aceptar otras que no existen y conocer su opinión sobre una campaña de etiquetado.

Los resultados de las encuestas se contrastaron con la información reportada por las empresas eléctricas, de distribución de gas natural en Bogotá y Barranquilla y Ecopetrol, para obtener consistencia con los datos globales de ventas y algunas ajustes se hicieron con dicho objetivo.

2.4.2 Sector Residencial

El sector residencial consumió en 1990 el 47.7% de la energía eléctrica, el 31.7% de GLP y el 8.7% del GN. La electricidad se constituye el energético de mayor consumo en el sector residencial de las cuatro ciudades de interés: el 98.3% en Cali, el 99.6% en Medellín, el 51.9% en Barranquilla y el 52.8% en Bogotá (encuesta del proyecto). En todas las ciudades el consumo de electricidad crece en la medida que se incrementa la categoría del estrato.

Para el conjunto de las cuatro ciudades estudiadas, los sustitutos de la electricidad son el gas licuado, el gas natural, el coque y en menor grado el kerosene. La estimación de la distribución del consumo por energético en cada ciudad, basada en la encuesta, fue presentada en el cuadro No. 1-5 del capítulo 1. Factores porcentajes reflejan la posibilidad de obtención de sustitutos por parte de los usuarios. Cali y Medellín no tienen una oferta importante de GLP y no reciben gas natural. Caso contrario sucede en Bogotá y Barranquilla. En la primera ciudad se comercializa cerca del 50% del GLP producido en el país, el cual es consumido entre todos los sectores y desde hace dos años utiliza gas natural en el sector residencial por red domiciliar en la zona sur de la ciudad, cubriendo en su mayor parte hogares en los estratos 1, 2, 3 y algunos del 4. En Barranquilla existe oferta de estos dos sustitutos desde hace varios años. La distribución por red de gas natural se instaló antes que en las otras ciudades estudiadas por su cercanía a las fuentes de producción.

En Colombia se han considerado las tarifas de servicios públicos como una herramienta importante para mejorar la distribución del ingreso; para ello ha sido necesario clasificar los usuarios de acuerdo con la capacidad de pago, es decir con el ingreso familiar. El ingreso familiar a pesar de ser la medida ideal para clasificar los usuarios, es difícil determinarlo con exactitud, por lo cual se ha recurrido a medidas indirectas simples, objetivas y de fácil aplicación, mediante la ponderación de variables asociadas a la vivienda, las cuales son actualmente las siguientes:

Cuadro No. 2-3: Distribución porcentual de los usuarios residenciales por estrato socioeconómico Diciembre 1990

| Variables | Ponderación |
|-------------------------------|-------------|
| 1. Localización Espacial | 25% |
| 2. Fachadas | 30% |
| 3. Zonas Verdes y Recreativas | 15% |
| 4. Garajes | 20% |
| 5. Vías de Acceso | 5% |
| 6. Servicios Públicos | 5% |

La clasificación se hace en seis estratos, los cuales tienen las siguientes distribuciones porcentuales por número de usuarios y energía eléctrica consumida, en las cuatro ciudades más importantes (cuadros No. 2-3 y 2-4)³².

Cuadro No. 2-3: Distribución porcentual de los usuarios residenciales por estrato socioeconómico Diciembre 1990

| Estrato | Bogotá | Medellín | Cali | Atlántico |
|----------------|---------|----------|---------|-----------|
| Bajo bajo | 0.99 | 1.93 | 6.43 | 24.40 |
| Bajo | 28.15 | 32.20 | 37.47 | 39.22 |
| Medio bajo | 40.80 | 39.95 | 29.18 | 18.91 |
| Medio | 18.30 | 14.62 | 6.55 | 6.62 |
| Medio Alto | 8.15 | 8.32 | 15.87 | 15.11 |
| Alto | 3.61 | 2.97 | 4.50 | 5.75 |
| Total | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| Total Usuarios | 911,207 | 424,091 | 242,042 | 237,380 |

FUENTE: Actualización del documento de la Junta Nacional de Tarifas, "Anuario de Estadísticas Básicas del Sector Eléctrico", Documento 1169-Dic/91.

| ESTRATO | EE | GLP | GN | OCL | LEGA |
|---------|--------|--------|-------|--------|-------|
| 1 | 68.22% | 10.06% | 2.46% | 20.84% | 0.44% |
| 2 | 38.93% | 14.74% | 6.78% | 39.50% | 0.05% |
| 3 | 47.87% | 18.78% | 5.78% | 27.55% | 0.00% |

^{32/} Existen varias fuentes de información sobre la estratificación, con datos aparentemente diferentes. Las diferencias radican en el área geográfica que toman para cada una de las empresas, esto es, si se toma solo el área urbana grande y se excluyen o no los pequeños municipios. Se ha considerado conveniente utilizar la información más actualizada de la Junta Nacional de Tarifas, la cual incluye todos los usuarios y las ventas totales de las cuatro empresas: EEB, EPM, EMCALI y ELECTRANTA. Para reducir estos datos al área de las ciudades, se deben utilizar los criterios definidos en la sección 3.2.1 (numeral 3.27), los cuales establecen los siguientes supuestos sobre el porcentaje de la demanda del mercado residencial de cada sistema que corresponde a la demanda del sector residencial de la ciudad: Bogotá: 92%; Medellín: 93%; Cali: 94%; Barranquilla: 90%.

Ponderación

Variables

- 25%
- 30%
- 15%
- 20%
- 5%
- 5%

- 1. Localización Espacial
- 2. Fachadas
- 3. Zonas Verdes y Recreativas
- 4. Garajes
- 5. Vías de Acceso
- 6. Servicios Públicos

La clasificación se hace en seis estratos, los cuales tienen las siguientes distribuciones porcentuales por número de usuarios y energía eléctrica consumida, en las cuatro ciudades más importantes (cuadros No. 2-3 y 2-4).

Cuadro No. 2-3: Distribución porcentual de los usuarios residenciales por estrato socioeconómico Diciembre 1990

| Estrato | Bogotá | Medellín | Cali | Atlántico |
|----------------|---------|----------|---------|-----------|
| Bajo bajo | 0.99 | 1.92 | 8.42 | 24.40 |
| Bajo | 28.12 | 32.20 | 37.47 | 39.22 |
| Medio bajo | 40.80 | 39.92 | 29.18 | 18.91 |
| Medio | 18.20 | 14.62 | 6.28 | 6.52 |
| Medio Alto | 8.12 | 8.22 | 12.87 | 5.11 |
| Alto | 2.81 | 2.92 | 4.20 | 2.72 |
| Total | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| Total Usuarios | 911,202 | 424,091 | 242,042 | 327,280 |

FUENTE: Actualización del documento de la Junta Nacional de Tarifas, "Anuario de Estadísticas Básicas del Sector Eléctrico", Documento 1169-Dic/91...

Existen varias fuentes de información sobre la estratificación, con datos aparentemente diferentes. Las diferencias radican en el área geográfica que toma para cada una de las estratos, esto es, si se toma solo el área urbana grande y se excluyen o no los pequeños municipios. Se ha considerado conveniente utilizar la información más actualizada de la Junta Nacional de Tarifas, la cual incluye todos los usuarios y las ventas totales de las cuatro empresas: EES, EPM, EMCALI y ELECTRIANTA. Para reducir estos datos al área de las ciudades, se debe utilizar los criterios definidos en la sección 2.1.1 (Anexo 2.1), los cuales establecen los siguientes supuestos sobre el porcentaje de la demanda del mercado residencial de cada sistema que corresponde a la demanda del sector residencial de la ciudad: Bogotá: 42%; Medellín: 37%; Cali: 12%; Barranquilla: 4%.

Cuadro No. 2-4: Distribución del consumo residencial de energía eléctrica por estrato socioeconómico Diciembre 1990

| Estrato | Bogotá | Medellín | Cali | Atlántico |
|---------------------------|--------|----------|--------|-----------|
| | % | % | % | % |
| Bajo bajo | 0.60 | 1.15 | 5.03 | 17.11 |
| Bajo | 21.32 | 26.58 | 33.72 | 30.71 |
| Medio bajo | 38.07 | 39.52 | 26.18 | 19.49 |
| Medio | 21.07 | 15.85 | 6.91 | 8.57 |
| Medio Alto | 12.11 | 11.93 | 19.77 | 8.11 |
| Alto | 6.84 | 5.47 | 9.11 | 16.00 |
| Total | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| Total Consumo Anual (Gwh) | 3,008 | 2,132 | 951 | 721 |

FUENTE: Actualización del documento de la Junta Nacional de Tarifas, "Anuario de Estadísticas Básicas del Sector Eléctrico", Documento 1169-Dic/91...

2.42 Para Bogotá, la figura No. 2-1 (consumo promedio mensual por hogar) y el cuadro No. 2-5 muestran la distribución del consumo de energéticos por estratos. Se observa la presencia de cocinol y de gas natural sólo en los tres primeros estratos (la actual política del gobierno pretende sustituir todo el cocinol con gas natural y GLP). La demanda de electricidad es creciente de manera homogénea según se asciende en el estrato, hecho que se presenta en todas las ciudades. El GLP es el segundo energético que se consume en todos los niveles de población, siendo más usado en los estratos medios.

Cuadro No. 2-5: Bogotá. Distribución del consumo por energéticos

| ESTRATO | EE | GLP | GN | CCL | LEÑA |
|----------|--------|--------|-------|--------|-------|
| 1 | 66.22% | 10.05% | 2.46% | 20.84% | 0.44% |
| 2 | 38.93% | 14.74% | 6.78% | 39.50% | 0.05% |
| 3 | 47.87% | 18.79% | 5.79% | 27.55% | 0.00% |
| 4 | 70.60% | 27.88% | 0.55% | 0.97% | 0.00% |
| 5 | 77.00% | 22.51% | 0.00% | 0.49% | 0.00% |
| 6 | 92.94% | 7.06% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| PROMEDIO | 52.621 | 8.34% | 4.57% | 24.41% | 0.05% |

Fuente: Encuesta de Usos de Energéticos, Grupo EES, Diciembre 1991.

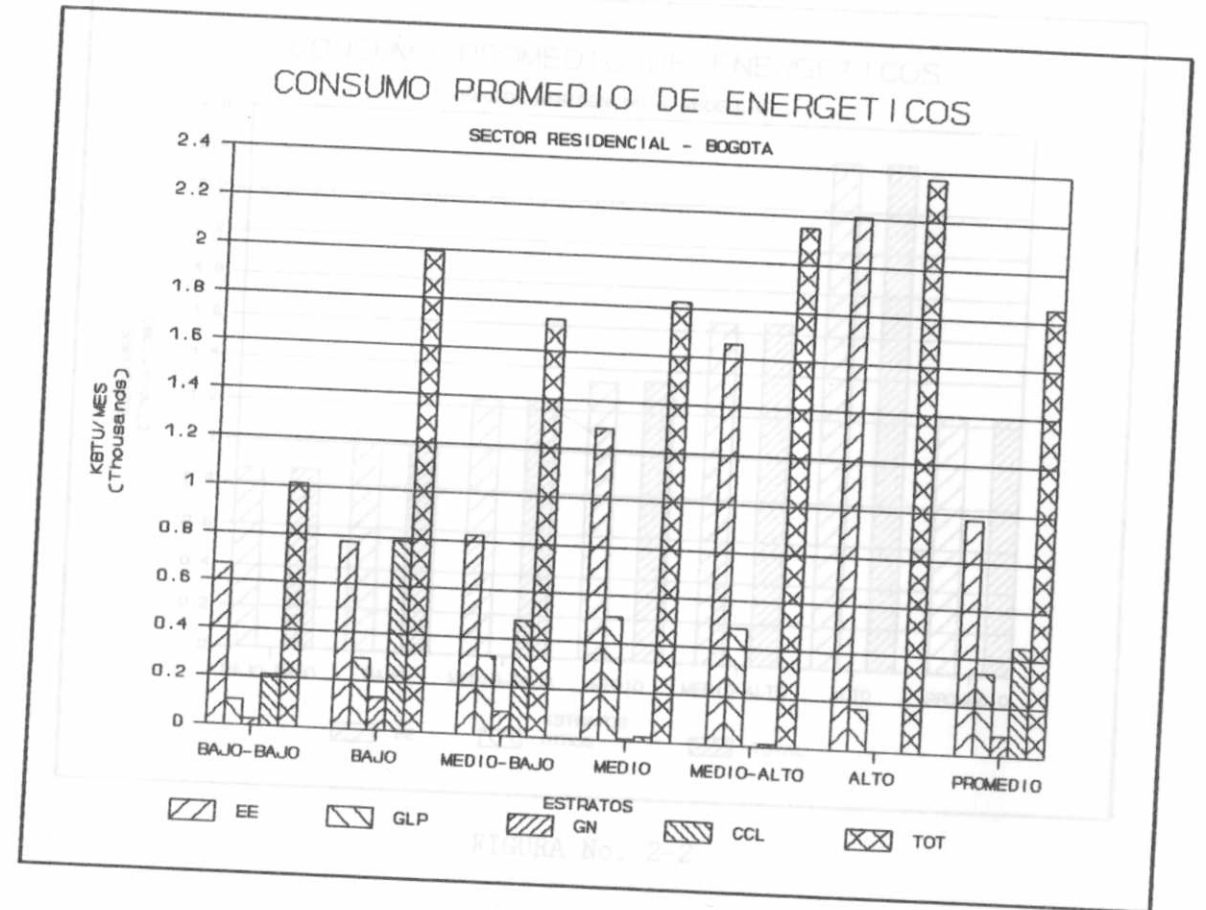


FIGURA No. 2-1

Cuadro No. 2-5: Medellín. Distribución del consumo por energéticos

2.43 Medellín depende casi exclusivamente de la electricidad en todos los estratos (más del 99%), con consumos insignificantes de GLP, querosene, leña y carbón. El cuadro No. 2-6 y la figura No. 2-2 (consumo promedio mensual por hogar) presentan la composición discriminada de la distribución del uso de energéticos para Medellín.

| ESTRATO | EE | GLP | GN | CCL | TOT |
|----------|---------|-------|-------|-------|---------|
| 1 | 100.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 100.00% |
| 2 | 99.99% | 0.01% | 0.00% | 0.00% | 100.00% |
| 3 | 99.99% | 0.01% | 0.00% | 0.00% | 100.00% |
| 4 | 99.99% | 0.01% | 0.00% | 0.00% | 100.00% |
| 5 | 99.99% | 0.01% | 0.00% | 0.00% | 100.00% |
| 6 | 99.99% | 0.01% | 0.00% | 0.00% | 100.00% |
| PROMEDIO | 99.99% | 0.01% | 0.00% | 0.00% | 100.00% |

Fuente: Encuesta de Usos de Energéticos, Grupo RES, Diciembre 1991.

...nómbra...
...y...
...nómbra...
...y...
...nómbra...
...y...

Cuadro No. 2-4: Distribución del consumo residencial de energía eléctrica por estrato socioeconómico. Diciembre 1990

| ESTRATO | BOGOTÁ | MEDALLÍN | CAJÍ | ATLÁNTICA |
|---------------------------|--------|----------|--------|-----------|
| Alto | 8.84 | 7.47 | 9.11 | 18.00 |
| Medio Alto | 12.11 | 11.93 | 19.77 | 8.11 |
| Medio | 21.07 | 18.89 | 6.91 | 8.27 |
| Medio bajo | 38.07 | 39.23 | 26.18 | 19.49 |
| Bajo | 21.32 | 26.28 | 22.72 | 30.71 |
| Bajo bajo | 0.60 | 1.12 | 2.02 | 17.11 |
| Total | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| Total Consumo Anual (Gwh) | 2,008 | 2,132 | 921 | 721 |

FUENTE: Actualización del documento de la Junta Nacional de Tarifas, "Anuario de Estadísticas Básicas del Sector Eléctrico", Documento 1169-Dic/91...

2.42 Para Bogotá, la figura No. 2-1 (consumo promedio mensual por hogar) y el cuadro No. 2-5 muestran la distribución del consumo de energéticos por estratos. Se observa la presencia de coque y de gas natural sólo en los tres primeros estratos (la actual política del gobierno pretende sustituir todo el coque por gas natural y GLP). La demanda de electricidad es creciente de manera homogénea según se ascende en el estrato, hecho que se presenta en todas las ciudades. El GLP es el segundo energético que se consume en todos los niveles de población, siendo más usado en los estratos medios.

Cuadro No. 2-5: Bogotá. Distribución del consumo por energéticos

| ESTRATO | EE | GLP | GN | CCL | LEÑA |
|----------|--------|--------|-------|--------|-------|
| 1 | 98.22% | 10.05% | 2.46% | 20.84% | 0.44% |
| 2 | 38.82% | 14.74% | 8.78% | 39.50% | 0.02% |
| 3 | 47.87% | 18.79% | 2.79% | 27.52% | 0.00% |
| 4 | 70.80% | 27.88% | 0.22% | 0.97% | 0.00% |
| 5 | 77.00% | 22.81% | 0.00% | 0.43% | 0.00% |
| 6 | 92.94% | 7.08% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| PROMEDIO | 82.82% | 8.34% | 4.57% | 24.41% | 0.02% |

Fuente: Encuesta de Usos de Energéticos, Grupo RES, Diciembre 1991.

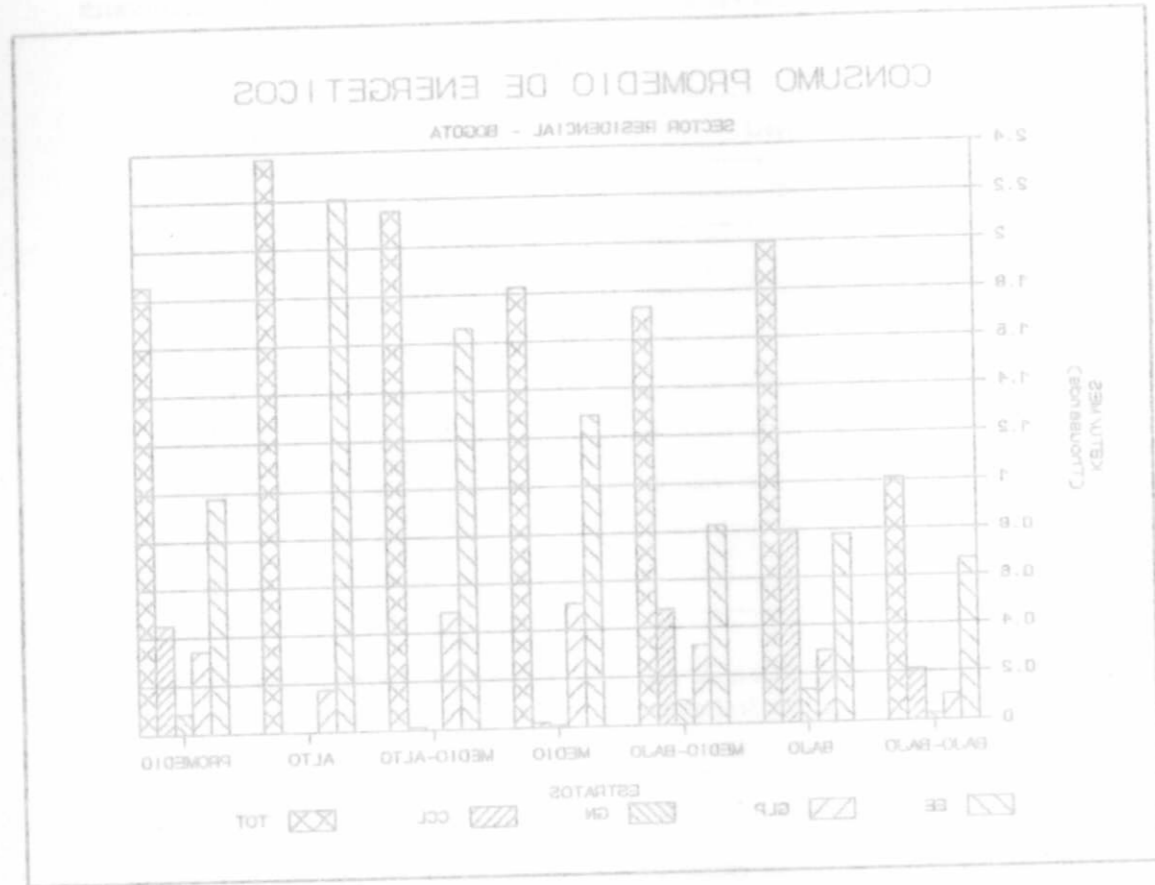


FIGURA No. 2-1

2.43 Medellín depende casi exclusivamente de la electricidad en todos los estratos (más del 98%), con consumos insignificantes de GLP, querosene, leña y carbón. El cuadro No. 2-6 y la figura No. 2-2 (consumo promedio mensual por hogar) presentan la composición discriminada de la distribución del uso de energéticos para Medellín.

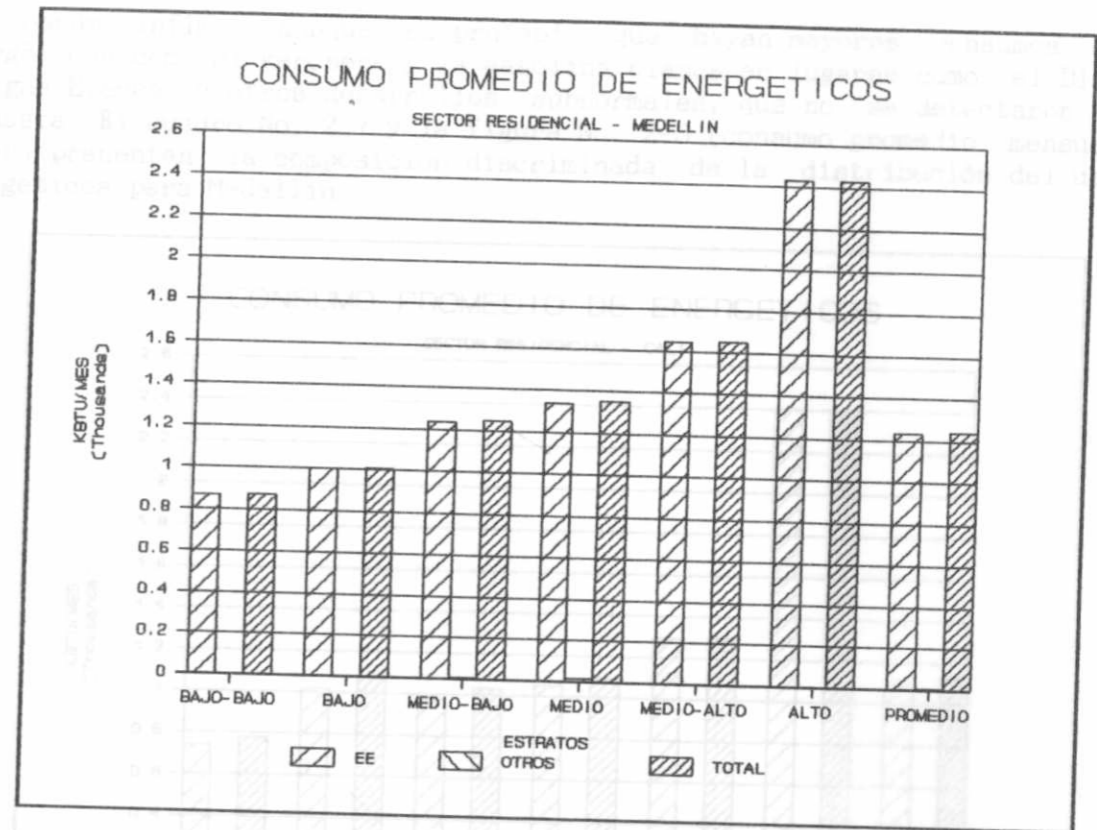


FIGURA No. 2-2

Cuadro No. 2-6: Medellín. Distribución del consumo por energéticos

| ESTRATO | EE | GLP | KJ | CM | LEÑA |
|----------|--------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 99.83% | 0.00% | 0.16% | 0.00% | 0.01% |
| 2 | 99.46% | 0.11% | 0.29% | 0.06% | 0.07% |
| 3 | 99.42% | 0.47% | 0.08% | 0.01% | 0.01% |
| 4 | 98.76% | 0.18% | 0.00% | 0.04% | 1.02% |
| 5 | 99.92% | 0.06% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| 6 | 99.98% | 0.02% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| PROMEDIO | 99.56% | 0.26% | 0.11% | 0.03% | 0.04% |

Fuente: Encuesta de Usos de Energéticos, Grupo EES, Diciembre 1991.

2.44 En la ciudad de Cali los sustitutos de la electricidad son también muy limitados. El GLP posee una participación de solo 2.74% en promedio y su utilización se localiza en los estratos 1 a 4. Los otros combustibles tienen

un consumo ínfimo, aunque es probable que hayan mayores consumos de los energéticos como el kerosene y la gasolina blanca en lugares como el Distrito de Agua Blanca y otros desarrollos subnormales, que no se detectaron en la encuesta. El cuadro No. 2-7 y la figura No. 2-3 (consumo promedio mensual por hogar) presentan la composición discriminada de la distribución del uso de energéticos para Medellín.

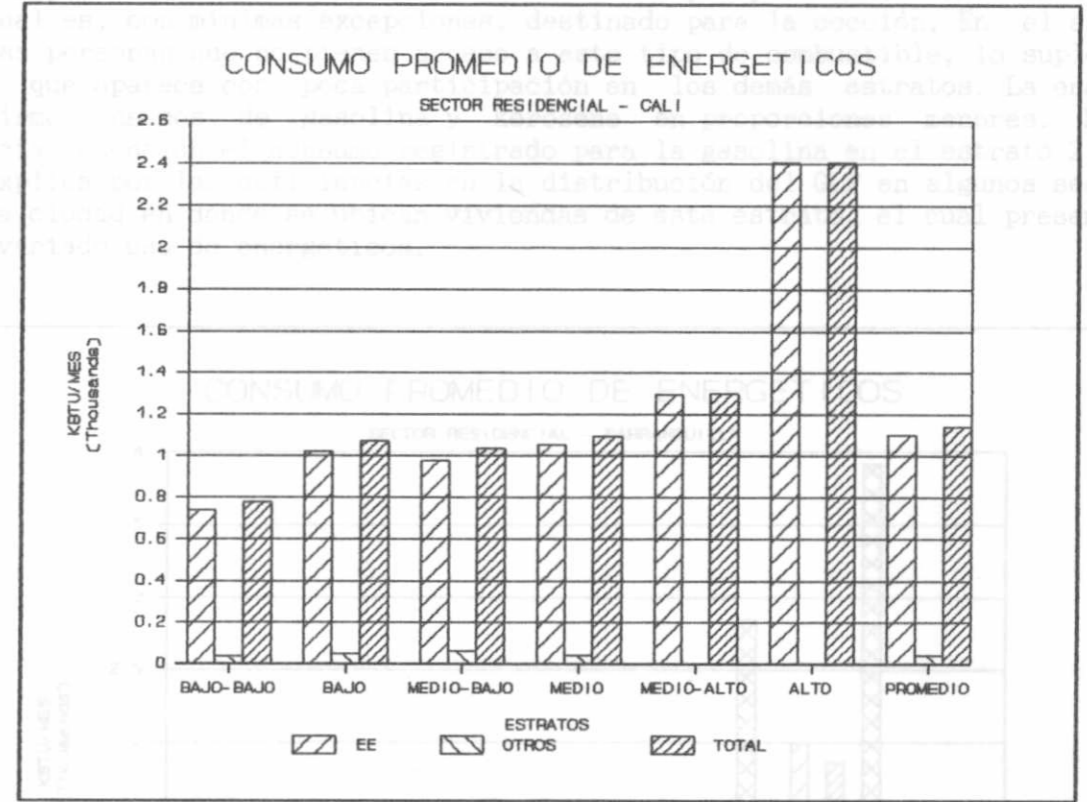


FIGURA No. 2-3

Cuadro No. 2-7: Cali. Distribución del consumo por energéticos

| ESTRATO | EE | GLP | GASOLINA BLANCA | KJ |
|----------|---------|-------|-----------------|-------|
| 1 | 95.16% | 3.52% | 0.00% | 1.31% |
| 2 | 95.30% | 3.45% | 0.11% | 1.13% |
| 3 | 94.01% | 4.67% | 0.17% | 1.15% |
| 4 | 96.09% | 2.11% | 0.96% | 0.84% |
| 5 | 99.76% | 0.24% | 0.00% | 0.00% |
| 6 | 100.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| PROMEDIO | 96.31% | 2.74% | 0.14% | 0.80% |

Fuente: Encuesta de Usos de Energéticos, Grupo EES, Diciembre 1991.

CONSUMO PROMEDIO DE ENERGETICOS

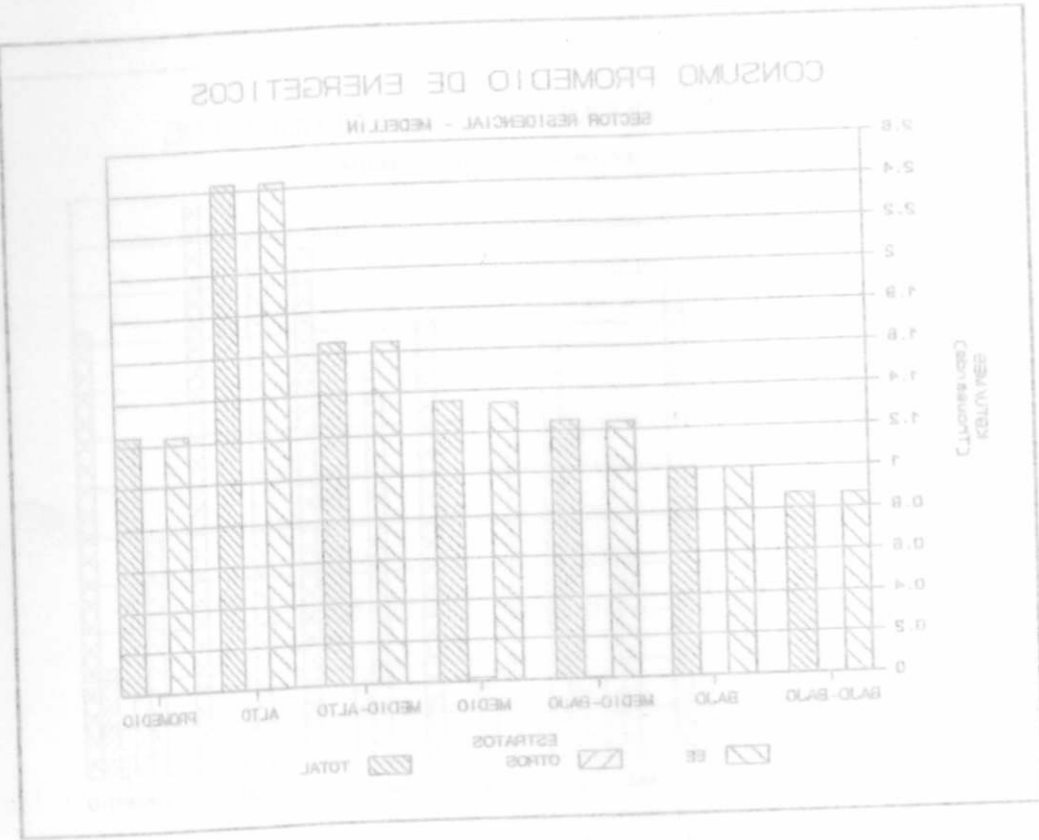


FIGURA No. 2-2

Cuadro No. 2-6: Medellín. Distribución del consumo por energéticos

| ESTRATO | EE | GLP | KJ | CM | LUNA |
|----------|--------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 99.83% | 0.00% | 0.18% | 0.00% | 0.01% |
| 2 | 99.48% | 0.11% | 0.28% | 0.00% | 0.07% |
| 3 | 99.42% | 0.47% | 0.08% | 0.01% | 0.01% |
| 4 | 98.78% | 0.18% | 0.00% | 0.04% | 1.02% |
| 5 | 99.92% | 0.08% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| 6 | 99.98% | 0.02% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| PROMEDIO | 99.58% | 0.28% | 0.11% | 0.03% | 0.04% |

Fuente: Encuesta de Usos de Energéticos, Grupo EES, Diciembre 1991.

En la ciudad de Cali los estratos de la electricidad son también muy limitados. El GLP posee una participación de solo 2.74% en promedio y la utilización se localiza en los estratos 1 a 4. Los otros combustibles tienen

un consumo ínfimo, aunque es probable que hayan mayores consumos de los energéticos como el kerosene y la gasolina blanca en lugares como el Distrito de Agua Blanca y otros desarrollos suburbanos, que no se detectaron en la encuesta. El cuadro No. 2-7 y la figura No. 2-3 (consumo promedio mensual por hogar) presentan la composición discriminada de la distribución del uso de energéticos para Medellín.

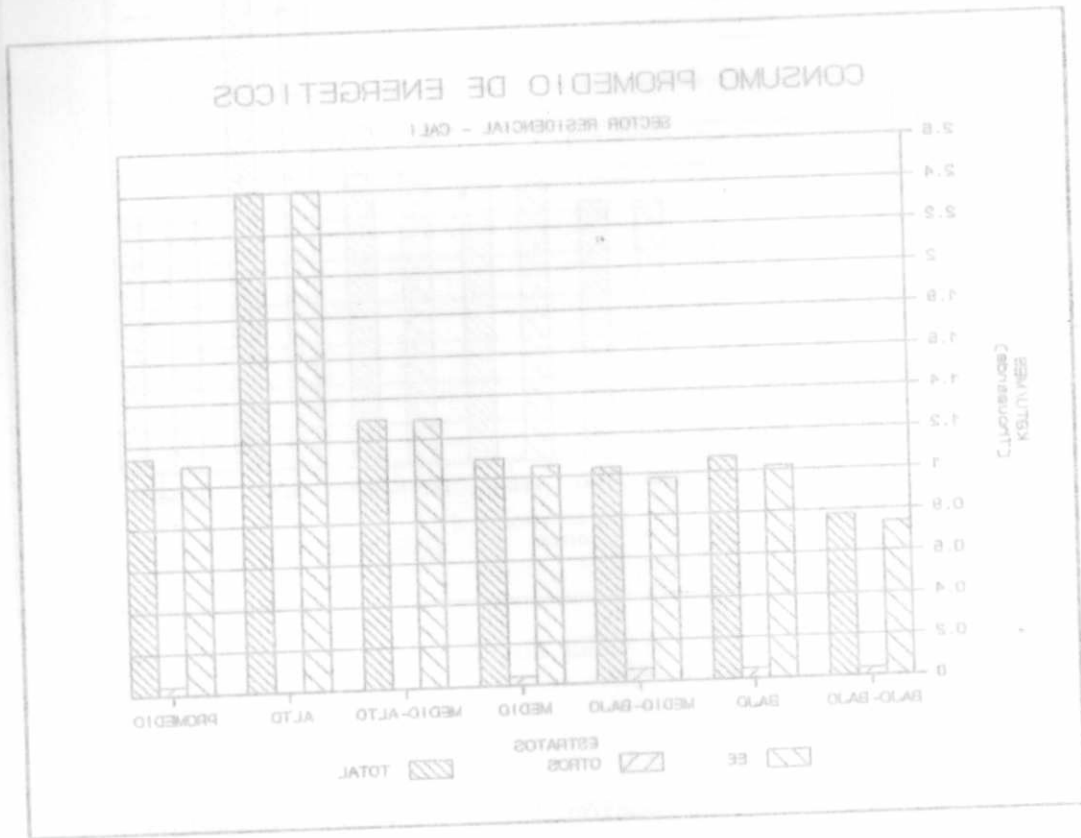


FIGURA No. 2-3

Cuadro No. 2-7: Cali. Distribución del consumo por energéticos

| ESTRATO | EE | GLP | GASOLINA BLANCA | KJ |
|----------|---------|-------|-----------------|-------|
| 1 | 95.16% | 3.52% | 0.00% | 1.31% |
| 2 | 95.30% | 3.45% | 0.11% | 1.13% |
| 3 | 94.01% | 4.87% | 0.17% | 1.15% |
| 4 | 98.08% | 2.11% | 0.36% | 0.84% |
| 5 | 98.78% | 0.24% | 0.00% | 0.00% |
| 6 | 100.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| PROMEDIO | 95.31% | 2.74% | 0.14% | 0.90% |

Fuente: Encuesta de Usos de Energéticos, Grupo RES, Diciembre 1991.

2.45 El detalle de la distribución de la canasta energética para Barranquilla, está presentado en el cuadro No. 2-8 y se ilustra en la figura No. 2-4 (consumo promedio mensual por hogar). En esta ciudad se cuenta con una oferta de gas natural desde hace varios años y se comercializa una cantidad importante de GLP, principalmente para el estrato bajo. Se observa que hay servicio de suministro de gas natural para todos los niveles de la población (con mayor intensidad de uso en los estratos 5 y 6 y bastante menor en 1 y 2) el cual es, con mínimas excepciones, destinado para la cocción. En el estrato 1, las personas que no tienen acceso a este tipo de combustible, lo suplen con GLP, que aparece con poca participación en los demás estratos. La encuesta confirmó consumos de gasolina y kerosene en proporciones menores. Merece especial atención el consumo registrado para la gasolina en el estrato 2. Este se explica por las deficiencias en la distribución del GLP en algunos sectores de la ciudad en donde se ubican viviendas de este estrato, el cual presenta el más variado uso de energéticos.

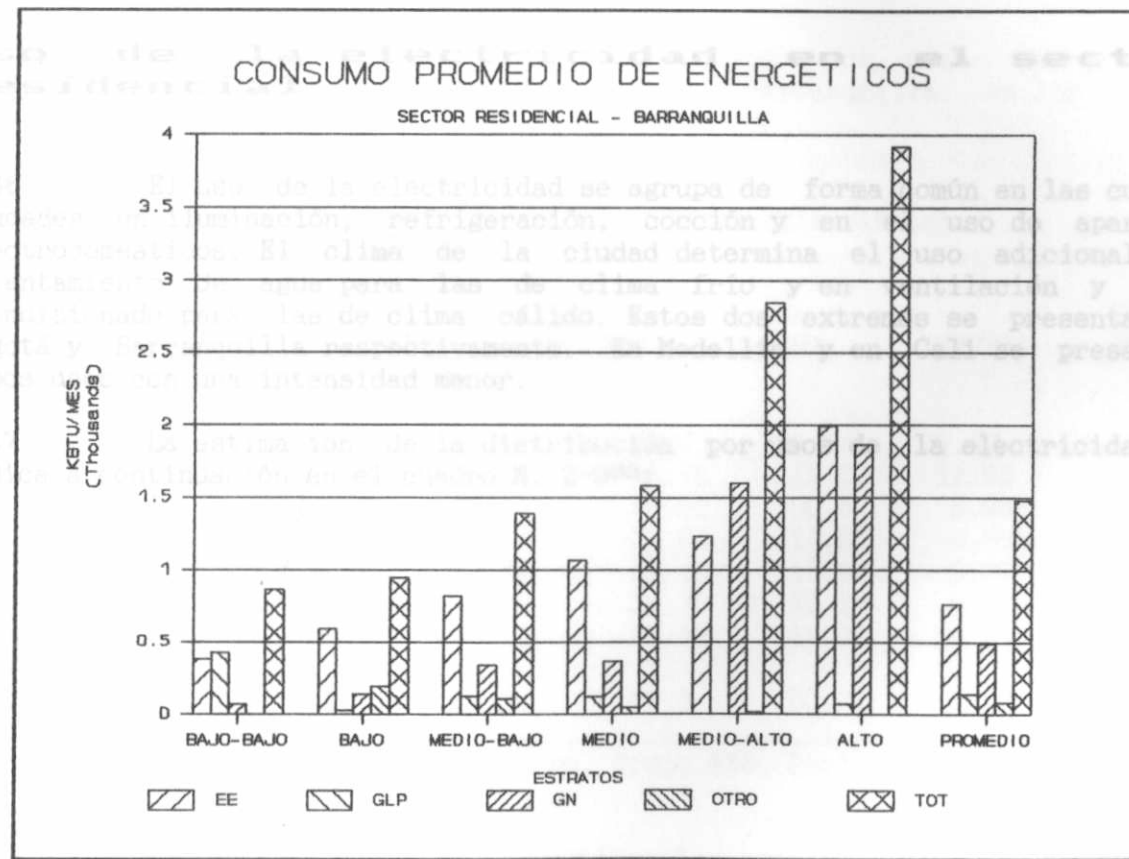


FIGURA No. 2-4

2.45 El detalle de la distribución de la canasta energética para Barranquilla, está presentado en el cuadro No. 2-8 y se ilustra en la figura No. 2-4 (consumo promedio mensual por hogar). En esta ciudad se cuenta con una oferta de gas natural desde hace varios años y se comercializa una cantidad importante de GLP, principalmente para el estrato bajo. Se observa que hay un servicio de suministro de gas natural para todos los niveles de la población (con mayor intensidad de uso en los estratos 5 y 6 y bastante menor en 1 y 2) el cual es, con mínimas excepciones, destinado para la cocción. En el estrato 1, las personas que no tienen acceso a este tipo de combustible, lo suplían con GLP, que aparece con poca participación en los demás estratos. La encuesta confirmó consumos de gasolina y kerosene en proporciones menores. Merece especial atención el consumo registrado para la gasolina en el estrato 2. Este se explica por las deficiencias en la distribución del GLP en algunos sectores de la ciudad en donde se ubican viviendas de este estrato, el cual presenta el más variado uso de energéticos.

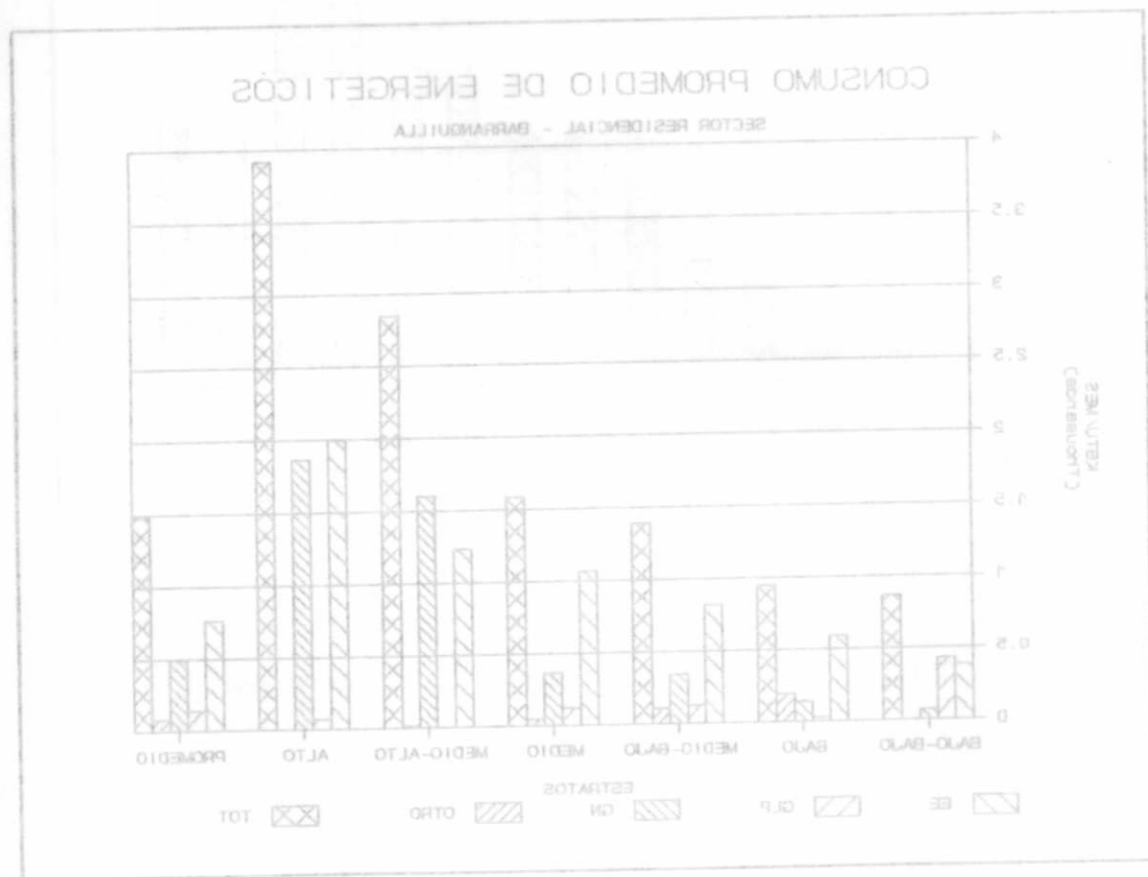


FIGURA No. 2-4

Cuadro No. 2-8: Barranquilla. Distribución del consumo por energéticos

| ESTRATO | EE | GLP | GN | CCLALI | B/KJ |
|----------|--------|--------|--------|--------|-------|
| 1 | 43.75% | 48.68% | 7.56% | 0.00% | 0.00% |
| 2 | 62.77% | 2.42% | 14.50% | 14.54% | 5.76% |
| 3 | 59.12% | 8.72% | 24.57% | 0.00% | 7.59% |
| 4 | 67.37% | 7.21% | 22.85% | 0.00% | 2.58% |
| 5 | 43.59% | 0.00% | 56.41% | 0.00% | 0.00% |
| 6 | 50.87% | 1.65% | 47.48% | 0.00% | 0.00% |
| PROMEDIO | 51.87% | 9.31% | 33.25% | 1.71% | 3.86% |

Fuente: Encuesta de Usos de Energéticos, Grupo EES, Diciembre 1991.

Fuente: Encuesta de Usos de Energéticos, Grupo EES, Diciembre 1991.

Uso de la electricidad en el sector residencial

2.46 El uso de la electricidad se agrupa de forma común en las cuatro ciudades en iluminación, refrigeración, cocción y en el uso de aparatos electrodomésticos. El clima de la ciudad determina el uso adicional en calentamiento de agua para las de clima frío y en ventilación y aire acondicionado para las de clima cálido. Estos dos extremos se presentan en Bogotá y Barranquilla respectivamente. En Medellín y en Cali se presentan ambos usos con una intensidad menor.

2.47 La estimación de la distribución por usos de la electricidad se indica a continuación en el cuadro N. 2-9:

| ESTRATO | EE | GLP | GN | CCLALI | B/KJ |
|----------|--------|--------|--------|--------|-------|
| 1 | 43.75% | 48.68% | 7.56% | 0.00% | 0.00% |
| 2 | 62.77% | 2.42% | 14.50% | 14.54% | 5.76% |
| 3 | 59.12% | 8.72% | 24.57% | 0.00% | 7.59% |
| 4 | 67.37% | 7.21% | 22.85% | 0.00% | 2.58% |
| 5 | 43.59% | 0.00% | 56.41% | 0.00% | 0.00% |
| 6 | 50.87% | 1.65% | 47.48% | 0.00% | 0.00% |
| PROMEDIO | 51.87% | 9.31% | 33.25% | 1.71% | 3.86% |

Fuente: Encuesta de Usos de Energéticos, Grupo EES, Diciembre 1991.

2.48 En el capital de la República la tercera parte de la energía eléctrica se genera por la cocción, cuya participación es mayor en los estratos bajos. En Barranquilla, se presenta el calentamiento de agua. Como se ha advertido en varias partes del informe, esta estimación basada en encuestas tiene varias fuentes de incertidumbre. En este caso, la mayor incertidumbre proviene de la estimación de los factores de carga y el tiempo de uso de los aparatos. Al comparar las cuatro ciudades debe tenerse en cuenta que los resultados provienen de encuestas diferentes, tanto en el cuestionario como en el enfoque y marco muestral, hechas en periodos diferentes, por entidades diferentes.

Cuadro No. 2-8: Barranquilla. Distribución del consumo por energéticos

| ESTRATO | ER | GLP | GN | CCL | KJ |
|----------|--------|--------|--------|--------|-------|
| 1 | 43.75% | 48.88% | 7.56% | 0.00% | 0.00% |
| 2 | 62.77% | 2.42% | 14.50% | 14.54% | 5.76% |
| 3 | 59.12% | 8.72% | 24.57% | 0.00% | 7.59% |
| 4 | 67.37% | 7.21% | 22.85% | 0.00% | 2.58% |
| 5 | 43.59% | 0.00% | 56.41% | 0.00% | 0.00% |
| 6 | 50.87% | 1.82% | 47.48% | 0.00% | 0.00% |
| PROMEDIO | 51.87% | 9.31% | 33.25% | 1.71% | 3.88% |

Fuente: Encuesta de Usos de Energéticos, Grupo EES, Diciembre 1991.

Uso de la electricidad en el sector residencial

2.48 El uso de la electricidad se agrupa de forma común en las cuatro ciudades en iluminación, refrigeración, cocción y en el uso de aparatos electrodomésticos. El clima de la ciudad determina el uso adicional en calentamiento de agua para las de clima frío y en ventilación y aire acondicionado para las de clima cálido. Estos dos extremos se presentan en Bogotá y Barranquilla respectivamente. En Medellín y en Cali se presentan ambos usos con una intensidad menor.

2.47 La estimación de la distribución por usos de la electricidad se indica a continuación en el cuadro N. 2-9as:

2.49 Como se ha advertido en varias partes del informe, esta estimación tiene varias fuentes de incertidumbre. En este caso, la mayor incertidumbre proviene de la estimación de los factores de carga y el tiempo de uso de los aparatos. Al comparar las cuatro ciudades debe tenerse en cuenta que los resultados provienen de encuestas diferentes, tanto en el cuestionario como en el estándar y marco muestral, hecho en períodos diferentes, por diferentes técnicas.

Cuadro No. 2-9: Distribución por usos de la electricidad en el Sector Residencial (Porcentaje)

| USO | BOGOTA | MEDELLIN | AGUA CALIENTE | CALI | B/QUILLA | TOTAL (KWH/A) |
|------------------------|--------|----------|---------------|-------|----------|---------------|
| ILUMINAC. | 20.3 | 10.4 | | 23.3 | 14.2 | |
| AIRE ACOND. | 0.0 | 0.0 | | 5.4 | 27.7 | |
| CALENTAM. AGUA | 22.1 | 13.6 | 1.73 | 4.1 | 1.0 | 256 |
| COCCION | 30.2 | 48.9 | 2.92 | 39.9 | 15.2 | 288 |
| REFRIG. | 19.1 | 21.6 | 9.24 | 27.3 | 33.9 | 363 |
| OTROS | 8.3 | 5.5 | 7.72 | 6.1 | 9.0 | 82 |
| CONSUMO MENSUAL | | | | 19.11 | 7.06 | 464 |
| PROMEDIO (KWH/usuario) | 313 | 362 | | 12.74 | 10.83 | 113 |

Fuente: Encuesta de Usos de Energéticos, Grupo EES, Diciembre 1991.

2.48 Para cada ciudad la distribución por usos se presenta consecutivamente para Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla, en los cuadros No. 2-10, 2-11, 2-12 y 2-13.

Cuadro No. 2-10: Bogotá. Distribución por usos energía eléctrica (Porcentaje)

| ESTRATO (KWH/usua) | ILUM | COCCION | AGUA CALENT. | NEVERA | TOTAL OTROS |
|---------------------------|-------|---------|--------------|--------|-------------|
| 1 | 27.49 | 28.09 | 3.47 | 20.54 | 20.40 |
| 2 | 29.88 | 23.38 | 15.75 | 19.03 | 11.96 |
| 3 | 24.76 | 23.26 | 12.52 | 30.51 | 8.95 |
| 4 | 19.02 | 34.55 | 26.04 | 13.89 | 6.50 |
| 5 | 15.44 | 33.59 | 32.18 | 13.69 | 5.09 |
| 6 | 14.57 | 37.79 | 31.70 | 10.23 | 5.71 |
| PROMEDIO | 20.34 | 30.22 | 22.12 | 19.06 | 8.25 |
| CONSUMO/MES (KWH/usuario) | 63.8 | 94.7 | 69.3 | 59.7 | 25.9 |

Fuente: Encuesta de Usos de Energéticos, Grupo EES, Diciembre 1991.

2.49 En la capital de la República la tercera parte de la energía eléctrica es consumida por la cocción, cuya participación es mayor en los estratos altos. Seguidamente, se presenta el calentamiento de agua (participación creciente con el estrato), la iluminación (participación decreciente con el estrato) y la refrigeración, en magnitudes similares.

Fuente: Encuesta de Usos de Energéticos, Grupo EES, Diciembre 1991.

Cuadro No. 2-8: Distribución por usos de la electricidad en el Sector Residencial (Porcentaje)

| USO | BOGOTÁ | MEDALLÍN | CALI | BARRANQUILLA |
|--|--------|----------|------|--------------|
| ILUMINAC. | 20.3 | 10.4 | 23.3 | 14.2 |
| AIRE ACOND. | 0.0 | 0.0 | 5.4 | 27.7 |
| CALENTAM. AGUA | 22.1 | 13.8 | 4.1 | 0.0 |
| COCCION | 30.2 | 48.9 | 39.9 | 15.2 |
| REFRIG. | 19.1 | 21.8 | 27.3 | 33.9 |
| OTROS | 8.3 | 5.5 | 6.1 | 9.0 |
| CONSUMO MENSUAL PROMEDIO (KWH/usuario) | 313 | 362 | 322 | 225 |

Fuente: Encuesta de Usos de Energéticos, Grupo EES, Diciembre 1991.

Para cada ciudad la distribución por usos se presenta consecutivamente para Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla, en los cuadros No. 2-10, 2-11, 2-12 y 2-13.

Cuadro No. 2-10: Bogotá. Distribución por usos energía eléctrica (Porcentaje)

| ESTRATO (KWH/usuario) | ILUM | COCCION | AGUA CALIENTE | NEVERA | TOTAL OTROS |
|-------------------------------------|-------|---------|---------------|--------|-------------|
| 1 | 27.49 | 28.08 | 3.47 | 20.54 | 20.40 |
| 2 | 29.88 | 23.38 | 15.75 | 19.03 | 11.96 |
| 3 | 24.78 | 23.28 | 12.52 | 30.51 | 8.95 |
| 4 | 19.02 | 34.55 | 26.04 | 13.89 | 6.50 |
| 5 | 15.44 | 33.59 | 32.18 | 13.69 | 5.09 |
| 6 | 14.57 | 37.79 | 31.70 | 10.23 | 5.71 |
| PROMEDIO | 20.34 | 30.22 | 22.12 | 19.08 | 8.25 |
| CONSUMO MENS PROMEDIO (KWH/usuario) | 63.8 | 94.7 | 89.3 | 59.7 | 25.9 |

Fuente: Encuesta de Usos de Energéticos, Grupo EES, Diciembre 1991. Número de usuarios:

En la capital de la República la tercera parte de la energía eléctrica es consumida por la cocción, cuya participación es mayor en los estratos altos. Seguidamente, se presenta el calentamiento de agua (participación creciente con el estrato), la iluminación (participación decreciente con el estrato) y la refrigeración, en magnitudes similares.

Cuadro No. 2-11: Medellín. Distribución por usos energía eléctrica (Porcentaje)

| ESTRATO | ILUM | COCCION | AGUA CALIENTE | NEVERA | OTROS | TOTAL (KWH/u) |
|--------------------------------|-------|---------|---------------|--------|-------|---------------|
| 1 | 10.63 | 65.18 | 1.73 | 21.12 | 1.35 | 255 |
| 2 | 10.76 | 61.32 | 2.92 | 22.61 | 6.39 | 293 |
| 3 | 9.84 | 51.89 | 9.24 | 22.64 | 6.39 | 363 |
| 4 | 10.58 | 37.37 | 23.72 | 22.10 | 6.23 | 392 |
| 5 | 11.15 | 32.59 | 30.09 | 19.11 | 7.06 | 483 |
| 6 | 10.31 | 28.75 | 37.87 | 12.74 | 10.33 | 713 |
| PROMEDIO | 10.38 | 48.87 | 13.64 | 21.59 | 5.53 | |
| CONSUMO PROM/MES (KWH/usuario) | 37.5 | 176.7 | 49.3 | 78.1 | 20.0 | 361.7 |

Fuente: Encuesta de Usos de Energéticos, Grupo EES, Diciembre 1991.

En Medellín cerca del 50% de la electricidad es utilizada en cocción, con un peso mayor en los estratos bajos. EL 20% en refrigeración, el 10% en iluminación y el 14.3% en calentamiento de agua. Los estratos altos (4, 5 y 6), registran un significativo consumo en agua caliente, en contraste con la baja participación de este uso en los estratos bajos.

Cuadro No. 2-12: Cali. Distribución por usos energía eléctrica (Porcentaje)

| ESTRATO | ILUM | COCCION | AGUA CALIENTE | NEVERA | AMBIENTE | OTROS | TOTAL (KWH/U) |
|--------------------------------|-------|---------|---------------|--------|----------|-------|---------------|
| 1 | 10.23 | 49.70 | 0.00 | 26.08 | 7.67 | 6.33 | 217.1 |
| 2 | 10.12 | 45.23 | 0.23 | 29.50 | 8.73 | 6.20 | 298.9 |
| 3 | 11.05 | 40.94 | 0.87 | 31.11 | 8.69 | 7.32 | 285.6 |
| 4 | 11.91 | 47.59 | 0.81 | 26.22 | 14.54 | 8.94 | 301.7 |
| 5 | 10.44 | 32.89 | 5.86 | 25.85 | 18.37 | 6.59 | 379.1 |
| 6 | 8.04 | 37.29 | 16.84 | 17.50 | 16.65 | 3.69 | 705.8 |
| PROM | 10.32 | 40.59 | 3.21 | 27.69 | 11.72 | 6.48 | |
| CONSUMO PROM/MES (KWH/usuario) | 33.2 | 130.5 | 10.3 | 89.1 | 37.7 | 20.8 | 321.6 |

Fuente: Encuesta de Usos de Energéticos, Grupo EES, Diciembre 1991.

2.51 La ciudad de Cali destina el 40% para la preparación de alimentos y algo mas de una cuarta parte es usada en refrigeración. El uso de equipos para el acondicionamiento de aire es bajo en los estratos 1, 2 y 3, pero creciente, alcanzando un nivel importante en los estratos altos. El calentamiento de agua se presenta en forma limitada en los tres estratos altos y es reducido o nulo en los bajos. La iluminación participa con el 10%.

Cuadro No. 2-13: Barranquilla. Distribución por usos energía eléctrica (Porcentaje)

| ESTRATO | ILUM | COCCION | ACONDIC AMBIENTE | NEVERA | OTROS | TOTAL (KWH/u) |
|--------------------------------|-------|---------|------------------|--------|-------|---------------|
| 1 | 17.26 | 10.82 | 10.00 | 50.47 | 11.46 | 111.1 |
| 2 | 17.82 | 23.30 | 18.23 | 32.60 | 8.06 | 173.4 |
| 3 | 11.62 | 5.93 | 32.80 | 41.46 | 8.18 | 240.9 |
| 4 | 13.07 | 15.91 | 31.29 | 32.84 | 6.89 | 312.2 |
| 5 | 12.43 | 5.16 | 44.87 | 28.22 | 9.31 | 361.9 |
| 6 | 11.24 | 20.53 | 35.85 | 20.74 | 11.63 | 584.8 |
| PROMEDIO | 14.19 | 15.23 | 27.68 | 33.92 | 8.98 | |
| CONSUMO PROM/MES (KWH/usuario) | 32.0 | 34.3 | 62.4 | 76.4 | 20.2 | 225.3 |

Fuente: Encuesta de Usos de Energéticos, Grupo EES, Diciembre 1991.

2.52 En Barranquilla, por la disponibilidad de gas natural, se disminuye la participación de electricidad en la cocción a un nivel de sólo el 15% (la participación por estrato no tiene un patrón preciso por la forma en que están distribuidas las redes de gas natural en los barrios). En cambio hay un uso intensivo de los refrigeradores (34%) y de las unidades de ventilación y aire acondicionado (28%). La iluminación participa con el 14%.

2.53 Los consumos con mayor potencial de ahorro, ordenados en términos de la magnitud del consumo, se presentan de la siguiente forma:

- Bogotá:** Cocción, calentamiento de agua, iluminación y refrigeración.
- Medellín:** Cocción, Refrigeración y calentamiento de agua.
- Cali:** Cocción, Refrigeración e iluminación.
- Barranquilla:** Refrigeración y aire acondicionado.

2.54 Esta clasificación está basada en la magnitudes del consumo, sin tener en cuenta la eficiencia de los equipos y los hábitos de consumo. En el capítulo V se hará un análisis más completo, involucrando las posibilidades de mejorar esas variables, lo cual dará un enfoque mas completo. No obstante, en este punto es pertinente comentar que en iluminación, aun considerando que las luminarias que se emplean son mayoritariamente incandescentes, de menor rendimiento lumínico si se las compara con las fluorescentes, las opciones que

Cuadro No. 2-11: Medellín. Distribución por usos energía eléctrica (Porcentaje)

| ESTRATO | ILUM | COCCION | AGUA CALIENTE | NEVERA | OTROS | TOTAL (KWH/u) |
|--------------------------------|-------|---------|---------------|--------|-------|---------------|
| 1 | 10.83 | 65.18 | 1.73 | 21.12 | 1.35 | 255 |
| 2 | 10.76 | 61.32 | 2.92 | 22.81 | 6.39 | 293 |
| 3 | 9.84 | 51.89 | 9.24 | 22.84 | 6.39 | 303 |
| 4 | 10.58 | 37.37 | 23.72 | 22.10 | 6.23 | 302 |
| 5 | 11.15 | 32.59 | 30.09 | 19.11 | 7.08 | 483 |
| 6 | 10.31 | 28.72 | 37.87 | 12.74 | 10.33 | 473 |
| PROMEDIO | 10.38 | 48.87 | 13.64 | 21.59 | 5.23 | |
| CONSUMO PROM/MES (KWH/usuario) | 37.5 | 176.7 | 49.3 | 78.1 | 20.0 | 361.7 |

Fuente: Encuesta de Usos de Energéticos, Grupo EES, Diciembre 1991.

2.50 En Medellín cerca del 50% de la electricidad es utilizada en cocción, con un peso mayor en los estratos bajos. El 20% en refrigeración, el 10% en iluminación y el 14.3% en calentamiento de agua. Los estratos altos (4, 5 y 6), registran un significativo consumo en agua caliente, en contraste con la baja participación de este uso en los estratos bajos.

Cuadro No. 2-12: Cali. Distribución por usos energía eléctrica (Porcentaje)

| ESTRATO | ILUM | COCCION | AGUA CALIENTE | NEVERA | ACOND. AMBIENTE | OTROS | TOTAL (KWH/u) |
|--------------------------------|-------|---------|---------------|--------|-----------------|-------|---------------|
| 1 | 10.23 | 49.70 | 0.00 | 26.08 | 7.87 | 6.33 | 217.1 |
| 2 | 10.12 | 42.23 | 0.23 | 29.50 | 8.73 | 6.20 | 298.9 |
| 3 | 11.05 | 40.94 | 0.87 | 31.11 | 8.69 | 7.32 | 285.6 |
| 4 | 11.91 | 47.59 | 0.81 | 26.22 | 14.54 | 8.94 | 301.7 |
| 5 | 10.44 | 32.89 | 5.86 | 25.85 | 18.37 | 6.59 | 379.1 |
| 6 | 8.04 | 37.29 | 16.84 | 17.50 | 16.65 | 3.69 | 405.8 |
| PROM | 10.32 | 40.59 | 3.21 | 27.69 | 11.72 | 6.48 | |
| CONSUMO PROM/MES (KWH/usuario) | 33.2 | 130.5 | 10.3 | 89.1 | 37.7 | 20.8 | 321.6 |

Fuente: Encuesta de Usos de Energéticos, Grupo EES, Diciembre 1991.

2.51 La ciudad de Cali destina el 40% para la preparación de alimentos y algo más de una cuarta parte es usada en refrigeración. El uso de equipos para el acondicionamiento de aire es bajo en los estratos 1, 2 y 3, pero creciente, alcanzando un nivel importante en los estratos altos. El calentamiento de agua se presenta en forma limitada en los tres estratos altos y es reducido o nulo en los bajos. La iluminación participa con el 10%.

Cuadro No. 2-13: Barranquilla. Distribución por usos energía eléctrica (Porcentajes)

| TOTAL (KWH/a) | OTROS | NEVERA | AMBIENTE ACONDICIONADO | COCCION | ILUM | ESTRATO |
|---------------|-------|--------|------------------------|---------|-------|------------------------------------|
| 111.1 | 11.46 | 50.47 | 10.00 | 10.82 | 17.26 | 1 |
| 173.4 | 8.06 | 32.60 | 18.23 | 23.30 | 17.82 | 2 |
| 240.9 | 8.18 | 41.48 | 32.80 | 2.93 | 11.82 | 3 |
| 312.2 | 6.89 | 32.84 | 31.29 | 15.91 | 13.07 | 4 |
| 361.9 | 9.31 | 28.22 | 44.87 | 2.16 | 12.43 | 5 |
| 584.8 | 11.63 | 20.74 | 36.86 | 20.23 | 11.24 | 6 |
| | 8.98 | 33.92 | 27.68 | 15.23 | 14.19 | PROMEDIO |
| 225.3 | 20.2 | 78.4 | 62.4 | 34.3 | 32.0 | CONSUMO PROMEDIO (KWH/apartamento) |

Fuente: Encuesta de Usos de Energéticos. Grupo RES, Diciembre 1991.

2.52 En Barranquilla, por la disponibilidad de gas natural, se disminuye la participación de electricidad en la cocción a un nivel de sólo el 10% (la participación por estrato no tiene un patrón preciso por la forma en que están distribuidas las redes de gas natural en los barrios). En cambio hay un mantenimiento de los refrigeradores (34%) y de las unidades de ventilación y aire acondicionado (28%). La iluminación participa con el 14%.

2.53 Los consumos con mayor potencial de ahorro, ordenados en términos de la magnitud del consumo, se presentan de la siguiente forma:

Bogotá: Cocción, calentamiento de agua, iluminación y refrigeración.
Medellín: Cocción, Refrigeración y calentamiento de agua.
Cali: Cocción, Refrigeración e iluminación.
Barranquilla: Refrigeración y aire acondicionado.

2.54 Esta clasificación está basada en la magnitud del consumo, sin tener en cuenta la eficiencia de los equipos y los hábitos de consumo. En el capítulo V se hará un análisis más completo, involucrando las posibilidades de mejorar esas variables. Lo cual dará un enfoque más completo. No obstante, en este punto es pertinente comentar que en iluminación, al considerar que las lámparas que se emplean son mayoritariamente incandescentes, de menor rendimiento lumínico si se las compara con las fluorescentes, las opciones que

se vislumbran para sustituirlas en los hogares tienen barreras asociadas con las preferencias de iluminación³⁴ (solo en baños, cocinas y pasillos habría alguna posibilidad de sustitución inmediata y ya en las nuevas viviendas se está haciendo) y el potencial de ahorro podría quedar limitado al cambio de bombillos de menor voltaje. Por la dificultad de evaluar en esta etapa esas variables, no se incluirá esta opción en los programas propuestos para conservación de electricidad.

2.55 La cocción y la refrigeración, por su presencia en todas las ciudades, presentan el mayor potencial de ahorro en los hogares. En aire acondicionado, las opciones de conservación se circunscriben a Barranquilla, con muy poco impacto en Cali e inexistente en Medellín y Bogotá y el calentamiento de agua solo se aplica en Bogotá y Medellín.

2.4.3 Sectores Comercial y Oficial

2.56 En el total nacional, el sector comercial consumió el 10% de la energía eléctrica facturada en 1989. La canasta energética del sector la componen la energía eléctrica (EE), el GN, el crudo de castilla (CDC), el GLP, el querosene (KJ), el diesel oil (DO), el fuel oil (FO), el carbón vegetal (CV), la leña (LE) y el cocinol o gasolina (CCL), de los cuales la energía eléctrica da cuenta del 65% del total nacional del consumo del comercio. En este sector, existen dos tendencias: en el comercio al por mayor y al por menor, es decir en tiendas y centros comerciales, donde el consumo de energía eléctrica es importante, dentro de una canasta con otros energéticos. En los restaurantes y hoteles se consumen en cantidades importantes los otros energéticos para la cocción, calentamiento de agua, producción de vapor (calderas) y autogeneración.

2.57 En 1989 el sector oficial, sin contabilizar el alumbrado público, consumió el 6.7% de la energía eléctrica del país. El consumo de energía eléctrica es mayoritario en el consumo total de energía del sector, debido a su uso en oficinas del gobierno.

2.58 La participación de otros combustibles líquidos derivados del petróleo, para la alimentación de calderas, aparece en los hoteles en el sector privado y en los hospitales del sector oficial. Algunos pequeños negocios también utilizan calderas para sus actividades, como son los restaurantes y las lavanderías. Otro uso en el que se emplean estos combustibles es el de autogeneración. Por esta razón, los combustibles

34/ En la encuesta de opinión se preguntó al usuario sobre la disponibilidad a cambiar bombillos incandescentes por lámparas fluorescentes. El 34% de la población está dispuesta a hacer el cambio, mientras que el 64.7% manifiesta su negativa y el 1.3% no contestó. Se encontraron cuatro razones básicas por las cuales los usuarios no están dispuestos a hacer el cambio, a saber: porque se considera que no es necesario (es la razón más poderosa), mayor costo y mayor consumo de energía, alteración de la estética (las razones de estética alcanzan el mayor promedio en los estratos 4, 5 y 6) y salud ocular.

se vislumbran para sustituirlas en los hogares tienen barreras asociadas con las preferencias de iluminación* (solo en baños, cocinas y pasillos habrá alguna posibilidad de sustitución inmediata y ya en las nuevas viviendas se está haciendo) y el potencial de ahorro podría quedar limitado al cambio de bombillas de menor voltaje. Por la dificultad de evaluar en esta etapa esas variables, no se incluirá esta opción en los programas propuestos para conservación de electricidad.

2.55 La cocción y la refrigeración, por su presencia en todas las ciudades, presentan el mayor potencial de ahorro en los hogares. En aire acondicionado, las opciones de conservación se circunscriben a Barranquilla, con muy poco impacto en Cali e inexistente en Medellín y Bogotá y el calentamiento de agua solo se aplica en Bogotá y Medellín.

2.4.3 Sectores Comercial y Oficial

2.56 En el total nacional, el sector comercial consumió el 10% de la energía eléctrica facturada en 1989. La canasta energética del sector la componen la energía eléctrica (EE), el GN, el crudo de caatilla (CDC), el GLP, el querosene (KJ), el diesel oil (DO), el fuel oil (FO), el carbón vegetal (CV), la leña (LR) y el coque o gasolina (CCL), de los cuales la energía eléctrica da cuenta del 65% del total nacional del consumo del comercio. En este sector, existen dos tendencias: en el comercio al por mayor y al por menor, es decir en tiendas y centros comerciales, donde el consumo de energía eléctrica es importante, dentro de una canasta con otros energéticos. En los restaurantes y hoteles se consumen en cantidades importantes los otros energéticos para la cocción, calentamiento de agua, producción de vapor (calderas) y autogeneración.

2.57 En 1989 el sector oficial, sin contabilizar el alumbrado público, consumió el 8.7% de la energía eléctrica del país. El consumo de energía eléctrica es mayoritario en el consumo total de energía del sector, debido a su uso en oficinas del gobierno.

2.58 La participación de otros combustibles líquidos derivados del petróleo, para la alimentación de calderas, aparece en los hoteles en el sector privado y en los hospitales del sector oficial. Algunos pequeños negocios también utilizan calderas para sus actividades, como son los restaurantes y las lavanderías. Otro uso en el que se emplean estos combustibles es el de autogeneración. Por esta razón, los combustibles

* En la encuesta de opinión se preguntó al usuario sobre la disponibilidad a cambiar bombillas incandescentes por lámparas fluorescentes. El 34% de la población está dispuesta a hacer el cambio, mientras que el 64% manifiesta su negativa y el 1.3% no contestó. Se encontraron cuatro razones básicas por las cuales los usuarios no están dispuestos a hacer el cambio, a saber: porque se considera que no es necesario (es la razón más frecuente), menor costo y mayor consumo de energía, atracción de la estética (las razones de estética tienen el mayor peso en los estratos A, B y C) y salud ocular.

líquidos y el GN en Barranquilla tienen importancia en la canasta de energéticos usados y, en consecuencia, merecen ser tenidos en cuenta en un programa de eficiencia energética en esos establecimientos específicos.

Cuadro 2-14: Estimaciones de la distribución del consumo de los energéticos en los sectores comercial y oficial³⁵. (porcentajes)

| | COMERCIO | HOTELES Y RESTAURANTES | OFICIAL |
|----------------------|----------|------------------------|---------|
| BOGOTÁ: | | | |
| EE | 67.3 | 35.9 | 78.4 |
| GLP | 4.2 | 43.4 | 1.4 |
| GN | 0.1 | 0.2 | 0.0 |
| DO | 3.6 | 6.4 | 10.7 |
| FO | 24.7 | 0.0 | 4.3 |
| KJ | 0.0 | 0.6 | 3.5 |
| CV+LE | 0.0 | 13.5 | 0.0 |
| CCL | 0.2 | 0.0 | 1.6 |
| MEDELLÍN: | | | |
| EE | 19.5 | 19.5 | 69.2 |
| GLP | 31.4 | 18.0 | 20.1 |
| DO | 25.6 | 21.8 | 7.9 |
| CDC | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| KJ | 23.3 | 0.0 | 0.0 |
| CV | 0.0 | 0.2 | 0.0 |
| CCL | 0.0 | 40.5 | 2.8 |
| BARRANQUILLA: | | | |
| EE | 1.3 | 52.2 | 96.6 |
| GLP | 0.0 | 0.0 | 0.2 |
| GN | 98.6 | 45.6 | 1.4 |
| DO | 0.2 | 0.7 | 1.5 |
| CCL | 0.0 | 1.6 | 0.2 |

Fuente: Encuesta de Usos de Energéticos, Grupo EES, Diciembre 1991. En cada ciudad, las columnas suman aproximadamente 100%. CCL=COCINOL+GASOLINA MOTOR (no se pueden diferenciar)

³⁵ Estos porcentajes corresponden a los datos MUESTRALES (NO EXPANDIDOS) de las COMPRAS reportadas por los establecimientos encuestados (anexo D). Estos datos están sesgados hacia los establecimientos grandes o a grandes consumidores de los sectores analizados y tienen la virtud de representar la tendencia de aquellos establecimientos donde sería más fácil incorporar políticas de eficiencia energética. Por tal razón, no se pretende que sean los porcentajes correspondientes al universo. Debe tenerse en cuenta que este proyecto no pretende solucionar problemas y vacíos estadísticos del país, sino abordar la problemática de la eficiencia energética. También debe recordarse que las encuestas de las tres ciudades son diferentes y que eso dificulta la comparación de resultados.

líquidos y el GN en Barranquilla tienen importancia en la canasta de energéticos usados y, en consecuencia, merecen ser tenidos en cuenta en un programa de eficiencia energética en esos establecimientos específicos.

Cuadro 2-14: Estimaciones de la distribución del consumo de los energéticos en los sectores comercial y oficiales (porcentajes)

| | BOGOTÁ | | | MEDELLÍN | | | BARRANQUILLA | | |
|-------|----------|----------------------|---------|----------|----------------------|---------|--------------|----------------------|---------|
| | COMERCIO | HOTEL Y RESTAURANTES | OFICIAL | COMERCIO | HOTEL Y RESTAURANTES | OFICIAL | COMERCIO | HOTEL Y RESTAURANTES | OFICIAL |
| EE | 67.3 | 38.9 | 78.4 | 19.5 | 19.5 | 89.2 | 1.3 | 52.2 | 98.6 |
| GLP | 4.2 | 43.4 | 1.4 | 31.4 | 18.0 | 20.1 | 0.0 | 0.0 | 0.2 |
| GN | 0.1 | 0.2 | 0.0 | 25.6 | 21.8 | 7.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| DO | 3.8 | 8.4 | 10.7 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| FO | 24.7 | 0.0 | 4.3 | 23.3 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| KJ | 0.0 | 0.8 | 3.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 |
| CV+LE | 0.0 | 13.5 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| CCL | 0.2 | 0.0 | 1.8 | 0.0 | 40.5 | 2.8 | 0.0 | 0.0 | 0.2 |

Fuente: Encuesta de Usos de Energéticos, Grupo EES, Diciembre 1991. En cada ciudad, las columnas suman aproximadamente 100%. CCL=COCCION+GASOLINA MOTOR (no se pueden diferenciar)

Estos porcentajes corresponden a los datos muestrales (no expansionados) de las compras reportadas por los establecimientos encuestados (anexo D). Estos datos están sesgados hacia los establecimientos grandes y grandes consumidores de los sectores analizados y tienen la virtud de representar la tendencia de aquellos establecimientos donde se ha incorporado políticas de eficiencia energética. Por tal razón, no se pretende que sean los porcentajes correspondientes al universo. Debe tenerse en cuenta que este proyecto no pretende solucionar problemas y datos estadísticos del país, sino abordar la problemática de la eficiencia energética. También cabe resaltar que las encuestas de las tres ciudades son diferentes y que eso dificulta la comparación de resultados.

Uso de Electricidad en los sectores comercial y público

Los cuadros No. 2-15, 2-16 y 2-17 presentan de manera discriminada la distribución del uso de electricidad para los sectores comercial, restaurantes y hoteles y oficial, respectivamente (a falta de información para Cali, se han asimilado los datos de Barranquilla a esa ciudad, aunque es evidente que hay diferencias). En los recintos comerciales y oficiales se consume la energía eléctrica para iluminación, ventilación y/o aire acondicionado, bombeo de agua, y transporte vertical (ascensores y escaleras) principalmente. En hoteles y restaurantes el consumo de electricidad se presenta para los mismos casos que para el sector comercial aludido y para refrigeración y, limitadamente, para cocción.

En las tiendas y supermercados³⁶, la refrigeración demanda casi el 40% del consumo de electricidad en Bogotá y tiene importancia menor en las otras dos ciudades. El aire acondicionado es importante en Barranquilla (más del 45%) y Medellín (35%). El alumbrado es importante en todas las ciudades, principalmente en Bogotá (22.5%). A la operación de sistemas de transporte vertical (ascensores, montacargas y escaleras mecánicas), así como para la de las bombas de sistemas de agua y protección contra incendios, se destina cerca del 30% en todas las ciudades. Este porcentaje es importante, pero se presenta en consumos para operar los equipos electromecánicos y electrónicos en los cuales el potencial de ahorro, si bien existe, es difícil de propiciar por la diversidad de aparatos que implica.

An el sector público, existen consumos importantes en aire acondicionado en Barranquilla y Medellín y de iluminación en todas las ciudades. En Barranquilla se registra un consumo elevado por la distribución de agua potable. En Bogotá, como en las otras ciudades, se debe hacer un estudio de gran parte de sus aguas negras que debe hacerse por bombeo, cosa que ocurre de manera reducida en las otras ciudades. En Medellín hay un consumo importante de agua caliente.

Cuadro 2-15: Estimación de la distribución por usos de la energía eléctrica en el comercio (porcentajes)

| USO | BOGOTÁ | MEDELLÍN | BARRANQUILLA |
|--------------|--------|----------|--------------|
| ILUMINAC | 22.5 | 11.7 | 15.9 |
| AIRE ACOND. | 1.6 | 35.0 | 45.6 |
| CALENT. AGUA | 1.5 | 3.6 | 0.0 |
| COCCION | 3.3 | 2.6 | 0.3 |
| REFRIG. | 38.9 | 14.4 | 13.0 |
| OTROS | 32.2 | 32.7 | 25.2 |
| TOTAL | 100.0 | 100.0 | 100.0 |

Fuente: Encuesta de Usos de Energéticos, Grupo EES, Diciembre 1991

36/ En la muestra hay una presencia importante de supermercados.

Uso de Electricidad en los sectores comercial y público

Los cuadros No. 2-15, 2-16 y 2-17 presentan de manera discriminada la distribución del uso de electricidad para los sectores comercial, restaurantes y hoteles y oficial, respectivamente (a falta de información para Cali, se han asumido los datos de Barranquilla a esa ciudad, aunque es evidente que hay diferencias). En los recintos comerciales y oficinas se consume la energía eléctrica para iluminación, ventilación y/o aire acondicionado, bombas de agua, y transporte vertical (ascensores y escaleras) principalmente. En hoteles y restaurantes el consumo de electricidad se presenta para los mismos casos que para el sector comercial, y para refrigeración y, limitadamente, para cocción.

En las tiendas y supermercados, la refrigeración demanda casi el 40% del consumo de electricidad en Bogotá y tiene importancia menor en las otras ciudades. El aire acondicionado es importante en Barranquilla (más del 45% y Medellín (35%). El alumbrado es importante en todas las ciudades, principalmente en Bogotá (22.5%). A la operación de sistemas de transporte vertical (ascensores, montacargas y escaleras mecánicas), así como para la las bombas de sistemas de agua y protección contra incendios, se destinan cerca del 30% en todas las ciudades. Este porcentaje es importante, pero se presenta en consumos para operar los equipos electromecánicos y electrónicos en los cuales el potencial de ahorro, si bien existe, es difícil de precisar por la diversidad de aparatos que implica.

Cuadro 2-15: Estimación de la distribución por usos de la energía eléctrica en el comercio (porcentajes)

| USO | BOGOTÁ | MEDÉLLIN | BARRANQUILLA |
|--------------|--------|----------|--------------|
| ILUMINAC | 22.5 | 11.7 | 15.9 |
| AIRE ACOND. | 1.8 | 35.0 | 46.8 |
| CALENT. AGUA | 1.5 | 3.6 | 0.0 |
| COCCION | 3.3 | 2.8 | 0.3 |
| REFRIG. | 38.9 | 14.4 | 13.0 |
| OTROS | 32.2 | 32.7 | 25.2 |
| TOTAL | 100.0 | 100.0 | 100.0 |

Fuente: Encuesta de Usos de Energéticos, Grupo EES, Diciembre 1991

En la muestra hay una presencia importante de supermercados.

2.61 En hoteles y restaurantes, la iluminación y la refrigeración son importantes en las tres ciudades, aunque no mayoritarios. En Medellín reviste especial importancia el calentamiento de agua, con un 35% del consumo, y en Barranquilla el aire acondicionado, con 40%. La cocción también tiene importancia en Medellín y en Bogotá. Los usos electromecánicos y electrónicos en hoteles (ventilación, bombeo de agua, ascensores, etc) son más importantes en Bogotá, aunque con pocas alternativas de incremento de la eficiencia.

Cuadro No. 2-16: Distribución por usos del consumo de la energía eléctrica hoteles y restaurantes (porcentajes)

| USO | BOGOTÁ | MEDÉLLIN | BARRANQUILLA |
|--------------|--------|----------|--------------|
| ILUMINAC | 13.6 | 15.3 | 19.3 |
| AIRE ACOND. | 1.6 | 15.9 | 39.7 |
| CALENT. AGUA | 3.2 | 34.8 | 0.0 |
| COCCION | 12.5 | 15.1 | 2.5 |
| REFRIG. | 24.4 | 15.6 | 18.1 |
| OTROS | 44.7 | 3.3 | 20.4 |
| TOTAL | 100.0 | 100.0 | 100.0 |

Fuente: Encuesta de Usos de Energéticos, Grupo EES, Diciembre 1991

2.62 En el sector público, existen consumos importantes en aire acondicionado en Barranquilla y Medellín y de iluminación en todas las ciudades, especialmente en Bogotá (oficinas del gobierno). En Barranquilla se registra un importante consumo en "otros", motivado por la distribución de agua potable y la evacuación de gran parte de sus aguas negras que debe hacerse por bombeo, cosa que ocurre de manera reducida en las otras ciudades. En Medellín hay un consumo importante de agua caliente.

Cuadro No. 2-17: Distribución por usos del consumo de la energía eléctrica en el sector público (porcentajes)

| USO | BOGOTÁ | MEDÉLLIN | BARRANQUILLA |
|--------------|--------|----------|--------------|
| ILUMINAC | 49.3 | 20.5 | 7.5 |
| AIRE ACOND. | 5.6 | 21.2 | 34.7 |
| CALENT. AGUA | 5.0 | 22.1 | 0.0 |
| COCCION | 0.8 | 4.0 | 0.5 |
| REFRIG. | 7.1 | 2.5 | 1.0 |
| OTROS | 32.2 | 29.7 | 56.3 |
| TOTAL | 100.0 | 100.0 | 100.0 |

Fuente: Encuesta de Usos de Energéticos, Grupo EES, Diciembre 1991

2.61 En hoteles y restaurantes, la iluminación y la refrigeración son importantes en las tres ciudades, aunque no mayoritarias. En Medellín reviste especial importancia el calentamiento de agua, con un 35% del consumo, y en Barranquilla el aire acondicionado, con 40%. La cocina también tiene importancia en Medellín y en Bogotá. Los usos electromecánicos y electrónicos en hoteles (ventilación, bombas de agua, ascensores, etc) son más importantes en Bogotá, aunque con pocas alternativas de incremento de la eficiencia.

Cuadro No. 2-16: Distribución por usos del consumo de la energía eléctrica hoteles y restaurantes (porcentajes)

| USO | BOGOTÁ | MEDÉLLIN | BARANGUILLA |
|--------------|--------|----------|-------------|
| ILUMINAC | 13.8 | 15.3 | 19.3 |
| AIRE ACOND. | 1.8 | 15.9 | 39.7 |
| CALENT. AGUA | 3.2 | 34.8 | 0.0 |
| COCCION | 12.5 | 15.1 | 2.5 |
| REFRIG. | 24.4 | 15.6 | 18.1 |
| OTROS | 44.7 | 3.3 | 20.4 |
| TOTAL | 100.0 | 100.0 | 100.0 |

Fuente: Encuesta de Usos de Energía, Grupo EES, Diciembre 1991

2.62 En el sector público, existen consumos importantes en aire acondicionado en Barranquilla y Medellín y de iluminación en todas las ciudades, especialmente en Bogotá (oficinas del gobierno). En Barranquilla se registra un importante consumo en "otros", motivado por la distribución de agua potable y la evacuación de gran parte de sus aguas negras que debe hacerse por bombeo, cosa que ocurre de manera reducida en las otras ciudades. En Medellín hay un consumo importante de agua caliente.

Cuadro No. 2-17: Distribución por usos del consumo de la energía eléctrica en el sector público (porcentajes)

| USO | BOGOTÁ | MEDÉLLIN | BARANGUILLA |
|--------------|--------|----------|-------------|
| ILUMINAC | 49.3 | 20.5 | 7.5 |
| AIRE ACOND. | 5.8 | 21.2 | 34.7 |
| CALENT. AGUA | 5.0 | 22.1 | 0.0 |
| COCCION | 0.8 | 4.0 | 0.5 |
| REFRIG. | 7.1 | 2.5 | 1.0 |
| OTROS | 32.2 | 29.7 | 58.3 |
| TOTAL | 100.0 | 100.0 | 100.0 |

Fuente: Encuesta de Usos de Energía, Grupo EES, Diciembre 1991

2.5 PRODUCCION COLOMBIANA DE EQUIPOS DE USO FINAL

| | |
|--|-------------|
| Bombillos Incandescentes | 363.461,126 |
| Tubos Fluorescentes | 42.365,453 |
| Electrodomésticos y equipos de uso final en el sector residencial | |
| Cocinetas eléctricas | 2.628,898 |
| Neveras | 2.072,098 |
| Licudadoras | 1.111,147 |

2.63 Las estadísticas de las encuestas presentadas en el capítulo anterior determinan que los equipos de uso final con los mayores consumos de energía eléctrica son: refrigeradores, estufas, bombillos incandescentes y fluorescentes, calentadores de agua y unidades de aire acondicionado.

2.64 De estos equipos mencionados, los utilizados en el Sector Residencial son casi en su totalidad de producción nacional. La importación de estos aparatos es reducida. Las estadísticas oficiales acerca de las importaciones no se obtienen ordenadas, ni clasificadas, por lo tanto existen dificultades para establecer con certeza qué cantidad de cada electrodoméstico que se importa anualmente. Sin embargo, los estudios de mercado promovidos por las empresas manufactureras confirman que en los últimos quince años en Colombia, con excepción de artefactos electrónicos, la comercialización de los electrodomésticos y demás equipos de uso final, se ha venido surtiendo de la producción nacional. Solo hasta ahora con las medidas de internacionalización de la economía, se están presentando modestas importaciones y se espera que tengan un paulatino crecimiento pero sin llegar a afectar la producción nacional, fundamentalmente por que la tendencia parece ser la de importar aparatos de tamaño y capacidad superiores a los que se producen localmente.

50 MILLONES

2.65 En los Cuadros Nos. 2-18 y 2-19, se presentan las estadísticas básicas de la fabricación nacional entre los años 1978 a 1988 de los veinte equipos de mayor producción y los estimativos para el presente año de 1992. Dicha información permite dimensionar el parque (existencia) de estos equipos en el país. De acuerdo con la información de los fabricantes nacionales de los equipos sobre los cuales se concentra este estudio, la producción actual está cercana a las 200 mil unidades para las neveras, 100 mil para las estufas y cocinetas eléctricas, 80 mil estufas y cocinetas a gas, 50 mil calentadores eléctricos, 50 mil unidades de aire acondicionado del tipo ventana, 50 millones de bombillos incandescentes y 5 millones de tubos fluorescentes.

2.66 La tendencia de fabricación de estufas y cocinetas de gas, así como de calentadores de tanque y de calentamiento instantáneo (de paso) que emplean este mismo combustible, es creciente en virtud al aumento esperado de la oferta de GLP y de gas natural previsto por el Estado para los próximos años.

El mercado de los equipos del interés de este estudio se puede dividir en tres segmentos: el de grandes empresas, el de medianas y el de pequeñas empresas.

2.5 PRODUCCION COLOMBIANA DE EQUIPOS DE USO FINAL

Electrodomésticos y equipos de uso final en el sector residencial

2.63 Las estadísticas de las encuestas presentadas en el capítulo anterior determinan que los equipos de uso final con los mayores consumos de energía eléctrica son: refrigeradores, estufas, bombillas incandescentes y fluorescentes, calentadores de agua y unidades de aire acondicionado.

2.64 De estos equipos mencionados, los utilizados en el sector residencial son casi en su totalidad de producción nacional. La importación de estos aparatos es reducida. Las estadísticas oficiales acerca de las importaciones no se obtienen ordenadas, ni clasificadas, por lo tanto existen dificultades para establecer con certeza qué cantidad de cada electrodoméstico que se importa anualmente. Sin embargo, los estudios de mercado promovidos por las empresas manufactureras confirman que en los últimos quince años en Colombia, con excepción de artefactos electrónicos, la comercialización de los electrodomésticos y demás equipos de uso final, se ha venido ampliando de la producción nacional. Solo hasta ahora con las medidas de internacionalización de la economía, se están presentando modestas importaciones y se espera que tengan un paulatino crecimiento pero sin llegar a afectar la producción nacional. Fundamentalmente por que la tendencia parece ser la de importar aparatos de tamaño y capacidad superiores a los que se producen localmente.

2.65 En los Cuadros Nos. 2-18 y 2-19, se presentan las estadísticas básicas de la fabricación nacional entre los años 1978 a 1988 de los veinte equipos de mayor producción y los estimativos para el presente año de 1992. Dicha información permite dimensionar el parque (existencia) de estos equipos en el país. De acuerdo con la información de los fabricantes nacionales de los equipos sobre los cuales se concentra este estudio, la producción actual está cercana a las 200 mil unidades para las neveras, 100 mil para las estufas y cocinetas eléctricas, 80 mil estufas y cocinetas a gas, 50 mil calentadores eléctricos, 50 mil unidades de aire acondicionado del tipo ventana, 50 millones de bombillas incandescentes y 5 millones de tubos fluorescentes.

2.66 La tendencia de fabricación de estufas y cocinetas de gas, así como de calentadores de tanque y de calentamiento instantáneo (de paso) que emplean este mismo combustible, es creciente en virtud al aumento esperado de la oferta de GLP y de gas natural previsto por el Estado para los próximos años.

Cuadro 2-18: Aparatos de uso final - producción 1978-1988

| | |
|---------------------------------|-------------|
| Bombillas Incandescentes | 463.461,126 |
| Tubos Fluorescentes | 42.365,459 |
| Balastos | 12.715,448 |
| Planchas eléctricas | 2.697,417 |
| Cocinetas de Petróleo y Cocinol | 2.628,996 |
| Neveras Domésticas | 2.072,098 |
| Licuadoras | 1.811,147 |
| Televisores | 1.234,833 |
| Estufas a gasolina | 1.129,627 |
| Estufas Eléctricas | 969,511 |
| Estufas a Gas | 849,783 |
| Ventiladores Eléctricos | 839,495 |
| Calentadores de Agua Eléctricos | 761,978 |
| Lavadoras de Ropa | 568,162 |
| Equipos de Sonido Integrados | 394,233 |
| Brilladoras | 380,229 |
| Cocinetas a Gas | 266,461 |
| Hornos Eléctricos | 262,736 |
| Aspiradoras | 222,815 |
| Acondicionadores de aire | 150,898 |

Fuente: Departamento Administrativo de Estadística - DANE

Cuadro No. 2-19: Equipos de uso final - producción estimada para 1992

| | |
|---|-------------|
| BOMBILLOS INCANDESCENTES | 50 MILLONES |
| TUBOS FLUORESCENTES | 5 MILLONES |
| NEVERAS DOMESTICAS | 200,000 |
| ESTUFAS Y COCINETAS ELECTRICAS | 100,000 |
| ESTUFAS Y COCINETAS DE GAS | 80,000 |
| CALENTADORES ELECTRICOS | 50,000 |
| UNIDADES DE AIRE ACONDICIONADO (TIPO VENTANA) | 50,000 |

Fuente: Estudio de Eficiencia Energética. Encuesta de Fabricantes, Noviembre-Diciembre de 1991

2.67 El mercado de los equipos del interés de este estudio se puede calificar de oligopólico. Pocas empresas realizan prácticamente la totalidad de su fabricación y los mercadean a través de canales de comercialización independientes. La participación en el mercado de los bienes de producción nacional se muestra en el Cuadro 2-20. Los productos de línea blanca son en su mayoría manufacturados por Haceb, Philips, Induacero y en menor escala en CORELSA. Entre ellos se concentra la producción de cerca del 85%, el resto está en manos de una cantidad de pequeñas empresas.

Cuadro 2-18: Aparatos de uso final - producción 1988-1988

| | |
|-------------|---------------------------------|
| 150,888 | Acondicionadores de aire |
| 222,815 | Aspiradoras |
| 262,736 | Hornos Eléctricos |
| 266,461 | Cocinetas a Gas |
| 380,229 | Brilladoras |
| 394,233 | Equipos de Sonido Integrados |
| 568,162 | Lavadoras de Ropa |
| 781,978 | Calentadores de Agua Eléctricos |
| 839,495 | Ventiladores Eléctricos |
| 849,783 | Batidas a Gas |
| 989,511 | Batidas Eléctricas |
| 1.129,627 | Batidas a Gasolina |
| 1.234,833 | Televisores |
| 1.811,147 | Licudoras |
| 2.072,098 | Neveras Domésticas |
| 2.628,398 | Cocinetas de Petróleo y Cocina |
| 2.697,417 | Planchas eléctricas |
| 12.715,448 | Balastos |
| 42.365,453 | Tubos Fluorescentes |
| 463.461,126 | Bombillas Incandescentes |

Fuente: Departamento Administrativo de Estadística - DANE

Cuadro No. 2-19: Equipos de uso final - producción estimada para 1982

| | |
|------------|---|
| 50,000 | UNIDADES DE AIRE ACONDICIONADO (TIPO VENTANA) |
| 50,000 | CALENTADORES ELÉCTRICOS |
| 80,000 | ESTUFAS Y COCINETAS DE GAS |
| 100,000 | ESTUFAS Y COCINETAS ELÉCTRICAS |
| 200,000 | NEVERAS DOMÉSTICAS |
| 5 MILONES | TUBOS FLUORESCENTES |
| 50 MILONES | BOMBILLOS INCANDESCENTES |

Fuente: Estudio de Eficiencia Energética. Encuesta de Fabricantes. Noviembre-Diciembre de 1991

2.67 El mercado de los equipos de uso final de este estudio se puede calificar de oligopólico. Pocas empresas realizan prácticamente la totalidad de su fabricación y los mercados a través de canales de comercialización independientes. La participación en el mercado de los países de producción nacional se muestra en el Cuadro 2-20. Los productos de línea blanca son en su mayoría manufacturados por Haceb, Philips, Inducero y en menor escala en CORELSA. Entre ellos se concentra la producción de cerca del 85%, el resto está en manos de una cantidad de pequeñas empresas.

Cuadro No 2-20: Equipos de uso final de producción nacional - distribución del mercado

| PRODUCTO | HACEB | PHILIPS | SUECO | INCELT | SYLVANIA | COLAIR | INDUACERO | OTROS |
|---------------|-------|---------|-------|--------|----------|--------|-----------|-------|
| CALENTADOR(1) | 90% | | | | | | | 10% |
| CALENTADOR(2) | | | | 90% | | | | 10% |
| CALENTADOR(3) | | | | 30% | | | 20% | 50% |
| NEVERAS | 40% | 40% | 5% | | | | 10% | 5% |
| ESTUFAS | 75% | | 10% | | | | 5% | 10% |
| BOMBILLOS | | 60% | | | 30% | | | 10% |
| AIRE ACOND. | | | | 85% | | 15% | | |
| LAVD. ROPA | 10% | 10% | | | | | | 80% |

Fuente: Encuesta de Fabricantes y Encuestas y Estadísticas de la ANDI.

Notas: (1) - Calentador eléctrico de tanque
 (2) - Calentador de paso (a gas)
 (3) - Calentador a gas de tanque

Equipos de uso final empleados en los sectores comercial y oficial

2.68 En los Sectores Comercial y Oficial, los productos de uso final utilizados en los consumos detectados como altamente consumidores de electricidad en la encuesta, son en su mayoría productos ensamblados en el país con variadas proporciones de valor agregado.

2.69 De producción nacional son algunos tipos de balastos y luminarias para iluminación, unidades de aire acondicionado del tipo ventana, algunas pequeñas unidades del tipo central y varios tipos de refrigeradores o congeladores.

2.70 Los componentes de las unidades centrales de aire acondicionado de tamaños superiores a una tonelada son casi todos importados para ensamblar. El valor agregado está representado principalmente en la mano de obra y en la fabricación de la ductería y las rejillas. Las unidades tipo "splitter" son importadas totalmente armadas y las del tipo ventana son manufacturadas en Colombia.

2.71 Los equipos de refrigeración son de dos clases: unos productos tipo estándar y otros fabricados sobre medidas. Entre los primeros se contabilizan las neveras mostrador, los botelleros, y algunos tipos de congelador. Entre los segundos podemos mencionar los cuartos fríos y los exhibidores de los grandes supermercados.

Cuadro No 2-20: Equipos de uso final de producción nacional - distribución del mercado

| PRODUCTO | HACER PHILIPS | SURCO | INCELT | SYLVANIA | COLAIR | INDUCERO OTROS |
|----------------|---------------|-------|--------|----------|--------|----------------|
| CALENTADOR (1) | 90% | | | | | |
| CALENTADOR (2) | | | 90% | | | |
| CALENTADOR (3) | | | 30% | | | |
| NEVERAS | 40% | | | | 20% | |
| ESTUFAS | 40% | | | | 10% | |
| BOMBILLOS | 75% | | | | | |
| AIRE ACOND. | 60% | | | 30% | | |
| LAVD. ROPA | 10% | | 85% | | | |
| | | | | | 15% | |
| | | | | | | 80% |

Fuente: Encuesta de Fabricantes y Encuestas y Estadísticas de la ANDI.

Notas: (1) - Calentador eléctrico de tanque
(2) - Calentador de paso (a gas)
(3) - Calentador a gas de tanque

Equipos de uso final empleados en los sectores comercial y oficial

2.68 En los Sectores Comercial y Oficial, los productos de uso final utilizados en los consumos detectados como altamente consumidores de electricidad en la encuesta, son en su mayoría productos ensamblados en el país con variadas proporciones de valor agregado.

2.69 De producción nacional son algunos tipos de balastos y luminarias para iluminación, unidades de aire acondicionado del tipo ventana, algunas pequeñas unidades del tipo central y varios tipos de refrigeradores o congeladores.

2.70 Los componentes de las unidades centrales de aire acondicionado de tamaño superior a una tonelada son casi todos importados para ensamblar. El valor agregado está representado principalmente en la mano de obra y en la fabricación de la ductería y las rejillas. Las unidades tipo "splitter" son importadas totalmente ensambladas y las del tipo ventana son manufacturadas en Colombia.

2.71 Los equipos de refrigeración son de dos clases: unos productos tipo estándar y otros fabricados sobre medidas. Entre los primeros se contabilizan las neveras mostrador, los hoteleros, y algunos tipos de congelador. Entre los segundos podemos mencionar los cuartos fríos y los exhibidores de los grandes supermercados.

2.72 Los sistemas de iluminación utilizan una proporción reducida de los mismos bombillos empleados en el Sector Residencial. Además de estos, son usados bombillos de mayor rendimiento y capacidad lumínica. Se utilizan los de mercurio halógeno y sodio de alta presión y de mercurio o sodio de baja presión.

2.73 Los equipos de refrigeración y de ventilación y aire acondicionado que se emplean en estos dos sectores son fabricados en bajas cantidades. La mayoría de las veces bajo órdenes específicas de los clientes en cuanto tamaño y capacidad, y con diseños realizados por personal especializado en ingeniería. Los restantes artefactos son fabricados en procesos continuos y en varias ocasiones son los mismos que se emplean en el Sector Residencial.

Tecnología y normalización de los electrodomésticos

El diseño, operación, calidad y otras características de los productos de uso final en Colombia dependen del origen de la empresa que los fabrica. Si la empresa que los produce pertenece a una compañía multinacional, o a una donde existe participación accionaria extranjera, o se explota una patente extranjera, normalmente el producto obedece a diseños y normas de calidad corporativas, que aplican estándares de nivel internacional, cumpliendo normas ANSI/AHAM, IEC, ISO u otras similares en cuanto al funcionamiento y calidad de los mismos.

2.75 Los productos de las fábricas netamente colombianas, es decir aquellas empresas donde no hay inversión extranjera, fueron diseñados a partir de copias de aparatos importados. En ningún caso se registran el pago de patentes o de regalías por la fabricación que incorpore tecnología importada. El aporte de tecnología reciente se puede encontrar únicamente en la inclusión de partes y componentes importados, o en la incorporación de máquinas o sistemas de producción fabricados igualmente en el exterior.

37/ Como ejemplo de empresas con respaldo internacional podemos citar el caso de Industrias Philips que posee dos plantas de producción de bienes en Colombia: una en la ciudad de Barranquilla para la fabricación de bombillos incandescentes y fluorescentes y otra en Manizales donde manufactura neveras y refrigeradores de uso doméstico. En ambos casos, los productos cumplen con las normas nacionales del ICONTEC, pero además cumplen con normas corporativas y con las normas IEC y AHAM/ANSI. Su mayor competidor en materia de fabricación de neveras es una firma netamente nacional, Industrias HACEB, la cual se inició hace cerca de 30 años en la producción de línea blanca, copiando el diseño de las estufas de origen norteamericano. Hasta la fecha, la empresa a venido ampliando sus instalaciones y mejorando el producto sin incorporar tecnología extranjera por la vía de la explotación de patentes. Sus productos son desarrollados totalmente por personal propio, no compra en el exterior tecnología y tampoco importa partes o componentes. Tiene como filosofía producir directamente la totalidad de las partes. Sus productos cumplen las normas ICONTEC.

2.72 Los sistemas de iluminación utilizan una proporción reducida de los mismos bombillos empleados en el sector residencial. Además de estos, son usados bombillos de mayor rendimiento y capacidad lumínica. Se utilizan los de mercurio halógeno y sodio de alta presión y sodio de baja presión.

2.73 Los equipos de refrigeración y de ventilación y aire acondicionado que se emplean en estos dos sectores son fabricados en bajas cantidades. La mayoría de las veces bajo órdenes específicas de los clientes en cuanto tamaño y capacidad, y con diseños realizados por personal especializado en ingeniería. Los restantes artefactos son fabricados en procesos continuos y en varias ocasiones son los mismos que se emplean en el sector residencial.

Tecnología y normalización de electrodomésticos

2.74 El diseño, operación, calidad y otras características de los productos de uso final en Colombia dependen del origen de la empresa que los fabrica. Si la empresa que los produce pertenece a una compañía multinacional, o a una donde existe participación accionaria extranjera, o se explota una patente extranjera, normalmente el producto obedece a diseños y normas de calidad corporativas, que aplican estándares de nivel internacional, cumpliendo normas ANSI/AHAM, IEC, ISO u otras similares en cuanto al funcionamiento y calidad de los mismos.

2.75 Los productos de las fábricas netamente colombianas, es decir aquellas empresas donde no hay inversión extranjera, fueron diseñados a partir de copias de aparatos importados. En ningún caso se registran el pago de patentes o de regalías por la fabricación que incorpore tecnología importada. El aporte de tecnología reciente se puede encontrar únicamente en la inclusión de partes y componentes importados, o en la incorporación de máquinas o sistemas de producción fabricados igualmente en el exterior.

2.76 Como ejemplo de empresas con respaldo internacional podemos citar el caso de Industrias Philips que posee dos plantas de producción de bienes en Colombia una en la ciudad de Barranquilla para la fabricación de bombillos incandescentes y fluorescentes y otra en Manizales donde manufactura neveras y refrigeradores de uso doméstico. En estos casos, los productos cumplen con las normas nacionales del ICONTEC, pero además cumplen con normas corporativas y con las normas IEC y AHAM/ANSI. En mayor medida en aparatos de fabricación de neveras es una firma relativamente nacional, Industrias HACER, la cual se inició hace cerca de 20 años en la producción de líneas blancas, cubriendo el 80% de las ventas de origen norteamericano. Hasta la fecha, la empresa ha estado ampliando sus instalaciones y realizando el producto sin incorporar tecnología extranjera por lo que la producción de patentes, sus productos son desarrollados totalmente por personal propio, no compra en el exterior tecnología y tampoco importa partes o componentes. Tiene como filosofía producir directamente la totalidad de las partes. Sus productos cumplen las normas ICONTEC.

2.76 Las normas que emiten las entidades responsables son de varias clases. Entre las principales se tienen:

- Normas de Especificaciones
- Normas de Nomenclatura o Terminología
- Normas de Ensayo
- Normas de Muestreo y Recepción
- Normas de Rotulado
- Normas de Empaque o Embalaje
- Normas de Transporte
- Normas de Metrología
- Códigos de prácticas que tratan el diseño, la construcción, el manejo, la seguridad y el mantenimiento de un edificio, de una instalación o de una maquinaria

2.77 En Colombia se tienen normas nacionales de todas las mencionadas, pero para los equipos de uso final, particularmente sobre los equipos definidos por este estudio como macroconsumidores de electricidad, las normas que más se presentan son las de especificaciones, las de nomenclatura y las de ensayo. Para todos los bienes macroconsumidores de electricidad existen normas nacionales, emitidas por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas -ICONTEC-, que es la institución con reconocimiento legal para su expedición.

2.78 En su mayoría, todas las normas de origen nacional para esta clase de aparatos son adaptaciones de normas extranjeras principalmente ANSI, IEC, ASA, ISO y AHAM. Muchas adaptaciones se han producido sin cambios relevantes de las normas internacionales de que se derivan. En otros casos la adaptación se ha producido eliminando algunos aspectos que implican una exigencia importante para el fabricante.

2.79 Las normas de especificaciones por lo general, no contienen una componente energética que promueva una operación eficiente del producto en términos de consumo de energía. Por lo tanto este aspecto es primordial para incluir en la revisión de las normas existentes o para las normas que sucesivamente se produzcan.

2.80 Las normas nacionales existentes no contemplan los factores que medidas sobre la optimización del gasto de electricidad, principalmente por que las normas internacionales utilizadas como antecedentes tampoco las incluyen. La componente energética puede incluirse en varias de las normas existentes y para otros casos hay que promover la creación de ellas.

Características de operación

2.81 La eficiencia de la operación de los equipos está directamente afectada por la eficiencia intrínseca y por la de las condiciones de instalación, operación y mantenimiento.

2.76 Las normas que emiten las entidades responsables son de varias clases. Entre las principales se tienen:

- Normas de Especificaciones
- Normas de Nomenclatura o Terminología
- Normas de Ensayo
- Normas de Muestreo y Recepción
- Normas de Rotulado
- Normas de Empaque o Embalaje
- Normas de Transporte
- Normas de Metrología

Códigos de prácticas que tratan el diseño, la construcción, el manejo, la seguridad y el mantenimiento de un edificio, de una instalación o de una maquinaria

2.77 En Colombia se tienen normas nacionales de todas las mencionadas, pero para los equipos de uso final, particularmente sobre los equipos definidos por este estudio como macroconsumidores de electricidad, las normas que más se presentan son las de especificaciones, las de nomenclatura y las de ensayo. Para todos los demás macroconsumidores de electricidad existen normas nacionales, emitidas por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas - ICONTEC - que es la institución con reconocimiento legal para su expedición.

2.78 En su mayoría, todas las normas de origen nacional para esta clase de aparatos son adaptaciones de normas extranjeras principalmente ANSI, IEC, ASA, ISO y JAMA. Muchas adaptaciones se han producido sin cambios relevantes de las normas internacionales de que se derivan. En otros casos la adaptación se ha producido eliminando algunos aspectos que implican una exigencia importante para el fabricante.

2.79 Las normas de especificaciones por lo general, no contienen un componente energético que promueva una operación eficiente del producto en términos de consumo de energía. Por lo tanto este aspecto es primordial para incluir en la revisión de las normas existentes o para las normas que sucesivamente se produzcan.

2.80 Las normas nacionales existentes no contemplan medidas sobre la optimización del gasto de electricidad, principalmente por que las normas internacionales utilizadas como antecedentes tampoco las incluyen. La componente energética puede incluirse en varias de las normas existentes y para otros casos hay que promover la creación de ellas.

Características de operación

2.81 La eficiencia de la operación de los equipos está directamente afectada por la eficiencia intrínseca y por la de las condiciones de instalación, operación y mantenimiento.

2.82 Los usuarios emplean mal los equipos, debido a la ineficiente información que obtienen sobre el manejo de los mismos. Esto principalmente obedece a la omisión de la capacitación por parte de vendedores y fabricantes, por la ambigüedad de los manuales de operación o por su ausencia y por la falta de interés y educación de los consumidores. el 85%. Por tal razón, sus

2.83 Las irregularidad en el voltaje suministrado por las empresas eléctricas es también una causa principal para el ineficiente rendimiento energético de algunos aparatos. Algunos balastos y motores de alto rendimiento fallan ante variaciones de voltaje y reducen drásticamente su vida útil. Por lo anterior algunos fabricantes se ven precisados a incluir elementos que degradan la eficiencia final³⁸.

2.84 La reducción de eficiencia es frecuente por razones del diseño del producto o el proceso de ensamble. Los primeros por que algunos fabricantes no obtienen productos que cumplan con las normas de especificaciones y ensayos y, los segundos por deficiencias en los controles de producción y calidad de los procesos de armado. Las fallas en el ensamble se pueden comprobar cuando se comparan por ejemplo dos aparatos de la misma referencia producidos por un mismo fabricante, que no presentan idénticas condiciones de presentación en todos los casos, lo cual produce eficiencias diferentes.

2.85 El problema radica fundamentalmente en la preocupación de los fabricantes que está en obtener mayores participaciones en el mercado a base de precios, sin considerar factores técnicos como la eficiencia.

2.4 PROBLEMAS EXISTENTES EN Opiniones de los fabricantes de equipos de uso final

2.86 Para el estudio de Eficiencia Energética, del cual hace parte este subprograma, se adelantó una encuesta dirigida exclusivamente a los fabricantes con el objeto de conocer consideraciones sobre los diseños de sus productos, el origen y razón de las materias primas, los factores que determinan la selección de las referencias que mercadean, las normas nacionales o internacionales que cumplen, los controles de calidad que se sigue en la secuencia de la producción, el inventario físico de los medios de control de calidad como laboratorios, galgas, patrones etc. y por último para conocer su opinión acerca del aporte que desde su perspectiva podrían hacer en un proceso de implementación de uso eficiente de energía.

^{38/} Por ejemplo, el fabricante de máquinas lavadoras INDUACERO se a visto obligado a poner en sus máquinas, motores sincrónicos de arranque por capacitor que tienen una eficiencia teórica del 45%, para sustituir motores de arranque por resistencia que poseen una eficiencia del 65%. Estos últimos motores no funcionan con una variación de voltaje de ± 5%. *Induacero - Ing. los Verringer, consultores del Proyecto.*

2.82 Los usuarios emplean mal los equipos, debido a la ineficiente información que obtienen sobre el manejo de los mismos. Esto principalmente obedece a la omisión de la capacitación por parte de vendedores y fabricantes, por la ambigüedad de los manuales de operación o por su ausencia y por la falta de interés y educación de los consumidores.

2.83 Las irregularidades en el voltaje suministrado por las empresas eléctricas es también una causa principal para el ineficiente rendimiento energético de algunos aparatos. Algunos balastos y motores de alto rendimiento fallan ante variaciones de voltaje y reducen drásticamente su vida útil. Por lo anterior algunos fabricantes se ven precisados a incluir elementos que degradan la eficiencia final.

2.84 La reducción de eficiencia es frecuente por razones del diseño del producto o el proceso de ensamble. Los primeros por que algunos fabricantes no obtienen productos que cumplan con las normas de especificaciones y ensayos y los segundos por deficiencias en los controles de producción y calidad de los procesos de armado. Las fallas en el ensamble se pueden comprobar cuando se comparan por ejemplo dos aparatos de la misma referencia producidos por un mismo fabricante, que no presentan idénticas condiciones de presentación en todos los casos, lo cual produce eficiencias diferentes.

2.85 El problema radica fundamentalmente en la preocupación de los fabricantes que está en obtener mayores participaciones en el mercado a base de precios, sin considerar factores técnicos como la eficiencia.

Opiniones de los fabricantes de equipos de uso final

2.86 Para el estudio de eficiencia energética, del cual hace parte este subprograma, se adelantó una encuesta dirigida exclusivamente a los fabricantes con el objeto de conocer consideraciones sobre los diseños de sus productos, el origen y razón de las materias primas, los factores que determinan la selección de las referencias que mercadean, las normas nacionales o internacionales que cumplen, los controles de calidad que se sigue en la secuencia de la producción, el inventario físico de los medios de control de calidad como laboratorios, galgas, patrones etc. y por último para conocer su opinión acerca del aporte que desde su perspectiva podrían hacer en un proceso de implementación de uso eficiente de energía.

2.87 Por ejemplo, el fabricante de algunas lavadoras INDAUCERO se a visto obligado a poner en sus unidades motores sincrónicos de arranque por capacitor que tienen una eficiencia teórica del 45%, para sustituir motores de arranque por resistencia que poseen una eficiencia del 65%. Estos últimos motores no funcionan con una variación de voltaje de 1.2%.

2.87 La encuesta fue atendida por los grandes fabricantes, pero no lo fue por los medianos y pequeños productores. Estos últimos se limitaron en el mejor de los casos a expresar sus ideas sin atenerse al libretto de la encuesta y sin aportar datos comprobables. Los denominados grandes fabricantes manejan una participación en el mercado entre el 80% y el 85%. Por tal razón, sus opiniones tienen gran incidencia para el caso que nos ocupa.

2.88 En resumen, los fabricantes locales opinan que es necesario estudiar y realizar esfuerzos tendientes a mejorar la competitividad de sus productos en el marco de la internacionalización de la economía. A pesar de que todos los encuestados afirman su interés por introducir mejoras en sus productos para mejorar su eficiencia, no son optimistas de poder realizarlo a corto plazo, por que creen que tales mejoras están asociadas a incrementos de precio del producto acabado, que el consumidor probablemente no está dispuesto a pagar.

2.89 Acerca de la financiación necesaria para los programas de ensanche y/o modernización de sus plantas que se necesitaría para producir equipos eficientes de energía, la opinión de la mayoría de los encuestados es la de que los altos costos de los créditos bancarios no facilitan las inversiones por esta vía³⁹. Esto significa que estarían dispuestos a producir equipos más eficientes si ello no implica una inversión que eleve sustancialmente su presupuesto de inversiones y si recibieran créditos de fomento. De lo contrario seguirán evolucionando como hasta ahora lo han venido haciendo en forma lenta.

Se especializaron en el uso de un alto nivel de tecnología.

2.6 PRACTICAS EXISTENTES EN CONSTRUCCION Y DISEÑO DE EDIFICIOS⁴⁰

2.90 Los diseñadores toman decisiones sobre conservación de energía sin los datos que permitan evaluar el impacto de un determinado ahorro de energía en el costo total de la obra.

A continuación se examinan las prácticas de conservación de energía en las diferentes áreas de diseño de edificios en el sector comercial y oficial. Se analizan las siguientes áreas:

1. Proceso de construcción y diseño;
2. Prácticas de conservación de energía en el diseño de cubiertas de edificios;
3. Prácticas de conservación de energía en el diseño de alumbrado;

³⁹/ HACEB manifestó abiertamente que no cree en las bondades de la financiación bancaria, por que ello implica - según su opinión - asumir sobrecostos innecesarios que habría que cargarlos al precio de los productos.

⁴⁰/ Investigación realizada por Arq. Santiago Moreno y Arq. Joe Derringer, consultores del Proyecto.

2.87 La encuesta fue atendida por los grandes fabricantes, pero no lo fue por los medianos y pequeños productores. Entre los últimos se limitaron en el mejor de los casos a expresar sus ideas sin generar el libreto de la encuesta y sin aportar datos comprobables. Los denominados grandes fabricantes manejan una participación en el mercado entre el 80% y el 85%. Por tal razón, sus opiniones tienen gran incidencia para el caso que nos ocupa.

2.88 En resumen, los fabricantes locales opinan que es necesario estudiar y realizar esfuerzos tendientes a mejorar la competitividad de sus productos en el marco de la internacionalización de la economía. A pesar de que todos los encuestados afirman su interés por introducir mejoras en sus productos para mejorar su eficiencia, no son optimistas de poder realizarlo a corto plazo, por que creen que tales mejoras están asociadas a incrementos de precio del producto acabado, que el consumidor probablemente no está dispuesto a pagar.

2.89 Acerca de la financiación necesaria para los programas de ensanche y/o modernización de sus plantas que se necesitan para producir equipos eficientes de energía, la opinión de la mayoría de los encuestados es la de que los altos costos de los créditos bancarios no facilitan las inversiones por esta vía. Esto significa que estarían dispuestos a producir equipos más eficientes si ello no implica una inversión que eleve sustancialmente su presupuesto de inversiones y si recibirían créditos de fomento. De lo contrario seguirán evolucionando como hasta ahora lo han venido haciendo en forma lenta.

2.6 PRÁCTICAS EXISTENTES EN CONSTRUCCIÓN Y DISEÑO DE EDIFICIOS

2.90 A continuación se examinan las prácticas de conservación de energía en las diferentes áreas de diseño de edificios en el sector comercial y oficial. Se analizan las siguientes áreas:

1. Proceso de construcción y diseño;
2. Prácticas de conservación de energía en el diseño de cubiertas de edificios;
3. Prácticas de conservación de energía en el diseño de alumbrado;

30 \ Hacer manifestar al fabricante que no cree en las bondades de la transmisión de energía por que esto implica un aumento sustancial en los costos que habría que cargarlos al precio de los productos.

40 \ Investigación realizada por Arq. Santiago Moreno y Arq. José Ferrández, consultores del proyecto.

4. Prácticas de conservación de energía en el diseño de sistemas de aire acondicionado.

Proceso de Construcción y Diseño

2.91 El precedente histórico de conservación de energía en Colombia es en general muy limitado y no existe una inclinación profesional hacia el fomento de niveles superiores de eficiencia. El contexto técnico en la que se toman decisiones de diseño está en general caracterizado por la ausencia de información acerca de métodos de computación y características de comportamiento de productos. Por ejemplo:

- o Estudios de iluminación son la excepción. La utilización del método de computación Lumen basado en cavidades zonales es muy poco difundido.
- o Solo a partir de 50 toneladas de capacidad de aire acondicionado se hacen cálculos de carga térmica.
- o Solo 20% de los productos en el sector eléctrico están homologados.

o Información básica sobre conductividad para materiales locales es limitada.

o La producción de vidrios antisol y ahumados no está normalizada. Se estima que solo en el 30% de los casos donde es necesario el uso de un alto coeficiente de sombra se utilizan vidrios reflectivos o ahumados.

2.92 Por consiguiente los diseñadores toman decisiones sobre conservación de energía sin los datos que permitan evaluar el impacto de un producto sobre consumos de energía futuros. Por otro lado, los constructores tampoco fomentan el uso de productos más eficientes. Esto ha llevado a que arquitectos y proveedores, quienes en gran parte controlan la especificación de productos, basen esencialmente sus decisiones en dos variables:

1. Costo inicial
2. Estética

2.93 Dos tipos de diseñadores toman decisiones técnicas iniciales:

1. Proyectos con áreas inferiores a los 7000 M²: el 80-90% son diseñados por proveedores de productos o por técnicos egresados de institutos de capacitación técnica como el SENA.
2. Proyectos con áreas superiores a los 7000 M²: estos proyectos son diseñados por arquitectos con el apoyo técnico de ingenieros profesionales. Las decisiones preliminares de orden técnico son en gran parte controladas por el arquitecto.

4. Prácticas de conservación de energía en el diseño de sistemas de aire acondicionado.

Proceso de Construcción y Diseño

2.91 El precedente histórico de conservación de energía en Colombia es en general muy limitado y no existe una inclinación profesional hacia el fomento de niveles superiores de eficiencia. El contexto técnico en la que se toman decisiones de diseño está en general caracterizado por la ausencia de información acerca de métodos de computación y características de comportamiento de productos. Por ejemplo:

o Estudios de iluminación son la excepción. La utilización del método de computación lumen basado en cavidades zonales es muy poco difundido.

o Solo a partir de 50 toneladas de capacidad de aire acondicionado se hacen cálculos de carga térmica.

o Solo 20% de los productos en el sector eléctrico están homologados.

o Información básica sobre conductividad para materiales locales es limitada.

o La producción de vidrios antisol y ahumados no está normalizada. Se estima que solo en el 30% de los casos donde es necesario el uso de un alto coeficiente de sombra se utilizan vidrios reflectivos o ahumados.

2.92 Por consiguiente los diseñadores toman decisiones sobre conservación de energía sin los datos que permitan evaluar el impacto de un producto sobre consumos de energía futura. Por otro lado, los constructores tampoco fomentan el uso de productos más eficientes. Esto ha llevado a que arquitectos y proveedores, quienes en gran parte controlan la especificación de productos, hacen esencialmente sus decisiones en dos variables:

- 1. Costo inicial
- 2. Estética

2.93 Dos tipos de diseñadores toman decisiones técnicas iniciales:

1. Proyectos con áreas inferiores a los 7000 m²: el 80-90% son diseñados por proveedores de productos o por técnicos egresados de institutos de capacitación técnica como el SEMA.

2. Proyectos con áreas superiores a los 7000 m²: estos proyectos son diseñados por arquitectos con el apoyo técnico de ingenieros profesionales. Las decisiones preliminares de orden técnico son en gran parte controladas por el arquitecto.

2.94 Los proveedores desempeñan un papel importante en todos los proyectos. Una vez que un proyecto de construcción pasa a la fase de presupuesto, los proveedores inician frecuentemente un proceso de sustitución de productos y subdimensionamiento de instalaciones con consecuencias menos que óptimas. En iluminación el 60-70% de los edificios son entregados a usuarios sin sistema de alumbrado. Por consecuencia es de esperar que la especificación posterior del sistema resultará en instalaciones menos eficientes que acarearán mayores consumos tanto de alumbrado como de aire acondicionado.

Prácticas de Conservación de Energía en el Diseño de Cubiertas

2.95 A continuación se examinan las prácticas de conservación de energía en el diseño de cubiertas. Se analizan los siguientes aspectos:

- 1. Control de transmisión solar en fachadas.
- 2. Control de transmisión solar en techos.
- 3. Ventilación natural e infiltración.

2.96 **Control de Transmisión Solar en Fachadas:** La carga térmica solar constituye el 30-35% de la carga total térmica de un equipo de aire acondicionado (Esto es para un clima comparable a Barranquilla. Ver "Energy and Economic Analyses in Support of Energy Conservation Standards for New Commercial Buildings in Malaysia" por Lawrence Berkeley Laboratory). Por consiguiente la minimización de esta por medio de la manipulación de los coeficientes de sombra en el vidrio o el uso de proyecciones externas en la fachada es muy efectiva en reducir el consumo de energía por concepto de aire acondicionado. En Colombia, la utilización de vidrios reflectivos y ahumados parece ser basada más en consideraciones estéticas que en propiedades de transmisión solar. Se observó por ejemplo:

- o El uso de vidrios reflectivos en situaciones innecesarias.
- o Con alguna frecuencia en proyectos medios el uso a posterior de películas adhesivas polarizantes.
- o La ausencia de aislamiento térmico en secciones de vidrio opaco en fachadas flotantes.
- o La ausencia en muchos casos de vidrios con altos coeficientes de sombra en cubiertas de vidrio.
- o Con la excepción de Cali, el poco uso de voladizos o balcones. Esto es en parte debido a que estas proyecciones deben ser consideradas en los aislamientos y en consecuencia limitan el área utilizable.

Los proveedores desempeñan un papel importante en todos los proyectos. Una vez que un proyecto de construcción pasa a la fase de presupuesto, los proveedores inician frecuentemente un proceso de adaptación de productos y subdimensionamiento de instalaciones con consecuencias menos que óptimas. En iluminación el 80-70% de los edificios son entregados a usuarios sin sistema de alumbrado. Por consecuencia es de esperar que la especificación posterior del sistema resultará en instalaciones menos eficientes que acarrearán mayores consumos tanto de alumbrado como de aire acondicionado.

Prácticas de Conservación de Energía en el Diseño de Cubiertas

A continuación se examinan las prácticas de conservación de energía en el diseño de cubiertas. Se analizan los siguientes aspectos:

1. Control de transmisión solar en fachadas.
2. Control de transmisión solar en techos.
3. Ventilación natural e infiltración.

Control de Transmisión Solar en Fachadas: La carga térmica solar constituye el 30-35% de la carga total térmica de un equipo de aire acondicionado (Esto es para un clima comparable a Barranquilla. Ver "Energy and Economic Analyses in Support of Energy Conservation Standards for New Commercial Buildings in Malaysia" por Lawrence Berkeley Laboratory). Por consiguiente la minimización de esta por medio de la manipulación de los coeficientes de sombra en el vidrio o el uso de proyecciones externas en la fachada es muy efectiva en reducir el consumo de energía por concepto de aire acondicionado. En Colombia, la utilización de vidrios reflectivos y ahumados parece haber pasado más en consideración estética que en propiedades de transmisión solar. Se observó por ejemplo:

o El uso de vidrios reflectivos en situaciones innecesarias.

o Con alguna frecuencia en proyectos medios el uso a posterior de películas adhesivas polarizantes.

o La ausencia de aislamiento térmico en secciones de vidrio opaco en fachadas flotantes.

o La ausencia en muchos casos de vidrios con altos coeficientes de sombra en cubiertas de vidrio.

o Con la excepción de Cali, el poco uso de voladizos o balcones. Esto es en parte debido a que estas proyecciones deben ser consideradas en los cálculos y en consecuencia limitan el área utilizable.

2.97 Control de Transmisión Solar en Techos: En el 55-65% de los casos se observa la falta de tratamientos reflectivos en techos. Con un simple cambio de color la absorción solar de un techo puede ser disminuida dramáticamente. En este respecto pinturas aluminicas con fibra de vidrio son tratamientos muy efectivos en techos impermeabilizados con brea o mantos de fibra de fibra de vidrio. Tampoco se observa la utilización de recubrimientos térmicos.

2.98 Ventilación Natural e Infiltración: Con la excepción de algunas torres de oficina en exceso de 20 pisos en las que se utiliza vidrio fijo, todos los edificios con aire acondicionado utilizan ventanas operables. Esto contribuye a que se aumente la carga térmica por concepto de infiltración de aire externo en dos formas:

1. No todos los sistemas de ventanas incorporan mecanismos para el control de infiltración.
2. Siempre habrá un cierto número de ocupantes que mantienen sus ventanas abiertas durante períodos de acondicionamiento de aire.

Prácticas de Conservación de Energía en el Diseño de Alumbrado

A continuación se examinan las prácticas de conservación de energía en el diseño de alumbrado. Se analizan las siguientes áreas:

1. Luminarias
2. Niveles de iluminación
3. Fuentes de iluminación
4. Controles

2.100 Luminarias: En el 80% de los casos se observan niveles de iluminación comparables a los E.U. Los casos restantes se refieren a la iluminación en el sector comercial.

Balastos: El 80% de los balastos producidos en Colombia son balastos reciclados con factores de potencia bastante inferiores a las normas internacionales. Medidas parciales por consultores locales han producido factores de potencia del orden del 0.78, mientras que la norma mínima en los E.U. es 0.90. Esto significa un consumo mayor de energía: una luminaria de 2 tubos fluorescentes de 40 vatios debería tener una potencia de aproximadamente 88 vatios incluyendo las pérdidas de balastos. En Colombia esta potencia oscila entre 105 y 110 vatios. Se debe añadir que tampoco existe una homologación de balastos que permitan a los diseñadores hacer una evaluación técnica entre equipos.

este nivel Tubos:

(Var: Smith/...

El parque de tubos fluorescentes está en su mayoría compuesto por tubos de 40 vatios de 48 pulgadas. No se distribuyen tubos más eficientes de 36 o 32 vatios.

Pantallas:

Las pantallas de iluminación son producidas en Colombia por un número bastante disperso de pequeños productores sin normalización o especificación técnica en lo que se refiere a reflectores. Esto conduce a pérdidas innecesarias de luz en el interior de las luminarias resultando en eficiencias de luminosidad y en coeficientes de utilización inferiores. Para un espacio y un nivel de iluminación establecido esto se traduce en un consumo de energía más elevado. También hay que añadir que excepto para la iluminación de calles y vías no existe información sobre curvas fotométricas que permitan a los diseñadores evaluar instalaciones de alumbrado.

Medios de Control:

El 50% de las luminarias en uso son abiertas, mientras que el 40% utilizan lentes prismáticos. El 10% restante corresponde a instalaciones con rejillas parabólicas o de otro tipo. Siendo estos sistemas los más eficientes no existen oportunidades para conservación de energía en esta área.

2.101 Niveles de Iluminación:

Las medidas de niveles de iluminación para una muestra limitada de instalaciones produjeron las siguientes observaciones:
o Oficinas en el sector comercial: 320-370 luxes, este nivel es solo el 60% del nivel recomendado en los E.U. Evidentemente, un incremento en los niveles de iluminación a la par con los niveles norteamericanos causaría un incremento en el consumo de energía.

o Oficinas en sector oficial: En el 40% de los casos se observan niveles de 538 - 591 luxes, o sea niveles comparables a los E.U. Los casos restantes mostraron niveles a la par con oficinas en el sector comercial.

o Circulación: 320-370 luxes, este nivel es equivalente al encontrado en oficinas y es considerado demasiado elevado para el tipo de actividad. El nivel recomendado en los E.U. es 225 luxes.

o Aulas: 160-215 luxes, el nivel usado en los E.U es 323 luxes.

Hay que anotar que el nivel preponderante de iluminación para oficinas en Colombia de 320-370 luxes es adecuado. En investigaciones entre la productividad y niveles de iluminación se ha comprobado que esta intensidad de iluminación es suficiente para la actividad. A partir de 375 luxes la productividad de trabajo no responde a incrementos en iluminación. Encima de

Tipos:

El parque de tubos fluorescentes está en su mayoría compuesto por tubos de 40 vatios de 48 pulgadas. No se distribuyen tubos más eficientes de 38 o 32 vatios.

Pantallas:

Las pantallas de iluminación son producidas en Colombia por un método bastante disperso de pequeños productores sin normalización específica técnica en lo que se refiere a reflectores. Esto conlleva a pérdidas innecesarias de luz en el interior de las luminarias resultando en eficiencias de luminosidad y en coeficientes de utilización inferiores. Para un espacio y un nivel de iluminación establecido esto se traduce en un consumo de energía más elevado. También hay que añadir que excepto para la iluminación de calles y no existe información sobre curvas fotométricas que permitan a diseñadores evaluar instalaciones de alumbrado.

Medios de Control:

El 50% de las luminarias en uso son abiertas, mientras que el 50% restante corresponden a instalaciones con rejillas parabólicas o de otro tipo. Siendo estos sistemas los más eficientes no existen oportunidades para conservación de energía en el área.

2.101 Niveles de Iluminación: Las medidas de niveles de iluminación por una muestra limitada de instalaciones produjeron las siguientes observaciones:

o Oficinas en el sector comercial: 320-370 luxes, este nivel solo el 50% del nivel recomendado en los E.U. Evidentemente, un incremento de los niveles de iluminación a la par con los niveles norteamericanos causa un incremento en el consumo de energía.

o Oficinas en sector oficial: En el 40% de los casos se observan niveles de 538 - 591 luxes, o sea niveles comparables a los E.U. Los restantes mostraron niveles a la par con oficinas en el sector comercial.

o Circulación: 320-370 luxes, este nivel es equivalente encontrado en oficinas y es considerado demasiado elevado para el tipo de actividad. El nivel recomendado en los E.U. es 225 luxes.

o Aulas: 180-215 luxes, el nivel usado en los E.U. es 323 luxes.

2.102 Hay que notar que el nivel predominante de iluminación por oficinas en Colombia de 320-370 luxes es adecuado. En investigaciones entre productividad y niveles de iluminación se ha comprobado que esta intensidad de iluminación es suficiente para la actividad. A partir de 375 luxes productividad de trabajo no responde a incrementos en iluminación. En las

este nivel solo factores relacionados con la calidad de luz tienen impacto (Ver: Smith/Rea Numerical Verification Tests).

2.103 Fuentes de Iluminación: Algunas de las áreas en que se observan ineficiencias son las siguientes:

o Utilización frecuente de bombillas incandescentes en vestíbulos de ascensores, en pasillos de hoteles/moteles y en conjuntos de vivienda. Esta práctica puede ser desplazada por la utilización de bombillas compactas fluorescente con eficiencias cinco veces más altas y duración siete veces superior.

o En el sector residencial cocinas y baños también son candidatos para la utilización de fuentes de iluminación fluorescente.

o Utilización frecuente de bombillas de vapor de mercurio en parqueaderos y otras áreas exteriores. La iluminación con bombillas de sodio AP es más económica.

o Utilización muy reducida de fuentes de alta eficiencia lumínica tales como bombillas de mercurio halógeno y sodio AP en supermercados, salones múltiples y teatros.

2.104 Controles:

o Interruptores locales para el alumbrado no son en general instalados en edificios oficiales, los usuarios de oficinas independientes no tienen la capacidad de apagar las luces. En teoría el personal de seguridad apaga por sectores de iluminación por medio de los interruptores en los paneles centrales a medida que las oficinas van siendo desocupadas. Sin embargo, en la práctica se observa que después de horas normales de trabajo un alto porcentaje de luminarias permanecen encendidas. En el sector comercial de oficinas interruptores son normalmente incorporados.

Estado de la Tecnología:
o La utilización de controles fotoeléctricos para reducción de consumo de energía en luminarias fluorescentes en cantidades proporcionales a la disponibilidad de luz natural es prácticamente no existente. En general no se anticipa su posible uso en diseños existentes puesto que su configuración no define circuitos dedicados para las luminarias que corren paralelamente a las ventanas. Esta tecnología tiene un gran potencial ahorro de energía. Se ha estimado que se pueden lograr reducciones hasta del 50% en el uso del alumbrado en áreas donde se aplica esta medida y ahorros del 15 al 20% del consumo de energía total en edificios con aire acondicionado. Sin embargo, cabe anotar que la introducción de esta tecnología no es necesariamente directa en Colombia puesto que estos controles de iluminación fluorescente son solo adaptables a balastos y tubos específicos.

o En hoteles/moteles se observa la ausencia del uso de interruptores centrales en los cuartos de huéspedes que permitieran apagar las luces del recinto en conjunto.

Prácticas de Conservación de Energía en el Diseño de Sistemas de Aire Acondicionado

2.105 Las prácticas de conservación de energía en el diseño de sistemas de aire acondicionado son examinados respecto a las siguientes variables:

1. Condiciones de diseño interior
2. Suministro de aire exterior
3. Control termostático
4. Estado de la tecnología

2.106 **Condiciones de Diseño Interior:** Los niveles de temperatura registrados en los termostatos varían entre 16 °C y 21 °C, sin control de humedad. Estos valores comparados con un nivel recomendado de 24.4°C y 55% H.R., indican posibles economías con un simple ajuste de temperatura. Hay que anotar sin embargo que la intención con fijar bajas temperaturas en el termostato es la de limitar el ciclaje de compresores al mínimo con el objeto de compensar sea el subdimensionamiento del equipo o sobrecargas térmicas de infiltración causadas por ventanas abiertas.

2.107 **Suministro de Aire Exterior:** El aire exterior se suministra solo con alguna frecuencia en instalaciones superiores a las 25 toneladas. La infiltración natural de aire exterior no es en general controlada. Se estima que este tipo de diseño es ineficiente. La estrategia de diseño normalmente empleada en otros países es la de controlar la infiltración natural estableciendo una presión positiva en el edificio.

2.108 **Control Termostático:** Aunque esta es la forma más básica de controlar la frecuencia de ciclaje de los compresores, muchas instalaciones carecen de termostatos, o cuando estos existen son desconectados con frecuencia.

2.109 **Estado de la Tecnología:**

o En cuanto a distribución de aire solo se observa el uso el de sistemas de volumen constante. Cajas de volumen variable y motores de velocidad variable son considerados sistemas exóticos. Sin embargo, sistemas de volumen variable pueden tener un gran impacto sobre el consumo de energía total.

o En cuanto a sistemas primarios la tendencia es la de utilizar paquetes en vez de sistemas centrales. El uso de estos solo se observa en un número reducido de grandes torres de oficina para uso oficial. A pesar de ser los sistemas centrales más eficientes que los sistemas de paquete, estos son más utilizados debido a que normalmente en el sector comercial a cada copropietario/inquilino le es proveído su propio sistema con el fin de establecer un solo punto de responsabilidad en cuanto el pago de consumo de energía. Se prevé que la utilización futura de compresores será en su mayoría de tipo recíprocante o de tornillo, puesto que el uso de centrífugos estará

este nivel solo factores relacionados con la calidad de luz tienen impacto (Ver: Smith\Res Numerical Verification Tests).

2.103 Fuentes de Iluminación: Algunas de las áreas en que se observan ineficiencias son las siguientes:

o Utilización frecuente de bombillas incandescentes en vestíbulo de ascensores, en pasillos de hoteles/moteles y en conjuntos de viviendas. En prácticas puede ser desplazada por la utilización de bombillas compactas fluorescentes con eficiencias cinco veces más altas y duración siete veces superior.

o En el sector residencial cocinas y baños también son candidatas para la utilización de fuentes de iluminación fluorescentes.

o Utilización frecuente de bombillas de vapor de mercurio parqueteros y otras áreas exteriores. La iluminación con bombillas de sodio AP es más económica.

o Utilización muy reducida de fuentes de alta eficiencia luminarias como bombillas de mercurio halógeno y sodio AP en supermercados, salones múltiples y teatros.

2.104 **Controles:**

o Interruptores locales para el alumbrado no son en general instalados en edificios oficiales, los usuarios de oficinas independientes tienen la capacidad de apagar las luces. En teoría el personal de seguridad apaga por sectores de iluminación por medio de los interruptores en 1 paneles centrales a medida que las oficinas van siendo desocupadas. Sin embargo, en la práctica se observa que después de horas normales de trabajo un alto porcentaje de luminarias permanecen encendidas. En el sector comercial de oficinas interruptores son normalmente incorporados.

o La utilización de controles fotoeléctricos para reducción consumo de energía en luminarias fluorescentes en cantidades proporcionales a la disponibilidad de luz natural es prácticamente no existente. En general se anticipa su posible uso en diseños existentes puesto que su configuración no define circuitos dedicados para las luminarias que corren paralelamente a las ventanas. Esta tecnología tiene un gran potencial ahorro de energía. Se estima que se pueden lograr reducciones hasta del 50% en el uso de alumbrado en áreas donde se aplica esta medida y ahorros del 15 al 20% de consumo de energía total en edificios con aire acondicionado. Sin embargo cabe anotar que la introducción de esta tecnología no es necesariamente directa en Colombia puesto que estos controles de iluminación fluorescente se solo adaptables a balastros y tubos específicos.

o En hoteles/moteles se observa la ausencia del uso de interruptores centrales en los cuartos de huéspedes que permitirían apagar la luz del recinto en conjunto.

Prácticas de Conservación de Energía en el Diseño de Sistemas de Aire Acondicionado

2.107 Las prácticas de conservación de energía en el diseño de sistemas de aire acondicionado son examinadas respecto a las siguientes variables:

1. Condiciones de diseño interior
2. Suministro de aire exterior
3. Control termostático
4. Estado de la tecnología

2.108 Condiciones de Diseño Interior: Los niveles de temperatura regulados en los termostatos varían entre 18 °C y 21 °C, sin control humedad. Estos valores comparados con un nivel recomendado de 24.4°C y H.R., indican posibles economías con un simple ajuste de temperatura. Hay que anotar sin embargo que la intención con fijar bajas temperaturas en el termostato es la de limitar el ciclo de compresores al mínimo con el objeto de compensar sea el subdimensionamiento del equipo o sobrecargas térmicas de infiltración causadas por ventanas abiertas.

2.107 Suministro de Aire Exterior: El aire exterior es suministrado con alguna frecuencia en instalaciones superiores a las 25 toneladas. Infiltración natural de aire exterior no es en general controlada. Se está estudiando este tipo de diseño en la estrategia de diseño normal en otras plantas en otros países es la de controlar la infiltración natural estableciendo una presión positiva en el edificio.

2.108 Control Termostático: Aunque esta es la forma más básica de controlar la frecuencia de ciclo de los compresores, muchas instalaciones carecen de termostatos, o cuando estos existen son desconectados o frecuentemente.

2.109 Estado de la Tecnología:

o En cuanto a distribución de aire solo se observa el uso de sistemas de volumen constante. Cajas de volumen variable y motores velocidad variable son considerados sistemas exóticos. Sin embargo, estos de volumen variable pueden tener un gran impacto sobre el consumo de energía total.

o En cuanto a sistemas primarios la tendencia es la de utilizar paquetes en vez de sistemas centrales. El uso de estos solo se observa en número reducido de grandes torres de oficina para uso oficial. A pesar de que los sistemas centrales más eficientes que los sistemas de paquete, estos son más utilizados debido a que normalmente en el sector comercial a los copropietarios/inquilinos se les provee su propio sistema con el fin de establecer un solo punto de responsabilidad en cuanto al pago de consumo de energía. Se prevé que la utilización futura de compresores será en su mayoría de tipo reciprocante o de tornillo, puesto que el uso de centrífugas está

limitado por el acuerdo de Montreal. La configuración de equipos de paquete es tan diversificada como en los E.U., tanto torres de enfriamiento o condensadores de aire son combinados con sistemas de expansión directa y chillers.

o En cuanto a controles, fuera del control termostático no se observa el uso de controles basados en temperatura exterior o temperatura de agua de condensación.

o En cuanto a motores, por debajo de 100 caballos no se publican datos sobre eficiencias. Los motores tienen factores de potencia bastante bajos: 0.60, sin condensadores. Dadas las fluctuaciones de voltaje en Colombia y la sensibilidad de motores de alta eficiencia, la introducción de estos no debe hacerse sin investigación previa.

Cuadro 3.1. Estructura de costos del sistema eléctrico colombiano (en millones de pesos) por actividad y región

| | Residencial | Comercial | Público | Industrial | Promedio |
|--------------|-------------|-----------|---------|------------|----------|
| Bogotá | 48.62 | 47.77 | 47.77 | 38.40 | 46.73 |
| Medellín | 38.90 | 40.44 | 40.44 | 33.05 | 38.70 |
| Cali | 40.85 | 41.79 | 41.79 | 32.38 | 40.96 |
| Barranquilla | 46.97 | 48.13 | 48.13 | 31.94 | 47.10 |

Fuente: Empresa Colombiana de Energía S.A. Oficina de Planeación. "Subsidios en el Sector Eléctrico Colombiano en 1991", Bogotá, D.C., Noviembre de 1991.

Costos promedio por actividad: residencial: 0.44, Comercial: 0.41, Público: 0.41, Industrial: Alta tensión: 0.44, Baja tensión: 0.44.

o En cuanto al sector residencial, comercial y público, Medellín tiene los costos más altos, seguido en su orden, por Cali, Bogotá y Barranquilla. Este ordenamiento refleja los costos más altos con excepción del sector industrial, donde es el contrario.

limitado por el acuerdo de Montreal. La configuración de equipos de potencia tan diversificada como en los E.U. tanto torres de enfriamiento de condensadores de aire son combinados con sistemas de expansión directa.

o en cuanto a controles, fuera del control termostático no observara el uso de controles pasados en temperatura exterior o temperatura de condensación.

o en cuanto a motores, por debajo de 100 caballos no se publican datos sobre eficiencias. Los motores tienen factores de potencia bajos: 0.80, sin condensadores. Dadas las fluctuaciones de voltaje en Colombia y la sensibilidad de motores de alta eficiencia, la introducción de estos debe hacerse sin investigación previa.

CAPITULO III

COSTOS DE ENERGETICOS Y ESCENARIOS DE DEMANDA Y OFERTA

3.1 COSTOS Y PRECIOS POR ENERGETICOS, REGIONES Y USOS⁴¹

3.1.1 Electricidad

3.01 La estructura de costos seleccionada como referencia, corresponde a la obtenida con la metodología del Costo Incremental Promedio de largo plazo (CIPLP), como aproximación del costo marginal de largo plazo. Dicho costo tiene un componente común en la generación e interconexión, para las regiones interconectadas al sistema nacional y un componente propio de la región en lo correspondiente a transmisión y distribución. Las ciudades de interés en este estudio: Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla, pertenecen al sistema interconectado y por tanto tienen el costo de generación e interconexión común. Discriminando los costos por sectores en cada una de las ciudades se tienen los siguientes resultados (los costos promedios por nivel y por región se encuentran en el cuadro A-1):

3.03 Las tarifas promedio durante 1991 y su costo incremental promedio de largo plazo se presentan en el cuadro A-1.

Cuadro 3.1: Estructura de costos del sistema eléctrico Colombiano Discriminado por actividad
Precios de Diciembre de 1991 (Col\$/kwh)

| | Residencial | Comercial | Público | Industrial | Promedio |
|--------------|-------------|-----------|---------|------------|----------|
| Bogotá | 46.62 | 47.77 | 47.77 | 38.40 | 46.73 |
| Medellín | 39.60 | 40.44 | 40.44 | 33.05 | 39.70 |
| Cali | 40.85 | 41.79 | 41.79 | 32.38 | 40.96 |
| Barranquilla | 46.97 | 48.13 | 48.13 | 31.94 | 47.10 |

FUENTE: Interconexión Eléctrica S.A. Oficina de Planeación. "Subsidios en el Sector Eléctrico Colombiano en 1992". Documento ISA-OPUN 181E. Medellín, Noviembre de 1991.
SUPUESTOS: Factores de Carga: Residencial: 0.64, Comercial: 0.61, Público: 0.61, Industria: Alta tensión: 0.80, Media tensión: 0.85 y Baja tensión: 0.64.

FIGURA No. 3-1

3.02 Para los sectores residencial, comercial y público, Medellín tiene los costos más bajos, seguido, en su orden, por Cali, Bogotá y Barranquilla. Esta última ciudad tiene los costos más altos con excepción del sector industrial, donde ocurre lo contrario. La de 50% al sector residencial, con un recargo de 44% en la tarifa industrial. Dentro del sector industrial, la diferencia entre los estratos: la Figura 3.03 muestra los precios de electricidad en las 4 ciudades.

⁴¹ / La información detallada sobre costos y tarifas se encuentra en el Anexo A.

COSTOS DE ENERGÉTICOS Y ESCENARIOS DE DEMANDA Y OFERTA

3.1 COSTOS Y PRECIOS POR ENERGÉTICOS, REGIONES Y USOS

3.1.1 Electricidad

La estructura de costos seleccionada como referencia, correspondiente a la obtenida con la metodología del Costo Incremental Promedio de Largo Plazo (CIPLP), como aproximación del costo marginal de largo plazo. Dicho costo tiene un componente común en la generación e interconexión, para las regiones interconectadas al sistema nacional y un componente propio de la región en correspondiente a transmisión y distribución. Las ciudades de interés en este estudio: Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla, pertenecen al sistema interconectado y por tanto tienen el costo de generación e interconexión común. Discriminando los costos por sectores en cada una de las ciudades tienen los siguientes resultados (los costos promedio por nivel y por región se encuentran en el cuadro A-1):

Cuadro 3.1: Estructura de costos del sistema eléctrico colombiano Discriminada por actividad Precios de Diciembre de 1991 (Col\$/Kwh)

| Actividad | Barranquilla | Cali | Medellin | Bogotá |
|---------------------|--------------|-------|----------|--------|
| Residencial | 48.97 | 40.85 | 39.80 | 48.82 |
| Comercial | 48.13 | 41.79 | 40.44 | 47.77 |
| Público | 31.94 | 32.38 | 33.05 | 38.40 |
| Industrial Promedio | 47.00 | 40.00 | 38.00 | 48.00 |

FUENTE: Interconexión Eléctrica S.A. Oficina de Planeación, Subsidios en el Sector Eléctrico Colombiano 1992. Documento ISA-OPUM 181E, Medellín, Noviembre de 1991.
 SUPUESTOS: Factores de carga: Residencial: 0.44, Comercial: 0.61, Público: 0.61, Industrial: 0.75.
 0.80, Media tensión: 0.85 y Baja tensión: 0.64.

3.02 Para los sectores residencial, comercial y público, Medellín tiene los costos más bajos, seguido en su orden por Cali, Bogotá y Barranquilla. Esta última ciudad tiene los costos más altos con excepción del sector industrial, donde ocurre lo contrario.

Cuadro 3.2: Estructura de costos del sistema eléctrico colombiano Costos estacionales y por horas del día Precios de Diciembre de 1991 (Col\$/Kwh)

| GENERACION | BASE | | | PICO | | |
|------------------|------------------|--------------------|-----------|---------|-----------|-----------|
| | Parcial | Acumulado | Acumulado | Parcial | Acumulado | Acumulado |
| | VERANO (dic-abr) | INVIERNO (may-nov) | ANUAL | VERANO | INVIERNO | ANUAL |
| | 33.37 | 18.53 | 33.89 | 18.53 | | |
| INTERCONEXION | 3.09 | 36.46 | 21.62 | 27.49 | 36.98 | 21.62 |
| TRANSMISION | 3.09 | 39.55 | 24.71 | 30.58 | 40.07 | 24.71 |
| SUBTRANSMISION | 2.79 | 42.34 | 27.50 | 33.37 | 42.86 | 27.50 |
| DIST. PRIMARIA | 2.49 | 44.83 | 29.99 | 35.86 | 45.35 | 29.99 |
| DIST. SECUNDARIA | 9.87 | 54.70 | 39.86 | 45.72 | 55.22 | 39.86 |

FUENTE: ISA
 CALCULOS: CNE - Proyecto EES. Tasa de cambio Col\$ 630/dolar.

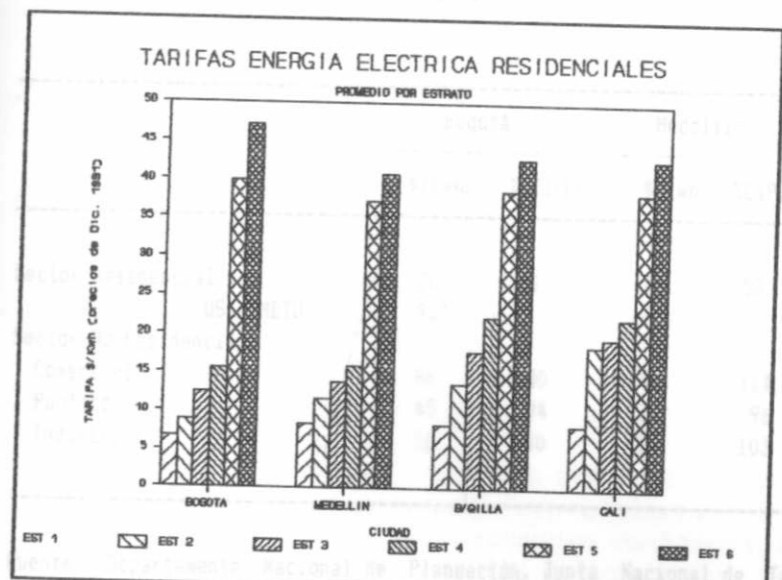


FIGURA No. 3-1

3.03 Las tarifas promedio durante 1991 y su relación con el costo incremental promedio de largo plazo se presentan en el cuadro No. 3.3 (la información en detalle se encuentra en los cuadros A-2 a A-6), en el cual se aprecian las distorsiones tarifarias existentes en las diferentes ciudades. Bogotá tiene tarifa para el sector residencial equivalente al 43% del costo, mientras que los sectores comercial e industrial tienen recargos tarifarios del 80 y 30% respectivamente; en Medellín se cobra aproximadamente el 50% del costo en el sector residencial y para los demás sectores recargos que van del 3% al 14% y; en Barranquilla y Cali se subsidia en cerca de 60% al sector residencial, con un recargo en la primera de las dos del 44% en la tarifa industrial. Dentro del sector residencial existen marcadas diferencias entre los estratos: la Figura No. 3-1 presenta las tarifas para consumos típicos en las 4 ciudades.

Cuadro 3.2: Estructura de costos del sistema eléctrico colombiano
Costos estacionales y por horas del día
Precios de Diciembre de 1991 (COP\$/Kwh)

| GENERACION | BASE | | PICO | |
|------------------|------------------|----------|--------|----------|
| | VERANO (abr-nov) | INVIERNO | VERANO | INVIERNO |
| ACUMULADO | 32.37 | 18.52 | 34.40 | 18.52 |
| PARCIAL | | | | |
| INTERCONEXION | 2.09 | 21.62 | 27.48 | 21.62 |
| TRANSMISION | 2.09 | 24.71 | 20.58 | 24.71 |
| SUBTRANSMISION | 2.79 | 42.34 | 42.34 | 42.34 |
| DIST. PRIMARIA | 2.49 | 29.99 | 22.86 | 29.99 |
| DIST. SECUNDARIA | 9.87 | 24.70 | 42.72 | 24.86 |

FUENTE: ISA
CALCULOS: CME - Proyecto EES. Tasa de cambio COP/\$ 230/dolar.

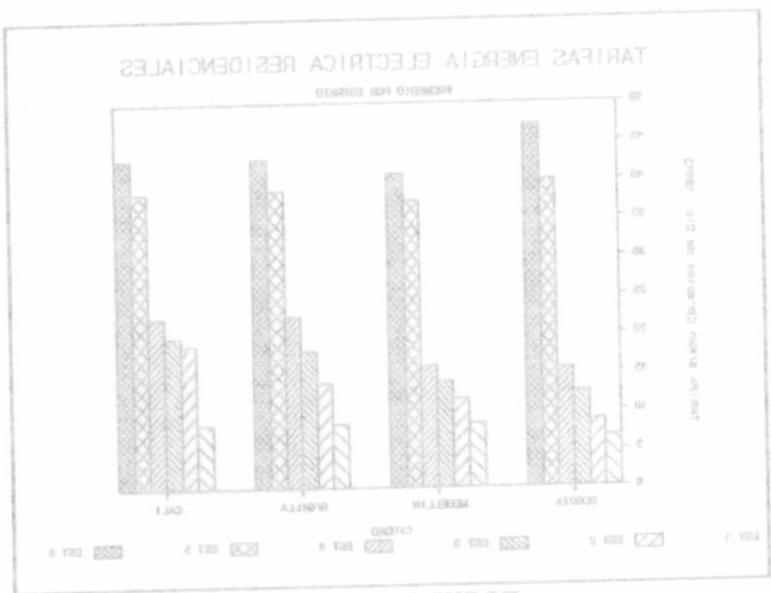


FIGURA No. 3-1

Las tarifas promedio durante 1991 y la relación con el costo incremental promedio largo plazo se presentan en el cuadro No. 3.3 (información en detalle encuentra en los cuadros A a A-6), en el cual se aprecian las distorsiones tarifarias existentes en las diferentes ciudades. Bogotá tiene tarifa para el sector residencial equivalente al 43% del costo, mientras que los sectores comercial e industrial tienen recargos de 80% y 30% del costo en el sector residencial y para los demás sectores recargos que van del 3% al 14% y en Barranquilla y Cali se subsidia en cerca de 60% al sector residencial, con un recargo en la primera de las dos del 44% en la tarifa industrial. Dentro del sector residencial existen marcadas diferencias entre los estratos: la Figura No. 3-1 presenta las tarifas para consumos típicos en las 4 ciudades.

3.04 Los subsidios que actualmente se otorgan en el sector residencial varían de ciudad a ciudad (cuadro No. 3.4): en Bogotá alcanzan anualmente los 109 millones de dólares, en Medellín 60 millones y en Barranquilla y Cali alrededor de 20 millones. El sistema de tarifación concentra el subsidio en los estratos 1 a 4, los cuales cubren entre 72% (en Cali) y 83% (en Medellín) del consumo total (la distribución de los usuarios y del consumo residencial por estratos socioeconómico se presentan en los cuadros B-1 y B-2 del anexo B). En cambio, los estratos 5 y 6 pueden llegar a pagar más del costo económico, para consumos mayores de 800 kwh/mes.

3.05 En el sector comercial ocurre lo contrario: en Bogotá las tarifas comerciales están por encima del costo en un 80%, lo que significa un recargo de 53 millones de dólares al año, en Medellín tienen un recargo del 14% y en Cali y Barranquilla del 8 y 2% respectivamente, lo que equivale a un sobrecosto de 11 millones de dólares para las tres ciudades.

Cuadro 3.3: Tarifas promedio en 1991 y su relación con el CIPLP

| | Bogotá | | Medellín | | Cali | | Barranquilla | |
|--------------------|--------|---------|----------|---------|--------|---------|--------------|---------|
| | \$/kwh | % CIPLP | \$/kwh | % CIPLP | \$/kwh | % CIPLP | \$/kwh | % CIPLP |
| Sector Residencial | 20 | 43 | 20 | 50 | 26 | 64 | 27 | 58 |
| Comercial | 86 | 180 | 46 | 114 | 45 | 108 | 49 | 102 |
| Público | 45 | 94 | 39 | 96 | 41 | 98 | 47 | 98 |
| Industrial | 50 | 130 | 34 | 103 | 32 | 100 | 46 | 144 |

Fuente: Departamento Nacional de Planeación, Junta Nacional de Tarifas. Proyecciones Tarifarias de energía eléctrica: 1991-1994. Documento JNT 1163. Santa Fe de Bogotá. Escenario Base. Tarifas escaladas a Diciembre de 1991 con la indexación tarifaria autorizada por la JNT durante Junio/1990 y Diciembre de 1991.

Cuadro 3-4: Monto Anual de los subsidios y los recargos que se otorgan vía tarifas

(Millones de Dólares de 1991)

| | Bogotá | Medellín | Cali | Barranquilla |
|--------------------|--------|----------|------|--------------|
| Sector Residencial | 109 | 60 | 23 | 18 |
| Sector Comercial | (53) | (7) | (2) | (2) |
| Sector Público | 1 | 2 | 2 | 1 |
| Total | 57 | 55 | 23 | 17 |

Subsidios por estratos socioeconómico: (Millones de Dólares):

| | | | | |
|------------|-----|-----|----|-----|
| Bajo bajo | 2 | 1 | 4 | 4 |
| Bajo | 42 | 22 | 10 | 9 |
| Medio Bajo | 47 | 29 | 8 | 5 |
| Medio | 21 | 9 | 1 | 1 |
| Medio Alto | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Alto | (3) | (1) | 0 | (1) |

Los valores entre paréntesis son extracostos.

Fuente: Cálculos realizados con información obtenida de Interconexión Eléctrica S.A. Oficina de Planeación.

"Subsidios Implícitos en la Nueva Política Tarifaria del Sector Eléctrico Colombiano". Documento ISA-OPUN 088E. Medellín, Junio de 1991

3.06 La Junta Nacional de Tarifas (JNT), desde mediados de los 80, ha logrado avances significativos en la definición de una política tarifaria adecuada. El principal logro ha sido referenciar las tarifas al costo económico de prestación del servicio y estructurar un plan de ajuste para cada una de las empresas del sector, el cual deberá llegar a su término a más tardar en 1994. En sus disposiciones se determina que la estructura y los niveles tarifarios deberán reflejar el costo económico de prestación del servicio, con ajustes dados por restricciones financieras y sociales. La primera restricción se ha cumplido solo parcialmente, ya que las tarifas siguen siendo insuficientes, especialmente en aquellas electrificadoras con composición del mercado marcadamente residencial; la segunda restricción se ha resuelto utilizando los subsidios cruzados, para lo cual se definen tarifas inferiores al costo en los consumos básicos de los usuarios residenciales y tarifas por encima del costo para el consumo de los usuarios no residenciales y para el consumo superior de los usuarios residenciales.

3.07 Mediante la Resolución 90 de 1990, la Junta Nacional de Tarifas definió las metas tarifarias a las cuales todas las empresas distribuidoras deberán llegar mediante un plan de ajuste gradual que terminará a más tardar en 1994 y que se ha venido cumpliendo satisfactoriamente (detalles en los cuadros A-7 a A-10, anexo A). En el cuadro No. 3.5 se presentan las metas en términos porcentuales con respecto al CIPLP. Los ajustes implicarán una disminución de las tarifas industriales y comerciales en Bogotá del 22% y 43%,

Cuadro 3.3: Tarifas promedio en 1991 y su relación con el CIPLP

Precios de Diciembre de 1991

| | Bogotá | | Medellín | | Cali | | Barranquilla | |
|--------------------|--------|-------|----------|-------|--------|-------|--------------|-------|
| | \$/kWh | CIPLP | \$/kWh | CIPLP | \$/kWh | CIPLP | \$/kWh | CIPLP |
| Sector Residencial | 20 | 43 | 20 | 50 | 28 | 84 | 27 | 58 |
| Sector Comercial | 88 | 180 | 48 | 114 | 45 | 108 | 49 | 102 |
| Sector Público | 42 | 94 | 38 | 98 | 41 | 98 | 47 | 98 |
| Industrial | 50 | 120 | 24 | 102 | 23 | 100 | 48 | 144 |

Fuente: Departamento Nacional de Tarifas, Junta Nacional de Planeación. "Proyecciones Tarifarias de Energía Eléctrica 1991-1994". Documento JNT 1103. Santa Fe de Bogotá. Escenario Base. Tarifas escaladas a Diciembre de 1991 con la indexación tarifaria autorizada por la JNT durante Junio/1990 y Diciembre de 1991.

3.04 Los subsidios que actualmente se otorgan en el sector residencial varían de ciudad a ciudad (cuadro No. 3.4): en Bogotá alcanzan anualmente 109 millones de dólares, en Medellín 60 millones y en Barranquilla y Cali alrededor de 20 millones. El sistema de tarifas de subsidio en Bogotá y en Medellín cubren entre 72% (en Cali) y 83% (en Medellín) los estratos 1 a 4, los cuales cubren entre 72% y 83% del consumo total (la distribución de los usuarios y del consumo residencial por estratos socioeconómico se presentan en los cuadros B-1 y B-2 del anexo B). En cambio, los estratos 5 y 6 pueden llegar a pagar más del costo económico, para consumos mayores de 800 kWh/mes.

3.05 En el sector comercial ocurre lo contrario: en Bogotá las tarifas comerciales están por encima del costo en un 80%, lo que significa un recargo de 53 millones de dólares al año, en Medellín tienen un recargo del 43% y en Barranquilla del 8 y 2% respectivamente, lo que equivale a un recargo de 11 millones de dólares para las tres ciudades.

respectivamente; en Barranquilla la disminución en la tarifa industrial será del 24%. Las tarifas residenciales se aumentarán en un 55% en Bogotá y en un 40% en Medellín; en Cali y Barranquilla dichos aumentos serán del 10% aproximadamente.

Cuadro 3.5: Metas tarifarias y su relación con el CIPLP
Precios de Diciembre de 1991

| | Bogotá | | Medellín | | Cali | | Barranquilla | |
|-------------------------|--------|---------|----------|---------|--------|---------|--------------|---------|
| | \$/kwh | % CIPLP | \$/kwh | % CIPLP | \$/kwh | % CIPLP | \$/kwh | % CIPLP |
| Sector Residencial | 31 | 67 | 28 | 70 | 29 | 71 | 30 | 64 |
| Sectores No Residencial | | | | | | | | |
| Comercial | 49 | 103 | 45 | 110 | 45 | 108 | 50 | 104 |
| Público | 49 | 103 | 42 | 104 | 43 | 103 | 47 | 98 |
| Industrial | 39 | 102 | 34 | 103 | 32 | 100 | 35 | 110 |

Fuente: Departamento Nacional de Planeación, Junta Nacional de Tarifas. Proyecciones Tarifarias de energía eléctrica: 1991-1994, Documento JNT 1163, Santa Fe de Bogotá, Escenario Base, Tarifas escaladas a Diciembre de 1991 con la indexación tarifaria autorizada por la JNT durante Junio de 1990 y Diciembre de 1991.

3.08 No obstante los incrementos en el sector residencial, los subsidios a los estratos 1, 2, 3 y 4 se reducirán, más no desaparecerán. A pesar de que las características socioeconómicas de los usuarios del estrato medio (ver anexo B) no ameritan un tratamiento tarifario especial, seguirán teniendo subsidio, aún después de alcanzar las metas. En el cuadro No. 3-6 se presentan las metas por estrato en términos porcentuales con respecto al costo económico de energía y potencia. Los estratos 1, 2, 3 y 4, los cuales en su gran

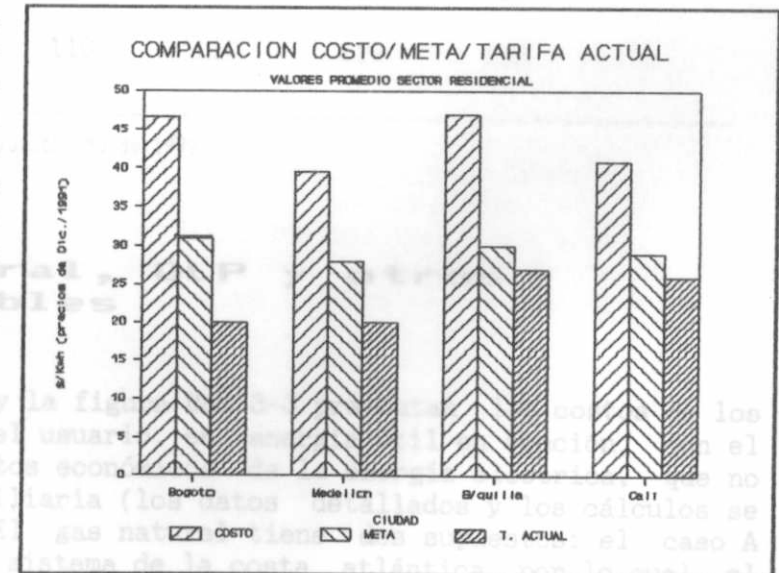


FIGURA No. 3-2

Cuadro 3-4: Monto Anual de los subsidios y los recargos que se otorgan vía tarifas

(Millones de Dólares de 1991)

| | Bogotá | Medellín | Cali | Barranquilla |
|--------------------|--------|----------|------|--------------|
| Sector Residencial | 108 | 80 | 23 | 18 |
| Sector Comercial | (53) | (7) | (2) | (2) |
| Sector Público | 1 | 2 | 2 | 1 |
| Total | 57 | 55 | 23 | 17 |
| Bajo bajo | 2 | 1 | 4 | 4 |
| Bajo | 42 | 22 | 10 | 9 |
| Medio Bajo | 47 | 29 | 8 | 2 |
| Medio | 21 | 9 | 1 | 1 |
| Medio Alto | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Alto | (3) | (1) | 0 | (1) |

Subsidios por estratos socioeconómicos: (Millones de Dólares):

Los valores entre paréntesis son extractos.
Fuente: Cálculos realizados con información obtenida de Interconexión Eléctrica S.A. Oficina de Planeación.
*Subsidios implícitos en la Nueva Política Tarifaria del Sector Eléctrico Colombiano. Documento 12A-09UN 088E. Medellín, Junio de 1991

3.07 Mediante la Resolución 90 de 1990, la Junta Nacional de Tarifas definió las metas tarifarias a las cuales todas las empresas distribuidoras deberán llegar mediante un plan de ajuste gradual que terminará a más tardar en 1994 y que se ha venido cumpliendo satisfactoriamente (detalles en cuadros A-7 a A-10, anexo A). En el cuadro No. 3-5 se presentan las metas en términos porcentuales con respecto al CIPLP. Los ajustes implicarán una disminución de las tarifas industriales y comerciales en Bogotá del 22% y 43%

mayoría consumen menos de 400 Kwh/mes, estarán todavía subsidiados. En la figura No. 3-2 se presenta la comparación de los valores promedio de los costos, las tarifas actuales y las metas para el sector residencial.

3.09 El efecto de la Resolución 90 sobre el subsidio global (efecto combinado de todos los sectores) será insuficiente, ya que en Bogotá éste disminuirá solo 14% (MUS\$ 8), en Medellín 43% (MUS\$ 43), en Cali 35% (MUS\$ 8) y en Barranquilla 39% (MUS\$ 7), sobre los valores del cuadro No. 3-4.

Cuadro No. 3-6: Metas tarifarias de energía eléctrica - Porcentaje del Costo Incremental Promedio a Largo Plazo

| | CARGO POR CONSUMO (% del CIPLP) | | | |
|------------------------------|---------------------------------|---------|---------|----------------|
| | 0 a 200 | 201-400 | 401-800 | Más de 800 Kwh |
| SECTOR RESIDENCIAL: | | | | |
| Estrato socioeconómico | | | | |
| Bajo-bajo | 20 | 70 | 110 | 125 |
| Bajo | 30 | 70 | 110 | 125 |
| Medio-bajo | 40 | 80 | 110 | 125 |
| Medio | 50 | 80 | 110 | 125 |
| Medio-Alto | 60 | 90 | 110 | 125 |
| Alto | 70 | 90 | 110 | 125 |
| SECTOR NO RESIDENCIAL | | | | |
| Todas las Actividades | 110 | 110 | 110 | 110 |

Fuente: Junta Nacional de Tarifas. Resolución 090 de 1990

3.1.2 Gas natural, GLP y otros combustibles

3.10 El cuadro No. 3-7 y la figura No. 3-3 presentan los costos de los energéticos hasta la puerta del usuario, en energía útil en cocción, con el fin de compararlo con los costos económicos de la energía eléctrica, que no incluyen la instalación domiciliaria (los datos detallados y los cálculos se encuentran en el anexo G). El gas natural tiene dos supuestos: el caso A asume la interconexión con el sistema de la costa atlántica, por lo cual el abastecimiento se hace con los yacimientos de la Guajira; en el caso B se supone que Cusiana será suficiente para abastecer el centro del país (sin embargo, en el resto de este estudio se asumen los costos del caso A, dado que aun en el caso de que Cusiana sea suficiente, con todas las incertidumbres que supone, el GN solo podrá ser aprovechado a partir del año 2000). Bajo la

respectivamente; en Barranquilla la disminución en la tarifa industrial a del 24%. Las tarifas residenciales se aumentarán en un 52% en Bogotá y en 40% en Medellín; en Cali y Barranquilla dichos aumentos serán del aproximadamente.

Cuadro 3-5: Metas tarifarias y su relación con el CIPLP Precios de Diciembre de 1991

| | Bogotá | Medellín | Cali | Barranquilla |
|-------------------------|--------|----------|------|--------------|
| Sector Residencial | 21 | 28 | 29 | 30 |
| Sectores No Residencial | | | | |
| Comercial | 49 | 42 | 42 | 40 |
| Pública | 49 | 42 | 42 | 40 |
| Industrial | 29 | 24 | 22 | 22 |

Fuente: Departamento Nacional de Planeación, Junta Nacional de Tarifas. Proyecciones Tarifarias de Energía Eléctrica: 1991-1994. Documento INT 1103. Santa Fe de Bogotá. Escenario Base. Tarifas escaladas a diciembre 1991 con la indexación tarifaria autorizada por la JNT durante junio de 1990 y diciembre de 1991.

3.08 No obstante los incrementos en el sector residencial, los subsidios a los estratos 1, 2, 3 y 4 se reducirán, más no desaparecerán. A pesar de que las características socioeconómicas de los usuarios del estrato medio (ver anexo B) no ameritan un tratamiento tarifario especial, seguirán teniendo subsidio, aún después de alcanzar las metas. En el cuadro No. 3-8 se presentan las metas por estrato en términos porcentuales con respecto al costo económico de energía y potencia. Los estratos 1, 2, 3 y 4, los cuales en su gran

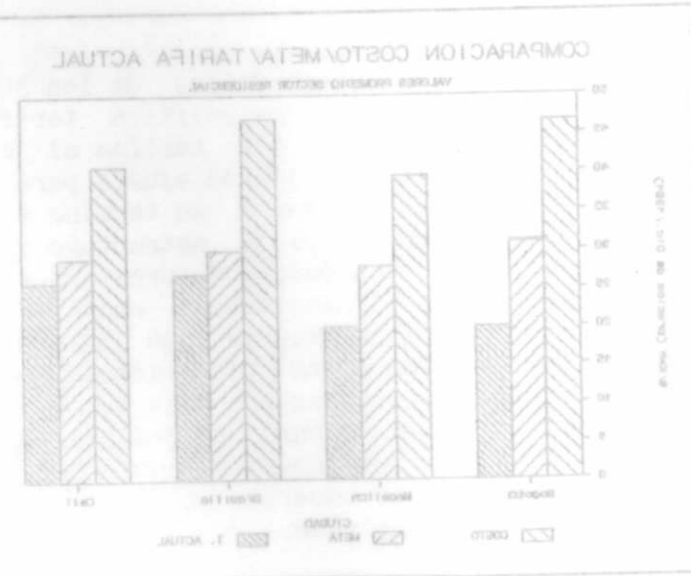


FIGURA No. 3-2

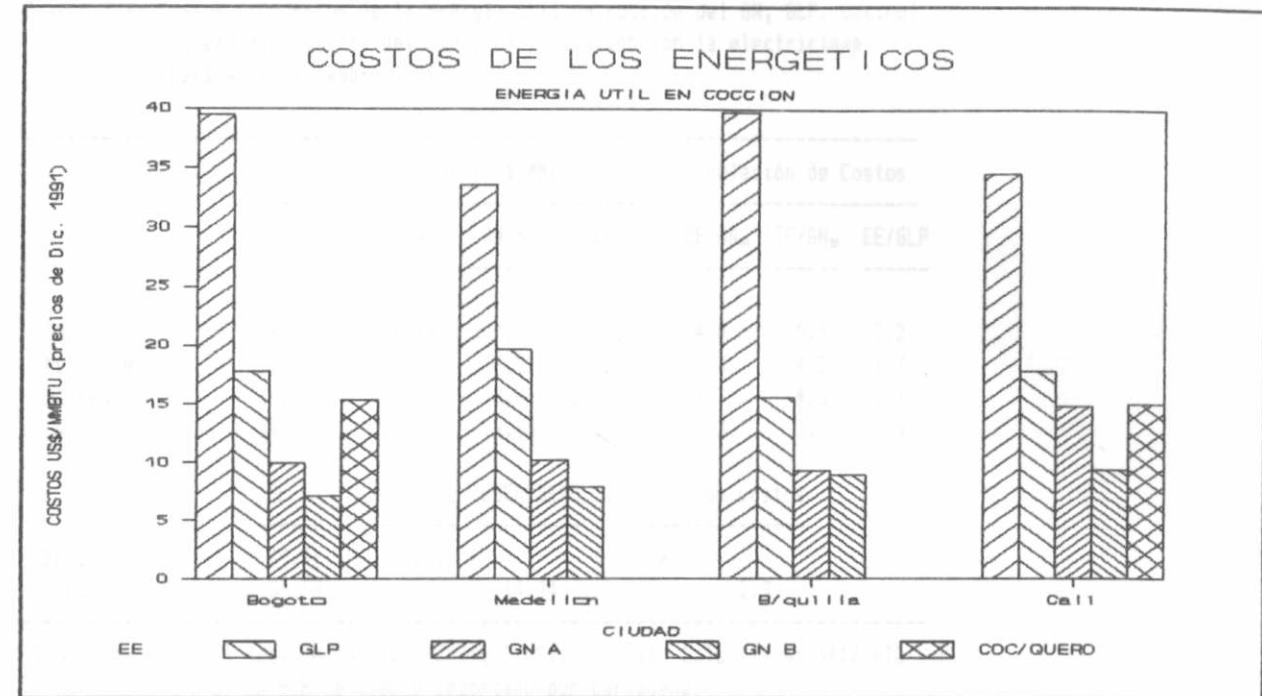


FIGURA No. 3-3

hipótesis A, en Barranquilla y Bogotá el costo de la energía eléctrica corresponde a cerca de 4 veces el costo del gas natural, en Medellín a 3.3 y en Cali a 2.3 veces. Bajo la hipótesis B, la situación es aun más favorable para el GN, por el menor valor en boca de pozo y menores costos de transporte. Esta misma relación con el GLP es casi 2 veces en Bogotá, Medellín y Cali y 2.7 veces en Barranquilla⁴³. Adicionalmente, se presenta el costo del cocinero en Bogotá y el del queroseno en Cali, lugares donde son significativos los consumos de dichos combustibles. En ambos casos, la relación de sus costos con el de la electricidad es cerca de 2.5 y se observa que son menores que los del GLP y mayores que el del GN.

3.11 El efecto que tiene la instalación domiciliaria y el equipo (estufa) sobre la relación de costos entre los energéticos no es muy marcada, aunque la ventaja del GN y el GLP disminuye ligeramente. Como ilustración, el cuadro No 3.7 presenta para Bogotá y Barranquilla esta relación para el estrato 3, el cual tiene el consumo mayoritario en ambas ciudades.

⁴³/ El costo del GLP se calcula suponiendo que este combustible es importado. Sin embargo, en el anexo A se examina también la opción de producción de GLP en Cusiana, lo que disminuye significativamente su costo, pero lo deja a un nivel superior al costo del gas natural.

COSTOS DE LOS ENERGÉTICOS

ENERGÍA ÚTIL EN COCCIÓN

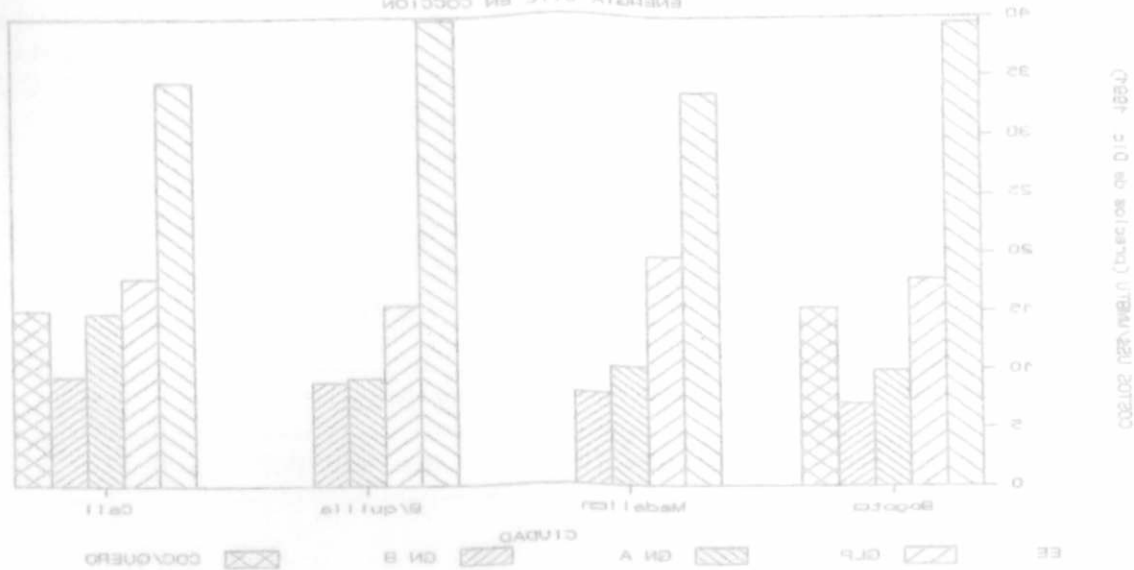


FIGURA No. 3-3

hipótesis A, en Barranquilla y Bogotá el costo de la energía eléctrica corresponde a cerca de 4 veces el costo del gas natural, en Medellín a 3.3 veces. Bajo la hipótesis B, la situación es aún más favorable para el GN, por el menor valor en boca de pozo y menores costos de transporte. Esta misma relación con el GLP, es casi 2 veces en Bogotá, Medellín y Cali. 2.7 veces en Barranquilla. Adicionalmente, se presenta el costo de cocinero en Bogotá y el del queroseno en Cali, lugares donde son significativas las consumos de dichas combustibles. En ambos casos, la relación de sus costos con el de la electricidad es cerca de 2.5 y se observa que son menores que del GLP y mayores que el del GN.

3.11 El efecto que tiene la instalación domiciliar y el estufa (estufa) sobre la relación de costos entre los energéticos no es muy marcado, aunque la ventaja del GN y el GLP disminuye ligeramente. Como muestra el cuadro No. 3.7 presenta para Bogotá y Barranquilla esta relación para el estrato 3, el cual tiene el consumo mayoritario en ambas ciudades.

El costo del GLP se calcula suponiendo que este combustible es importado, sin embargo, en la opción de producción de GLP en Cusiana, lo que disminuye significativamente el costo, pero lo deja a un nivel superior al costo del gas natural.

Cuadro 3.7: Costos económicos de la energía útil en cocción del GN, GLP, Cocinero y queroseno (puerta del usuario) y relación con la electricidad. Precios de Diciembre 1991

| Ciudad | Costos Económicos (US\$/MMBTU) | | | | Relación de Costos | | | Bogotá EE/EE | Bogotá EE/GLP |
|--------------|--------------------------------|-------|------|-------|--------------------|--------------------|--------|--------------|---------------|
| | EE | GN A | GN B | GLP | EE/GN _A | EE/GN _B | EE/GLP | | |
| Bogotá | 39.41 | 9.94 | 7.12 | 17.82 | 4.0 | 5.5 | 2.2 | | |
| Medellín | 33.47 | 10.22 | 7.92 | 19.56 | 3.3 | 4.2 | 1.7 | 3.9 | 3.04 |
| Barranquilla | 39.70 | 9.26 | 8.88 | 15.51 | 4.3 | 4.5 | 2.7 | 3.03 | 3.11 |
| Cali | 34.53 | 14.80 | 9.36 | 17.82 | 2.3 | 3.7 | 1.9 | | |

| Ciudad | EE | COCINOL | QUEROSENO | Relación Costos |
|--------|--------|---------|-----------|-----------------|
| | Bogotá | 39.41 | 15.31 | |
| Cali | 34.53 | | 14.94 | 2.3 |

- Supuestos:
- 1) Tasa de cambio = Col\$430/US\$; Relación Calorífica: 3412 BTU/kwh.
 - 2) En GLP se supone importado por Cartagena.
 - 3) El GN hay dos casos: Caso A=abastecimiento de los yacimientos de la Guajira. Caso B= hay excedentes suficientes en Cusiana.
 - 4) Eficiencia en cocción: EE: 55%; GN: 50%; GLP: 45%.

Cuadro No. 3.8: Costos económicos del GN (caso A) y el GLP (incluyendo instalación domiciliar y la estufa) y relación con la electricidad. Precios de Diciembre 1991: US\$/MMBTU. Costos del estrato 3

| Ciudad | EE | GN | GLP | Relación de Costos | |
|--------------|-------|------|------|--------------------|--------|
| | | | | EE/GN | EE/GLP |
| Bogotá | 22.04 | 5.93 | 8.22 | 3.7 | 2.7 |
| Barranquilla | 22.51 | 5.22 | 7.27 | 4.6 | 4.3 |

FIGURA No. 3-4

3.12 La relación entre las tarifas y los costos del GLP para el consumidor final se presentan en el cuadro No. 3.9. Como puede verse, los costos son entre el 30% y el 60% superiores a las tarifas (basado en el precio de venta en cilindro de 18 Kg), presentándose un subsidio importante al consumidor, especialmente en Cali y Bogotá.

Los costos del GLP tienen un cargo fijo y un cargo variable y están basados en el consumo. En los estratos A-1 y A-2 se presentan los rangos, para Bogotá y Barranquilla y en Cali se presentan las tarifas para el consumo de cilindros: 30 m³/mes.

Cuadro 3.7: Costos económicos de la energía útil en cocción del GN, GLP, Cocinero y quemador (puerta del usuario) y relación con la electricidad. Precios de Diciembre 1991

| Relación de Costos | Costos Económicos (US\$/MMBTU) | | | | |
|--------------------|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | EE | GN A | GN B | GLP | |
| Relación de Costos | BOGOTÁ | 29.41 | 9.94 | 7.12 | 17.82 |
| | MEDELLÍN | 23.47 | 10.22 | 7.92 | 14.26 |
| Relación de Costos | BARRANQUILLA | 29.70 | 9.26 | 8.88 | 12.21 |
| | CALI | 24.27 | 14.80 | 9.26 | 17.82 |
| Relación de Costos | BOGOTÁ | 24.41 | 12.21 | 14.94 | 5.2 |
| | CALI | 24.27 | 14.94 | 5.2 | 5.2 |

Supuestos: 1) Tasa de cambio = Col\$2000/\$; Relación Calorífica: 2412 BTU/kWh. 2) En GLP se supone importado por Cartagena. 3) El GN hay dos casos: Caso A=abastecimiento de los yacimientos de la Guajira, Caso B=excedentes autóctonos en Cúcuta. 4) Eficiencia en cocción: EE: 22%; GN: 90%; GLP: 42%.

Cuadro No. 3.8: Costos económicos del GN (caso A) y el GLP (incluyendo instalación domiciliar y la estufa) y relación con la electricidad. Precios de Diciembre 1991: US\$/MMBTU. Costos del estado 3

| Relación de Costos | GN | ER | Relación de Costos | | |
|--------------------|--------------|-------|--------------------|--------|-----|
| | | | ER\GN | ER\GLP | |
| Relación de Costos | BOGOTÁ | 22.04 | 5.93 | 8.22 | 3.7 |
| | BARRANQUILLA | 22.21 | 5.22 | 7.27 | 4.3 |

3.12 La relación entre las tarifas y los costos del GLP para el consumidor final se presentan en el cuadro No. 3.9. Como puede verse, los costos son entre el 30% y el 60% superiores a las tarifas (basado en el precio de venta en cilindro de 18 kg), presentándose un subsidio importante al consumidor, especialmente en Cali y Bogotá.

Cuadro 3.9: Comparación de costos y tarifas del GLP por ciudad. Precios de Diciembre 1991

| | B/quilla | | Medellín | | Cali | | Bogotá | |
|-----------------|----------|------------|----------|------------|-------|------------|--------|------------|
| | (1) | US\$/MMBTU | (1) | US\$/MMBTU | (1) | US\$/MMBTU | (1) | US\$/MMBTU |
| TARIFAS: | | | | | | | | |
| Carrotanque | 81.7 | 5.35 | 88.6 | 5.80 | 75.03 | 4.92 | 76.9 | 5.04 |
| Cilindro 18Kg. | 3200 | 5.40 | 3450 | 5.82 | 2970 | 5.01 | 3030 | 5.11 |
| COSTOS: | | | | | | | | |
| RELACION (C/T): | | 6.98 | | 8.80 | | 8.02 | | 8.02 |
| | | 1.3 | | 1.5 | | 1.6 | | 1.6 |

(1) Carrotanque = \$/litro.

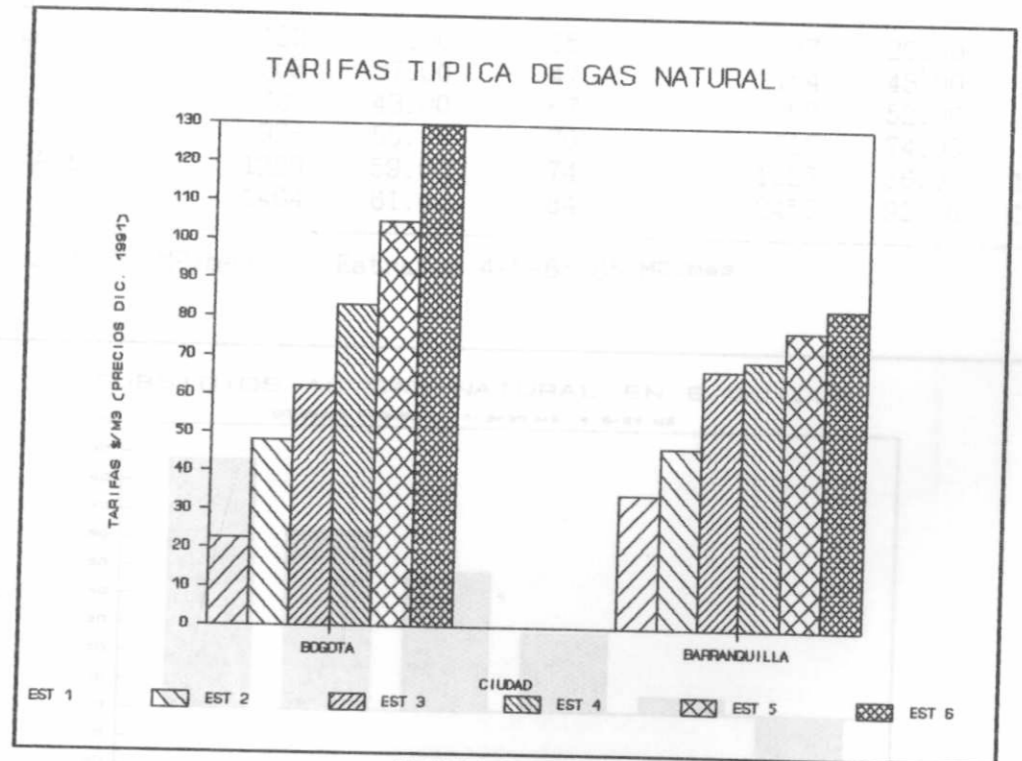


FIGURA No. 3-4

3.13 Las tarifas de GN tienen un cargo fijo y un cargo variable y están segmentadas en tres rangos de consumo. En los cuadros A-17 y A-18 se encuentran las tarifas para todos los rangos, para Bogotá y Barranquilla y en el cuadro No. 3.10 se resumen las tarifas para los consumos típicos: 30 M³/mes

en los estratos 1-2-3 y 65 M³/mes en los estratos 4-5-6. Para consumos típicos en Barranquilla, el cargo total mensual oscila entre \$35/M³ y \$84/M³ (US\$1.69/MMBTU y US\$4.05/MMBTU). En Bogotá, entre \$23/M³ y \$130/M³ (US\$1.11/MMBTU y US\$6.27/MMBTU). Además de la factura mensual, el usuario paga al conectarse a la red un derecho de conexión que busca cubrir los costos de la acometida con el regulador y el medidor, la instalación interna y la conexión de los artefactos.

Cuadro 3.10: Tarifas de gas natural en Barranquilla y Bogotá para consumos típicos

| Estrato socioeconómico | BARRANQUILLA | | | BOGOTÁ | | |
|------------------------|--------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------|-------------------------------|----------------------------|
| | FIJO \$/usuario | VARIABLE \$/M ³ | TOTAL \$/M ³ | FIJO \$/usuario | VARIABLE \$/M ³ | TOTAL \$/M ³ |
| Bajo-bajo | 122 | 31.00 | 35 | 77 | 20.00 | 23 |
| Bajo | 305 | 37.00 | 47 | 154 | 43.00 | 48 |
| Medio-bajo | 732 | 43.00 | 67 | 307 | 52.00 | 62 |
| Medio | 976 | 55.00 | 70 | 615 | 74.00 | 83 |
| Medio-Alto | 1220 | 59.00 | 74 | 1229 | 86.00 | 105 |
| Alto | 1464 | 61.00 | 84 | 2458 | 92.00 | 130 |

Estratos 1-2-3: 30 M³/mes Estratos 4-5-6: 65 M³/mes

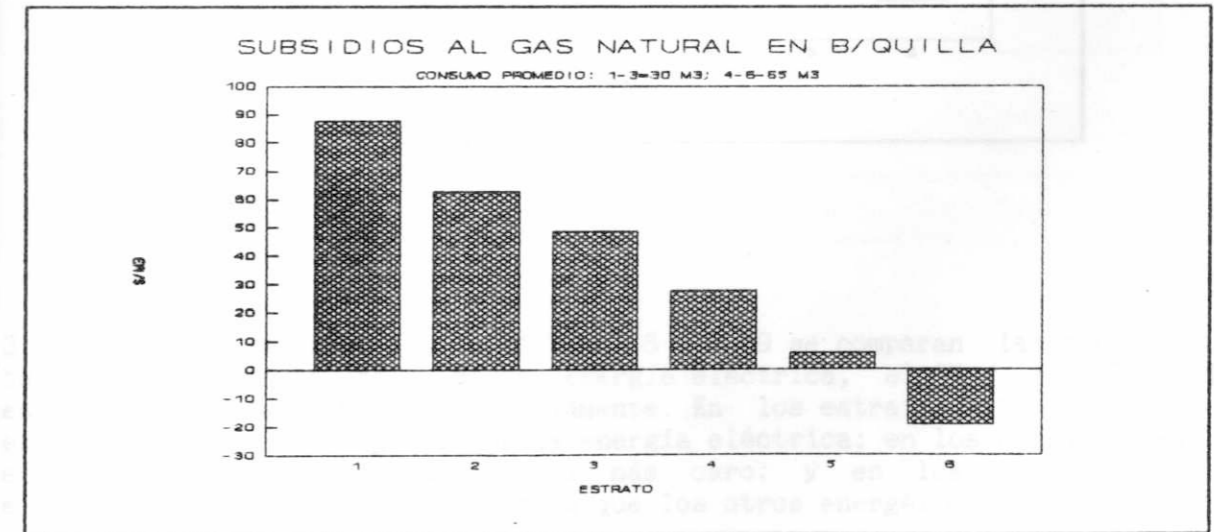


FIGURA NO. 3-5

Cuadro 3.9: Comparación de costos y tarifas del GLP por ciudad
Precios de Diciembre 1991

| Bogotá | | Cali | | Medellín | | Barranquilla | |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|------------|
| (1) | (2) | (1) | (2) | (1) | (2) | (1) | (2) |
| US\$/MMBTU | US\$/MMBTU | US\$/MMBTU | US\$/MMBTU | US\$/MMBTU | US\$/MMBTU | US\$/MMBTU | US\$/MMBTU |
| 8.02 | 1.8 | 8.02 | 1.8 | 8.80 | 1.2 | 8.98 | 1.2 |
| 2.11 | 2.02 | 2.01 | 2.02 | 2.82 | 2.80 | 2.40 | 2.40 |
| 2.04 | 2.04 | 4.92 | 4.92 | 88.6 | 88.6 | 81.7 | 81.7 |

(1) Carrocinaje = \$/litro.

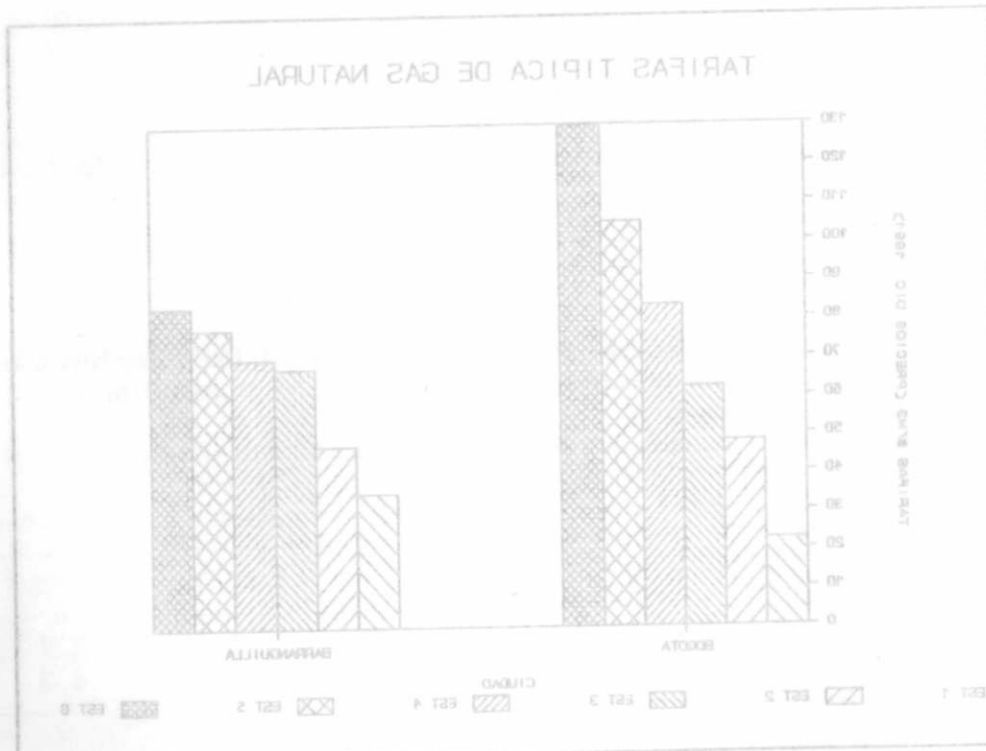


FIGURA NO. 3-4

Las tarifas de GN tienen un cargo fijo y un cargo variable y están segmentadas en tres rangos de consumo. En los cuadros A-17 y A-18 se encuentran las tarifas para todos los rangos, para Bogotá y Barranquilla y el cuadro No. 3.10 resume las tarifas para los consumos típicos: 30 M³/mes

3.14 Los subsidios o los sobrecostos varían con la ciudad, el estrato y el nivel de consumo. En Barranquilla, todos los estratos están subsidiados. En la figura No. 3-5 se aprecian los subsidios suponiendo consumos de 30 M³ en los estratos 1 a 3 y de 65 M³ en los estratos 4 a 6, los cuales son los más frecuentes.

3.15 En Bogotá, para consumos promedios, los estratos 1 al 5 están subsidiados, y solamente el estrato 6 presenta sobrecostos, de acuerdo a la figura No. 3-6.

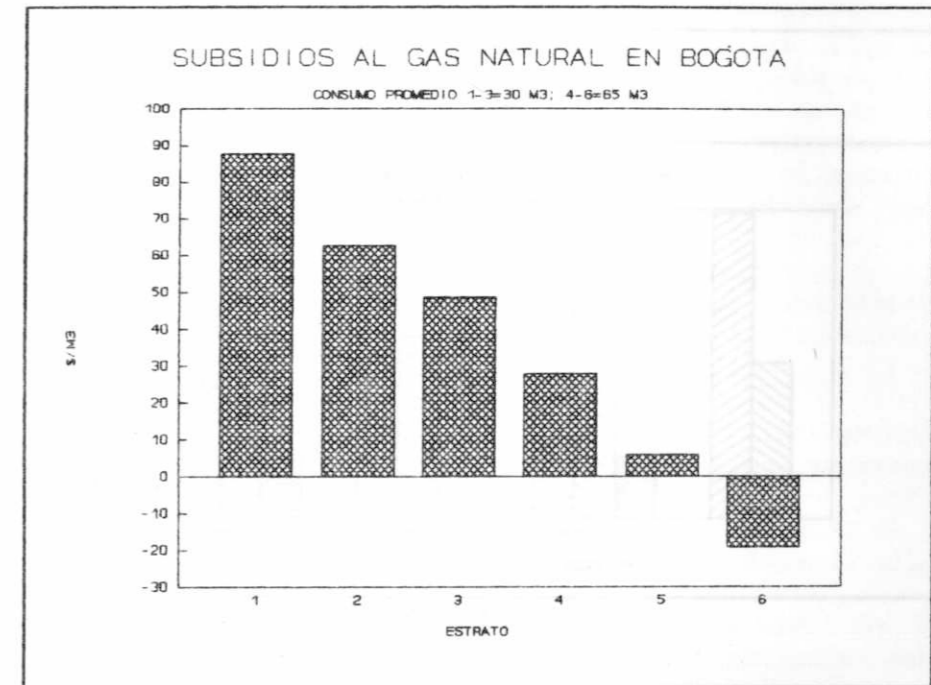


FIGURA NO. 3-6

3.16 En las figuras No. 3-7, 3-8 y 3-9 se comparan las tarifas, en términos de energía útil, de la energía eléctrica, el GN y el GLP en los estratos 1-2, 3-4 y 5-6, respectivamente. En los estratos 1-2 el GLP es el energético más caro, seguido por la energía eléctrica; en los estratos 3-4, la energía eléctrica pasa a ser el más caro; y en los estratos 5-6 la electricidad es bastante más costosa que los otros energéticos.

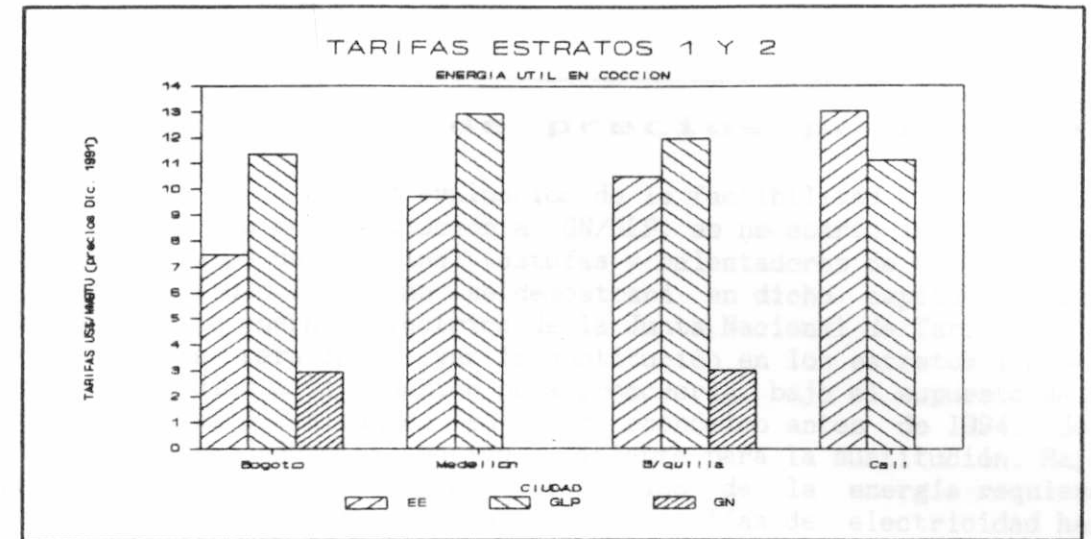


FIGURA No. 3-7

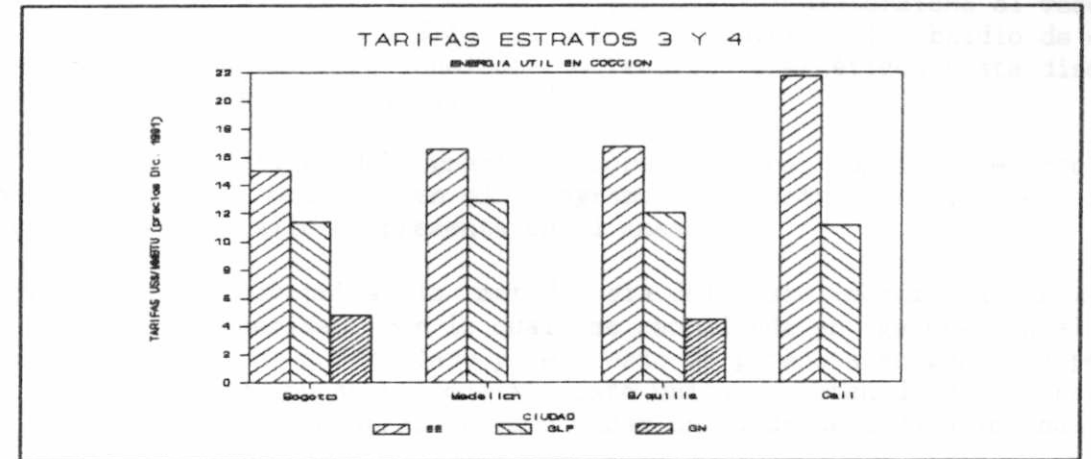


FIGURA No. 3-8

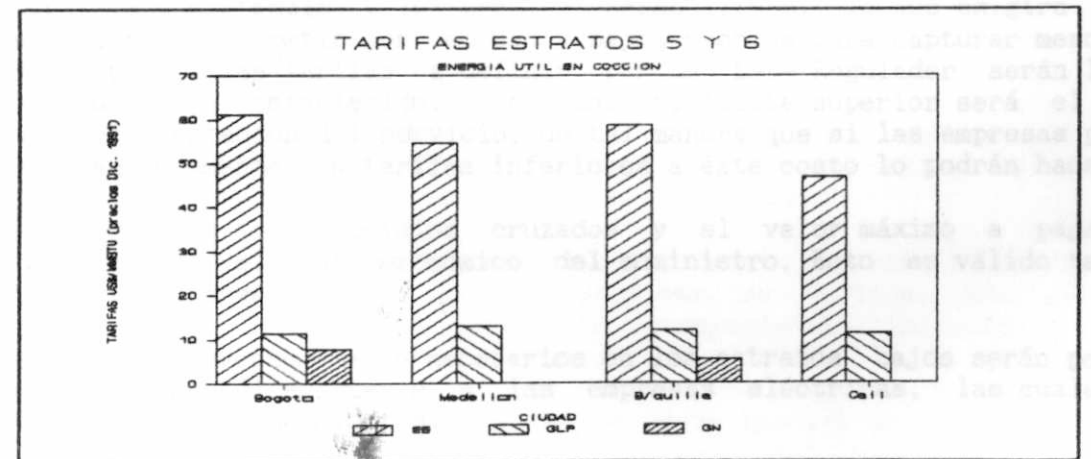


FIGURA 3-9

3.1.3 Política de precios propuesta

3.17 Para una adecuada evaluación de la factibilidad financiera para el usuario del programa de sustitución a GN/GLP, es necesario incluir los costos de conexión y equipo de uso final (estufas y calentadores de agua), lo cual se hace en el capítulo IV. Como se demostrará en dicho capítulo, las metas tarifarias para la energía eléctrica de la Junta Nacional de Tarifas a 1994 no serán suficientes para incentivar la sustitución en los estratos 1-2-3-4 y se requerirán subsidios a la conexión para promoverla, bajo el supuesto de que el gas natural y el GLP alcancen su costo económico antes de 1994. Solo los estratos 5 y 6 tendrán el incentivo suficiente para la sustitución. Bajo esta perspectiva, la política conjunta de precios de la energía requiere, en consecuencia, continuar el incremento de las tarifas de electricidad hacia su costo económico dentro de un plazo razonable. Mientras se llega a la meta, el incentivo para la sustitución deberá basarse en un esquema de financiamiento y/o subsidio a la conexión, instalación interna y equipos de uso final. Dichos costos no deberán incluirse en la tarifa, por cuanto distorsiona el verdadero valor de los sustitutos (GN o GLP), ni deberá promoverse el subsidio de estos, ya que promueve el uso irracional de los recursos energéticos (esta discusión se lleva a cabo en el capítulo IV).

3.18 La política de precios propuesta es consistente con las recomendaciones del Grupo 2 en el programa de reestructuración del sector eléctrico (mayor detalle se presenta en el anexo C):

1. Para la energía eléctrica, la metodología del Costo Incremental Promedio a largo plazo es imprecisa, por lo cual se recomienda en generación el costo marginal de energía de corto plazo y el costo de potencia en punta en período crítico. En distribución se propone el costo unitario obtenido de la relación entre cantidad de obra requerida para atender un Kw de demanda adicional.

2. Habrá regulación tarifaria en electricidad sólo a nivel de distribución para los pequeños consumidores. Las demás transacciones serán fijadas libremente en el mercado. Esto fomentará la eficiencia: en generación se permitirá la competencia y los precios serán libres, lo que exigirá a las empresas entrar a competir con calidad y bajos precios para capturar mercados; en distribución, las tarifas a definir por un Ente Regulador serán libres dentro de un rango establecido, en el cual el límite superior será el costo económico de prestación del servicio, de tal manera que si las empresas pueden operar financieramente con tarifas inferiores a éste costo lo podrán hacer.

3. Se eliminarán los subsidios cruzados y el valor máximo a pagar en distribución será el costo económico del suministro. Esto es válido también para todos los energéticos.

4. Los subsidios eventualmente necesarios en los estratos bajos serán pagados por el Gobierno directamente a las empresas eléctricas, las cuales lo transferirán a los consumidores.

5. Para la energía eléctrica, se definirán opciones tarifarias de acuerdo con el costo de prestación del servicio, diferenciando costos de energía, costos

de potencia, hora y estación en la cual se consuma.

6. Se tratará al usuario residencial de electricidad en igual forma que los demás usuarios, ofreciéndole opciones tarifarias a las cuales se acogerá de acuerdo con su patrón de consumo. Las opciones tarifarias serán en función del costo de energía y potencia en las diferentes horas y estaciones, lo que permitirá la implementación de políticas encaminadas a la eficiencia energética. Se propenderá por el aplanamiento de la curva de carga en todos los sectores, inclusive en el residencial. Actualmente no se toman medidas encaminadas a mejorar la curva de carga y no se dan señales al usuario del costo real que causa el suministro del servicio. El usuario residencial ha recibido tratamiento tarifario especial y por lo tanto no ha modificado sus parámetros de consumo en cuanto a su curva de carga, aunque sí lo ha hecho en la magnitud del consumo, el cual ha venido disminuyendo por incrementos significativos en las tarifas de los consumos superiores. (NOTA: Esta recomendación del Grupo 2 de reestructuración no parece ser muy realista para el sector residencial por los costos de los contadores, aunque puede ser interesante para el sector comercial).

3.19 Para una política de precios que conduzca a la eficiencia energética y a incentivar la sustitución de electricidad por GN y GLP, cuando sea económicamente rentable, en este proyecto se han encontrado conveniente hacer adicionalmente las siguientes recomendaciones:

1. El cargo fijo en la tarifa debe representar los costos fijos, diferentes de la conexión, el cual es un porcentaje pequeño del cargo total. De esta forma no se incentiva la ineficiencia en el uso final (un cargo fijo relativamente muy alto incentiva el desperdicio de energía).
2. En materia financiera las tarifas de energía eléctrica deberán cumplir su objetivo de autosuficiencia, este objetivo no se cumplirá con las metas de la Resolución 90 de 1990 debido a que los niveles tarifarios son insuficientes y en algunas regiones con mercados marcadamente residencial, no alcanzará a cubrir ni siquiera los costos de operación y mantenimiento.
3. Similar al caso de la electricidad, en el largo plazo deberán eliminarse los subsidios cruzados en el gas natural y el valor máximo a pagar en distribución debe ser el costo económico del suministro.
4. En el GLP, el precio de venta deberá ser igual al costo de producción o importación, dependiendo de las perspectivas de Cusiana, más el costo económico de transporte y distribución. Se recomienda la liberación de cuotas y precios, manteniendo durante un período (suficiente para garantizar un abastecimiento adecuado al mercado y condiciones de competencia) el costo como valor máximo para el margen de distribución. Esto implica un estudio detallado sobre los márgenes, incluyendo la reestructuración del sistema de reposición de cilindros (ver sección 6.5.4).

5. Los precios del gas natural y el GLP deberán alcanzar su costo económico rápidamente. En este proyecto se asume que el gas licuado del petróleo alcanza el costo de importación en 1993 en Bogotá, Medellín y Cali y el gas natural alcanza el costo económico en 1993 en Barranquilla y en 1995 en Bogotá, Medellín y Cali, cuando se termine la construcción del gasoducto hacia el interior del país. Los incrementos de precios de la electricidad en los estratos 1-2-3 deben ser relativamente moderados, durante un período largo, dando lugar a menores efectos distributivos e inflacionarios. Lo anterior sugiere que los precios pueden ser muy efectivos y políticamente aceptables si son aplicados durante un período de tiempo largo, con incrementos dosificados. En concreto, la política de tarifas recomendada corresponde a la del escenario de precios altos que se describirá en este capítulo más adelante, la cual conlleva como criterio principal el alcanzar los costos económicos de la electricidad en el año 2000, en tanto que en los años previos se mantendrá un sistema de subsidios a la conexión que incentive la sustitución.

6. Deberá incentivarse la utilización de sustitutos de la electricidad mediante programas favorables de financiación para el costeo de la instalación interna y los equipos. Dicho costo no debe involucrarse en la tarifa. Tampoco debe propiciarse el subsidio de los sustitutos como forma de incentivo (las distorsiones tarifarias en la electricidad no deben trasladarse a los otros energéticos).

7. En caso que el Gobierno decida otorgar subsidios en todos los energéticos a los usuarios residenciales de los estratos bajos, no recomendable de acuerdo al punto anterior, deberá mantener igual proporción con respecto al costo económico de los energéticos. Los montos del subsidio deberán ser asumidos por el Gobierno vía presupuesto público.

8. De acuerdo a los puntos 5, 6 y 7, la política tarifaria energética deberá tener en cuenta los costos relativos de los diferentes fuentes de energía, **incluyendo los costos de conexión, instalación interna y equipos de uso final**, y con base en ellos fijar las tarifas para cualquier nivel de consumo y los esquemas de financiación y/o/subsidios a la conexión, instalación y equipos. En otras palabras, en el proceso de acercarse al costo económico del suministro, las tarifas deberán estructurarse dentro de un marco de planificación energética integral y no de forma independiente.

9. En la sección 6.2 se discutirá en detalle los aspectos relativos a incentivos para promover los programas de Administración de la Demanda (ADD), teniendo en cuenta las condiciones específicas de los sectores/estratos, en cuanto a tarifas y subsidios. De esta forma, se propondrán incentivos que sean atractivos tanto para la empresa eléctrica como para el consumidor, teniendo en cuenta criterios de eficiencia económica y equidad.

3.2 ESCENARIOS DE DEMANDA DEL SECTOR⁴⁴

3.2.1 Escenario de Referencia

3.20 El escenario de referencia de demanda de energía eléctrica⁴⁵ y de hidrocarburos⁴⁶ de los sectores residencial, comercial, oficial y de alumbrado público, se estimó acorde al posible escenario macroeconómico. El escenario de la posible evolución de las variables socioeconómicas, se calculó bajo el supuesto de que el PIB total tendrá durante el período 1992/1994 una tasa de crecimiento anual de 3.0%, 4.0% y 4.5%, respectivamente, y a partir de 1995 la tasa de crecimiento estimada será del 5.0% anual promedio, acorde con la tendencia de largo plazo de la economía nacional (cuadro M-1, anexo M).

3.21 La proyección de tarifas corresponde a la elaborada por la Junta Nacional de Tarifas, descrita en el numeral 3.07. Las tarifas subirán hasta las metas establecidas para 1994 y a partir de ese año permanecerán constantes en términos reales.

3.22 Se estima que la tasa de cobertura del servicio de energía eléctrica alcanzará del 78.6% del número total de viviendas del país en el año 2010. Durante el período de proyección, la demanda total de energía eléctrica crece ligeramente menos que las ventas al consumidor final, ya que se prevé la reducción de los índices de pérdidas totales de energía hasta el año 2000 y a partir de ese año, éstos permanecerán constantes. En consecuencia, el crecimiento de la demanda dependerá prácticamente de las ventas (demanda = ventas + pérdidas), las cuales se estima crecerán a una tasa anual promedio del 4.4%.

3.23 Las ventas de energía eléctrica al sector residencial nacional tendrán un crecimiento anual del 3.7% durante el período 1991/2000. Este estimativo obedece al supuesto que habría una reducción en el consumo anual promedio por suscriptor residencial en el período 1991/95, debido al aumento de la tarifa en términos reales. Como se observa en el cuadro No. 3-11, los consumos anuales promedio por suscriptor disminuirán durante el período 1991/1995; las mayores tasas de decrecimiento son para los mercados de EEB y EPM, -2,7% y -3,1%, respectivamente. Las tasas de decrecimiento de las tarifas de los mercados de la CVC y CORELCA son de -0.8% y -0.2%, respectivamente.

⁴⁴/ La información y los supuestos de los escenarios se encuentran en el anexo M (Cuadros M-1 /M-4).

⁴⁵/ Proyección de Demanda de Energía Eléctrica 1990 - 2010, ISA. No contemplan el programa de sustitución por GN en usos térmicos domésticos.

⁴⁶/ Fuente: ECOPEPETROL, Dirección de Planeación

Cuadro No. 3-11: Evolución del Consumo Promedio por Suscriptor
kwh/a

| | BOGOTA | MEDELLIN | CVC ⁴⁷ | CORELCA ⁴⁸ |
|------|--------|----------|-------------------|-----------------------|
| 1991 | 3196 | 4268 | 2857 | 2459 |
| 1995 | 2859 | 3768 | 2757 | 2435 |
| 2000 | 2942 | 3853 | 2877 | 2499 |
| 2010 | 3142 | 4022 | 3155 | 2656 |

FUENTE: ISA

3.24 A partir de 1995, el consumo promedio por suscriptor comienza a incrementarse como resultado de la congelación de las tarifas de energía eléctrica en términos reales y del aumento del ingreso per cápita. Adicionalmente, la conexión de suscriptores nuevos solo aumentara al 4.5% anual, como consecuencia del menor crecimiento demográfico y de viviendas y la alta tasa de cobertura del servicio en las principales ciudades del país.

3.25 Según este escenario, el precio de los sustitutos de la energía eléctrica crecerá a tasas inferiores a las de la energía eléctrica y por lo tanto el consumo promedio por suscriptor disminuye como respuesta al aumento de la tarifa, ya que no se consideran de manera explícita programas de sustitución de energía eléctrica por gas licuado o por gas natural, ni de uso eficiente de energía; es decir que la proyección solo capta el efecto del aumento tarifario de la electricidad a través de las elasticidades precio. (cuadro M-4, anexo M).

3.26 Considerando los supuestos antes descritos, el escenario de referencia de ISA muestra que la demanda de energía eléctrica del sector residencial de cada una de las cuatro ciudades tendrá una tasa anual de crecimiento durante el período de 1991/2000 de 3.5%, 2.6%, 4.7% y 4.8%, para Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla, respectivamente. En el cuadro No. 3-12 aparecen las tasas de crecimiento de la demanda de energía eléctrica, para cada una de las cuatro ciudades y el sistema interconectado.

47/ Valor promedio para el mercado de la CVC, incluye EMCALI (kwh/a). (Ver cuadro M-2B - anexo M).

48/ Valor promedio para el mercado de CORELCA, incluye Barranquilla

3-2 ESCENARIOS DE DEMANDA DEL SECTOR

3-2.1 Escenario de Referencia

3.20 El escenario de referencia de demanda de energía eléctrica de hidrocarburos de los sectores residencial, comercial, oficial y almpado público, se estimó acorde al posible escenario macroeconómico de la posible evolución de las variables socioeconómicas, se cala dato el supuesto de que el PIB total tendrá durante el período 1992/2004 tasa de crecimiento anual de 3.0%, 4.0% y 4.5%, respectivamente, y a partir 1995 la tasa de crecimiento estimada será del 5.0% anual promedio, acorde a la tendencia de largo plazo de la economía nacional (cuadro M-1, anexo M).

3.21 La proyección de tarifas corresponde a la elaborada por la Nacional de Tarifas, descrita en el numeral 3.07. Las tarifas aplicadas a las metas establecidas para 1994 y a partir de ese año permanecerán constantes en términos reales.

3.22 Se estima que la tasa de cobertura del servicio de energía eléctrica alcanzará del 78.8% del número total de viviendas del país en el 2010. Durante el período de proyección, la demanda total de energía eléctrica crece ligeramente menos que las ventas al consumidor final, ya que se prevé reducción de los índices de pérdidas totales de energía hasta el año 2000; a partir de ese año, éstas permanecerán constantes. En consecuencia, el crecimiento de la demanda dependerá prácticamente de las ventas (demanda ventas + pérdidas), las cuales se estima crecerán a una tasa anual promedio del 4.4%.

3.23 Las ventas de energía eléctrica al sector residencial nador tendrán un crecimiento anual del 3.7% durante el período 1991/2000. El estimativo obedeció al supuesto que habría una reducción en el consumo promedio por suscriptor residencial en el período 1991/95, debido al aumento de la tarifa en términos reales. Como se observa en el cuadro No. 3-11, los consumos anuales promedio por suscriptor disminuirán durante el período 1991/1995; las mayores tasas de decrecimiento son para los mercados de ERE (EM - 2.7% y -3.1%, respectivamente). Las tasas de decrecimiento de las tarifas de los mercados de la CVC y CORELCA son de -0.8% y -0.2%, respectivamente.

44/ La información y los supuestos de los escenarios se encuentran en el anexo M (Cuadro M-1 y M-4)

45/ Proyección de Demanda de Energía Eléctrica 1990 - 2010, ISA. No contoplan el programa de eficiencia energética en las viviendas comerciales.

46/ Fuente: ELECTROCAL, Dirección de Planeación

Cuadro No. 3-12: Tasas de Crecimiento de la Demanda de Energía Eléctrica de los Sector Residencial, Comercial y Oficial. Período 1991/2000.

| | BOGOTA % | MEDELLIN % | EMCALI % | ATLANTICO % | NACIONAL % |
|-------------|-------------|---------------|-------------|----------------|---------------|
| Residencial | 3.5 | 2.6 | 4.7 | 4.8 | 3.7 |
| Comercial | 3.3 | 4.8 | 4.7 | 4.8 | 4.3 |
| Oficial | 3.9 | 0.1 | 4.7 | 4.8 | 4.1 |

FUENTE: ISA

3.27 La proyección de ventas sectoriales de energía eléctrica y de demanda de energía eléctrica y de potencia máxima, para los mercados de las cuatro ciudades y el país, se presenta en el cuadro M-3, anexo M. Por cuanto las proyecciones de ISA no contemplan la demanda de las cuatro ciudades de interés, se asumieron los siguientes supuestos, para estimar la demanda de cada ciudad a partir del comportamiento histórico de la composición de ventas sectoriales:

- Bogotá: Se asume que el 92% de la demanda del mercado residencial del sistema EEB corresponde a la demanda del sector residencial de Bogotá.
- Medellín: Se asume que el 93% de la demanda del sector residencial atendido por Las Empresa Públicas de Medellín corresponde a la demanda del sector residencial de Medellín y el área metropolitana: municipios de Barbosa, Girardot, Bello, Copacabana, Itagüí, Envigado, Sabaneta, La Estrella y Caldas.
- Cali: Se asume que el 94% de la demanda del sector residencial atendido por EMCALI corresponde a la demanda del sector residencial de la ciudad de Cali.
- Barranquilla: Se asume que el 90% de la demanda del sector residencial atendido por la Electrificadora del Atlántico corresponde a la demanda del sector residencial de Barranquilla.
- Por cuanto no se conocen datos sobre el consumo de energía eléctrica del sector comercial y oficial de las pequeñas ciudades y las localidades urbanas, no se desagregó la demanda de estos dos sectores, para cada uno de las cuatro ciudades mencionadas anteriormente; esto implica que el impacto de las medidas de conservación de energía en los sectores comercial y público se evaluó sobre la demanda total de los mercados comercial y público de EEB, EPM, EMCALI y la Electrificadora del Atlántico.

Cuadro No. 3-11: Evolución del Consumo Promedio por Suscriptor (kwh/a)

| | BOGOTA | MEDELLIN | CVC | CORRICA |
|------|--------|----------|------|---------|
| 1991 | 3196 | 4268 | 2857 | 2459 |
| 1995 | 2859 | 3768 | 2757 | 2435 |
| 2000 | 2942 | 3853 | 2877 | 2499 |
| 2010 | 3142 | 4022 | 3155 | 2658 |

FUENTE: ISA

3.24 A partir de 1995, el consumo promedio por suscriptor comienza incrementarse como resultado de la congelación de las tarifas de energía eléctrica en términos reales y del aumento del ingreso per cápita. Adicionalmente, la conexión de suscriptores nuevos solo aumentará al año, como consecuencia del menor crecimiento demográfico y de viviendas y alta tasa de cobertura del servicio en las principales ciudades del país.

3.25 Según este escenario, el precio de los servicios de la energía eléctrica crecerá a tasas inferiores a las de la energía eléctrica y por tanto el consumo promedio por suscriptor disminuirá como respuesta al aumento de la tarifa. Ya que no se consideran de manera explícita programas de sustitución de energía eléctrica por gas licuado o por gas natural, ni de un eficiente de energía; es decir que la proyección solo capta el efecto de aumento tarifario de la electricidad a través de las elasticidades (cuadro M-4, anexo M).

3.26 Considerando los supuestos antes descritos, el escenario referencial de ISA muestra que la demanda de energía eléctrica del sector residencial de cada una de las cuatro ciudades tendrá una tasa anual de crecimiento durante el período de 1991/2000 de 3.5%, 2.6%, 4.7% y 4.8%, para Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla, respectivamente. En el cuadro No. 3-12 aparecen las tasas de crecimiento de la demanda de energía eléctrica, para cada una de las cuatro ciudades y el sistema interconectado.

3.28 La demanda total de energía eléctrica del país, tendrá una tasa de crecimiento del 4.7% durante el período 1991/2000, y la demanda de potencia máxima crecerá al 4.4% anual promedio. Para los siguientes 5 años, tanto la demanda de energía como la de potencia crecerán al 4.9% anual, de tal forma que en el año 2005 la demanda total de energía eléctrica se estima en 67,972 Gwh y de potencia en 11,412 Mw.

3.29 Hacia el año 2000, la composición de las ventas al consumidor final será la siguiente: sector residencial 42%, sector industrial 37%, sector comercial 9%, sector oficial 6%, alumbrado público 3% y otros 3%. Según esta distribución y considerando la proyección tarifaria del escenario de referencia, existirá en ese año un subsidio sobre el 43,6% del las ventas totales de energía eléctrica. En el cuadro No. 3-14 se presenta una comparación de la estructura de la demanda entre todos los escenarios.

3.30 El escenario de demanda de referencia de gas natural y GLP está determinado por las restricciones de oferta y sirve como representación del statu quo (no de la evolución mas probable), excepto por la finalización del programa de gas natural en Bogotá y la continuación de la penetración de gas natural en Barranquilla a su ritmo histórico. En cuanto al GLP, la demanda estará restringida por la capacidad de producción de las refinerías y la expansión de la capacidad de importación (ver escenarios de oferta). En gas natural, el escenario contempla para Bogotá la sustitución total del cocinero durante el período de 1990 a 1995. El escenario de gas natural para Barranquilla prevé el crecimiento de la demanda del sector residencial a una tasa anual promedio del 6.8%, en el período 1991/2000, pasando de 5.85 MPCD a 10.56 MPCD; para el período 2000/2010 se espera que la demanda aumente a una tasa del 2.2% anual promedio y alcance 13.1 MPCD en el año 2010. Este escenario no contempla ningún proyecto de sustitución en Medellín y Cali.

3.2.2 Escenario de Sustitución de Energía Eléctrica por GLP y gas natural

3.31 Los escenarios de sustitución de energía eléctrica por gas licuado y gas natural refleja un programa de promoción del uso de formas de energía de menor costo económico, que permita disminuir el monto de la factura energética de los usuarios y eliminar los subsidios en el precio de los energéticos. Bajo esta perspectiva se propone la sustitución de la energía eléctrica utilizada en los procesos de cocción de alimentos y calentamiento de agua en dos etapas: la primera etapa, hace referencia a un proceso de transición de energía eléctrica a gas licuado, limitada únicamente por la cobertura de la red local de distribución de GLP y una segunda etapa de conversión de gran parte de los usuarios de GLP a gas natural y de los demás usuarios de energía eléctrica que no ingresaron en la etapa inicial. Estos escenarios se consideran más probables que el de referencia, puesto que es política del gobierno llevar a cabo la sustitución y la única diferencia entre ellos está en los niveles tarifarios de la electricidad considerados. La utilidad del escenario de

referencia es la de permitir establecer el efecto de los precios y de las políticas de sustitución y conservación sobre la demanda de energía eléctrica.

3.32 La sustitución de energía eléctrica se plantea en términos de energía útil, es decir, que se considera la eficiencia absoluta de la energía eléctrica, el gas licuado del petróleo y el gas natural, en procesos de cocción y calentamiento de agua. Estas eficiencias aparecen relacionadas en el cuadro No. 3-13.

Cuadro No. 3-13: Eficiencias absolutas de la energía eléctrica, el GLP y el gas natural en procesos de cocción y calentamiento de agua.

| | Cocción | Calentamiento de Agua |
|--------------------------|---------|-----------------------|
| Energía Eléctrica | 55% | 59.7% |
| Gas Licuado del Petróleo | 45% | 45.0% |
| Gas Natural | 50% | 50.0% |

FUENTE: Mediciones de Haceb.

3.33 Para calcular los ahorros de energía eléctrica por efecto de la sustitución, se calcularon los consumos específicos de energía eléctrica para los usos de cocción y calentamiento de agua de la información obtenida en La Encuesta de Usos y Consumo de Energía del Sector Residencial realizada en Santafé de Bogotá y Barranquilla, por el Estudio de Eficiencia Energética y por EPM y EMCALI en Medellín y Cali, respectivamente. En el cuadro M-5 del anexo M, aparecen relacionados los consumos de energía eléctrica y el equivalente en gas licuado del petróleo y gas natural.

3.34 Se evaluaron dos escenarios de tarifas de energía eléctrica para el sector residencial. En el escenario de tarifas bajas, la tarifa promedio de los estratos 1, 2 y 3 de las cuatro ciudades conserva durante el período 1995-2010 el nivel alcanzado en 1994, según los términos establecidos por la resolución 90 de 1990 de la JNT. En el escenario de tarifas altas, la tarifa promedio de los estratos 1, 2 y 3 de las cuatro ciudades alcanza el costo económico en el año 2000/2001, a partir de los metas para 1994 de la JNT. En ambos escenarios la tarifa promedio del estrato 4 alcanza el costo económico, mientras que se desmontan paulatinamente los sobrecostos de las tarifas de los estratos 5 y 6, a partir de 1995, hasta el año 2000/2001.

3.35 Con estos supuestos se evaluó, entonces, la incidencia sobre el programa de sustitución del nivel de las tarifas de energía eléctrica de los estratos 1, 2 y 3. A partir de cada uno de los escenarios tarifarios antes descritos, se calculó, con las mismas elasticidades de ISA, la evolución del consumo promedio por suscriptor, para evaluar el efecto tarifa/ingreso sobre el consumo anual promedio y obtener de manera diferencial el ahorro obtenido por cambios en la política tarifaria, (ver cuadros M-11A y M-11b anexo M) y por sustitución de energía.

3.36 El gas licuado del petróleo alcanza el costo de importación en 1993 en Bogotá, Medellín y Cali y el gas natural alcanza el costo económico en 1993 en Barranquilla y en 1995 en Bogotá, Medellín y Cali, cuando se termine la construcción del gasoducto hacia el interior del país.

3.37 La tasa de penetración del programa en cada una de las cuatro ciudades, se calcula a partir de la factibilidad del desarrollo de la infraestructura necesaria para la construcción de las redes de distribución. En Medellín y Cali se espera que alcance 1500 viviendas/mes el primer año (1995), 4000 viviendas/mes el segundo año y 6000 viviendas/mes el tercer año y, a partir del año cuatro y hasta el año siete, se conserva constante el ritmo de penetración. En Barranquilla, aunque existe actualmente un programa de GN, se requiere desarrollar la infraestructura para lograr metas similares a las de Medellín y Cali. En Bogotá se asume que se logrará instalar redes al ritmo de 8000 viviendas/mes en 1993, incrementándose la tasa de penetración hasta llegar a 10200 viviendas/mes en el año 2000, a partir del cual el número de conexiones disminuye hacia un promedio de 2000 viviendas/mes. Bajo estas premisas se alcanzará a sustituir el uso de electricidad para cocción y calentamiento de agua en 58% del total de viviendas de las cuatro ciudades (1,938,000) en el año 2010, lo cual constituye un escenario conservador desde el punto de vista de las actuales intenciones del Gobierno Nacional.

3.38 Para el programa de transición con gas licuado del petróleo, se requiere adicionalmente al escenario de referencia (numeral 3.30), 630 barriles día/en 1993 y 1000 barriles/día en 1994. El escenario de gas natural varía significativamente: en Bogotá, la demanda aumenta 44%, con relación al escenario de referencia, y en Barranquilla 15%, en el año 2005.

3.3 CARACTERÍSTICAS Y PERSPECTIVAS DE LA OFERTA

3.3.1 Energía Eléctrica⁴⁹

3.39 En el escenario de referencia, para atender la creciente demanda de energía eléctrica y de potencia máxima, se requerirá incrementar la potencia instalada a una tasa anual promedio del 3.0% durante el período de 1991/2000 y al 4.7% anual promedio durante el período 2000/2010. Con estas hipótesis de demanda, el plan de expansión del sector prevé la entrada en servicio antes del año 2005 de los proyectos URRÁ I, MIEL II, PORCE II, NECHI, FONCE Y PORCE III, que tienen una potencia nominal total de 2,887 Mw. (ver cuadros M-6 y M-8 del anexo M). Cabe mencionar que al fomentar la competencia y participación privada, el programa de reestructuración del sector que se esta llevando a cabo podría conducir a acciones suplementarias para la expansión de la oferta, en particular centrales térmicas. Además, el plan de

⁴⁹/ En este capítulo se hace un análisis resumido y agregado del impacto de las tarifas y los programas de sustitución y conservación. Se recomienda consultar el anexo M para ver los resultados detallados por ciudad y sector.

expansión existente no considera las opciones de conservación y sustitución de electricidad para limitar y postergar las necesidades de oferta, lo cual es el objeto específico de este estudio.

Ahorros de energía

3.40 El ahorro de energía eléctrica y de potencia en el sector residencial de los programas evaluados corresponde a la suma de los ahorros obtenidos en Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla por: a) Modificación de la política tarifaria del sector residencial; b) Implementación del programa de sustitución de energía eléctrica utilizada en cocción de alimentos y calentamiento de agua por GLP y gas natural; y c) Implementación del programa de conservación de energía⁵⁰ que conduzca al aumento de la eficiencia de uso de la energía eléctrica en equipos de refrigeración, calentamiento de agua, cocción de alimentos y aire acondicionado. El programa de sustitución será discutido en detalle en el capítulo IV, en tanto que el programa de conservación se analizará en el capítulo V, mientras que aquí solo se mostrará el impacto agregado de esos programas sobre el sector eléctrico.

3.41 El ahorro total de energía eléctrica del sector residencial, debido al efecto agregado de las tres políticas, asciende en el año 2005 a 4,412 Gwh, para el escenario de tarifas bajas, y 4,723 Gwh, para el escenario de tarifas altas. Estos valores representan el 20.0% y 21.5% de las ventas proyectadas del sector residencial nacional y el 8.4% y 9% de las ventas totales proyectadas.

3.42 La composición de los ahorros varía según el escenario, tal como se observa en la figura No. 3-10. En el escenario de tarifas bajas, el efecto tarifario aporta el 2.8%, la sustitución el 84.2% y el programa de conservación el 13.0%. En el escenario de tarifas altas, la participación del efecto tarifario aumenta al 7.6%, la del programa de sustitución disminuye al 77.2% y la del programa de conservación aumenta al 15.2%. Esta diferencia entre los escenarios no es solo en términos relativos, sino también en términos absolutos (ver cuadros M-16 y M-21) y obedece a que el nivel superior de tarifas de energía eléctrica acelera la disminución del consumo promedio por suscriptor -aumento del efecto tarifario-, con lo cual, a su vez, disminuye el potencial de ahorro por sustitución. Respecto al programa de conservación de energía, las tarifas altas presuponen mayores tasas de penetración de tecnología eficiente y tasas superiores de respuesta de los usuarios a los programas de ADD. En ambos escenarios, se ve claramente que el programa de sustitución ofrece un alivio mayor para las necesidades de inversión de largo plazo del sector eléctrico que las opciones de conservación. No obstante, como se verá en el capítulo V, aun con la sustitución, el potencial de conservación es atractivo para el sector por su alta rentabilidad económica.

⁵⁰/ Los ahorros por conservación se obtiene mediante dos formas: i) el incremento de la eficiencia energética de los equipos (mejoramiento tecnológico) y ii) cambio de hábitos de uso, mediante campañas. Algunas figuras de este capítulo separan estos efectos.

3.36 El gas licuado del petróleo alcanza el costo de importación 1993 en Bogotá, Medellín y Cali y el gas natural alcanza el costo económico 1993 en Barranquilla y en 1995 en Bogotá, Medellín y Cali, cuando se termina la construcción del gasoducto hacia el interior del país.

3.37 La tasa de penetración del programa en cada una de las ciudades, se calcula a partir de la factibilidad del desarrollo de infraestructura necesaria para la construcción de las redes de distribución en Medellín y Cali se espera que alcance 1500 viviendas/año el primer (1995), 4000 viviendas/año el segundo año y 8000 viviendas/año el tercer y a partir del año cuatro y hasta el año siete, se conserva constante el ritmo de penetración. En Barranquilla, aunque existe actualmente un programa de desarrollo de la infraestructura para lograr metas similares a las de Medellín y Cali. En Bogotá se asume que se logrará instalar redes a ritmo de 8000 viviendas/año en 1993, incrementándose la tasa de penetración hasta llegar a 10200 viviendas/año en el año 2000, a partir del cual el número de conexiones disminuye hacia un promedio de 2000 viviendas/año. Bajo estas premisas se alcanzará a sustituir el uso de electricidad para cocción y calentamiento de agua en 58% del total de viviendas de las cuatro ciudades (1,938,000) en el año 2010, lo cual constituye un escenario conservador del punto de vista de las actuales intenciones del Gobierno Nacional.

3.38 Para el programa de transición con gas licuado del petróleo, se requiere adicionalmente al escenario de referencia (número 3.30), 6 partes por día en 1993 y 1000 partes/año en 1994. El escenario de gas natural varía significativamente: en Bogotá, la demanda aumenta 44%, con relación al escenario de referencia, y en Barranquilla 15%, en el año 2005.

3.3 CARACTERÍSTICAS Y PERSPECTIVAS DE LA OFERTA

3.3.1 Energía Eléctrica

3.39 En el escenario de referencia, para atender la creciente demanda de energía eléctrica y de potencia máxima, se requerirá incrementar potencia instalada a una tasa anual promedio del 3.0% durante el período 1991/2000 y al 4.7% anual promedio durante el período 2000/2010. Con esta hipótesis de demanda, el plan de expansión del sector prevé la entrada en servicio antes del año 2005 de los proyectos URA I, MIL I, MIL II, MICH I, FONCE Y FONCE III, que tienen una potencia nominal total de 2,887 Mw (ver cuadros M-6 y M-8 del anexo M). Cabe mencionar que al fomentar la competencia y participación privada, el programa de reestructuración del sector que se lleva a cabo podría conducir a acciones complementarias para la expansión de la oferta, en particular centrales térmicas. Además, el plan

En este estudio se hace un análisis detallado y agregado del impacto de las tarifas y programas de sustitución y conservación. Se recomienda consultar el anexo M para ver los resultados detallados por ciudad y sector.

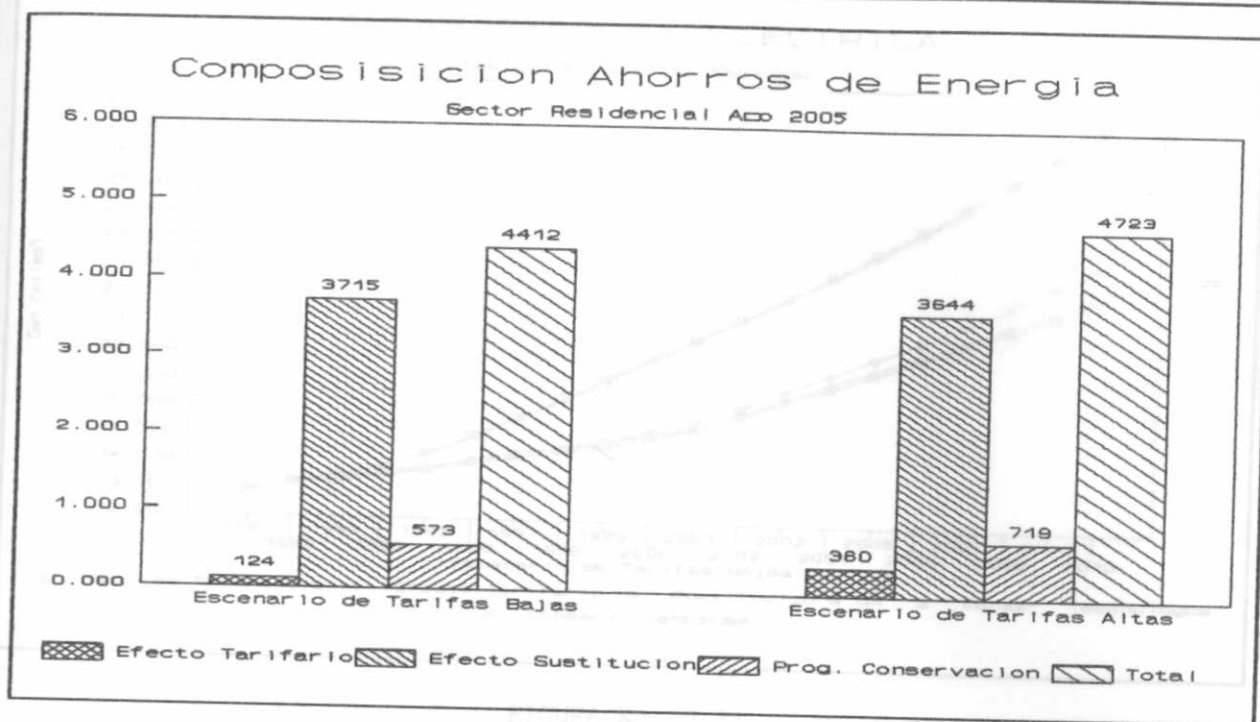


FIGURA No. 3-10

3.43 En el escenario de tarifas bajas, la tasa de crecimiento de las ventas al sector residencial se reduce, en el período 1991/2000 del 3.7% anual del escenario de referencia al 1.7% y en el período 2000/2005 del 4.1% anual al 3.1% (ver figura No. 3-11 y cuadro M-7). En el escenario de tarifas altas la tasa de crecimiento alcanza el 1.6% y 3.0% para los dos períodos, respectivamente (figura No. 3-12 y cuadro M-10 del anexo M).

3.44 Los ahorros de energía eléctrica de los usuarios del **sector comercial y público** son similares en los dos escenarios (ya que para ellos la estructura tarifaria es la contemplada en la Resolución 90 de 1990) y corresponden exclusivamente a medidas de conservación de energía (capítulo V)⁵¹. El ahorro total de las medidas recomendadas en el sector comercial asciende en el año 2005 a 244 Gwh, equivalentes al 5.1% de las ventas sectoriales proyectadas o al 0.5% de las ventas totales proyectadas. En el sector oficial el ahorro total de las medidas recomendadas asciende en el año 2005 a 231 Gwh, equivalentes al 7% de las ventas sectoriales proyectadas o al 0.4% de las ventas totales proyectadas.

51/ No se consideró sustitución en los sectores comercial y público por las siguientes razones:

- En General, los usos eléctricos sustituibles por GN tienen poca importancia en el consumo total.
- En cocción y agua caliente en hoteles y restaurantes y algunos establecimientos públicos (por ejemplo, hospitales), se podría hacer una sustitución de GLP por GN, lo cual sería un proyecto económicamente viable pero de poco impacto.

Ahorros de energía

expansión existente no considera las opciones de conservación y sustitución eléctrica para limitar y postergar las necesidades de oferta, lo cual es objeto específico de este estudio.

3.40 El ahorro de energía eléctrica y de potencia en el sector residencial de los programas evaluados corresponde a la suma de los ahorros obtenidos en Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla por: a) Modificación de política tarifaria del sector residencial; b) Implementación de programas de sustitución de energía eléctrica utilizada en cocción de alimentos calentamiento de agua por GLP y gas natural; y c) Implementación del programa de conservación de energía que conduce al aumento de la eficiencia de la energía eléctrica en equipos de refrigeración, calentamiento de agua en cocción de alimentos y aire acondicionado. El programa de sustitución a discutido en detalle en el capítulo IV, en tanto que el programa de conservación se analizará en el capítulo V, mientras que aquí solo se muestra el impacto agregado de esos programas sobre el sector eléctrico.

3.41 El ahorro total de energía eléctrica del sector residencial debido al efecto agregado de las tres políticas, asciende en el año 2005 a 4.412 Gwh, para el escenario de tarifas bajas y 4.723 Gwh, para el escenario de tarifas altas. Estos valores representan el 20.0% y 21.5% de las ventas proyectadas del sector residencial nacional y el 8.4% y 9% de las ventas totales proyectadas.

3.42 La composición de los ahorros varía según el escenario, tal como se observa en la figura No. 3-10. En el escenario de tarifas bajas, el efecto tarifario aporta el 2.8%, la sustitución el 84.2% y el programa de conservación el 13.0%. En el escenario de tarifas altas, la participación del efecto tarifario aumenta al 7.8%, la del programa de sustitución disminuye al 77.2% y la del programa de conservación aumenta al 15.0%. Esta diferencia entre los escenarios no es solo en términos relativos, sino también en términos absolutos (ver cuadros M-18 y M-21) y obedece a que el nivel superior de tarifas de energía eléctrica acelera la disminución del consumo promedio por suscriptor -aumento del efecto tarifario-, con lo cual, a su vez, disminuye el potencial de ahorro por sustitución. Respecto al programa de conservación de energía, las tarifas altas presionan mayores tasas de penetración de tecnologías eficientes y tasas superiores de respuesta de usuarios a los programas de ADD. En ambos escenarios, se ve claramente que el programa de sustitución ofrece un alivio mayor para las necesidades de inversión de largo plazo del sector eléctrico que las opciones de conservación. No obstante, como se verá en el capítulo V, aun con sustitución, el potencial de conservación es atractivo para el sector por alta rentabilidad económica.

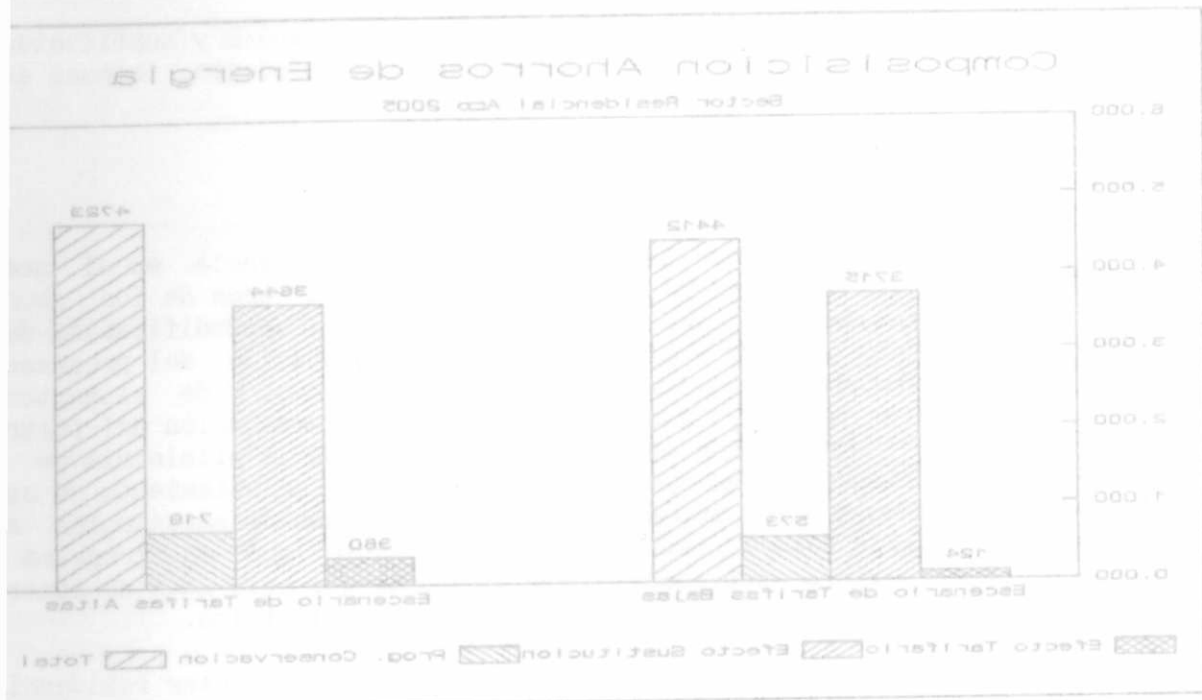


FIGURA No. 3-10

3.43 En el escenario de tarifas bajas, la tasa de crecimiento de ventas al sector residencial se reduce, en el periodo 1991/2000 del 4.3% al 4.1% y en el periodo 2000/2005 del 4.1% al 3.7%. En el escenario de tarifas altas (ver figura No. 3-11 y cuadro M-7). En el escenario de tarifas altas la tasa de crecimiento alcanza el 1.8% y 3.0% para los dos periodos respectivamente (figura No. 3-12 y cuadro M-10 del anexo M).

3.44 Los ahorros de energía eléctrica de los usuarios del sector comercial y público son similares en los dos escenarios (ya que para ellos estructura tarifaria es la contemplada en la Resolución 90 de 1990) corresponden exclusivamente a medidas de conservación de energía (capita). El ahorro total de las medidas recomendadas en el sector comercial asciende en el año 2005 a 244 Gwh, equivalentes al 5.1% de las ventas proyectadas o al 0.5% de las ventas totales proyectadas. En el sector oficial el ahorro total de las medidas recomendadas asciende en el año 2005 a 231 Gwh, equivalentes al 7% de las ventas sectoriales proyectadas o al 0.4% de las ventas totales proyectadas.

No se consideró sustitución en los sectores comercial y público por las siguientes razones: En general, los usos eléctricos sustituidos por BN tienen poca importancia en el consumo total. En los hoteles, restaurantes y algunos establecimientos públicos (p.ej. escuelas, hospitales), se podría hacer una sustitución de BL por BN, lo cual sería un proyecto de ahorro de energía eléctrica. Sin embargo, esto dependería de la disponibilidad de BN y de la inversión requerida para su implementación.

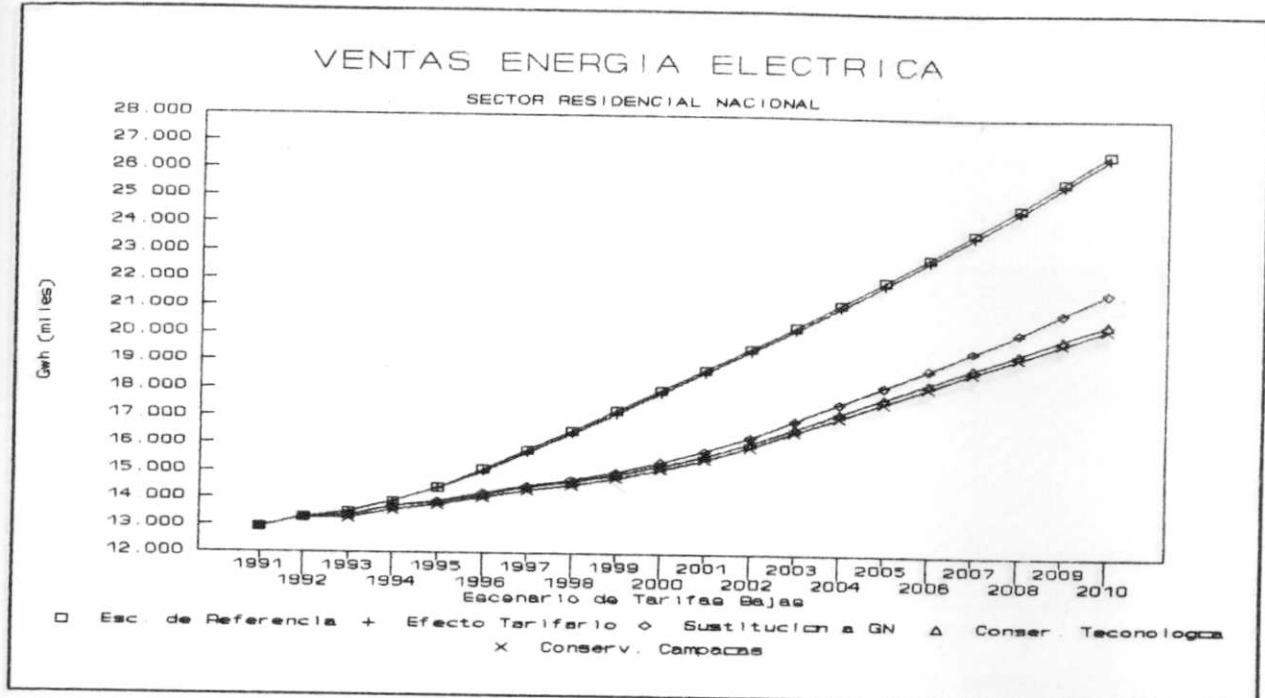


FIGURA No. 3-11

3.45 La tasa de crecimiento de la demanda de energía eléctrica de los sectores comercial y público disminuye durante el periodo 1991/2000 del 4.3% al 4.2% y del 4.1% al 3.7%, respectivamente. Para el periodo 2000/2005 la disminución es del 4.0% al 3.5% para el sector comercial y del 4.9% al 4.1% para el sector oficial (ver cuadros M-26 y M-31 del anexo M).

3.46 La participación de los tres sectores en el ahorro total de energía eléctrica consumida (ventas) es similar en los dos escenarios. En el escenario de tarifas bajas la participación del sector residencial es del 90.3%, la del sector comercial 5% y la del sector oficial 4.7%. En el escenario de tarifas altas de participación del sector residencial alcanza el 90.9%, mientras que la del sector comercial disminuye al 4.7% y la del oficial al 4.4%. En la figura No. 3-13, se puede apreciar el efecto agregado de las medidas sobre la demanda de energía eléctrica proyectada en el año 2005, de los tres sectores en los mercados de las cuatro ciudades de interés, en los dos escenarios. El ahorro potencial llega a ser el 32% de la demanda proyectada de 16,386 Gwh, en el escenario de precios altos.

3.47 Por efecto de los tres programas (tarifas, sustitución y conservación), la participación del sector residencial en la demanda total de energía disminuye radicalmente. En el cuadro No. 3-14 se presenta la comparación entre la situación actual y la situación proyectada al año 2005, en los diferentes escenarios. Bajo el escenario de referencia se esperaría que el sector residencial baje de 48%, en la actualidad, a 42%, en el año 2005, en

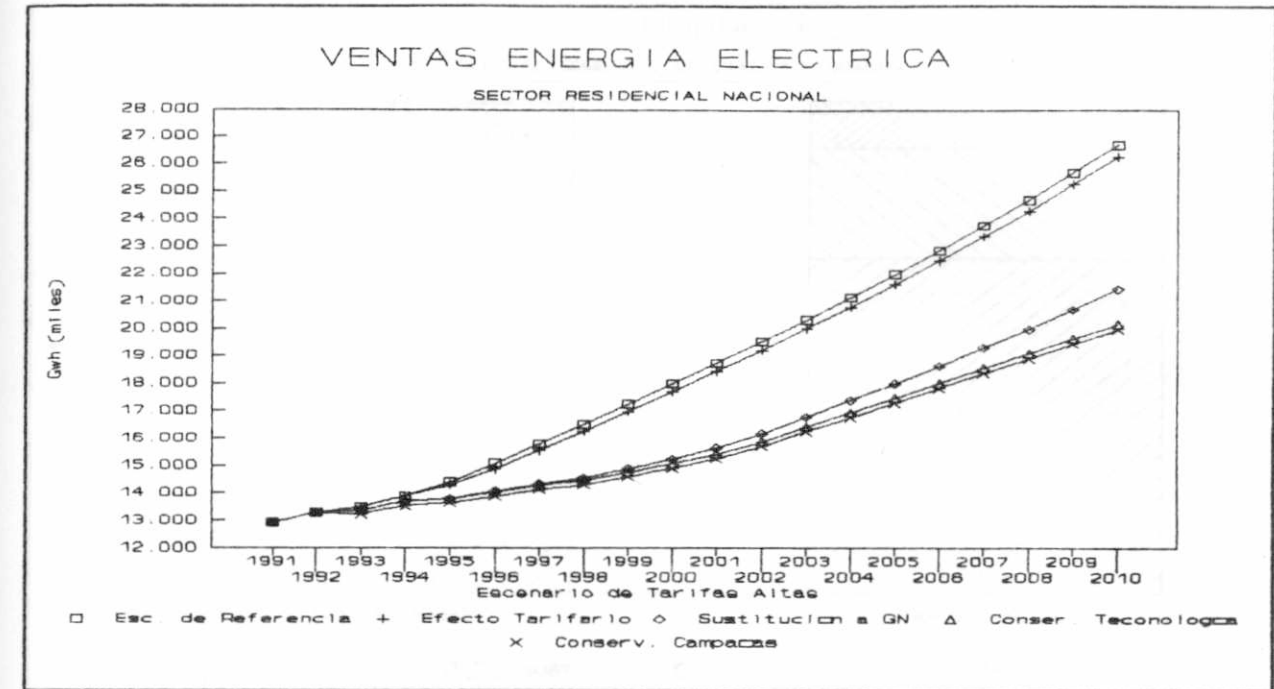


FIGURA No. 3-12

tanto que el sector industrial suba de 30% a 37%, permaneciendo la participación de los otros sectores relativamente estables. Bajo los dos escenarios de tarifas, la participación del sector residencial disminuye a cerca de 36% y el sector industrial aumenta a 41%.

Cuadro No. 3-14: Distribución sectorial (%) de la demanda total de electricidad de acuerdo a los escenarios.

| | RESIDENCIAL | INDUSTRIAL | COMERCIAL | PUBLICO | ALUM. PUB | OTROS |
|--------------------|-------------|------------|-----------|---------|-----------|-------|
| 1991 | 48 | 30 | 10 | 7 | 3 | 2 |
| REFERENCIA 2005 | 42 | 37 | 9 | 6 | 3 | 3 |
| PRECIOS BAJOS 2005 | 37 | 41 | 10 | 6 | 3 | 3 |
| PRECIOS ALTOS 2005 | 36 | 41 | 10 | 6 | 3 | 4 |

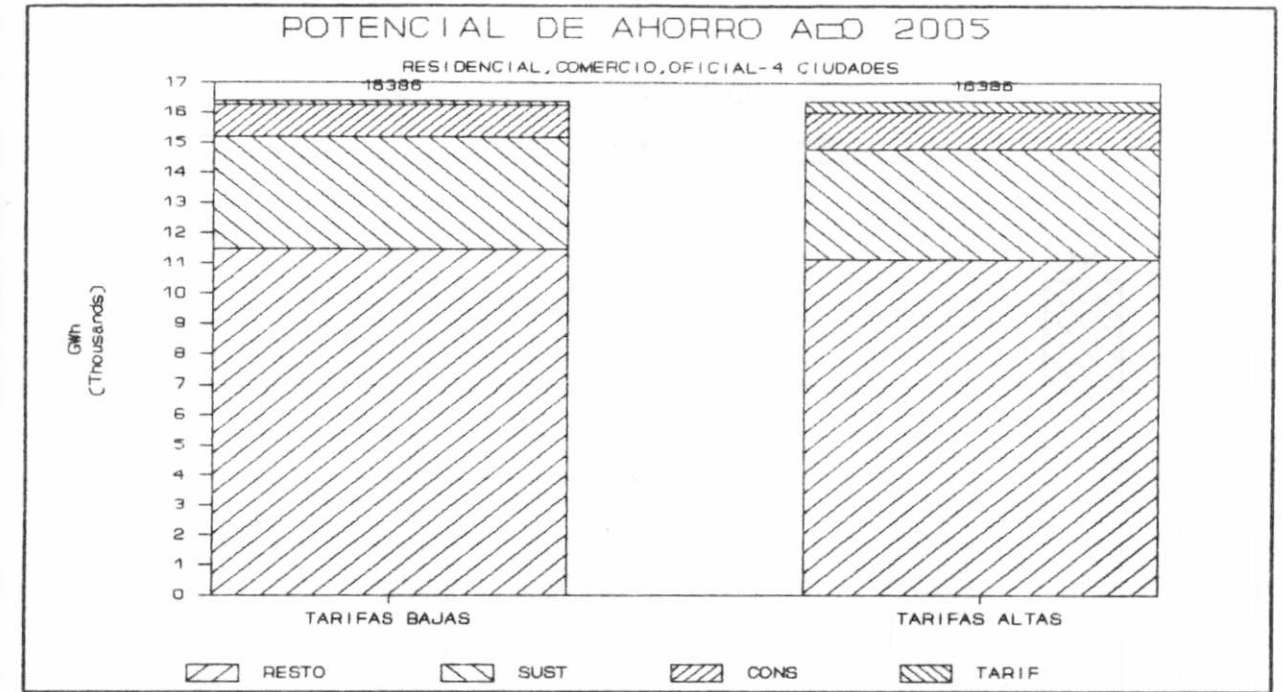


FIGURA No. 3-13

Ahorros de Potencia

3.48 El ahorro total de potencia debido a la implementación de los diferentes programas en el **sector residencial** asciende en el año 2005 a 669 Mw, para el escenario de tarifas bajas, y 738 Mw, para el escenario de tarifas altas. Estos valores representan el 5.9% y 6.5% de la demanda de potencia total proyectada. La composición de los ahorros de potencia varía según el escenario, tal como se aprecia en la figura No. 3-14. En el escenario de tarifas bajas el efecto tarifario aporta el 3.1%; el programa de sustitución el 71.9%; el programa de conservación el 25.1%. En el escenario de tarifas altas, la participación del efecto tarifario aumenta al 7.6%, la del programa de sustitución disminuye al 66.9%, la del programa de conservación aumenta al 28.5%.

3.49 La participación de cada uno de los tres sectores en el ahorro total de potencia varía en los dos escenarios. En el escenario de tarifas bajas la participación del sector residencial alcanza el 94.3%, la del sector comercial el 3.1% y la del sector oficial el 2.7%. En el escenario de tarifas altas la participación del sector residencial aumenta al 94.8%, la del sector comercial disminuye al 2.8% y la del sector oficial desciende al 2.4%

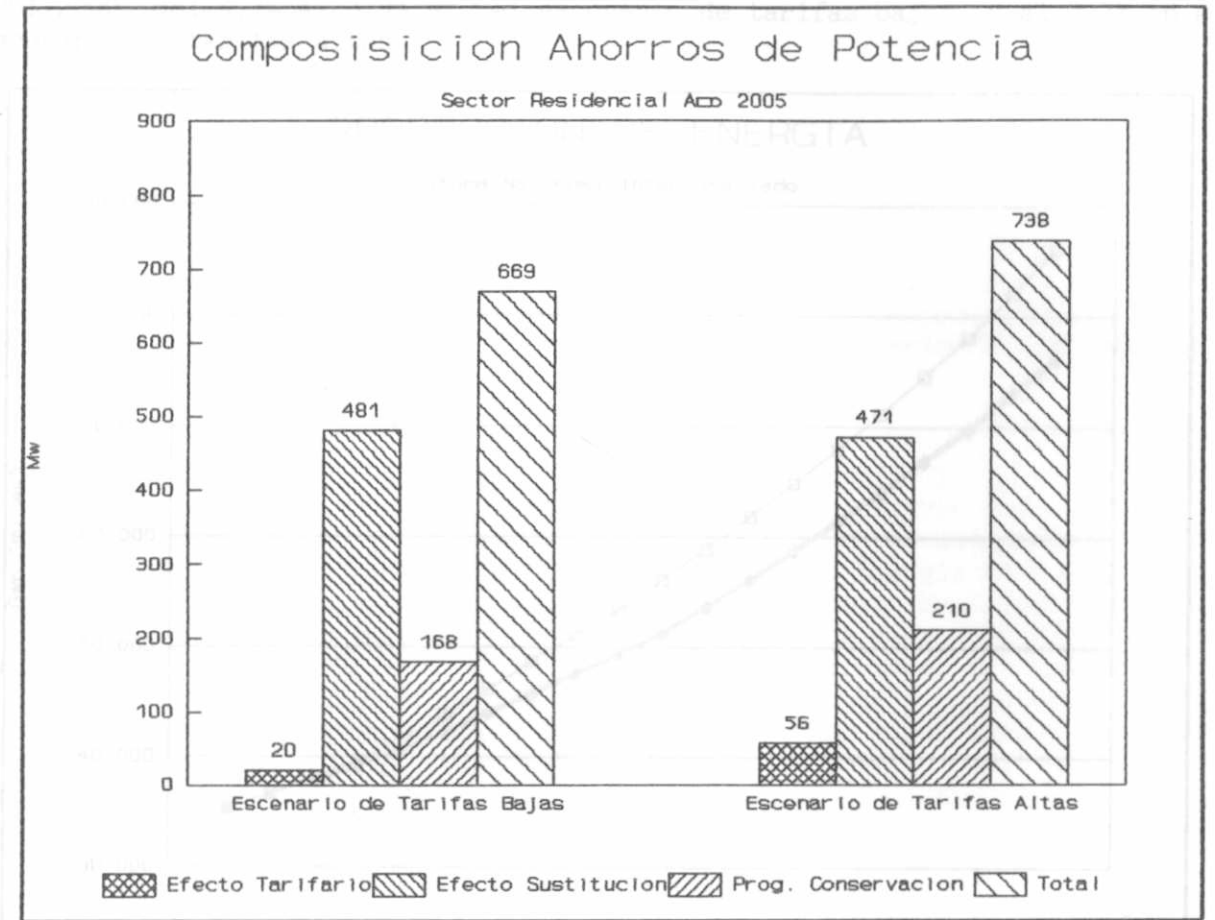


FIGURA No. 3-14

Efectos sobre la producción de energía eléctrica y sobre el plan de expansión⁵²

3.50 La producción de energía eléctrica disminuiría en el año 2005 en 6412 Gwh (9.4% de la producción del sistema interconectado) en el escenario de tarifas bajas y en 6816 Gwh (10%) en el escenario de tarifas altas (ver figura No. 3-15). Estos valores son superiores al ahorro en ventas de energía por cuanto se han contabilizado los ahorros por disminución del consumo propio, las pérdidas totales y la recuperación de pérdidas. Así la tasa de

^{52/} Ver cuadros M-6, M-8, M-9, M-16 y M-21 del anexo M. Los resultados del escenario de tarifas bajas para cada una de las ciudades aparecen en los cuadros M-7, M-12, M-13, M-14 y M-15 y los del escenario de tarifas altas aparecen en los cuadros M-10, M-17, M-18, M-19 y M-20.

crecimiento de los requerimientos de generación disminuiría durante el período 1991/2000 del 4.7% al 3.8% en el escenario de tarifas bajas y al 3.7% en el escenario de tarifas altas.

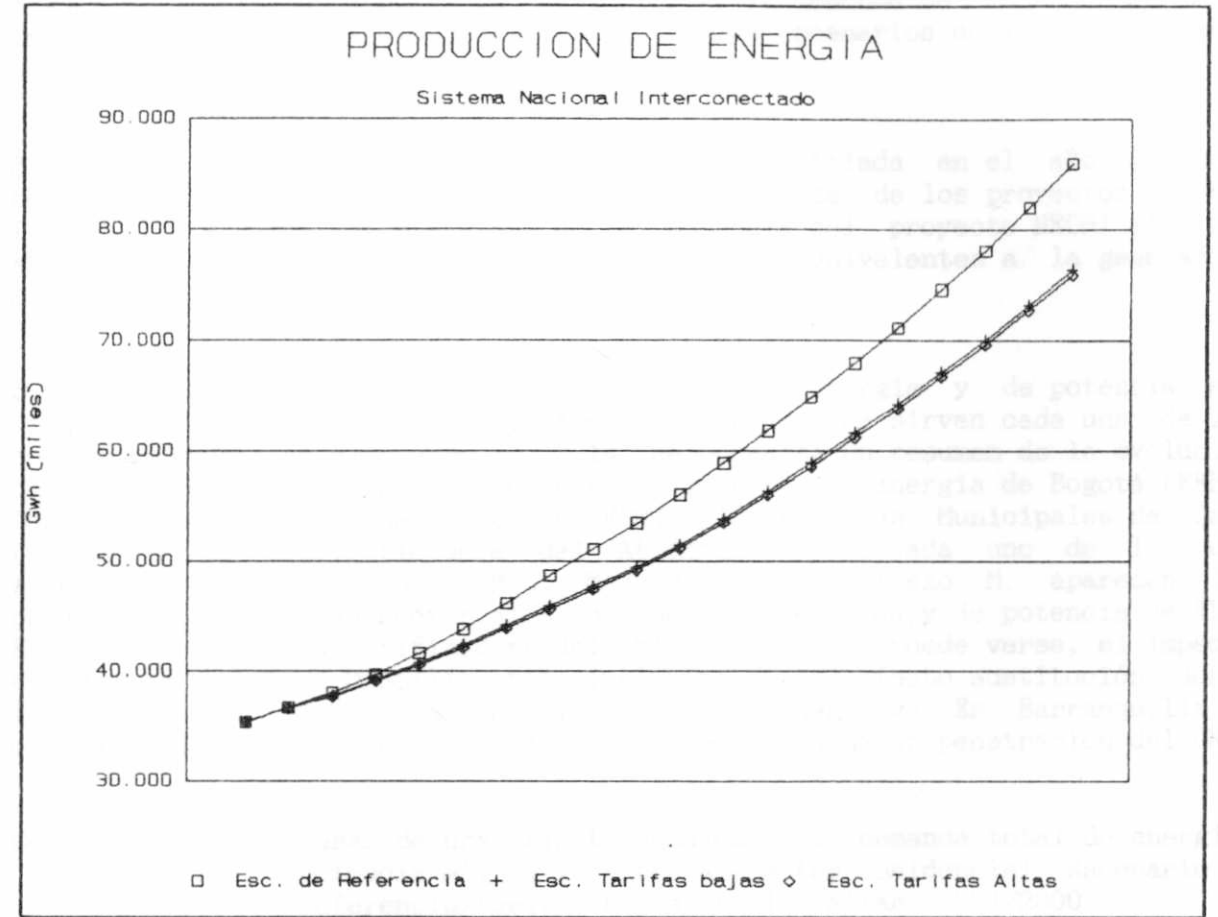


FIGURA No. 3-15

3.51 La demanda de potencia máxima del sistema nacional interconectado se reduciría en 884 Mw (7.7%) en el año 2005 en el escenario de tarifas bajas; y en 969 Mw (8.4%) en el mismo año en el escenario de tarifas altas; en el mismo año, la potencia instalada requerida se reduciría en 1,472 Mw. La tasa de crecimiento de la potencia instalada se reduciría durante el período 1991/2000 del 3% anual al 2.2% y la de demanda máxima pasaría del 4.4% anual al 3.7%, durante el mismo período (ver cuadros M-6 y M-9 del anexo M).

3.52 Las opciones analizadas en los tres sectores agregadamente aplazarían el plan de expansión del sector eléctrico de la siguiente forma

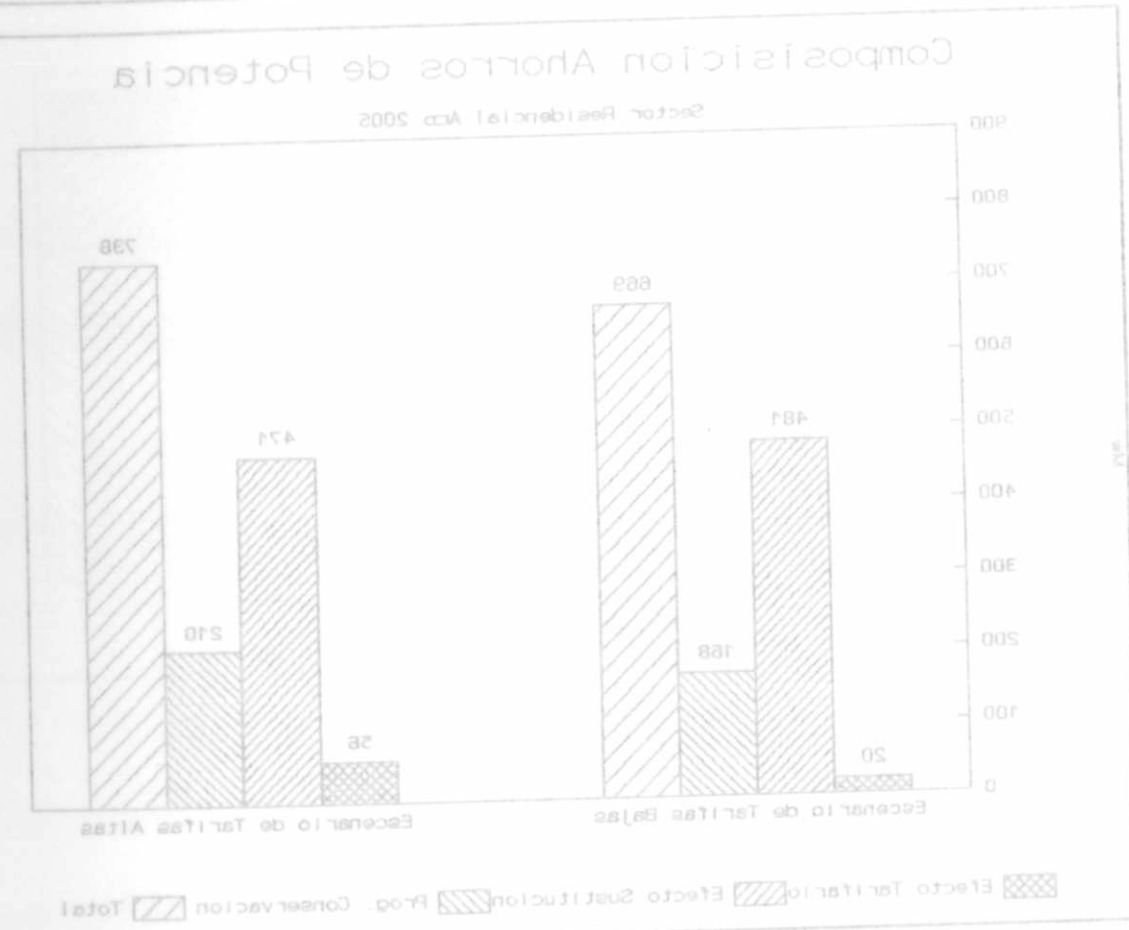


FIGURA No. 3-14

Efectos sobre la producción de energía eléctrica y sobre el plan de expansiones

3.50 La producción de energía eléctrica disminuiría en el año 2005 en el escenario de tarifas bajas y en 6816 Gwh (10%) en el escenario de tarifas altas (ver figura No. 3-15). Estos valores son superiores al ahorro en ventas de energía por cuanto se han contabilizado los ahorros por disminución del consumo propio y la recuperación de pérdidas. Así la tasa de recuperación de pérdidas y la recuperación de pérdidas.

Los resultados del escenario de tarifas bajas para cada uno de los cuadros M-11, M-12, M-13, M-14 y M-15 y los del escenario de tarifas altas aparecen en los cuadros M-16, M-17, M-18, M-19 y M-20.

(tarifas bajas/tarifas altas⁵³): El proyecto URRA I 9/12 meses; MIEL II 18/18 meses; PORCE II, NECHI, FONCE Y PORCE III 21/21 meses cada uno. En la figura No. 3-16, se aprecia la evolución de la demanda de potencia máxima e instalada en el escenario de referencia y los escenarios de tarifas altas y bajas⁵⁴.

3.53 Los ahorros totales de potencia instalada en el año 2005 son equivalentes a la potencia total instalada conjunta de los proyectos de URRA I, MIEL II y PORCE II y el 60% de la potencia del proyecto NECHI II. Los ahorros totales de energía en el año 2005, son equivalentes a la generación anual de los proyectos de URRA I, MIEL II Y PORCE II.

3.54 La disminución de la demanda de energía y de potencia son diferentes en cada uno de los sistemas eléctricos que sirven cada una de las cuatro ciudades; en el cuadro No. 3-14 se presenta un resumen de la evolución de cada uno de estos indicadores para la Empresa de Energía de Bogotá (EEB), Las Empresas Publicas de Medellín (EPM), las Empresas Municipales de Cali (EMCALI) y la Electrificadora del Atlántico; para cada uno de los dos escenarios. En los Cuadros M-3, M-7 y M-10 del anexo M. aparecen las proyecciones de ventas sectoriales de energía eléctrica y de potencia de EEB, EPM, EMCALI y la Electrificadora del Atlántico. Como puede verse, el impacto es mayor en Bogotá y Medellín, principalmente por el efecto sustitución, donde la tasa de crecimiento residencial llega a ser negativa. En Barranquilla el efecto es menor porque es la ciudad actualmente con mayor penetración del GN.

Cuadro No. 3.14: Tasas de crecimiento anuales de la demanda total de energía, potencia máxima y ventas al sector residencial. Escenario de referencia/tarifas bajas/tarifas altas, 1991/2000.

| Demanda | EEB | EPM | EMCALI | ATLANTICO | NACIONAL |
|---------------------------|---------------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| Ventas Sector Residencial | 3.5/-1.3/-1.6 | 2.6/-1.8/-2.1 | 4.7/1.7/1.3 | 4.8/2.1/1.9 | 3.7/1.7/1.6 |
| Energía Total | 4.5/2.5/2.4 | 4.2/2.7/2.6 | 5.1/4.0/3.8 | 4.5/3.3/3.2 | 4.7/3.8/3.8 |
| Potencia Máxima | 4.4/3.2/3.0 | 4.1/2.7/4.1 | 4.9/4.0/3.9 | 4.2/2.8/2.7 | 4.4/3.7/3.6 |

⁵³/ El valor de la izquierda corresponde al escenario de tarifas bajas y el de la derecha al escenario de tarifas altas.

⁵⁴/ Actualmente el gobierno analiza la posibilidad de no aplazar el proyecto URRA I debido a que este ya presenta sobre costos. Si se considera esta posibilidad, es decir, entra en operación en julio de 1998, el sistema nacional interconectado tendría un mayor factor de reserva, de 22.7% pasaría al 24% en el año de 1998 y el 21.5% al 22.1% en 1999. Si el proyecto Urra no se aplaza se aumenta la reserva del sistema y las fechas en que ingresarían los otros proyectos de generación permanecerían invariables (ver cuadro M-8 del anexo M).

II LEM: meses: MIE I Q I AGRU otoceros de potetot vortoda vol
 Al en uno abo cada mes: MIE I Q I AGRU otoceros de potetot vortoda vol
 y en la cada mes: MIE I Q I AGRU otoceros de potetot vortoda vol
 y en la cada mes: MIE I Q I AGRU otoceros de potetot vortoda vol

para 2005 que le en abalantani aicnetot de varetot vortoda vol
 AGRU de otoceros de potetot vortoda vol
 AGRU de otoceros de potetot vortoda vol

La demanda de potencia y potencia instalada en el año 2000, son evidentes a la generación
 de potencia de energía en el año 2000, son evidentes a la generación
 de potencia de energía en el año 2000, son evidentes a la generación
 de potencia de energía en el año 2000, son evidentes a la generación

La demanda de potencia y potencia instalada en el año 2000, son evidentes a la generación
 de potencia de energía en el año 2000, son evidentes a la generación
 de potencia de energía en el año 2000, son evidentes a la generación
 de potencia de energía en el año 2000, son evidentes a la generación

| PERIODO | POTENCIA INSTALADA | POTENCIA INSTALADA | POTENCIA INSTALADA | POTENCIA INSTALADA | POTENCIA INSTALADA |
|-----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 1991-1992 | 6.000 | 6.000 | 6.000 | 6.000 | 6.000 |
| 1993-1994 | 6.500 | 6.500 | 6.500 | 6.500 | 6.500 |
| 1995-1996 | 7.000 | 7.000 | 7.000 | 7.000 | 7.000 |
| 1997-1998 | 7.500 | 7.500 | 7.500 | 7.500 | 7.500 |
| 1999-2000 | 8.000 | 8.000 | 8.000 | 8.000 | 8.000 |
| 2001-2002 | 8.500 | 8.500 | 8.500 | 8.500 | 8.500 |
| 2003-2004 | 9.000 | 9.000 | 9.000 | 9.000 | 9.000 |
| 2005-2006 | 9.500 | 9.500 | 9.500 | 9.500 | 9.500 |
| 2007-2008 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 |
| 2009-2010 | 10.500 | 10.500 | 10.500 | 10.500 | 10.500 |

La demanda de potencia y potencia instalada en el año 2000, son evidentes a la generación
 de potencia de energía en el año 2000, son evidentes a la generación
 de potencia de energía en el año 2000, son evidentes a la generación
 de potencia de energía en el año 2000, son evidentes a la generación

Plan de Expansión del Sector Eléctrico

Demanda Pot. Max. y Potencia Instalada

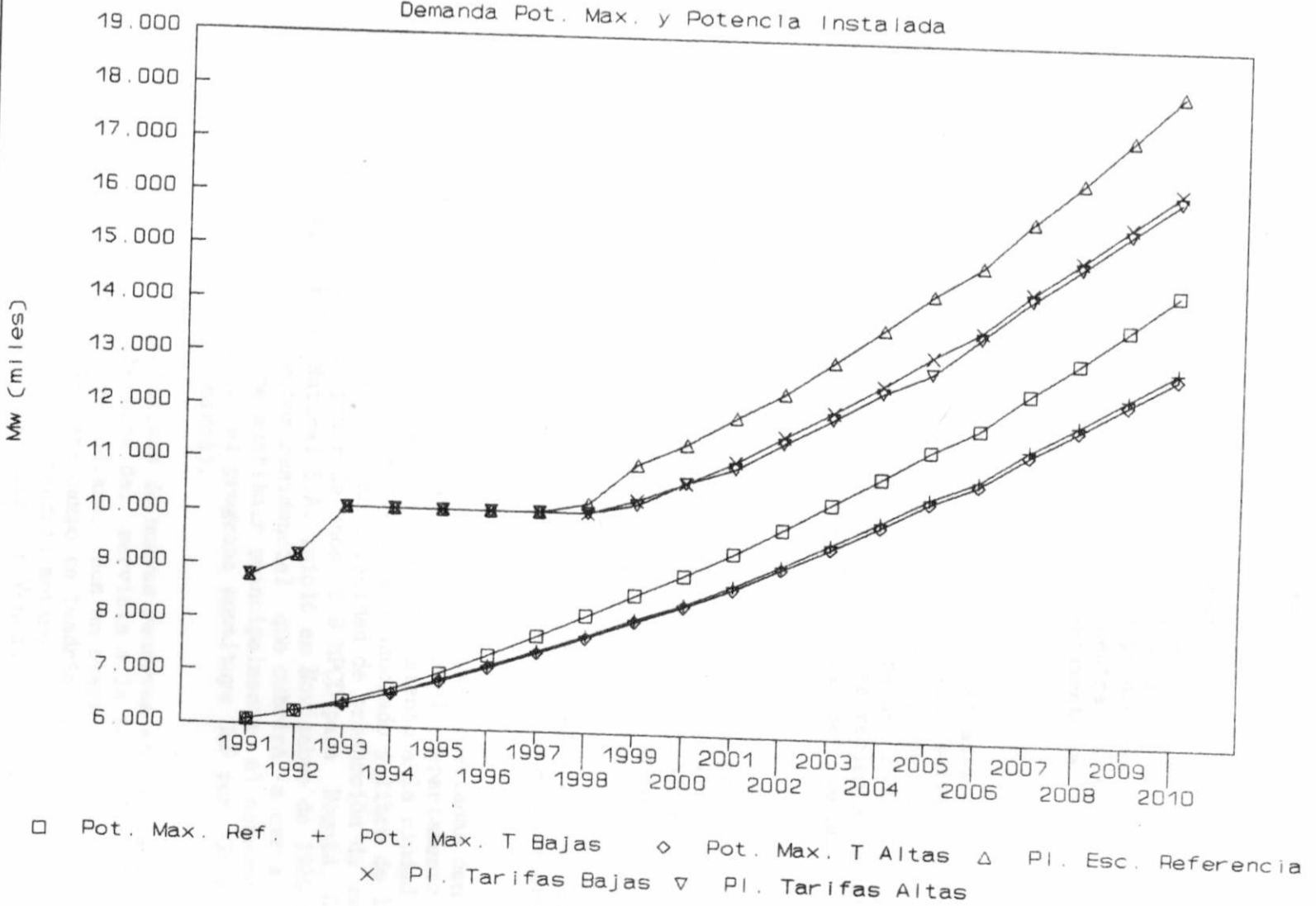


FIGURA No. 3-16

3.3.2 Suministro de gas natural y perspectivas

3.55 Las reservas remanentes al 31 de Diciembre de 1991 se situaron en 3889.1 Gigapiés Cúbicos (110 Giga metros cúbicos). El 77 % de las reservas están localizadas en el departamento de La Guajira y corresponden a la Asociación Texas- ECOPETROL (cuadro G-2, Anexo G). La producción en 1990 llegó a 422 MMPCD/día, de los cuales el 67% de encuentra localizada en el departamento de la Guajira, mientras que en el departamento de Santander se produce cerca del 28 % (cuadro G-3, Anexo G).

3.56 El abastecimiento a las ciudades de la Costa Atlántica se hace de los campos de la Guajira. Las reservas de Riohacha y Ballena están declinando rápidamente y se espera su extinción en los próximos años, en tanto que en Chuchupa la reserva remanente en Diciembre de 1990 era de 2.608 GPC y su capacidad de producción es de unos 140 MPCD (evaluaciones recientes muestran que las reservas recuperables de este yacimiento podrían ser de unos 3300 GPC).

3.57 En el futuro será posible ampliar la capacidad de producción del yacimiento de Chuchupa en la Guajira, mediante la instalación de dos plataformas adicionales que pueden aumentar la capacidad de producción entre 180 y 225 MPCD cada una. De esta manera se ha visto que sería posible ampliar la capacidad neta de producción de la zona de la costa en unos 150 MPCD en promedio, para atender nuevas demandas de la zona y del centro del país, bajando el nivel de reservas a producción (R/P) de unos 27 años que está actualmente, a unos 20 años, en caso de que no se encontraran nuevas reservas recuperables durante el período.

3.58 Las reservas del centro del país no están interconectadas con la costa atlántica y son aprovechadas en forma aislada en el departamento de Santander, en el Huila, en el Meta y Bogotá. El abastecimiento a la ciudad de Bogotá se ha iniciado con base en las reservas de gas asociado y libre de los campos de Apiay (Meta), los cuales tienen una capacidad de producción de unos 15 MPCD, de los cuales se puede disponer de unos 8-9 MPCD para Bogotá. Con esta disponibilidad la empresa Gas Natural S.A. inició en Noviembre de 1989 un programa de penetración para el sector residencial que cubrirá a cerca de 300,000 familias en 1994 y que busca sustituir principalmente el consumo de cocinol en la ciudad (en la práctica, el programa sustituye GLP por GN y el GLP liberado se usa para sustituir cocinol).

3.59 Con las recientes expectativas de nuevas reservas en el Casanare (Cusiana), se espera ampliar la cobertura del servicio a la totalidad de la ciudad. Las reservas del yacimiento de Cusiana, aun en etapa de evaluación, parecen tener un tamaño promisorio. En este campo se tendría la producción de gas asociado entre los cuales no solo se tendría metano sino también GLP. En el pasado reciente se adelantaron negociaciones con Venezuela tendientes a la interconexión de los sistemas de gas Colombiano y Venezolano con miras a

buscar la importación de volúmenes que estarían entre 60 y 150 MPCD, que le permitirían al país garantizar en un largo plazo, la capacidad de abastecimiento requerida para iniciar el programa de masificación de la utilización del gas natural en el centro y occidente del país con un prudente manejo de las reservas nacionales y una combinación de fuentes de suministro, eficiente y estratégica. Aunque la interconexión del sistema Central con el de la Costa Atlántica y con Venezuela es técnica y económicamente factible, la realización de este proyecto está condicionada a las siguientes dos circunstancias, aún no aseguradas: 1) Que se logre un acuerdo razonable sobre precios y volúmenes de compras con Venezuela; y 2) Que se consiga la financiación de la inversión inicial requerida para los Gasoductos incluidos en la interconexión (aproximadamente 406 millones de dólares inicialmente). Sin embargo, son las perspectivas promisorias de Cusiana las que juegan un papel influyente en la decisión de aplazar un proyecto de interconexión con Venezuela

3.60 Teniendo en cuenta el actual sistema de abastecimiento de gas y las posibilidades de desarrollo de su utilización en Colombia se pueden tener las siguientes alternativas:

- a. Que el sistema de la Costa Atlántica se desarrolle en forma aislada al sistema del centro del país.
- b. Que se interconecten los dos sistemas.

3.61 En el caso a. se supondría la autosuficiencia de cada zona lo cual solo podría darse en caso de que la capacidad de producción de los campos que tienen reservas por probar en el interior, principalmente Cusiana, fuera superior a la demanda esperada en la zona.

3.62 La opción de interconectar el sistema Central con el de la Costa Atlántica es también factible técnica y económicamente. Dadas la dificultades para llegar a acuerdos con Venezuela, esta alternativa debe considerarse como la más factible. Como confirmación de esta hipótesis, el CONPES recientemente aprobó la construcción del gasoducto Guajira-Barrancabermeja con un ramal a Medellín. En consecuencia, el escenario de sustitución escogido en el proyecto tiene como supuesto la interconexión (caso b)⁵⁵ y los costos de suministro en cada ciudad se calculan a partir de esta hipótesis.

⁵⁵/ Muy recientemente, a punto de terminarse la impresión de este documento, se ha empezado a discutir una interesante hipótesis, consistente en sustituir el GN consumido en Barrancabermeja y producido en el centro del país por fuel oil, dado los bajos precios de exportación de este último, y utilizar el GN liberado para iniciar el programa de sustitución en Bogotá, Medellín y, eventualmente, Cali. Esto permitiría posponer la construcción del gasoducto Ballenas-Barranca, componente mayor del costo del proyecto y, en consecuencia, abaratar sustancialmente el costo del GN.

3.3.3 Suministro de GLP y perspectivas

3.63 El gas licuado de petróleo (GLP) que se distribuye en el centro del país proviene de los campos de producción y de las refinerías de Barrancabermeja y Cartagena, con una producción total de 13,361 BPD (cuadro G-6, Anexo G). De acuerdo con los planes de ECOPETROL, se tiene previstos incrementar la capacidad de producción en 5,800 BPD, cifra que puede representar el límite máximo de ampliación, con los campos y las refinerías actuales.

3.64 Las posibilidades de ampliación de la oferta están en función de dos alternativas:

1. Adecuar un terminal de importación en Santa Marta y transportar el GLP hacia el interior del país por el poliducto existente hasta Barrancabermeja.
2. Dependiendo de las reservas y tipo de gas que se llegare a producir en Cusiana, podría llegar a tener una oferta suficiente de GLP para satisfacer la demanda potencial nacional.

3.65 Dada la incertidumbre de Cusiana, se ha tomado como hipótesis en ambos escenarios que los incrementos en la demanda serán cubiertos con importaciones y los costos asociados con el suministro tienen como base los precios de importación.

buscar la importación de volúmenes que estarían entre 80 y 100 millones de metros cúbicos al año permitiendo al país garantizar en un largo plazo, el abastecimiento requerido para iniciar el programa de masificación del gas natural en el centro y occidente del país. El manejo de las reservas nacionales y una combinación de fuentes eficiente y estratégica. Aunque la interconexión del sistema la Costa Atlántica y con Venezuela es técnica y económicamente viable, la realización de este proyecto está condicionada a las circunstancias, aún no aseguradas: 1) Que se logre un acuerdo de precios y volúmenes de compra con Venezuela; y 2) Que la financiación de la inversión inicial requerida para los gases en la interconexión (aproximadamente 400 millones de dólares) Sin embargo, son las perspectivas promisorias de Cusiana las que influyen en la decisión de plantear un proyecto de interconexión.

3.66 Teniendo en cuenta el actual sistema de abastecimiento de gas en el centro del país, las posibilidades de desarrollo de su utilización en Colombia son las siguientes alternativas:

- a. Que el sistema de la Costa Atlántica se desarrolle al sistema del centro del país.
- b. Que se interconecten los dos sistemas.

3.67 En el caso a. se supondría la autoeficiencia de cada zona, dando lugar a que la capacidad de producción de cada zona cubriera la demanda esperada en la zona. Principalmente, las reservas por probar en el interior, principalmente en la zona.

3.68 La opción de interconectar el sistema Central con el sistema de la Costa Atlántica es también técnica y económicamente viable. Dado que para llegar a acuerdos con Venezuela, esta alternativa debe ser la más factible. Como confirmación de esta hipótesis, el COMPTIA aprobó la construcción del gasoducto Guajira-Barrancabermeja-Medellín. En consecuencia, el escenario de sustitución escogido tiene como supuesto la interconexión (caso b) y los costos en cada ciudad se calculan a partir de esta hipótesis.

3.69 El presente estudio, a punto de iniciarse la revisión de este documento, se ha interesado en estudiar el gas licuado en Barrancabermeja, dado que los datos de precios de exportación de este último, para iniciar el programa de sustitución en Bogotá, Medellín y eventualmente, Cúcuta, requieren la construcción del gasoducto Barrancabermeja-Medellín, lo que implica un costo mayor del costo de transporte, tratándose de un sistema de distribución.

OPCIONES DE SUSTITUCION POR GAS NATURAL Y GLP

4.1. DESCRIPCION DE LOS ESCENARIOS DE SUSTITUCION⁵⁶

4.01 Los escenarios de sustitución reflejan un programa de promoción del uso de formas de energía de menor costo económico, que permita disminuir el monto de la factura energética de los usuarios y se fundamenta en la eliminación de los subsidios en los precios de los energéticos (parcialmente en el escenario de tarifas bajas). Bajo esta perspectiva se propone la sustitución de la energía eléctrica utilizada en los procesos de cocción de alimentos y calentamiento de agua por GLP y GN. La sustitución por GN en el sector residencial es parte integral del programa de masificación del gas en el interior del país, el cual cubre otros sectores, el industrial entre ellos. El sector residencial solo no justifica la construcción de toda la infraestructura de transporte, por lo cual la cobertura multisectorial es necesaria para garantizar la rentabilidad del programa. Sin embargo, es este estudio solamente se abordarán los aspectos relacionados con la distribución y uso final en el sector residencial.

4.02 Se evaluaron dos escenarios de tarifas de energía eléctrica para el sector residencial. En el escenario de tarifas bajas, la tarifa promedio de los estratos 1, 2 y 3 de las cuatro ciudades conserva durante el período 1995-2010 el nivel alcanzado en 1994, según los términos establecidos por la resolución 90 de 1990 de la JNT. En el escenario de tarifas altas, la tarifa promedio de los estratos 1, 2 y 3 de las cuatro ciudades alcanza el costo económico en el año 2000/2001, a partir de los metas para 1994 de la JNT. En ambos escenarios la tarifa promedio del estrato 4 alcanza el costo económico, mientras que se desmontan paulatinamente los sobrecostos de las tarifas de los estratos 5 y 6, a partir de 1995, hasta el año 2000/2001.

4.04 La hipótesis para el gas licuado del petróleo es que alcanza el costo de importación en 1993 en Bogotá, Medellín y Cali, mientras que el gas natural alcanza el costo económico en 1993 en Barranquilla y en 1995 en Bogotá, Medellín y Cali, cuando se termine la construcción del gasoducto hacia el interior del país.

4.05 La tasa de penetración del programa en cada una de las cuatro ciudades, se calcula a partir de las posibilidades de desarrollo de la infraestructura necesaria para la construcción de las redes de distribución. Bajo las premisas definidas en el numeral 3.37 se alcanzará a sustituir el 58% del total de viviendas de las cuatro ciudades (1,938,000) en el año 2010.

⁵⁶/ Los escenarios de sustitución fueron descritos en el capítulo III, sección 3.2.2. En esta sección se resumen las principales características.

OPCIONES DE SUSTITUCION POR GAS
NATURAL Y GLP4.1. DESCRIPCION DE LOS ESCENARIOS DE
SUSTITUCION

4.01 Los escenarios de sustitución reflejan un programa de promoción del uso de formas de energía de menor costo económico, que permita disminuir el monto de la factura energética de los usuarios y se fundamenta en la eliminación de los subsidios en los precios de los energéticos (parcialmente en el escenario de tarifas bajas). Bajo esta perspectiva se propone la sustitución de la energía eléctrica utilizada en los procesos de cocción de alimentos y calentamiento de agua por GLP y GN. La sustitución por GN en el sector residencial es parte integral del programa de masificación del gas en el interior del país, el cual cubre otros sectores, el industrial entre ellos. El sector residencial solo no justifica la construcción de toda la infraestructura de transporte, por lo cual la cobertura multisectorial es necesaria para garantizar la rentabilidad del programa. Sin embargo, es este estudio solamente se abordarán los aspectos relacionados con la distribución y uso final en el sector residencial.

4.02 Se evaluaron dos escenarios de tarifas de energía eléctrica para el sector residencial. En el escenario de tarifas bajas, la tarifa promedio de los estratos 1, 2 y 3 de las cuatro ciudades conserva durante el período 1995-2010 el nivel alcanzado en 1994, según los términos establecidos por la resolución 90 de 1990 de la JNT. En el escenario de tarifas altas, la tarifa promedio de los estratos 1, 2 y 3 de las cuatro ciudades alcanza el costo económico en el año 2000/2001, a partir de los metas para 1994 de la JNT. En ambos escenarios la tarifa promedio del estrato 4 alcanza el costo económico, mientras que se desmontan paulatinamente los sobrecostos de las tarifas de los estratos 5 y 6, a partir de 1995, hasta el año 2000/2001.

4.04 La hipótesis para el gas licuado del petróleo es que alcanza el costo de importación en 1993 en Bogotá, Medellín y Cali, mientras que el gas natural alcanza el costo económico en 1993 en Barranquilla y en 1995 en Bogotá, Medellín y Cali, cuando se termine la construcción del gasoducto hacia el interior del país.

4.05 La tasa de penetración del programa en cada una de las cuatro ciudades, se calcula a partir de las posibilidades de desarrollo de la infraestructura necesaria para la construcción de las redes de distribución. Bajo las premisas definidas en el numeral 3.37 se alcanzará a sustituir el 58% del total de viviendas de las cuatro ciudades (1.938.000) en el año 2010.

4.2 OBSTACULOS AL DESARROLLO DEL
PROGRAMA DE SUSTITUCION

4.06 Una revisión del estado actual de desarrollo del subsector de distribución y utilización del gas natural y GLP permite identificar deficiencias en los siguientes aspectos, los cuales requieren ser atendidos en forma inmediata para evitar que posteriormente degeneren en problemáticas de difícil solución:

1. Deficiente reglamentación Estatal y Municipal sobre uso, almacenamiento, transporte, distribución y manejo del gas licuado del petróleo y del gas natural, acorde con las características particulares de esta actividad en el país, y enfocado principalmente para garantizar la seguridad de los usuarios de estos combustibles.
2. Insuficiente normalización general del sector, en especial en lo referente a estandarizar las características constructivas y funcionales de los distintos elementos, equipos y accesorios empleados en la industria, incluyendo los artefactos mismos, que utilizan combustibles gaseosos como fuente energética.
3. Ausencia de organismos que puedan efectuar un control y vigilancia efectiva sobre el cumplimiento de los reglamentos, normas y estándares que se promulguen.
4. Escasa divulgación de los beneficios del gas como energético doméstico entre los usuarios y de las medidas preventivas de seguridad que deben observarse para lograr la utilización adecuada de este recurso, para fomentar así la verdadera cultura del gas.
5. Inoperancia del sistema actual para el mantenimiento y reposición de los cilindros para gas propano (GLP).

4.07 Si bien el Ministerio de Minas y Energía ha realizado esfuerzos para lograr la reglamentación de la industria del gas⁵⁷, sus intentos han dejado grandes vacíos en aspectos de seguridad, fundamentalmente por cuanto el país no cuenta con normas técnicas sobre las cuales apoyarse y el mismo Ministerio no posee los recursos técnicos, económicos y humanos que se requieren para vigilar el cumplimiento de sus propias disposiciones. Por lo general tal vigilancia se delega en las autoridades municipales, las cuales

^{57/} Se han expedido reglamentaciones y normas técnicas enfocadas esencialmente a garantizar la seguridad en la comercialización del GLP, en las áreas de Almacenamiento a Granel (Almacenadoras), Plantas de Llenado y Depósitos de Cilindros, Transporte, Distribución y las actividades de mantenimiento y reposición de los cilindros portátiles. Para el gas natural se han reglamentado las instalaciones internas y las características funcionales de medidores y reguladores de uso doméstico.

con frecuencia desconocen la existencia misma de las normas o carecen también de los recursos para hacerlas cumplir. De otra parte en un afán por subsanar las deficiencias que existen sobre normalización técnica, continuamente se hace alusión a normas extranjeras que en algunos casos no se acomodan a las particularidades específicas de nuestro medio, lo cual obviamente contribuye a fomentar su inobservancia por parte de distribuidores, instaladores y usuarios.

4.08 Consciente de estas deficiencias, desde hace algunos años el Ministerio de Minas y Energía, ha impulsado la preparación de normas colombianas para el sector del gas a través del Instituto Colombiano de Normas Técnicas -ICONTEC-, sin embargo se han presentado las siguientes dificultades:

1. Por la manera como esta organizado el Instituto y por su estilo procedimental la promulgación de cada norma comprende un trámite riguroso y demorado. En ocasiones es posible, que en la etapa de preparación de los anteproyectos, primen los intereses económicos sobre los aspectos puramente técnicos.
2. El Instituto no cuenta con medios propio, ni tiene autoridad legal que le permita controlar el cumplimiento de las normas técnicas que expide.
3. Aparentemente el país no dispone de laboratorios que posean la infraestructura necesaria para realizar para realizar los distintos ensayos que son requeridos por las normas.
4. La vigilancia sobre el cumplimiento de las normas que promulga el ICONTEC, le corresponde a la Superintendencia de Industria y Comercio. Sin embargo, el tiempo ha demostrado que esta entidad no posee los recursos necesarios para encargarse directamente de esta labor.

4.09 El establecimiento de organismos de comprobada capacidad técnica, económica y humana que asuman el control de calidad en la industria del gas es de fundamental importancia para garantizar las condiciones de seguridad que se ofrecen a los usuarios. Tal control de calidad incluye la "homologación" de los equipos y elementos utilizados por la industria, así sean de fabricación extranjera, y la certificación de las personas jurídicas o naturales que en forma alguna se dediquen a/o participen en la instalación, revisión, mantenimiento y operación de los sistemas a gas. El concepto de seguridad, indispensable para el adecuado desarrollo del mercado del gas, tiene que ser complementado con el mejoramiento de la eficiencia de los equipos de gas, en un proceso de normalización y homologación (certificación y etiquetado) similar al planteado para los equipos eléctricos, lo que a su turno aumentará las perspectivas para la sustitución.

4.10 El estado no logrará reglamentar la industria del gas en forma adecuada si no promulga estándares de calidad sobre las cuales pueda fundamentar sus disposiciones y estos estándares serían ineficaces, si no se

4.2 OBSTACULOS AL DESARROLLO DEL PROGRAMA DE SUSTITUCION

4.08 Una revisión del estado actual de desarrollo del subsector de distribución y utilización del gas natural y GLP permite identificar deficiencias en los siguientes aspectos, los cuales requieren ser atendidos en forma inmediata para evitar que posteriormente generen en problemáticas de difícil solución:

1. Deficiente reglamentación Estatal y Municipal sobre uso, almacenamiento, transporte, distribución y manejo del gas licuado del petróleo y del gas natural, acorde con las características particulares de esta actividad en el país, y enfocada principalmente para garantizar la seguridad de los usuarios de estos combustibles.
2. Insuficiente normalización general del sector, en especial en lo referente a estandarizar las características constructivas y funcionales de los distintos elementos, equipos y accesorios empleados en la industria, incluyendo los artefactos mismos, que utilizan combustibles gaseosos como fuente energética.
3. Ausencia de organismos que puedan efectuar un control y vigilancia efectiva sobre el cumplimiento de los reglamentos, normas y estándares que se promulgan.
4. Escasa divulgación de los beneficios del gas como energético doméstico entre los usuarios y de las medidas preventivas de seguridad que deben observarse para lograr la utilización adecuada de este recurso, para fomentar así la verdadera cultura del gas.
5. Inoperancia del sistema actual para el mantenimiento y reposición de los cilindros para gas propano (GLP).

4.07 Si bien el Ministerio de Minas y Energía ha realizado esfuerzos para lograr la reglamentación de la industria del gas, sus intentos han dado grandes vacíos en aspectos de seguridad, fundamentalmente por cuanto el país no cuenta con normas técnicas sobre las cuales apoyarse y el mismo Ministerio no posee los recursos técnicos, económicos y humanos que se requieren para vigilar el cumplimiento de sus propias disposiciones. Por lo general tal vigilancia se delega en las autoridades municipales, las cuales

deben de ser fortalecidas y dotadas de recursos técnicos esenciales a garantizar la seguridad de la construcción del gas, en las áreas de almacenamiento (Plantas de Licuado y Gaseificación), transporte, distribución y actividades de mantenimiento y reposición de los cilindros portátiles. En el gas natural se han reglamentado las instalaciones internas y las características técnicas de reductores y reguladores de uso doméstico.

cuenta con mecanismos capacitados para supervisar su estricto cumplimiento. Igualmente importante se considera la implementación de un programa de divulgación masiva que difunda tales normas y reglamentos entre distribuidores, instaladores y usuarios. En la medida en que los usuarios tengan consciencia acerca de las condiciones mínimas de seguridad y de confiabilidad de desempeño que deben poseer sus instalaciones, estarán en capacidad de servir como agentes de vigilancia sobre la calidad de las mismas y podrán contribuir al mejoramiento constante del servicio. Solo así se logrará el adecuado desarrollo del mercado del gas.

4.11 En este estudio se ofrecen algunas propuestas de solución a la problemática planteada, implementables a corto plazo. Los siguientes subproyectos se proponen y discuten en detalle en el anexo S:

1. Establecimiento de un sistema que contribuya a la rápida normalización del sector gas. Lo anterior abarca tanto la preparación de normas técnicas que definen las características funcionales, de diseño y de construcción de los artefactos, equipos y accesorios empleados comúnmente dentro de la industria, como la elaboración y difusión de guías y procedimientos de cálculo, implementación y montaje de los sistemas que se dispongan para el suministro del gas en sí. Esta labor tendría orientación específica hacia la salvaguardia de la seguridad pública.
2. Establecimiento de un sistema de homologación para elementos, equipos y artefactos utilizados en la industria del gas, combinando mejoramiento de la eficiencia y condiciones adecuadas de seguridad..
3. Establecimiento de un sistema de capacitación para instaladores y para el personal técnico dedicado a la revisión y mantenimiento de los sistemas a gas, en especial los de uso doméstico.
4. Establecimiento de un sistema para la certificación de instaladores y para ejercer un efectivo control de calidad sobre las obras que estos ejecuten.
5. Establecimiento de programas para la divulgación masiva entre los usuarios acerca de las ventajas del gas como energético de uso doméstico, de las medidas de seguridad que deben observar y de las características técnicas elementales que deben poseer los sistemas y equipos que les sean suministrados.
6. Propuesta para la reestructuración del sistema actualmente en vigencia para el mantenimiento, reparación y reposición de los cilindros portátiles para gas propano (GLP) en mal estado y de sus correspondientes accesorios.

Otros obstáculos son particulares del GN y otros del GLP. A continuación se verán separadamente.

Disminución de obstáculos a la penetración del gas natural

4.12 Para la implementación de este escenario de penetración del gas natural, se presentan barreras de diferentes tipos entre las cuales se resaltan las siguientes, junto con las medidas remediabiles que se proponen:

1. Aunque los estudios de factibilidad de los proyectos de suministro de gas natural al centro del país para ser utilizado en el sector doméstico, en el sector industrial y en el sector transporte han mostrado un importante beneficio neto para la sociedad, corroborado en este estudio, bien sea con la interconexión del sistema central con el de la costa atlántica y/o con el sistema Venezolano, solo muy recientemente el Gobierno Nacional ha decidido aprobar la construcción del gasoducto Ballena-Barrancabermeja (centro del país), con un ramal a Medellín. Es necesario acelerar el proceso de toma de decisiones de inversión en las líneas de transporte adicionales para interconectar Cali y Bogotá con el sistema de la costa atlántica.

2. Las tarifas de la energía eléctrica para la mayor parte de los usuarios (estratos 1, 2, 3 y 4) tiene niveles muy inferiores a su costo económico (ver sección 3.1.2). Si bien es cierto que las tarifas del GN son inferiores a las de la electricidad, el período de recuperación de los costos de conexión y conversión para estos usuarios puede llegar a 13 años, con el cual no resulta atractiva la sustitución. También se tienen subsidios muy altos al consumo de cocinol, y en menor escala al GLP

Fundamentalmente, para salvar esta barrera es necesario acelerar el proceso para que la definición de los precios de los energéticos se estructuren en un marco de planeación energética integrada buscando en lo posible que reflejen a sus costos de oportunidad. En los segmentos del mercado donde esto no sea posible por condiciones de equidad social (estratos 1, 2 y 3, en el escenario de tarifas bajas), deberá existir algún esquema de incentivos basado en el subsidio o financiación a la conexión y el equipo, pero sin subsidio al precio del gas (ver punto 4 de este numeral; además este aspecto será tratado en las secciones 4.3 y 4.6 de este capítulo)

3. Para las viviendas en arrendamiento o dedicadas a inquilinatos, se tiene que al dueño de la casa no le interesa hacer inversiones en cambiar el sistema de cocción (acometida, conexiones interiores y estufa y, eventualmente, calentador de agua) y al inquilino que ve su vivienda en esa casa como pasajera tampoco está interesado en hacer una inversión a no ser que tenga un período de recuperación muy corto. Aunque en menor medida, este obstáculo es válido para toda vivienda que requiera cambiar de energético, aun en el caso de que el propietario sea el ocupante.

La estructura de tarifas relativas propuesta, según lo expuesto en el punto anterior, facilita en alguna medida la inversión en los equipos de conversión a GN para este tipo de usuario potencial. Por un lado, incentiva a los dueños a realizar la inversión puesto que la existencia

de un combustible bastante más barato valoriza las viviendas con propósito de alquiler. Simultáneamente, dado que los períodos de recuperación bajan, muchos inquilinos -los de larga permanencia- podrán verse motivados a realizar ellos mismos la conversión.

No obstante, dado el nivel relativamente alto de inversión, sobre todo para los estratos 1, 2 y 3, la política de tarifas debe estar complementada con un esquema de facilidades de financiación para la conexión y el equipo, tal como se planteó en el numeral anterior.

4. Financiación de las inversiones en cuotas de conexión y otros costos de conversión al gas natural.

Es necesario establecer mecanismos de financiación de la cuota de conexión y de la instalación interna que le permitan al usuario tener una situación en la que la suma de los costos del consumo y la cuota de amortización de la conexión no superen el ahorro en el consumo del energético que venían consumiendo.

5. La existencia de un significativo número de usuarios sin medidor de energía eléctrica a los cuales se les cobra un cargo fijo mensual independiente de su consumo, así como los robos de energía (contrabandos y otros). A manera de ejemplo se anota que en Barranquilla cerca de 75.000 usuarios de energía eléctrica no tienen contador (32% del total de usuarios). De estos usuarios cerca de 50.000 son usuarios reconocidos por la Electrificadora pero tienen un cargo fijo mensual (en promedio pagan \$700/mes). Los otros 25.000 son usuarios de contrabando. En Bogotá, Medellín y Cali se encuentran barrios enteros conectados en forma irregular al servicio.

Para salvar esta barrera es necesario regularizar el sistema de facturación y cobranzas de las empresas de energía eléctrica. Esto, por supuesto, hace parte del Programa de Reestructuración del Sector Eléctrico, que busca aumentar la eficiencia y disminuir las pérdidas de energía.

6. Recursos para la financiación de las inversiones: en general se puede decir que las inversiones en redes de distribución requieren de importantes recursos para cuya financiación se ha acudido en forma principal a la generación interna de fondos, una relativa baja participación del capital propio de los inversionistas y muy bajo nivel de endeudamiento. Esta forma de financiación impide una rápida expansión del servicio a la vez que lleva a que se cobren en promedio tarifas mayores que el costo económico lo cual, a su vez se constituyen en una barrera adicional para la penetración.

Para solucionar este problema es necesario definir una clara política de manejo institucional de la distribución urbana del gas natural y deben condicionarse las concesiones a las empresas distribuidoras de gas natural a que se establezcan y cumplan metas anuales de penetración con niveles mínimos de inversión anual en redes de distribución.

En el caso de las zonas más pobres, donde no sea financieramente atractiva la inversión en distribución de gas natural, lo más conveniente es que el estado otorgue a empresas privadas concesiones que combinen usuarios de tipo favorable y desfavorable, estipulándose en el contrato la obligación de dar servicio en toda la concesión.

7. Las especificaciones existentes en cuanto a la carga típica de diseño de las redes de distribución que las empresas de energía eléctrica imponen a los urbanizadores, son indiferentes si las viviendas van a disponer de servicio de gas para la cocina y el calentamiento de agua o si no disponen de este servicio. De esta manera el costo de distribuir gas natural en vez de ofrecer una ventaja en el costo de la vivienda pasa a significar un extracosto.

Para la solución de esta barrera es necesario que las empresas distribuidoras de energía eléctrica fijen especificaciones diferentes (cargas menores) para las urbanizaciones en las que las viviendas están dotadas de estufa y calentador de agua a gas. Adicionalmente, las regulaciones urbanas de construcción de nuevas edificaciones deben incluir la posibilidad de disponer de instalaciones internas de gas natural.

8. La orientación de las políticas de utilización del gas natural son manejadas por ECOPEPETROL como un apéndice de la actividad petrolera.

Es necesaria la definición de un adecuado marco institucional a cada una de las actividades propias del subsector gas, sea al interior de ECOPEPETROL o mediante un ente independiente⁵⁸, conjuntamente con el planeamiento energético integrado. El marco institucional puede derivar en una estructura compleja, donde las políticas sobre producción, tratamiento (extracción de condensados) y transporte por gasoductos troncales sean definidas por el ente, como parte de ECOPEPETROL o independiente, y al nivel de la distribución local y utilización por la proyectada Superintendencia de Servicios Públicos. Así mismo deben establecerse reglas claras sobre políticas de participación del sector privado, reglamentación de concesiones, sobre financiación de las inversiones y sobre política de precios.

Disminución de obstáculos a la penetración del GLP

- 4.13 Para lograr la penetración de GLP que contempla el escenario hay varios obstáculos que deben ser reducidos:

⁵⁸/ Recientemente el Gobierno parece haberse decidido por la opción de dejar el manejo del GN en manos de ECOPEPETROL. Sin embargo, conviene seguir discutiendo las alternativas.

1. La oferta de GLP está limitada por la producción de las refinerías y las plantas de gas. En efecto, la demanda actual está restringida por la producción nacional (aprox. 13,360 BPD) y las posibilidades de incrementarla son muy limitadas (3,800 BPD), excluyendo las potencialidades de Cusiana, las cuales están por determinar.

Las restricciones en el suministro hace muy molesto el proceso de compra ya que en algunos sitios y oportunidades para conseguir el gas es necesario desplazarse a municipios vecinos o a las plantas de envasado. Aún así se corren riesgos de desabastecimiento.

Para solucionar esta barrera a corto plazo se ha previsto adecuar el terminal de Cartagena para importar un volumen medio de 2,000 Barriles diarios, aumentando en 7,500 Barriles la capacidad de almacenamiento.

Para solucionar el problema a largo plazo existen dos opciones:

- Adecuar un terminal de importación en Santa Marta y transportar el GLP hacia el interior del país por el poliducto existente hasta Barrancabermeja.
- Dependiendo de las reservas y tipo de gas que se llegará a producir en Cusiana, podría llegar a tener una oferta suficiente de GLP para satisfacer la demanda potencial nacional.

2. Existe un sentimiento generalizado entre los usuarios de GLP que el contenido de gas real de los tanques es inferior al valor especificado en la venta. Los distribuidores, a su vez se quejan de que el gas que les suministra ECOPETROL contiene un relativo alto contenido de hidrocarburos no gaseosos. Estos hechos le generan cierto grado de desconfianza al usuario sobre la real cantidad que está comprando así como el verdadero precio que está pagando por el energético.

Existen temores, en buena parte de las familias (confirmado en la encuesta de opinión), a la utilización de gas por los riesgos asociados tales como incendios o explosiones. Así mismo, el gas es considerado por algunos usuarios como un energético de mala calidad.

Para salvar esta barrera, adicionalmente a lo comentado en el numeral 4.10 sobre aspectos de seguridad, es necesario establecer acciones en los siguientes campos:

- Control de Calidad. ECOPETROL debe establecer sistemas de control de calidad que le permitan al usuario tener la certeza de que lo que se le está vendiendo en los cilindros es un combustible de adecuada calidad para el uso doméstico.
- Confiabilidad del Suministro. Deben establecerse los niveles mínimos de almacenamiento requeridos en cada área acordes con el esquema de abastecimiento correspondiente. El esquema de precios

En el caso de las zonas más pobres, donde no sea financieramente atractiva la inversión en distribución de gas natural, lo más conveniente es que el estado otorgue a empresas privadas concesiones que combinen ventajas de tipo favorable y desfavorable, estipulándose en el contrato la obligación de dar servicio en toda la concesión.

Las especificaciones existentes en cuanto a la carga típica de diseño de las redes de distribución que las empresas de energía eléctrica imponen a los urbanizadores, son indiferentes a las viviendas van a disponer de servicio de gas para la cocina y el calentamiento de agua o si no disponen de este servicio. De esta manera el costo de distribuir gas natural en vez de ofrecer una ventaja en el costo de la vivienda para a significar un extra costo.

Para la solución de esta barrera es necesario que las empresas distribuidoras de energía eléctrica fijen especificaciones diferentes (cargas menores) para las urbanizaciones en las que las viviendas están dotadas de estufa y calentador de agua a gas. Adicionalmente, las regulaciones urbanas de construcción de nuevas edificaciones deben incluir la posibilidad de disponer de instalaciones internas de gas natural.

La orientación de las políticas de utilización del gas natural son manejadas por ECOPETROL como un apéndice de la actividad petrolera.

Es necesaria la definición de un adecuado marco institucional a cada una de las actividades propias del subsector gas, sea al interior de ECOPETROL o mediante un ente independiente, conjuntamente con el planeamiento energético integrado. El marco institucional puede derivar en una estructura compleja, donde las políticas sobre producción, tratamiento (extracción de condensados) y transporte por gasoductos fronteros sean definidas por el ente, como parte de ECOPETROL o independiente, y al nivel de la distribución local y utilización por la proyectada Superintendencia de Servicios Públicos. Así mismo deben establecerse reglas claras sobre políticas de participación del sector privado, reglamentación de concesiones, sobre financiación de las inversiones y sobre política de precios.

Disminución de obstáculos a la penetración del GLP

4.13 Para lograr la penetración de GLP que contenga el elemento hay varios obstáculos que deben ser reducidos:

4.14 Recientemente el gobierno para haberse decidido por la opción de dejar el gas en manos de ECOPETROL, sin embargo, conviene reducir drásticamente los obstáculos

debe permitirle al distribuidor una adecuada rentabilidad sobre las inversiones requeridas para este propósito.

A través de la Asociación Colombiana de Gas, pueden establecerse mecanismos que permitan la regulación y control de la actividad de distribución del GLP en busca de un mayor prestigio de la industria, y confianza de parte de los usuarios.

3. El sistema de fijación de precios del GLP, mediante el cual se le imponen márgenes fijos a cada uno de los factores de la cadena de abastecimiento, puede estar ocasionando algunas de las barreras antes mencionadas, v.gr.:
 - Los subsidios que ECOPETROL tiene que absorber por la venta del GLP importado no hace atractiva esta actividad para la empresa.
 - Las empresas distribuidoras no están interesadas en mantener una adecuada capacidad de almacenamiento si el margen no se lo permite.
 - En Medellín, en particular, los mayores costos de transporte que debe soportar Gases de Antioquia por tener que movilizar por carrotanque desde Puerto Salgar y parcialmente desde Cartagena, afectan la situación financiera de la empresa y por ende su capacidad de prestar un buen servicio.

En el GLP, el precio de venta deberá ser igual al costo de producción o importación, dependiendo de las perspectivas de Cusiana, más el costo económico de transporte, almacenamiento y distribución. Se recomienda la liberación de cuotas y precios y mantener durante un período (suficiente para garantizar un abastecimiento adecuado al mercado y condiciones de competencia) un control sobre valor máximo del precio de venta, bajo la supervisión del Ministerio de Minas y Energía, de tal manera que no supere el costo económico. Esto implica un estudio detallado sobre los márgenes, incluyendo la reestructuración del sistema de reposición de cilindros.

4. Inoperancia del sistema actual para el mantenimiento y reposición de los cilindros para GLP. Este sistema fue diseñado y reglamentado en el año de 1976 con el fin de mejorar las condiciones de seguridad en el manejo de gases licuados del petróleo, considerando que la distribución de estos combustibles es una actividad riesgosa y que la mayoría de los cilindros en circulación se encontraban en condiciones notoriamente deficientes, todo lo cual comprometía la seguridad pública. A pesar de los buenos propósitos del Estado al ordenar la constitución de los FONDOS DE MANTENIMIENTO, entidades específicamente dedicadas a las labores de revisión, mantenimiento, reparación y reposición de los cilindros para gas propano en mal estado, y de sus correspondientes accesorios, y de la asignación de unas márgenes especiales para solventar la

ejecución de estas actividades, hoy en día resulta evidente que el sistema propuesto es inoperante y sin control, permitiendo incluso que gran parte de los recursos disponibles se desvíen de los objetivos para los cuales fueron destinados.

Se requiere la reestructuración del sistema actual para el mantenimiento, reparación y reposición de los cilindros para gas propano. El objetivo que se persigue es el de establecer los mecanismos necesarios para lograr que el sistema dispuesto para el mantenimiento, reparación y reposición de los cilindros y de sus correspondientes accesorios cumpla efectivamente con las funciones que le han sido encomendadas, conservando la filosofía que conllevó a la constitución de los FONDOS DE MANTENIMIENTO. Se han considerado tres alternativas o propuestas para la reestructuración del sistema todas las cuales demandan que se efectúen estudios económicos, jurídicos y técnicos que evalúen su aplicabilidad funcional:

- a. En la primera alternativa se plantea devolver la responsabilidad sobre la revisión y mantenimiento de los cilindros a los distribuidores de gas propano (GLP), quienes a fin de cuentas son los encargados de prestar el servicio y por lo tanto establecer y garantizar las condiciones de seguridad que se ofrecen a los usuarios, para este fin sería particularmente importante buscar los mecanismos necesarios para lograr que los cilindros sean de propiedad exclusiva de los distribuidores, estableciendo un plazo perentorio para este propósito y reglamentando el modo en que se produciría el traspaso de propiedad de los que ya se encuentran en poder de los usuarios.

De lograrse lo anterior se permitiría a los distribuidores cobrar ciertas cuotas de "arriendo" por el usufructo temporal de los mismos (que contribuya a cubrir los costos de reposición y manejo) y serían los distribuidores los destinatarios de los márgenes para el mantenimiento ya considerados dentro de la estructura de precios del gas. El uso, destino y aplicación de estas sumas sería exclusivamente de su competencia, pues en todo momento deberán responder ante los usuarios y ante la comunidad en general por el perfecto estado de funcionamiento de sus cilindros. Contribuiría esta fórmula a la fácil identificación de los envases y se evitaría en consecuencia la posible evasión de responsabilidades.

- b. En la segunda alternativa se plantea conservar el sistema tradicionalmente en vigencia en cuanto a la propiedad de los cilindros y a la revisión y mantenimiento de los mismos (a cargo de entidades autónomas diferentes de los distribuidores), con la diferencia de que existiría una oficina o agencia central única encargada del control técnico y administrativo de las entidades que se dediquen a esta actividad. Dicha agencia asignará la ejecución de los trabajos que se requieran entre los proponentes

interesados de acuerdo a una evaluación de sus capacidades técnicas y operativas. Obviamente se daría preferencia a los que estén en capacidad de ofrecer las mejores calidades al menor costo. Existiría en consecuencia un control efectivo sobre el cumplimiento de los requisitos que se establezcan en torno de las características constructivas y de confiabilidad de desempeño que deben poseer los cilindros que se den al servicio público. A esta actividad tendrían acceso además, todas las personas jurídicas o naturales que dispongan de los recursos técnicos, económicos y humanos para este fin y que deseen involucrarse en ella estableciendo un ambiente de sana competencia comercial que favorece el desarrollo tecnológico de la industria y obliga al constante mejoramiento de los niveles de eficiencia operacional en que se desenvuelve.

- c. En la tercera alternativa se considera conservar intacto el sistema vigente, pero estableciendo una relación de causalidad entre los servicios que efectivamente prestan los FONDOS DE MANTENIMIENTO y los recursos que reciben, es decir estructurando un mecanismo mediante el cual los Fondos perciban sus ingresos con base en los trabajos que ejecutan y no en función de los volúmenes de gas que retiran mensualmente sus distribuidores asociados.

4.3 ASPECTOS TARIFARIOS DEL PROGRAMA DE SUSTITUCION

4.14 La implementación del Programa de Sustitución de energía eléctrica requiere de una modificación radical de la estructura tarifaria del sector residencial, definida en la resolución 90 de 1990, ya que las metas de las tarifas de energía eléctrica de los estratos 1, 2, 3 y 4 no harían atractivo financieramente el programa de sustitución para los usuarios de estos estratos, con el gas a su costo económico y para uso en cocción exclusivamente, desde el punto de vista de los períodos de recuperación de la inversión. Si los niveles de la resolución 90 se conservan después de 1994, el programa de sustitución a gas natural será factible para los estratos 5 y 6, en la mayoría de los casos (Cali podría ser una excepción por sus altos costos de transporte), cuyas tarifas de energía eléctrica alcanzan el costo económico y en los demás estratos se requerirá subsidiar de forma importante la tarifa de conexión y los equipos para lograr períodos de recuperación de la inversión atractivos (el grado de rentabilidad financiera depende del estrato y la ciudad, dado diferentes estructuras de costos, uso final y niveles de consumo).

4.15 Bajo cualquier circunstancia de nivel de tarifas eléctricas, la implementación del programa de sustitución requiere de una política integral de precios de energéticos. Lo ideal y más apropiado es que todos los energéticos que componen la canasta energética del sector alcancen su costo económico (escenario de tarifas altas). Bajo el supuesto de que los estratos

bajas mantengan un subsidio a la tarifa eléctrica (escenario de tarifas bajas), hay dos opciones: 1) mantener los precios relativos de los energéticos de acuerdo a los costos relativos, lo cual implica subsidios a todos los energéticos y, por lo tanto, una carga financiera adicional para el sector energético y, principalmente, un uso irracional de los recursos alternativos; y 2) llevar los precios del GN y el GLP a los costos económicos, tal como se asume en este estudio (numeral 4.04), y subsidiar la conexión. En este estudio se le da preferencia a la segunda alternativa, estableciendo subsidios a la conexión y/o facilidades financieras a la instalación interna y al equipo de uso fina para lograr períodos de recuperación de la inversión aceptables para el usuario. Las implicaciones de los niveles tarifarios en la factibilidad financiera de la sustitución serán evaluados en la sección 4.5.

4.16 Llevar las tarifas de la energía eléctrica al costo implica un aumento anual de las tarifas promedio por estrato en términos reales⁵⁹, a partir de los límites establecidos por la resolución 90 de 1990. A continuación se presentan los índices de incremento anual de las tarifas de la energía eléctrica en términos reales para el escenario de tarifas bajas (columna izquierda) y para el escenario de tarifas altas (columna derecha).⁶⁰

Cuadro No. 4.1: Incremento anuales de las tarifas del Sector Residencial, período 1995- 2000/2001. Escenarios de tarifas bajas y altas.⁶¹

| Est.\Ciudad | Bogotá | Medellín | Cali | Barranquilla |
|-------------|------------|------------|------------|--------------|
| 1. | 0.0%/12.7% | 0.0%/10.2% | 0.0%/10.6% | 0.0%/15.5% |
| 2. | 0.0%/ 6.9% | 0.0%/ 6.2% | 0.0%/ 6.3% | 0.0%/ 8.4% |
| 3. | 0.0%/ 3.8% | 0.0%/ 2.4% | 0.0%/ 3.1% | 0.0%/ 2.7% |
| 4. | 0.8% | 0.1% | -0.2% | -0.5% |
| 5. | 0.2% | -0.9% | -4.0% | -1.5% |
| 6. | -6.2% | -6.1% | -5.8% | -7.4% |
| Prom. | 2.2% | 2.0% | 2.1% | 2.3% |

4.17 Como se observa, los incrementos en los estratos 1, 2 y 3 en el escenario de tarifas altas son los mayores, en ese orden. Esto implica que la modificación de la estructura tarifaria de la electricidad debe estar

⁵⁹/ Las tarifas se calcularon en US\$ Dic 91 /Kwh

⁶⁰/ Solo se consideró un escenario tarifario para los estratos 4, 5 y 6.

⁶¹/ El valor de la izquierda corresponde al escenario de referencia, el del centro al escenario de tarifas bajas y el valor de la derecha al escenario de tarifas altas.

estrechamente relacionada a un programa de sustitución hacia formas de energía menos costosas y por ende mas asequibles a esos estratos, de tal forma que la resultante sea una factura energética menor, incluyendo el costo de conexión, instalación y adquisición o conversión de equipos.

4.4 IMPACTOS⁶²

4.18 La ejecución del programa de sustitución tiene un impacto significativo sobre las ventas proyectadas de energía del sector residencial, ya que la tasa anual de crecimiento, disminuye durante el período 1991/2000 del 3.7% al 1.9% en el escenario de tarifas bajas y alcanza el 1.8% en el escenario de tarifas altas. Los ahorros de energía eléctrica obtenidos (excluido el efecto tarifario) alcanzan en el año 2005 3715 Gwh, en el primer escenario, y 3644 Gwh, en el segundo escenario. Estos valores representan aproximadamente el 17% de las ventas proyectadas en el sector residencial nacional y el 33% del sector residencial de las cuatro ciudades de interés. Como se advirtió en el capítulo 3, las mayores tarifas disminuyen el consumo por suscriptor, disminuyendo, a su vez el potencial de sustitución. A mayor efecto precio menor sustitución.

4.19 En términos de potencia, la implementación del programa de sustitución, excluyendo el efecto tarifa, conlleva un ahorro de 481 Mw en el año 2005 para el escenario de tarifas bajas, y de 471 Mw, en el mismo año, para el escenario de tarifas altas. Estos valores equivalen a, aproximadamente, el 4.2% y 4.12% de la demanda total de potencia proyectada y el 7.2% y 7.1% de la demanda de potencia de las cuatro ciudades.

4.20 Otro ahorro importante es el ahorro de potencia instalada, calculado como el ahorro de potencia debido a la disminución de la demanda de potencia pico, estos ahorros son superiores a los ahorros de potencia, ya que se considera el factor de reserva del sistema nacional interconectado. Conservando constante, en magnitudes relativas, la reserva de potencia del sistema, los ahorros de potencia instalada en el año 2005 alcanzan 1040 Mw en el escenario de tarifas bajas y 1055 Mw en el escenario de tarifas altas.

^{62/} En el capítulo 3, sección 3.3, se evaluó el impacto de los dos programas (sustitución y conservación), junto con el efecto tarifario, sobre los tres sectores: residencial, comercial, público. Para la comparación entre los tres efectos y su impacto en el sector eléctrico y el plan de expansión, remitimos a dicha sección. Aquí únicamente se verá el efecto del programa de sustitución, el cual solo afecta al sector residencial, ya que en el sector comercial el consumo en los usos eléctricos sustituibles es pequeño y en hoteles y restaurantes se utiliza GLP para cocción y el calentamiento de agua.

Las tarifas de la energía eléctrica al costo implícito un aumento anual de las tarifas promedio por estrato en términos reales, a partir de los límites establecidos por la resolución 90 de 1990. A continuación se presentan los índices de incremento anual de las tarifas de energía eléctrica en términos reales para el escenario de tarifas bajas (columna izquierda) y para el escenario de tarifas altas (columna derecha).

Gráfico No. 4.1: Incremento anual de las tarifas del sector residencial período 1995-2000/2001. Escenarios de tarifas bajas y altas.

| Rat./Ciudad | Bogotá | Medellín | Cali | Barranquilla |
|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1. | 0.0% \ 12.7% | 0.0% \ 10.2% | 0.0% \ 10.6% | 0.0% \ 15.5% |
| 2. | 0.0% \ 8.9% | 0.0% \ 8.2% | 0.0% \ 8.3% | 0.0% \ 8.4% |
| 3. | 0.0% \ 3.8% | 0.0% \ 2.4% | 0.0% \ 3.1% | 0.0% \ 2.7% |
| 4. | 0.8% | 0.1% | -0.2% | -0.5% |
| 5. | 0.2% | -0.8% | -4.0% | -1.5% |
| 6. | -8.2% | -8.1% | -5.8% | -7.4% |
| Prom. | 2.2% | 2.0% | 2.1% | 2.3% |

4.17 Como se observa, los incrementos en los estratos 1, 2 y 3 en el escenario de tarifas altas son los mayores. Esto implica que la modificación de la estructura tarifaria de la electricidad debe estar

^{63/} El valor de las tarifas correspondiente al escenario de referencia, el del centro el escenario de tarifas bajas y el valor de la tarifa al sector de tarifas altas.

estrechamente relacionada a un programa de sustitución hacia formas de energía menos costosas y por ende más asequibles a esos estratos, de tal forma que el resultado sea una factura energética menor, incluyendo el costo de conexión, instalación y adquisición o conversión de equipos.

4.4 IMPACTOS

La ejecución del programa de sustitución tiene un impacto significativo sobre las ventas proyectadas de energía del sector residencial. Ya que la tasa anual de crecimiento, disminuye durante el período 1991/2000 del 3.7% al 1.2% en el escenario de tarifas bajas y alcanza el 1.8% en el escenario de tarifas altas. Los ahorros de energía eléctrica obtenidos (excluido el efecto tarifario) alcanzan en el año 2005 3715 GWh, en el primer escenario y 3844 GWh, en el segundo escenario. Ratos valores representan aproximadamente el 17% de las ventas proyectadas en el sector residencial nacional y el 33% del sector residencial de las cuatro ciudades de interés. Como se advirtió en el capítulo 3, las mayores tarifas disminuyen el consumo por suscriptor, disminuyendo a su vez el potencial de sustitución. A mayor efecto precio menor sustitución.

En términos de potencia, la implementación del programa de sustitución, excluyendo el efecto tarifario, conlleva un ahorro de 481 Mw en el año 2005 para el escenario de tarifas bajas, y de 471 Mw, en el mismo año, para el escenario de tarifas altas. Ratos valores equivalen a aproximadamente, el 4.2% y 4.1% de la demanda total de potencia proyectada y el 7.2% y 7.1% de la demanda de potencia de las cuatro ciudades.

Otro ahorro importante es el ahorro de potencia instalada, calculado como el ahorro de potencia debido a la disminución de la demanda de potencia pico, estos ahorros son superiores a los ahorros de potencia, ya que se considera el factor de reserva del sistema nacional interconectado. Conservando constante, en magnitudes relativas, la reserva de potencia del sistema, los ahorros de potencia instalada en el año 2005 alcanzan 1040 Mw en el escenario de tarifas bajas y 1025 Mw en el escenario de tarifas altas.

En el capítulo 3, se evaluó el impacto de los dos programas (sustitución y expansión) sobre el efecto tarifario, sobre los tres sectores: residencial, comercial, público. Para la expansión se asumió un sistema de tarifas eléctricas con un índice de expansión y el plan de expansión a largo plazo. En el presente se evalúa el efecto del programa de sustitución, el cual solo afecta al sector residencial. En el sector comercial el consumo en los usos eléctricos sustituidos es pequeño y en hoteles y restaurantes se utiliza gas para cocinar y el calentamiento de agua.

4.5 COSTOS

La sustitución requiere del usuario una inversión que tiene dos componentes básicos, a saber: la conexión y los equipos.

1. La conexión comprende la acometida y la instalación interior hasta el punto de consumo.
2. Los equipos son la estufa, el calentador de agua y el horno.

Cada uno de estos componentes tiene un costo diferente; para el análisis financiero se asumieron los siguientes datos (detalles en el Anexo I)⁶³:

Cuadro No. 4.4: Costos de conexión y de los equipos US\$ de Dic. 1991

| Estrato | Conexión. Bog. | B/quilla | Estufa | Horno | Calent. | Total |
|---------|----------------|----------|--------|-------|---------|-----------|
| 1. | 77 | 116 | 20 | 15/20 | | 97 / 136 |
| 2. | 155 | 165 | 20 | 15/20 | | 175 / 185 |
| 3. | 180 | 194 | 20 | 20/20 | | 200 / 214 |
| 4. | 211 | 213 | 99 | 89/90 | 175 | 565 / 567 |
| 5. | 246 | 232 | 99 | 89/90 | 175 | 609 / 595 |
| 6. | 271 | 252 | 99 | 89/90 | 175 | 634 / 615 |

El valor de la conexión corresponde al que actualmente esta vigente en Bogotá y Barranquilla, respectivamente. El primer valor se asume para Bogotá, Medellín y Cali y el segundo solo para Barranquilla. La diferencia entre los dos valores radica en el hecho que Barranquilla es una ciudad con menor densidad de población, en lo referente a los estratos 1, 2, y 3. En los estratos altos de la misma ciudad, la red existente cubre un alto porcentaje de la población de estos estratos, por lo cual la tarifa de conexión es inferior a la de Bogotá, ciudad donde aun no existen usuarios de los estratos altos.

Para realizar la evaluación financiera se asume, que la tarifa de conexión de las ciudades de Bogotá, Medellín y Cali, tendrá un sistema de financiamiento similar al que ofrece actualmente Gas Natural S.A de Bogotá y para Barranquilla, se asume el sistema de financiamiento de Gases del Caribe.

63/ Para el análisis económico del programa de sustitución se utilizó únicamente el valor de los equipos y el costo de la acometida y para el análisis financiero se considero adicionalmente a estos valores el impuesto a las ventas de los equipos y la acometida y el financiamiento de estos.

4.5 COSTOS

4.21 La sustitución requiere del usuario una inversión que tiene dos componentes básicos, a saber: la conexión y los equipos.

1. La conexión comprende la acometida y la instalación interior.

2. Los equipos son la estufa, el calentador de agua y el horno.

Cada uno de estos componentes tiene un costo diferente; para el análisis financiero se asumieron los siguientes datos (detalles en el Anexo I):

Cuadro No. 4.4: Costos de conexión y de los equipos US\$ de Dic. 1991

| Estrato | Conexión Bog. Barranquilla | Estufa Horno Calent. | Total |
|---------|----------------------------|----------------------|-----------|
| 1. | 77 | 118 | 97 \ 138 |
| 2. | 155 | 185 | 175 \ 185 |
| 3. | 180 | 194 | 200 \ 214 |
| 4. | 211 | 213 | 175 \ 587 |
| 5. | 248 | 232 | 175 \ 595 |
| 6. | 271 | 252 | 175 \ 615 |

4.22 El valor de la conexión corresponde al que actualmente esta vigente en Bogotá y Barranquilla, respectivamente. El primer valor se asume para Bogotá, Medellín y Cali y el segundo solo para Barranquilla. La diferencia entre los dos valores radica en el hecho que Barranquilla es una ciudad con menor densidad de población, en lo referente a los estratos 1, 2, y 3. En los estratos altos de la misma ciudad, la red existente cubre un alto porcentaje de la población de estos estratos, por lo cual la tarifa de conexión es inferior a la de Bogotá, ciudad donde aun no existen usuarios de los estratos altos.

4.23 Para realizar la evaluación financiera se asume que la tarifa de conexión de las ciudades de Bogotá, Medellín y Cali, tendrá un sistema de financiamiento similar al que ofrece actualmente Gas Natural S.A. de Bogotá y para Barranquilla, se asume el sistema de financiamiento de Gases del Caribe.

63/ Para el análisis económico del programa de sustitución se utilizó únicamente el valor de los equipos y el costo de la acometida y para el análisis financiero se consideró adicionalmente a estos valores el costo de las ventas de los equipos y la conexión y el financiamiento.

En el cuadro No. 4.5, aparece un resumen de estos sistemas. Para los equipos no se prevé ningún sistema de financiamiento, aunque es evidente que mejora las condiciones del programa si se dan facilidades en este aspecto a los actuales usuarios de electricidad.

4.24 El costo del proyecto para el usuario final representa el monto total de la inversión, que comprende la acometida, la instalación interna y los equipos, el cual varía según el estrato socioeconómico y la ciudad. De acuerdo con los datos anteriores, la inversión oscila entre 97 y 634 US\$ de 1991 para Bogotá, Medellín y Cali y entre 136 y 615 US\$ de 1991 para Barranquilla.

Cuadro No. 4.5: Sistemas de Financiamiento de Las Tarifas de Conexión de Gas Natural

| Estrato. | Período de Financiamiento años ⁶⁴ | Cuota Inicial % | Interés Mensual % |
|----------|--|-----------------|-------------------|
| 1. | 5/3 | 15/20 | 2.5/3.0 |
| 2. | 5/3 | 15/20 | 2.5/3.0 |
| 3. | 4/3 | 20/20 | 2.5/3.0 |
| 4. | 3/3 | 25/30 | 2.5/3.0 |
| 5. | 3/2 | 30/40 | 2.5/3.0 |
| 6. | 3/2 | 30/40 | 2.5/3.0 |

Fuente: Gas Natural S.A y Gases del Caribe.

4.5 VIABILIDAD ECONOMICA⁶⁵

4.5.1 Evaluación financiera

4.25 La evaluación financiera del proyecto de sustitución, desde el punto de vista del usuario, se llevo a cabo utilizando dos criterios: 1) la TIRF (tasa interna de rentabilidad financiera real) y el período de recuperación de la inversión. Para que el proyecto sea viable se consideró que

64/ El valor de la izquierda corresponde a Gas Natural y el de la derecha a Gases del Caribe.

65/ El soporte cuantitativo del análisis financiero y económico del programa de sustitución se encuentra en el anexo I.

En el cuadro No. 4.5, aparece un resumen de estos sistemas. Para los equipos no se prevé ningún sistema de financiamiento, aunque es evidente que mejora las condiciones del programa si se dan facilidades en este aspecto a los actuales usuarios de electricidad.

El costo del proyecto para el usuario final representa el monto total de la inversión, que comprende la acometida, la instalación interna y los equipos, el cual varía según el estrato socioeconómico y la ciudad. De acuerdo con los datos anteriores, la inversión oscila entre 97 y 634 US\$ de 1991 para Bogotá, Medellín y Cali y entre 136 y 615 US\$ de 1991 para Barranquilla.

Cuadro No. 4.5: Sistema de financiamiento de las Tarifas de Conexión de Gas Natural

| Estrato | Periodo de financiamiento años* | Cota Inicial % | Interés Mensual % |
|---------|---------------------------------|----------------|-------------------|
| 1. | 5/3 | 15/20 | 2.5/3.0 |
| 2. | 5/3 | 15/20 | 2.5/3.0 |
| 3. | 4/3 | 20/20 | 2.5/3.0 |
| 4. | 3/3 | 25/30 | 2.5/3.0 |
| 5. | 3/3 | 30/40 | 2.5/3.0 |
| 6. | 3/3 | 30/40 | 2.5/3.0 |

Fuente: Gas Natural S.A. y Gases del Caribe.

4.5 VIABILIDAD ECONOMICA

4.5.1 Evaluación financiera

La evaluación financiera del proyecto de sustitución desde el punto de vista del usuario, se lleva a cabo utilizando dos criterios: (1) la TIRF (tasa interna de rentabilidad financiera real) y el periodo de recuperación de la inversión. Para que el proyecto sea viable se consideró que

* El valor de la cotización correspondiente a Gas Natural y el de la derecha a Gases del Caribe.

El soporte cuantitativo del análisis financiero y económico del programa de sustitución se encuentra en el anexo I.

la TIRF debe ser mayor que 12%. Adicionalmente, para contrarrestar las tendencias negativas (discutidas ampliamente en el capítulo 2 y en la sección 4.2 de este capítulo), se estipuló que el periodo de recuperación de la inversión debe ser menor de 5 años para los estratos 1-2-3 y menor de 8 años para el estrato 4⁶⁶, lo cual es una exigencia bastante más fuerte que la TIRF por encima del 12%. Los subsidios están justificados por la alta rentabilidad económica del programa en todas las ciudades, como se verá en la subsección 4.6.2.

4.26 En el escenario de tarifas altas, a partir del momento en que la energía eléctrica alcance su costo económico (año 2000, en Medellín y Cali, y año 2001, en Bogotá y Barranquilla), la sustitución es financieramente atractiva para los usuarios (suponiendo que el GN y el GLP también alcanzan el costo económico, de acuerdo al numeral 4.04)), desde el punto de vista de la TIRF, con la sola excepción del estrato 5 y 6 de Cali. Dependiendo de la ciudad y el estrato, habrá que mantener subsidios a la conexión para lograr los periodos de recuperación de la inversión señalados. Los estratos 5 y 6 no se subsidian bajo ninguna circunstancia, dado sus mayores ingresos y mayor acceso al crédito comercial. En el escenario de tarifas bajas, la TIRF disminuye acentuadamente y habría que incrementar sustancialmente los subsidios a la conexión y, en algunos casos, subsidiar el GN, para lograr los periodos de recuperación de la inversión apropiados.

4.27 En general, el proyecto es de un gran beneficio para los usuarios, ya que la factura de energía, es decir la suma de las facturas de gas y de energía eléctrica, es menor que la factura de energía eléctrica sin sustitución. El nivel de rentabilidad es altamente dependiente del escenario, el estrato y la ciudad, dadas las diferentes estructuras de costos y niveles de consumo. El ahorro en la factura y los beneficios económicos que obtendrían los usuarios varían por estrato y por ciudad, siendo la cantidad de electricidad a sustituir y el costo del GN, de la conexión y del equipo los factores que inciden en la diferencia. Bogotá es la ciudad donde el programa es más atractivo por el alto nivel de sustitución, incrementado respecto a las otras ciudades por el calentamiento de agua. Por tal razón, Bogotá no requiere subsidios de ningún tipo en ningún estrato, bajo la hipótesis de las tarifas al costo. A continuación siguen Barranquilla, por tener el costo de transporte menor, aunque su nivel de sustitución es muy bajo, y Medellín. La situación más crítica la presenta Cali, con altísimos niveles de subsidios, por los altos costos de transporte y la ausencia de calentamiento de agua. Basados en el cuadro No. 4-6, se pueden deducir las siguientes conclusiones para cada ciudad⁶⁷:

66/ Aunque la TIRF sea atractiva, largos periodos de recuperación de la inversión pueden inhibir al usuario a llevar a cabo la sustitución. Por tal razón, se han establecido que este criterio sea el que defina el nivel de subsidios que incentiven la inversión.

67/ El análisis se hace en el año en el cual la energía eléctrica alcanza su costo económico, siendo el de mayores beneficios para el usuario final. A partir de ese año los beneficios empiezan a disminuir, debido al aumento de los precios del gas natural en boca de pozo por agotamiento de éste. La disminución de los beneficios de los usuarios depende también de las reservas de gas natural en Cusiana, ya que el costo de

La TIRF debe ser mayor que 12%. Adicionalmente, para contrastar las tendencias negativas (discutidas ampliamente en el capítulo 2 y en la sección 4.2 de este capítulo), se estipuló que el período de recuperación de la inversión debe ser menor de 5 años para los estratos 1-2-3 y menor de 8 años para el estrato 4. Lo cual es una exigencia bastante más fuerte que la TIRF por encima del 12%. Los subsidios están justificados por la alta rentabilidad económica del programa en todas las ciudades, como se verá en la subsección 4.8.2.

En el escenario de tarifas altas, a partir del momento en que la energía eléctrica alcance su costo económico (año 2000, en Medellín y Cali, y año 2001, en Bogotá y Barranquilla), la sustitución es financieramente atractiva para los usuarios (suponiendo que el GN y el GLP también alcanzan el costo económico, de acuerdo al numeral 4.04)), desde el punto de vista de la TIRF, con la sola excepción del estrato 5 y 6 de Cali. Dependiendo de la ciudad y el estrato, habrá que mantener subsidios a la conexión para lograr los períodos de recuperación de la inversión señalados. Los estratos 5 y 6 no se amedian bajo ninguna circunstancia, dado sus mayores ingresos y mayor acceso al crédito comercial. En el escenario de tarifas bajas, la TIRF disminuye considerablemente y habrá que incrementar sustancialmente los subsidios a la conexión y, en algunos casos, subsidiar el GN, para lograr los períodos de recuperación de la inversión apropiados.

En general, el proyecto es de un gran beneficio para los usuarios, ya que la factura de energía, es decir la suma de las facturas de gas y de energía eléctrica, es menor que la factura de energía eléctrica sin sustitución. El nivel de rentabilidad es altamente dependiente del escenario, el estrato y la ciudad, dadas las diferentes estructuras de costos y niveles de consumo. El ahorro en la factura y los beneficios económicos que obtendrían los usuarios varían por estrato y por ciudad, siendo la cantidad de electricidad a sustituir y el costo del GN, de la conexión y del equipo los factores que inciden en la diferencia. Bogotá es la ciudad donde el programa es más atractivo por el alto nivel de sustitución, incrementado respecto a las otras ciudades por el calentamiento de agua. Por tal razón, Bogotá no requiere subsidios de ningún tipo en ningún estrato, bajo la hipótesis de las tarifas al costo. A continuación siguen Barranquilla, por tener el costo de transporte menor, aunque su nivel de sustitución es muy bajo, y Medellín. La situación más crítica la presenta Cali, con altísimos niveles de subsidios, por los altos costos de transporte y la ausencia de calentamiento de agua. Basados en el cuadro No. 4-6, se pueden deducir las siguientes conclusiones para cada ciudad:

67 \ El análisis se hace en el año en el cual la energía eléctrica alcanza su costo económico, siendo el mayor beneficio para el usuario final. A partir de ese año los beneficios seguirán a disminuir, debido al aumento de los precios del gas natural en boca de consumo de este. La disminución de los precios de los usuarios depende también de las reservas de gas natural en Guajira, ya que el costo de

BOGOTA (año 2001):

- 1) El ahorro en la factura del usuario es bastante grande: oscila entre el 43% y el 47%.
- 2) El nivel de rentabilidad financiera es alto en todos los estratos. Con tarifas al costo, la TIRF varía entre 23% y 86% y NO se requiere de subsidios para lograr los períodos de recuperación de la inversión señalados. De hecho, los períodos de recuperación son bajos: entre 2.6 y 7.4 años.
- 3) Con tarifas de la electricidad subsidiadas (escenario de tarifas bajas), en los estratos 1-2-3 el proyecto sigue siendo rentable, aunque la TIRF decrece a menos de la mitad. Adicionalmente, se requieren subsidios en estos estratos para lograr un período de recuperación de la inversión de 5 años. Especialmente crítica es la situación del estrato 1 (por ausencia de calentamiento de agua), el cual requiere, adicionalmente a un subsidio del 100% de la conexión, de un subsidio al GN del orden del 50%.

BARRANQUILLA (año 2001):

- 1) El ahorro en la factura del usuario oscila entre 19% y 30%. Aunque en términos absolutos el ahorro es mayor en los estratos altos, en términos relativos se benefician más los estratos bajos.
- 2) El nivel de rentabilidad financiera es atractivo en todos los estratos, aunque bastante menor que el de Bogotá. Con tarifas al costo, la TIRF varía entre 14% y 53% y se requiere de subsidios para lograr que el período de recuperación de la inversión sea de 5 años en los estratos 1 (28%) y 2 (24%) y de 8 años en el 4 (13%). Estos subsidios a la conexión pueden considerarse moderados.
- 3) Con tarifas eléctricas subsidiadas en los estratos 1-2-3 (escenario de tarifas bajas), el proyecto sigue siendo rentable, aunque la TIRF decrece. Adicionalmente, se incrementan los subsidios a la conexión para lograr un período de recuperación de la inversión de 5 años: estrato 1 (100%), estrato 2 (78%) y estrato 3 (11%). Especialmente crítica es la situación del estrato 1, el cual requiere, adicionalmente, de subsidio al GN del orden del 28%.

agotamiento de este energético podría ser significativamente más bajo que el de la Guajira; considerando lo anterior los beneficios disminuyen en menor proporción a lo previsto en el escenario de suministro desde la Guajira. También hay que anotar que en los años previos hay un nivel de subsidios a la conexión bastante grande, en particular en Bogotá. En el Anexo I aparece la relación de subsidios para cada uno de los estratos socioeconómicos de las cuatro ciudades.

MEDELLIN (año 2000):

1) El ahorro en la factura del usuario oscila entre 29% y 37%. Aunque en términos absolutos el ahorro es mayor en los estratos altos, en términos relativos es bastante homogéneo.

2) El nivel de rentabilidad financiera es atractivo en todos los estratos y también bastante menor que el de Bogotá. Con tarifas al costo, la TIRF varía entre 18% y 88% y se requiere de subsidios a la conexión para lograr que el período de recuperación de la inversión sea de 5 años en los estratos 2 (18%) y 3 (26%) y de 8 años en el 4 (87%). Los subsidios de los estratos 2 y 3 pueden considerarse moderados; sin embargo, el del 4 es grande y se debe al costo del calentador de agua, acoplado a un bajo potencial de sustitución en este uso (el consumo específico es muy bajo). En vista de este resultado, podría optarse por eliminar los incentivos a la sustitución del calentador de agua en este estrato y supeditar la implementación a una eventual disminución del costo de los aparatos.

3) Con tarifas subsidiadas en los estratos 1-2-3 (escenario de tarifas bajas), el proyecto sigue siendo rentable, aunque la TIRF decrece. Adicionalmente, se incrementan los subsidios a la conexión para lograr un período de recuperación de la inversión de 5 años: estrato 1 (100%), estrato 2 (71%) y estrato 3 (43%). En esta ciudad, a diferencia de las otras, el estrato 1 no requiere de subsidio al GN.

CALI (año 2000):

1) El ahorro en la factura del usuario oscila entre 12% y 20%.

2) El nivel de rentabilidad financiera es atractivo en los estratos 1-2-3-4. Con tarifas de la electricidad al costo, en estos estratos la TIRF varía entre 20% y 32% y en todos se requiere de subsidios a la conexión para lograr que el período de recuperación de la inversión sea de 5 años en los estratos 1 (33%), 2 (55%) y 3 (68%) y de 8 años en el 4 (97%). Estos subsidios pueden considerarse altos, por la combinación de transporte costoso y ausencia de agua caliente. En los estratos 5 y 6 el proyecto no parece atractivo, tanto desde el punto de vista de la TIRF como del período de recuperación de la inversión. Dado que no se consideran subsidios en estos estratos, su implementación estaría supeditada a una disminución de los costos del equipo, principalmente de los calentadores de agua (en Cali, estos estratos demandan agua caliente con un consumo específico muy bajo).

3) Con tarifas de la electricidad subsidiadas en los estratos 1-2-3 (escenario de tarifas bajas), se incrementan apreciablemente los subsidios a la conexión para lograr un período de recuperación de la inversión de 5 años: estrato 1 (100%), estrato 2 (100%) y estrato 3 (93%). Especialmente crítica es la situación de los estratos 1 y 2, los cuales requieren, adicionalmente, de subsidio al GN del orden de 12% a 38%.

BOGOTÁ (año 2001):

1) El ahorro en la factura del usuario es bastante grande: oscila entre el 43% y el 47%.

2) El nivel de rentabilidad financiera es alto en todos los estratos. Con tarifas al costo, la TIRF varía entre 23% y 88% y NO se requiere de subsidios para lograr los períodos de recuperación de la inversión señalados. De hecho, los períodos de recuperación son bajos: entre 2.6 y 4 años.

3) Con tarifas de la electricidad subsidiadas (escenario de tarifas bajas), en los estratos 1-2-3 el proyecto sigue siendo rentable, aunque la TIRF decrece a menos de la mitad. Adicionalmente, se requieren subsidios en estos estratos para lograr un período de recuperación de la inversión de 5 años. Especialmente crítica es la situación del estrato 1 (por ausencia de calentamiento de agua), el cual requiere, adicionalmente, de un subsidio de la conexión, de un subsidio al GN del orden del 50%.

BARANGUILLA (año 2001):

1) El ahorro en la factura del usuario oscila entre 19% y 30%. Aunque en términos absolutos el ahorro es mayor en los estratos altos, en términos relativos se benefician más los estratos bajos.

2) El nivel de rentabilidad financiera es atractivo en todos los estratos, aunque bastante menor que el de Bogotá. Con tarifas al costo, la TIRF varía entre 14% y 53% y se requiere de subsidios para lograr que el período de recuperación de la inversión sea de 5 años en los estratos 1 (28%) y 2 (24%) y de 8 años en el 4 (13%). Estos subsidios a la conexión pueden considerarse moderados.

3) Con tarifas eléctricas subsidiadas en los estratos 1-2-3 (escenario de tarifas bajas), el proyecto sigue siendo rentable, aunque la TIRF decrece. Adicionalmente, se incrementan los subsidios a la conexión para lograr un período de recuperación de la inversión de 5 años: estrato 1 (100%), estrato 2 (78%) y estrato 3 (11%). Especialmente crítica es la situación del estrato 1, el cual requiere, adicionalmente, de subsidio al GN del orden del 28%.

El ahorro de este estudio puede ser significativamente más bajo que el de los países considerados lo anterior los beneficios disminuyen en menor proporción a lo previsto en el escenario de subsidio desde la conexión. También hay que tener en cuenta que en los años previos hay un nivel de subsidio a la conexión bastante grande, en particular en Bogotá. En el presente se analiza la relación de subsidios para cada uno de los estratos de los calentadores de agua.

4.28 En resumen:

1) Con las tarifas al costo, en Bogotá no se requieren subsidios y en Barranquilla y Medellín el programa es atractivo, necesitando de algunos subsidios moderados (con la excepción del estrato 4). En Cali, el nivel de subsidios es grande en todos los estratos y en los estratos 5 y 6 es posible que el programa no se pueda implementar, a no ser por una disminución del precio del equipo de uso final.

2) Con las tarifas de la electricidad por debajo del costo se incrementan los subsidios, de tal forma que en el estrato 1, en todas las ciudades, se requiere, adicionalmente, algún nivel de subsidio al GN. En Cali, el nivel de subsidios sería prácticamente igual al valor de la conexión, más algún subsidio al GN en los estratos 1 y 2.

Cuadro No. 4.6: Análisis financiero para el usuario - Programa de sustitución

ESCUENARIO DE TARIFAS ALTO Año en el cual las tarifas alcanzan el costo económico en el escenario alto.

BOGOTÁ:

ESCUENARIO DE TARIFAS ALTAS - AÑO 2001

| Estrato | Fact. sin Sustitución US\$91 | Factura con Sustitución | | | Beneficio Bruto US\$91 | TIR % | Periodo de Recuperación Años | Subsidios | | Subsidio Conexión % | |
|---------|---------------------------------|-------------------------|--------------|-----------------|---------------------------|-------|---------------------------------|-----------|------|---------------------|-------|
| | | EE US\$91 | GN US\$91 | Total US\$91 | | | | EE % | GN % | | |
| 1 | 256 | 62 | 76 | 138 | 118 | 46.0% | 85.6% | 2.6 | 0.0% | 0.0% | 0.00% |
| 2 | 290 | 67 | 87 | 155 | 135 | 46.7% | 73.2% | 3.0 | 0.0% | 0.0% | 0.00% |
| 3 | 323 | 85 | 93 | 178 | 145 | 44.9% | 70.6% | 3.0 | 0.0% | 0.0% | 0.00% |
| 4 | 221 | 63 | 62 | 125 | 96 | 43.4% | 23.0% | 7.4 | 0.0% | 0.0% | 0.00% |
| 5 | 283 | 72 | 83 | 155 | 128 | 45.3% | 32.5% | 5.4 | 0.0% | 0.0% | 0.00% |
| 6 | 335 | 87 | 97 | 184 | 151 | 45.1% | 37.8% | 4.6 | 0.0% | 0.0% | 0.00% |

ESCUENARIO DE TARIFAS BAJAS

| Estrato | Fact. sin Sustitución US\$91 | Factura con Sustitución | | | Beneficio Bruto US\$91 | TIR % | Periodo de Recuperación Años | Subsidios | | Subsidio Conexión % | |
|---------|---------------------------------|-------------------------|--------------|-----------------|---------------------------|-------|---------------------------------|-----------|-------|---------------------|---------|
| | | EE US\$91 | GN US\$91 | Total US\$91 | | | | EE % | GN % | | |
| 1 | 113 | 27 | 37 | 65 | 48 | 42.7% | 32.3% | 5.0 | 56.7% | 51.7% | 100.00% |
| 2 | 185 | 43 | 89 | 132 | 53 | 28.8% | 32.3% | 5.0 | 37.3% | 0.0% | 86.40% |
| 3 | 253 | 66 | 95 | 161 | 91 | 36.2% | 35.5% | 5.0 | 23.1% | 0.0% | 13.52% |
| 4 | 225 | 64 | 63 | 127 | 97 | 43.4% | 23.7% | 7.2 | 0.0% | 0.0% | 0.00% |
| 5 | 288 | 74 | 84 | 157 | 130 | 45.3% | 33.4% | 5.3 | 0.0% | 0.0% | 0.00% |
| 6 | 340 | 88 | 99 | 187 | 153 | 45.1% | 38.8% | 4.5 | 0.0% | 0.0% | 0.00% |

4.38 En resumen:

1) Con las tarifas al costo, en Bogotá no se requieren subsidios y en Barranquilla y Medellín el programa es atractivo, necesitando de algunos subsidios moderados (con la excepción del estrato 4). En Cali, el nivel de subsidios es grande en todos los estratos y en los estratos 5 y 6 es posible que el programa no se pueda implementar, a no ser por una disminución del precio del equipo de uso final.

2) Con las tarifas de la electricidad por debajo del costo se incrementan los subsidios, de tal forma que en el estrato 1, en todas las ciudades, se requiere, adicionalmente, algún nivel de subsidio al GN. En Cali, el nivel de subsidios sería prácticamente igual al valor de la conexión, más algún subsidio al GN en los estratos 1 y 2.

Cuadro No. 4.6: Análisis financiero para el usuario - Programa de sustitución Año en el cual las tarifas alcanzan el costo económico en el escenario alto.

BOGOTÁ:

ESCENARIO DE TARIFAS ALTAS - AÑO 2001

| Estrato | Fact. sin Sustitución | Factura con Sustitución | | | Beneficio Bruto | TIR | Periodo de Recuperación | Subsidios | | Subsidio Conexión | |
|---------|-----------------------|-------------------------|--------|--------|-----------------|-------|-------------------------|-----------|-------|-------------------|---------|
| | | EE | GN | Total | | | | EE | GN | | |
| | US\$91 | US\$91 | US\$91 | US\$91 | US\$91 | % | Años | % | % | % | |
| 1 | 34 | 20 | 10 | 29 | 5 | 14.1% | 32.3% | 5.0 | 63.5% | 27.7% | 100.00% |
| 2 | 75 | 42 | 20 | 61 | 14 | 18.3% | 32.3% | 5.0 | 43.0% | 0.0% | 78.22% |
| 3 | 184 | 103 | 33 | 136 | 48 | 26.0% | 40.0% | 5.0 | 17.1% | 0.0% | 11.10% |
| 4 | 226 | 144 | 27 | 172 | 54 | 24.0% | 21.9% | 8.0 | 0.0% | 0.0% | 9.46% |
| 5 | 266 | 189 | 26 | 214 | 51 | 19.3% | 15.1% | 11.6 | 0.0% | 0.0% | 0.00% |
| 6 | 387 | 255 | 44 | 300 | 88 | 22.6% | 33.9% | 5.2 | 0.0% | 0.0% | 0.00% |

ESCENARIO DE TARIFAS BAJAS

| Estrato | Fact. sin Sustitución | Factura con Sustitución | | | Beneficio Bruto | TIR | Periodo de Recuperación | Subsidios | | Subsidio Conexión | |
|---------|-----------------------|-------------------------|--------|--------|-----------------|-------|-------------------------|-----------|-------|-------------------|---------|
| | | EE | GN | Total | | | | EE | GN | | |
| | US\$91 | US\$91 | US\$91 | US\$91 | US\$91 | % | Años | % | % | % | |
| 1 | 34 | 20 | 10 | 29 | 5 | 14.1% | 32.3% | 5.0 | 63.5% | 27.7% | 100.00% |
| 2 | 75 | 42 | 20 | 61 | 14 | 18.3% | 32.3% | 5.0 | 43.0% | 0.0% | 78.22% |
| 3 | 184 | 103 | 33 | 136 | 48 | 26.0% | 40.0% | 5.0 | 17.1% | 0.0% | 11.10% |
| 4 | 226 | 144 | 27 | 172 | 54 | 24.0% | 21.9% | 8.0 | 0.0% | 0.0% | 9.46% |
| 5 | 266 | 189 | 26 | 214 | 51 | 19.3% | 15.1% | 11.6 | 0.0% | 0.0% | 0.00% |
| 6 | 387 | 255 | 44 | 300 | 88 | 22.6% | 33.9% | 5.2 | 0.0% | 0.0% | 0.00% |

BARRANQUILLA:

ESCENARIO DE TARIFAS ALTAS - AÑO 2001

| Estrato | Fact. sin Sustitución | Factura con Sustitución | | | Beneficio Bruto | TIR | Periodo de Recuperación | Subsidios | | Subsidio Conexión | |
|---------|-----------------------|-------------------------|--------|--------|-----------------|-------|-------------------------|-----------|------|-------------------|--------|
| | | EE | GN | Total | | | | EE | GN | | |
| | US\$91 | US\$91 | US\$91 | US\$91 | US\$91 | % | Años | % | % | % | |
| 1 | 91 | 53 | 13 | 66 | 26 | 28.0% | 32.3% | 5.0 | 0.0% | 0.0% | 27.86% |
| 2 | 128 | 71 | 19 | 90 | 38 | 29.6% | 45.4% | 5.0 | 0.0% | 0.0% | 24.39% |
| 3 | 215 | 121 | 32 | 153 | 63 | 29.1% | 53.3% | 4.0 | 0.0% | 0.0% | 0.00% |
| 4 | 220 | 140 | 27 | 167 | 53 | 24.0% | 21.9% | 8.0 | 0.0% | 0.0% | 13.35% |
| 5 | 258 | 183 | 25 | 209 | 50 | 19.3% | 14.3% | 12.3 | 0.0% | 0.0% | 0.00% |
| 6 | 377 | 248 | 43 | 291 | 85 | 22.6% | 32.4% | 5.4 | 0.0% | 0.0% | 0.00% |

CALI:

ESCENARIO DE TARIFAS BAJAS

| Estrato | Fact. sin Sustitución | Factura con Sustitución | | | Beneficio Bruto | TIR | Periodo de Recuperación | Subsidios | | Subsidio Conexión | |
|---------|-----------------------|-------------------------|--------|--------|-----------------|-------|-------------------------|-----------|-------|-------------------|---------|
| | | EE | GN | Total | | | | EE | GN | | |
| | US\$91 | US\$91 | US\$91 | US\$91 | US\$91 | % | Años | % | % | % | |
| 1 | 34 | 20 | 10 | 29 | 5 | 14.1% | 32.3% | 5.0 | 63.5% | 27.7% | 100.00% |
| 2 | 75 | 42 | 20 | 61 | 14 | 18.3% | 32.3% | 5.0 | 43.0% | 0.0% | 78.22% |
| 3 | 184 | 103 | 33 | 136 | 48 | 26.0% | 40.0% | 5.0 | 17.1% | 0.0% | 11.10% |
| 4 | 226 | 144 | 27 | 172 | 54 | 24.0% | 21.9% | 8.0 | 0.0% | 0.0% | 9.46% |
| 5 | 266 | 189 | 26 | 214 | 51 | 19.3% | 15.1% | 11.6 | 0.0% | 0.0% | 0.00% |
| 6 | 387 | 255 | 44 | 300 | 88 | 22.6% | 33.9% | 5.2 | 0.0% | 0.0% | 0.00% |

ESCENARIO DE TARIFAS BAJAS

MEDELLIN:

ESCENARIO DE TARIFAS ALTAS - AÑO 2000

| Estrato | Fact. sin Sustitución | Factura con Sustitución | | | Beneficio Bruto | TIR | Periodo de Recuperación | Subsidios | | Subsidio Conexión | |
|---------|-----------------------|-------------------------|--------|--------|-----------------|-------|-------------------------|-----------|------|-------------------|--------|
| | | EE | GN | Total | | | | EE | GN | | |
| | US\$91 | US\$91 | US\$91 | US\$91 | US\$91 | % | Años | % | % | % | |
| 1 | 104 | 36 | 30 | 66 | 38 | 36.2% | 87.9% | 3.2 | 0.0% | 0.0% | 0.00% |
| 2 | 120 | 46 | 33 | 79 | 41 | 34.0% | 44.5% | 5.0 | 0.0% | 0.0% | 18.32% |
| 3 | 148 | 71 | 34 | 105 | 43 | 28.8% | 41.8% | 5.0 | 0.0% | 0.0% | 26.16% |
| 4 | 160 | 62 | 43 | 106 | 54 | 33.9% | 20.3% | 8.0 | 0.0% | 0.0% | 86.67% |
| 5 | 197 | 74 | 55 | 128 | 69 | 34.8% | 23.1% | 7.6 | 0.0% | 0.0% | 0.00% |
| 6 | 291 | 97 | 86 | 183 | 107 | 37.0% | 17.7% | 9.4 | 0.0% | 0.0% | 0.00% |

La empresa de cambio utilizó una tarifa de \$30/US, tasa de descuento de 10% anual y los precios están en dólares constantes.

BARRANQUILLA:

ESCENARIO DE TARIFAS ALTAS - AÑO 2001

| Estrato | Fact. sin Sustitución | Factura con Sustitución | | | Beneficio Bruto | TIR | Periodo de Recuperación | Subsidios | | Subsidio Conexión | |
|---------|-----------------------|-------------------------|--------|--------|-----------------|-------|-------------------------|-----------|-------|-------------------|---------|
| | | EE | GN | Total | | | | EE | GN | | |
| | US\$91 | US\$91 | US\$91 | US\$91 | % | Años | % | % | % | | |
| 1 | 54 | 19 | 30 | 49 | 5 | 9.02 | 32.3% | 5.0 | 49.0% | 1.1% | 100.00% |
| 2 | 80 | 31 | 33 | 64 | 16 | 20.0% | 32.3% | 5.0 | 34.0% | 0.0% | 70.81% |
| 3 | 127 | 61 | 35 | 96 | 31 | 24.6% | 32.3% | 5.0 | 15.5% | 0.0% | 40.72% |
| 4 | 163 | 63 | 44 | 108 | 55 | 33.9% | 20.3% | 8.0 | 0.0% | 0.0% | 83.83% |
| 5 | 201 | 75 | 56 | 131 | 70 | 34.8% | 23.9% | 7.3 | 0.0% | 0.0% | 0.00% |
| 6 | 296 | 99 | 88 | 187 | 110 | 37.0% | 18.3% | 9.1 | 0.0% | 0.0% | 0.00% |

ESCENARIO DE TARIFAS BAJAS

| Estrato | Fact. sin Sustitución | Factura con Sustitución | | | Beneficio Bruto | TIR | Periodo de Recuperación | Subsidios | | Subsidio Conexión | |
|---------|-----------------------|-------------------------|--------|--------|-----------------|-------|-------------------------|-----------|-------|-------------------|---------|
| | | EE | GN | Total | | | | EE | GN | | |
| | US\$91 | US\$91 | US\$91 | US\$91 | % | Años | % | % | % | | |
| 1 | 54 | 19 | 30 | 49 | 5 | 9.02 | 32.3% | 5.0 | 49.0% | 1.1% | 100.00% |
| 2 | 80 | 31 | 33 | 64 | 16 | 20.0% | 32.3% | 5.0 | 34.0% | 0.0% | 70.81% |
| 3 | 127 | 61 | 35 | 96 | 31 | 24.6% | 32.3% | 5.0 | 15.5% | 0.0% | 40.72% |
| 4 | 163 | 63 | 44 | 108 | 55 | 33.9% | 20.3% | 8.0 | 0.0% | 0.0% | 83.83% |
| 5 | 201 | 75 | 56 | 131 | 70 | 34.8% | 23.9% | 7.3 | 0.0% | 0.0% | 0.00% |
| 6 | 296 | 99 | 88 | 187 | 110 | 37.0% | 18.3% | 9.1 | 0.0% | 0.0% | 0.00% |

MEDELLIN:

ESCENARIO DE TARIFAS ALTAS - AÑO 2000

| Estrato | Fact. sin Sustitución | Factura con Sustitución | | | Beneficio Bruto | TIR | Periodo de Recuperación | Subsidios | | Subsidio Conexión | |
|---------|-----------------------|-------------------------|--------|--------|-----------------|-------|-------------------------|-----------|-------|-------------------|---------|
| | | EE | GN | Total | | | | EE | GN | | |
| | US\$91 | US\$91 | US\$91 | US\$91 | % | Años | % | % | % | | |
| 1 | 54 | 19 | 30 | 49 | 5 | 9.02 | 32.3% | 5.0 | 49.0% | 1.1% | 100.00% |
| 2 | 80 | 31 | 33 | 64 | 16 | 20.0% | 32.3% | 5.0 | 34.0% | 0.0% | 70.81% |
| 3 | 127 | 61 | 35 | 96 | 31 | 24.6% | 32.3% | 5.0 | 15.5% | 0.0% | 40.72% |
| 4 | 163 | 63 | 44 | 108 | 55 | 33.9% | 20.3% | 8.0 | 0.0% | 0.0% | 83.83% |
| 5 | 201 | 75 | 56 | 131 | 70 | 34.8% | 23.9% | 7.3 | 0.0% | 0.0% | 0.00% |
| 6 | 296 | 99 | 88 | 187 | 110 | 37.0% | 18.3% | 9.1 | 0.0% | 0.0% | 0.00% |

ESCENARIO DE TARIFAS BAJAS

| Estrato | Fact. sin Sustitución | Factura con Sustitución | | | Beneficio Bruto | TIR | Periodo de Recuperación | Subsidios | | Subsidio Conexión | |
|---------|-----------------------|-------------------------|--------|--------|-----------------|-------|-------------------------|-----------|-------|-------------------|---------|
| | | EE | GN | Total | | | | EE | GN | | |
| | US\$91 | US\$91 | US\$91 | US\$91 | % | Años | % | % | % | | |
| 1 | 54 | 19 | 30 | 49 | 5 | 9.02 | 32.3% | 5.0 | 49.0% | 1.1% | 100.00% |
| 2 | 80 | 31 | 33 | 64 | 16 | 20.0% | 32.3% | 5.0 | 34.0% | 0.0% | 70.81% |
| 3 | 127 | 61 | 35 | 96 | 31 | 24.6% | 32.3% | 5.0 | 15.5% | 0.0% | 40.72% |
| 4 | 163 | 63 | 44 | 108 | 55 | 33.9% | 20.3% | 8.0 | 0.0% | 0.0% | 83.83% |
| 5 | 201 | 75 | 56 | 131 | 70 | 34.8% | 23.9% | 7.3 | 0.0% | 0.0% | 0.00% |
| 6 | 296 | 99 | 88 | 187 | 110 | 37.0% | 18.3% | 9.1 | 0.0% | 0.0% | 0.00% |

CALI:

ESCENARIO DE TARIFAS ALTAS - AÑO 2000

| Estrato | Fact. sin Sustitución | Factura con Sustitución | | | Beneficio Bruto | TIR | Periodo de Recuperación | Subsidios | | Subsidio Conexión | |
|---------|-----------------------|-------------------------|--------|--------|-----------------|-------|-------------------------|-----------|------|-------------------|--------|
| | | EE | GN | Total | | | | EE | GN | | |
| | US\$91 | US\$91 | US\$91 | US\$91 | % | Años | % | % | % | | |
| 1 | 95 | 48 | 29 | 77 | 18 | 18.7% | 32.3% | 5.0 | 0.0% | 0.0% | 32.52% |
| 2 | 131 | 72 | 37 | 108 | 22 | 17.1% | 32.3% | 5.0 | 0.0% | 0.0% | 54.51% |
| 3 | 125 | 74 | 32 | 105 | 19 | 15.5% | 32.3% | 5.0 | 0.0% | 0.0% | 67.58% |
| 4 | 135 | 85 | 31 | 116 | 19 | 13.9% | 20.3% | 8.0 | 0.0% | 0.0% | 97.40% |
| 5 | 166 | 112 | 34 | 145 | 20 | 12.3% | ** | ** | 0.0% | 0.0% | 0.00% |
| 6 | 308 | 141 | 104 | 245 | 63 | 20.4% | 8.3% | 30.5 | 0.0% | 0.0% | 0.00% |

ESCENARIO DE TARIFAS BAJAS

| Estrato | Fact. sin Sustitución | Factura con Sustitución | | | Beneficio Bruto | TIR | Periodo de Recuperación | Subsidios | | Subsidio Conexión | |
|---------|-----------------------|-------------------------|--------|--------|-----------------|-------|-------------------------|-----------|-------|-------------------|---------|
| | | EE | GN | Total | | | | EE | GN | | |
| | US\$91 | US\$91 | US\$91 | US\$91 | % | Años | % | % | % | | |
| 1 | 47 | 24 | 19 | 42 | 5 | 10.2% | 32.3% | 5.0 | 51.5% | 38.2% | 100.00% |
| 2 | 84 | 46 | 33 | 80 | 5 | 5.7% | 32.3% | 5.0 | 37.2% | 12.0% | 100.00% |
| 3 | 100 | 59 | 33 | 92 | 8 | 8.2% | 32.3% | 5.0 | 22.2% | 0.0% | 92.53% |
| 4 | 138 | 87 | 32 | 119 | 19 | 13.9% | 20.3% | 8.0 | 0.0% | 0.0% | 95.96% |
| 5 | 170 | 115 | 35 | 149 | 21 | 12.3% | ** | ** | 0.0% | 0.0% | 0.00% |
| 6 | 317 | 146 | 107 | 253 | 65 | 20.4% | 8.9% | 25.0 | 0.0% | 0.0% | 0.00% |

** En Cali, en el estrato 5 la TIR es cerca de cero y el periodo de recuperación es muy largo

FUENTES: Consumo promedio y porcentaje de sustitución calculado con base en resultados de la encuesta sustitución: realizada por el Proyecto. Tasa de cambio utilizada: Col \$630/US, tasa de descuento: 12% anual y vida útil considerada 15 años. Todos los resultados están en términos constantes.

ESCENARIO DE TARIFAS BAJAS

| Estrato | Factura con sustitución | | Beneficio Bruto | | TIR | Período de Recuperación (Años) | Subsidio EE | Subsidio GN |
|---------|-------------------------|--------|-----------------|--------|-----|--------------------------------|-------------|-------------|
| | US\$91 | US\$91 | US\$91 | US\$91 | | | | |
| 1 | 24 | 30 | 44 | 2 | 2.0 | 32.32 | 49.02 | 1.00 |
| 2 | 11 | 23 | 44 | 18 | 2.0 | 32.32 | 34.02 | 0.02 |
| 3 | 13 | 28 | 44 | 21 | 2.0 | 32.32 | 12.22 | 0.02 |
| 4 | 28 | 44 | 100 | 22 | 8.0 | 30.32 | 0.02 | 0.02 |
| 5 | 28 | 44 | 131 | 24 | 7.2 | 32.32 | 0.02 | 0.02 |
| 6 | 28 | 44 | 187 | 110 | 9.1 | 18.32 | 0.02 | 0.02 |

CALI

ESCENARIO DE TARIFAS ALTAS - AÑO 2000

| Estrato | Factura con sustitución | | Beneficio Bruto | | TIR | Período de Recuperación (Años) | Subsidio EE | Subsidio GN |
|---------|-------------------------|--------|-----------------|--------|------|--------------------------------|-------------|-------------|
| | US\$91 | US\$91 | US\$91 | US\$91 | | | | |
| 1 | 40 | 59 | 77 | 18 | 2.0 | 32.32 | 0.02 | 0.02 |
| 2 | 13 | 37 | 100 | 22 | 2.0 | 32.32 | 0.02 | 0.02 |
| 3 | 12 | 34 | 102 | 14 | 2.0 | 32.32 | 0.02 | 0.02 |
| 4 | 13 | 31 | 114 | 18 | 8.0 | 30.32 | 0.02 | 0.02 |
| 5 | 14 | 34 | 142 | 20 | 4.8 | 32.32 | 0.02 | 0.02 |
| 6 | 14 | 34 | 191 | 104 | 30.2 | 8.32 | 0.02 | 0.02 |

ESCENARIO DE TARIFAS BAJAS

| Estrato | Factura con sustitución | | Beneficio Bruto | | TIR | Período de Recuperación (Años) | Subsidio EE | Subsidio GN |
|---------|-------------------------|--------|-----------------|--------|------|--------------------------------|-------------|-------------|
| | US\$91 | US\$91 | US\$91 | US\$91 | | | | |
| 1 | 47 | 54 | 42 | 2 | 2.0 | 32.32 | 21.22 | 28.22 |
| 2 | 44 | 44 | 88 | 2 | 2.0 | 32.32 | 27.22 | 12.02 |
| 3 | 44 | 44 | 92 | 8 | 2.0 | 32.32 | 22.22 | 42.02 |
| 4 | 47 | 32 | 118 | 14 | 8.0 | 30.32 | 0.02 | 42.02 |
| 5 | 47 | 32 | 142 | 21 | 4.8 | 32.32 | 0.02 | 42.02 |
| 6 | 47 | 32 | 191 | 104 | 30.2 | 8.32 | 0.02 | 42.02 |

En Cali, en el estrato 2 la TIR es cerca de cero y el periodo de recuperación es muy largo

FUENTES: Cuentas propias y porcentaje de sustitución calculado con base en resultados de la encuesta... tasa de descuento 12% anual y vida útil considerada 25 años, los recibidos están en términos constantes.

- NOTAS: (1) La "factura por sustitución" está determinada por los Kwh sustituidos y la tarifa. Al cambiar de escenario hay un doble efecto con sentido contrario: la disminución de tarifas aumenta, a su vez, el potencial de sustitución.
- (2) La TIR se calculan después de asignar el subsidio señalado en la columna "subsidio conexión". Este subsidio garantiza que el "período de recuperación" sea menor de 5 años en los estratos 1-2-3 y menor de 8 años en los estratos 4-5-6.
- (3) El subsidio a la energía eléctrica (EE) solo se da en el escenario de tarifas bajas.
- (4) El subsidio al GN es un complemento al subsidio a la conexión, cuando éste no es suficiente para obtener periodos de retorno razonables.
- (5) Los estratos 5 y 6 no tienen subsidios bajo ninguna circunstancia.
- (6) El "subsidio conexión" es el porcentaje sobre el costo de conexión que se le da al usuario sin costo alguno.

4.29 El beneficio bruto del proyecto para el sector energético es la diferencia entre costo económico de la energía eléctrica sustituida y el costo económico del sustituto (GLP y/o gas natural). El valor presente neto del beneficio bruto (VPN del BB), descontado al 12% durante todo el período de desarrollo del proyecto, se presenta en el cuadro No. 4-8, para los dos escenarios. Los resultados de los dos escenarios son similares: el VPN del BB en Bogotá está entre 294 y 297 MUS\$91, en Medellín entre 166 y 169 MUS\$91, en Barranquilla entre 59 y 62 MUS\$91 y en Cali entre 57 y 58 MUS\$91.

4.30 El valor presente neto de los subsidios, descontado al 12% durante todo el período, es el siguiente: Bogotá entre 149 y 157 MUS\$91 (51% del BB), Medellín entre 18 y 26 MUS\$91 (11% del BB), Barranquilla entre 4 y 6.4 MUS\$91 (7% del BB) y Cali entre 18 y 24 MUS\$91 (32% del BB). Bogotá tiene el nivel más alto de subsidios debido a que mantiene por más tiempo el programa con tarifas de la energía eléctrica por debajo del costo.

4.31 De esta forma, se puede ver que el beneficio bruto es ampliamente superior a los eventuales subsidios (figura No 4-1). Esto implica, que si para lograr los beneficios económicos para el sector energético se requiere incentivar a los usuarios con subsidios a la conexión, el resultado es ampliamente favorable. En el cuadro No. 4-7 se puede observar que en cada una de las cuatro ciudades el beneficio, deduciendo los subsidios, es positivo (columna f). Es importante resaltar el alto nivel de subsidios que requeriría Bogotá, resultante de un período muy largo de tarifas en los estratos 1-2-3 por debajo del costo.

4.32 Desde el punto de vista de la economía, el cuadro No. 4-8 presenta los índices de la evaluación. De este cuadro se deriva que en las tres ciudades el proyecto es altamente rentable para la economía y que Barranquilla presenta los mayores indicadores, seguido por Bogotá, Medellín y Cali. En ese orden. Esto se debe a que el costo por KWh sustituido es bastante menor que el CIPM, y además, los costos de transporte de los equipos es alto. Nota que el CIPM es el costo del equipo de un KWh, es tanto que el KWh sustituido es menor que el costo del equipo de un KWh, por tanto que al presentarse el proyecto, así, la comparación es bastante favorable.

Cuadro No. 4.7: Beneficios económicos del programa de sustitución para el Sector Energético - Escenario de tarifas altas.

Valor Presente Neto en Millones US\$ del 91.

| | Costo EE (a) | Económico GLP/GN (b) | Beneficio Bruto (c)= (a)-(b) | Subsidio Sustituto (d) | Subsidio Conexión (e) | Beneficio Sector Energía (f)= (c)-(d)-(e) |
|-----------------|-----------------|-------------------------|------------------------------------|---------------------------|--------------------------|---|
| B/QUILLA | | | | | | |
| T.A. | 72 | 13 | 59 | * | 4 | 55 |
| T.B. | 75 | 13 | 62 | 0.4 | 6 | 56 |
| BOGOTA | | | | | | |
| T.A. | 426 | 132 | 294 | 1 | 148 | 145 |
| T.B. | 430 | 133 | 297 | 2 | 155 | 140 |
| MEDELLIN | | | | | | |
| T.A. | 245 | 79 | 166 | * | 18 | 148 |
| T.B. | 250 | 81 | 169 | * | 26 | 143 |
| CALI | | | | | | |
| T.A. | 106 | 49 | 57 | 0.2 | 18 | 38 |
| T.B. | 109 | 51 | 58 | 4 | 24 | 30 |

Nota: * significa que es una cantidad despreciable.

4.5.2 Evaluación económica

4.32 Desde el punto de vista de la economía, el cuadro No. 4-8 presenta los índices de la evaluación. De este cuadro se deriva que en todas las ciudades el proyecto es altamente rentable para la economía y que Barranquilla presenta los mejores indicadores, seguido por Bogotá, Medellín y Cali, en ese orden. Debe notarse que el costo por KWh sustituido es bastante menor que el CIPLP, aun en Cali, donde los costos de transporte de los sustitutos es alto. Notese que el CIPLP no incluye el costo del equipo de uso final, en tanto que el KWh sustituido si lo incluye; aun así, la comparación es bastante favorable al programa de sustitución.

NOTAS: (1) La "factura por sustitución" está determinada por los kWh sustituidos y la tarifa. Al cambiar de escenario hay un doble efecto con respecto a la disminución de tarifas: aumenta, a su vez, el potencial de sustitución.
 (2) La TIR se calcula después de asignar el subsidio señalado en la columna "subsidio conexión". Este subsidio garantiza que el "período de recuperación" sea menor de 2 años en los estratos 1-3-3 y menor de 8 años en los estratos 4-5-6.
 (3) El subsidio a la energía eléctrica (EE) solo se da en el escenario de tarifas bajas.
 (4) El subsidio al GN es un complemento al subsidio a la conexión, cuando éste no es suficiente para obtener períodos de retorno razonables.
 (5) Los estratos 5 y 6 no tienen subsidios bajo ninguna circunstancia.
 (6) El "subsidio conexión" es el porcentaje sobre el costo de conexión que se le da al usuario sin costo alguno.

4.29 El beneficio bruto del proyecto para el sector energético es la diferencia entre el costo económico de la energía eléctrica sustituida y el costo económico del sustituto (GLP y/o gas natural). El valor presente neto del beneficio bruto (VPN del BB), descontado al 12% durante todo el período de desarrollo del proyecto, se presenta en el cuadro No. 4-8, para los dos escenarios. Los resultados de los dos escenarios son similares: el VPN del BB en Bogotá está entre 294 y 297 MUSD, en Medellín entre 166 y 169 MUSD, en Barranquilla entre 59 y 62 MUSD y en Cali entre 38 y 30 MUSD.

4.30 El valor presente neto de los subsidios, descontado al 12% durante todo el período, es el siguiente: Bogotá entre 149 y 157 MUSD (51% del BB), Medellín entre 18 y 26 MUSD (11% del BB), Barranquilla entre 4 y 6 MUSD (7% del BB) y Cali entre 18 y 24 MUSD (32% del BB). Bogotá tiene el nivel más alto de subsidios debido a que mantiene por más tiempo el programa con tarifas de la energía eléctrica por debajo del costo.

4.31 De esta forma, se puede ver que el beneficio bruto es ampliamente superior a los eventuales subsidios (figura No 4-1). Esto implica, que si para lograr los beneficios económicos para el sector energético se requiere incentivar a los usuarios con subsidios a la conexión, el resultado es ampliamente favorable. En el cuadro No. 4-7 se puede observar que en cada una de las cuatro ciudades el beneficio, deduciendo los subsidios, es positivo (columna f). Es importante resaltar el alto nivel de subsidios que requeriría Bogotá, resultante de un período muy largo de tarifas en los estratos 1-3-3 por debajo del costo.

Cuadro No. 4-8: Análisis económico de Beneficio/Costo del programa de sustitución

| | Relación B/C | TIRE % | Beneficio Neto (1) VPN (MUS\$ 91) | Costo KWh Sustituido cUS\$/KWh | CIPLP |
|---------------------|--------------|--------|-----------------------------------|--------------------------------|-------|
| BARRANQUILLA | | | | | |
| Tarifas Altas | 2.6 | 150 | 46.1 | 3.41 | 7.5 |
| Tarifas Bajas | 2.6 | 153 | 44.5 | 3.36 | |
| BOGOTA | | | | | |
| Tarifas Altas | 1.9 | 76 | 203.1 | 3.13 | 7.4 |
| Tarifas Bajas | 1.9 | 76 | 205.8 | 3.12 | |
| MEDELLIN | | | | | |
| Tarifas Altas | 1.6 | 49 | 91.2 | 3.66 | 6.3 |
| Tarifas Bajas | 1.6 | 50 | 94.5 | 3.62 | |
| CALI | | | | | |
| Tarifas Altas | 1.1 | 19 | 8.9 | 5.31 | 6.5 |
| Tarifas Bajas | 1.1 | 20 | 10.5 | 5.24 | |

NOTA: (1) El Beneficio Neto se calcula como la diferencia entre los beneficios económicos derivados de la reducción de energía y potencia y los costos totales involucrados (costos de los sustitutos y del equipo de los usuarios).

CAPITULO V

OPCIONES SELECCIONADAS DE EFICIENCIA ENERGETICA

5.1 INTRODUCCIÓN

5.01 La energía se conserva cuando un nivel dado de emanda por los servicios energéticos se satisface con menos energía. La conservación de energía es el resultado de mejorar los tres factores afectan el consumo (la intensidad de uso, la eficiencia de los equipos de uso final y el acervo de éstos) sin afectar el nivel de comodidad o de demanda por los servicios energéticos. Este punto de vista implica que no se considerarán opciones que involucren disminución de la calidad de vida de la población o de la actividad económica en los sectores comercial y público. En este capítulo se investigará el potencial de conservación económicamente justificables en cuatro áreas:

- La incorporación en los diseños y construcción de viviendas y edificaciones para uso comercial y oficial, de medidas tendientes al uso eficiente de energía, así como las modificaciones a las edificaciones existentes.
- Promoción de la oferta y la demanda de equipos de uso final más eficientes en los hogares que los que actualmente se pueden encontrar en el mercado.
- Concientización a los usuarios para que usen eficientemente la energía, induciéndolos a modificar sus hábitos de consumo e incorporando prácticas de uso racional.
- Posibilidades de ahorro de energía y potencia en el alumbrado público.

5.02 En las tres primeras secciones se analizarán cada una de opciones y se discutirán las condiciones e incentivos para su implementación y la adecuación del contexto institucional y regulatorio. La sección 5.2 abordará el tema del "Uso Eficiente de Energía en el Sector Comercial y Público", que, a su vez, se divide en las opciones para: 1) construcciones nuevas y, 2) construcciones existentes. En la sección 5.3 se analizarán las opciones para el "Uso Eficiente de Energía en el Sector Residencial", el cual básicamente cubre los aspectos concernientes al mejoramiento de la eficiencia de equipos energéticos domésticos, la modificación de algunos de ellos (retrofits) y de las prácticas de los consumidores. En la sección 5.4 se describirá someramente las posibilidades de aplicar un programa de "Manejo de Carga" en el sector comercial y las razones por las cuales no se definió su potencial de ahorro en este estudio. En la sección 5.5 se presentarán en forma resumida los resultados globales del impacto de las opciones y la evaluación económica de éstas. Por último, en la sección 5.6 se analizarán las posibilidades para el "Mejoramiento del Alumbrado Público".

5.2 USO EFICIENTE DE ENERGIA EN EL SECTOR COMERCIAL Y PUBLICO

5.03 Esta sección aborda el uso eficiente de energía en los sectores comercial y público, separando los aspectos concernientes a edificaciones nuevas y a edificaciones ya existentes. El cuadro No. 5.1 presenta los resultados de los programas para estos sectores, por ciudad. En conjunto, los programas que aportan significativamente son el alumbrado (55% en energía y 52% en potencia), mayoritariamente en Bogotá, y el aire acondicionado (37% en energía y 31% en potencia), en Medellín, B/quilla y Cali.

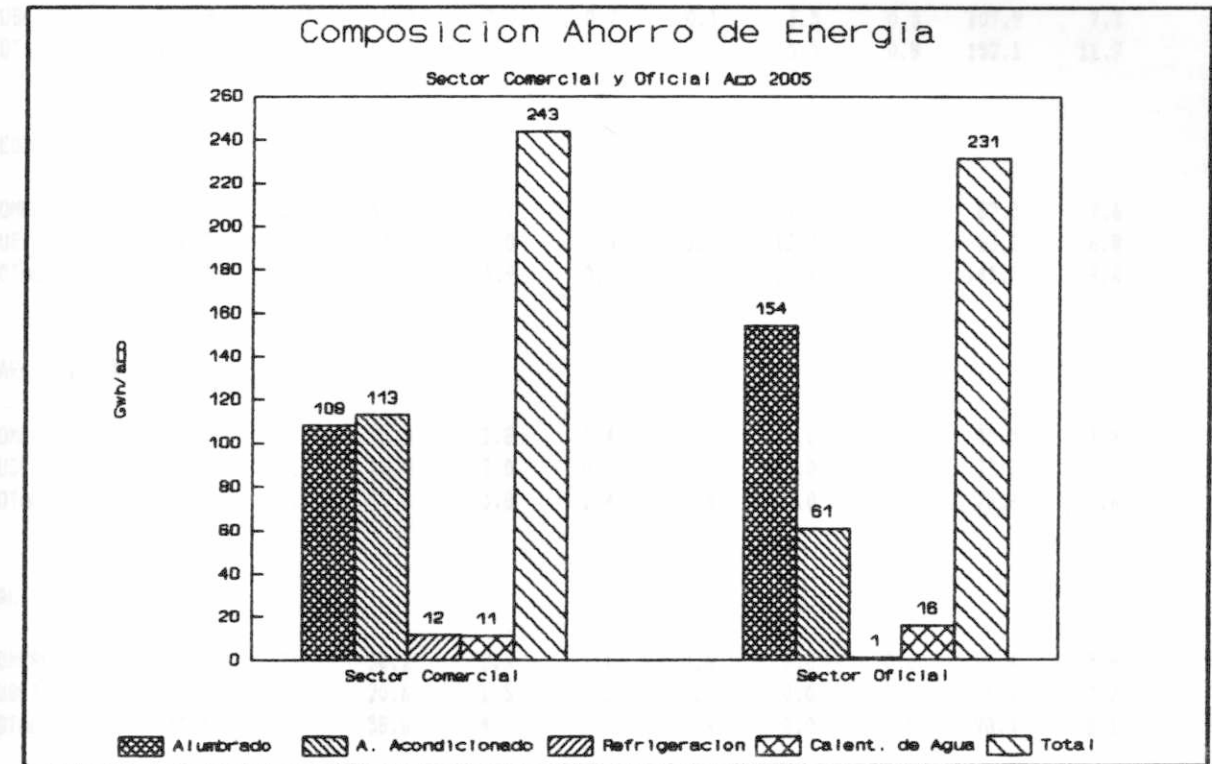


FIGURA No. 5-1

5.04 La composición de los ahorros de energía varía según el sector, como se aprecia en la figura No. 5-1. En el sector comercial son importantes los programas de conservación en aire acondicionado (aporta casi la mitad: 46.5%) y en alumbrado (44.4%), en tanto que la refrigeración y el calentamiento de agua solo aportan cada uno cerca de 5%. En el sector oficial es particularmente importante el programa en alumbrado, el cual aporta el 67%; en calentamiento de agua aporta el 7%, el aire acondicionado el 26% y la refrigeración tan solo 0.4%. Se presenta a continuación el contenido técnico del programa.

Cuadro No. 5-1: Ahorro de los Programas de Los Sectores Comercial y Público

| Ciudad Sector | Alumbrado | | Aire Acondicionado | | Refrigeración | | Agua Caliente | | Total | |
|------------------|-----------|------|--------------------|------|---------------|-----|---------------|-----|-------|------|
| | Gwh | mW | Gwh | mW | Gwh | mW | Gwh | mW | Gwh | mW |
| BOGOTA | | | | | | | | | | |
| COMERCIAL | 34.6 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 7.5 | 1.0 | 2.1 | 0.3 | 44.2 | 4.4 |
| PUBLICO | 103.8 | 6.7 | 0.0 | 0.0 | 0.7 | 0.1 | 3.5 | 0.5 | 107.9 | 7.3 |
| TOTAL | 138.4 | 9.7 | 0.0 | 0.0 | 8.2 | 1.1 | 5.5 | 0.8 | 152.1 | 11.7 |
| MEDELLIN | | | | | | | | | | |
| COMERCIAL | 23.5 | 2.1 | 49.1 | 4.1 | 0.7 | 0.1 | 9.0 | 1.3 | 82.3 | 7.6 |
| PUBLICO | 36.3 | 3.5 | 14.6 | 0.8 | 0.0 | 0.0 | 12.5 | 2.5 | 63.3 | 6.8 |
| TOTAL | 59.8 | 5.6 | 63.7 | 4.9 | 0.7 | 0.1 | 21.4 | 3.8 | 145.7 | 14.4 |
| BARRANQUILLA | | | | | | | | | | |
| COMERCIAL | 18.7 | 1.7 | 25.5 | 1.8 | 1.4 | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 45.5 | 3.9 |
| PUBLICO | 7.7 | 0.7 | 25.5 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 33.2 | 2.7 |
| TOTAL | 26.4 | 2.4 | 51.0 | 3.8 | 1.4 | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 78.8 | 6.6 |
| CALI | | | | | | | | | | |
| COMERCIAL | 31.1 | 2.7 | 38.2 | 2.6 | 2.1 | 0.6 | 0.0 | 0.0 | 71.4 | 5.9 |
| PUBLICO | 6.2 | 0.7 | 20.6 | 1.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 26.9 | 2.2 |
| TOTAL | 37.4 | 3.4 | 58.8 | 4.1 | 2.1 | 0.6 | 0.0 | 0.0 | 98.3 | 8.1 |
| AGREGADO | 262.0 | 21.1 | 173.5 | 12.8 | 12.3 | 2.2 | 27.0 | 4.6 | 474.8 | 40.8 |
| ENERGIA | 55% | | 37% | | 3% | | 6% | | 100% | |
| POTENCIA | | 52% | | 31% | | 5% | | 11% | | 100% |

5.2.1 Construcciones nuevas

Desarrollo de estándares para conservación de energía

5.05 El objetivo de los estándares de conservación de energía es el de definir niveles de eficiencia energética para los sistemas del edificio. Dado que los programas de conservación de energía y el nivel de desarrollo de

códigos para la construcción están en Colombia en una etapa embrionaria, se recomienda que la primera generación de estándares sea prescriptiva y muy simple. Es decir, no se definen medidas de rendimiento al nivel de sistema, las eficiencias se definen al nivel de los componentes del sistema.

5.06 Se recomienda el establecimiento de dos estándares, uno para el sector comercial y oficial y otro para el sector residencial. Esto es debido a que las estrategias que se definen para el sector comercial no son generalmente aplicables al sector residencial. Donde sea aplicable, el estándar definirá niveles mínimos y altos de eficiencia. Estos últimos serán económicamente viables y servirán para definir la evolución futura de las normas. En zonas geográficas similares a la costa Atlántica se anticiparía que los niveles mínimos de eficiencia producirían reducciones en consumo de energía y potencia en hoteles o edificios de oficina del 30 al 35 por ciento. Mientras que la aplicación de altos niveles de eficiencia podrían resultar en reducciones hasta de 50 o 60 por ciento.

5.07 Finalmente, se recomienda que el estándar sea obligatorio para el sector oficial y voluntario para el sector comercial. También, a edificios sin aire acondicionado no se les aplican los criterios de cubierta o de aire acondicionado, solo se les aplicarán las normas relativas a alumbrado, distribución eléctrica y calentamiento de agua (por ejemplo edificios en Bogotá).

5.08 Como se espera, la mayor parte del **potencial técnico máximo^{es}** de ahorro se encuentra en el consumo final de aire acondicionado y alumbrado. La figura No. 5-5 presenta los resultados por ciudad.

Estándares de Conservación de Energía para el Sector Comercial/Oficial

5.09 A continuación se discuten los criterios y medidas de eficiencia por sistema, que conformarían el estándar para el sector comercial y oficial, basados en el análisis de las prácticas de diseño existentes en Colombia (ver sección 2.6, del capítulo II). La primera generación del estándar no cubre todas las posibles variables, el objetivo ha sido el de concentrarse en las áreas de mayor oportunidad con el fin de limitar la complejidad inicial de las normas. Los sistemas regulados por las normas en el sector comercial/oficial incluyen:

1. Cubiertas
2. Alumbrado
3. Distribución eléctrica
4. Sistemas de aire acondicionado
5. Calentamiento de agua

^{es}/ El potencial técnico máximo se calcula en base a la demanda esperada en el año 2005. Sin embargo, solo una fracción -diferente en cada programa- se logra obtener durante el período de análisis. Esa fracción es el potencial económica y técnicamente viable que aparece en el cuadro 5-1. El potencial técnico máximo en el año 2005 y el viable en todos los años, para cada medida, se encuentra en el anexo J.

Los códigos para la construcción están en Colombia en una etapa embrionaria, se recomienda que la primera generación de estándares sea prescriptiva y muy simple. Es decir, no se definen medidas de rendimiento al nivel de sistemas, las eficiencias se definen al nivel de los componentes del sistema.

5.08 Se recomienda el establecimiento de dos estándares, uno para el sector comercial y oficial y otro para el sector residencial. Esto es debido a que las estrategias que se definen para el sector comercial no son generalmente aplicables al sector residencial. Donde sea aplicable, el estándar definirá niveles mínimos y altos de eficiencia. Estos últimos serán económicamente viables y servirán para definir la evolución futura de las normas. En zonas geográficas similares a la costa Atlántica se anticipa que los niveles mínimos de eficiencia producirían reducciones en consumo de energía y potencia en hoteles o edificios de oficina del 30 al 35 por ciento. Mientras que la aplicación de altos niveles de eficiencia podrían resultar en reducciones hasta de 50 o 60 por ciento.

5.07 Finalmente, se recomienda que el estándar sea obligatorio para el sector oficial y voluntario para el sector comercial. También, a edificios sin aire acondicionado no se les aplican los criterios de cubierta o de aire acondicionado, solo se les aplicarán las normas relativas a alumbrado, distribución eléctrica y calentamiento de agua (por ejemplo edificios en Bogotá).

5.08 Como se espera, la mayor parte del potencial técnico máximo de ahorro se encuentra en el consumo final de aire acondicionado y alumbrado. La figura No. 5-2 presenta los resultados por ciudad.

Estándares de Conservación de Energía para el Sector Comercial/Oficial

5.09 A continuación se discuten los criterios y medidas de eficiencia por sistema, que conformarían el estándar para el sector comercial y oficial, pasados en el análisis de las prácticas de diseño existentes en Colombia (ver sección 2.8. del capítulo II). La primera generación del estándar no cubre todas las posibles variables, el objetivo ha sido el de concentrarse en las áreas de mayor oportunidad con el fin de limitar la complejidad inicial de las normas. Los sistemas regulados por las normas en el sector comercial/oficial incluyen:

1. Cubiertas
2. Alumbrado
3. Distribución eléctrica
4. Sistemas de aire acondicionado
5. Calentamiento de agua

El potencial técnico máximo de ahorro se calcula en base a la segunda generación de estándares, esto es, en cada programa se logra obtener durante el periodo de análisis. Este potencial técnico máximo de ahorro se calcula en base a la segunda generación de estándares, esto es, en cada programa se logra obtener durante el periodo de análisis. Este potencial técnico máximo de ahorro se calcula en base a la segunda generación de estándares, esto es, en cada programa se logra obtener durante el periodo de análisis.

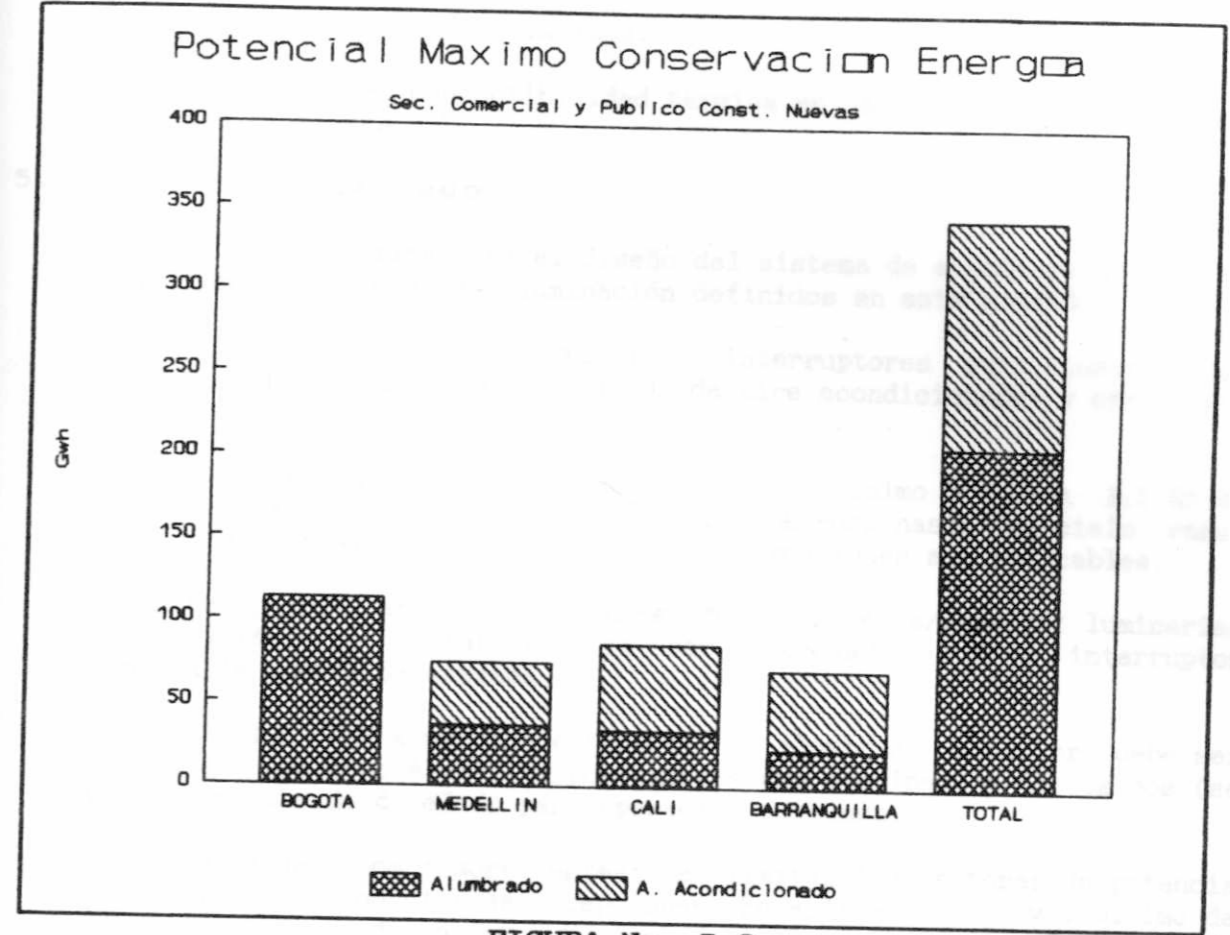


FIGURA No. 5-2

5.10 Cubierta del edificio:

Normas para Techos:

- o Absorción solar de techos: solo se aprueba el uso de colores claros.
- o Aislamiento térmico en techos: límites sobre el coeficiente de conductibilidad térmica para techos en plancha de concreto y de teja fibrocemento ventilada.

Normas para Paredes:

- o Limitación de carga térmica solar por ventanas: se establecen combinaciones aceptables de protección solar respecto a la manipulación simultánea de tres elementos:
 - Proporción de ventanas respecto al área total de pared.
 - Coeficiente de sombra efectivo del vidrio (incluyendo el efecto de persianas).

- Utilización de voladizos.

o Limitación de conductibilidad térmica en áreas de vidrio opaco en fachadas flotantes.

5.11 Alumbrado

o Niveles de iluminación: el diseño del sistema de alumbrado debe estar basado en los niveles de iluminación definidos en este estándar.

o Circuitos de alumbrado: circuitos e interruptores para alumbrado han de ser independientes de circuitos de aire acondicionado y otros usos con altas cargas.

o Número de interruptores: un interruptor mínimo por cada 1.5 KW de carga o para cada recinto definido por paredes hasta el cielo raso. Edificios oficiales están exentos, otras exenciones son aplicables.

o Interruptores en cuartos de huéspedes en hoteles/moteles: luminarias fijas y lámparas portables deben ser controladas por un interruptor común a la puerta de entrada.

o Controles de alumbrado exterior: el alumbrado exterior debe ser controlado por fotocélula, temporizador o una combinación de los dos (se excluye alumbrado diseñado para operación continua).

o Balastos de tubos fluorescentes: se limitan los factores de potencia y de eficiencia con ciertas excepciones. Se aplicará el nivel mínimo de eficiencia utilizado en los E.U. (este nivel es 0.90 para el factor de potencia).

o Pantallas en luminarias con tubos fluorescentes: límites sobre la eficiencia de pantallas en luminarias con tubos fluorescentes. Esto implica la homologación de pantallas con respecto a características reflectivas.

o Circuitos de alumbrado en áreas con acceso a luz natural: circuitos de alumbrado en áreas con acceso a luz natural serán dedicados. Se establecerán créditos especiales para edificios que utilicen controles fotoeléctricos.

o Utilización de fuentes de iluminación incandescentes: en áreas de recepción, corredores y lobbies se restringe el uso de incandescentes al 10 por ciento de la carga en las áreas definidas (esto para permitir el uso de incandescentes para acentos de iluminación).

o Fuentes de iluminación en garajes y parqueaderos: se restringe el uso bombillas de vapor de mercurio, solo se aceptan bombillas de vapor de sodio AP y halógenas.

o Densidad de carga de alumbrado: de acuerdo a la función del edificio (oficina, bodega, etc...) se establecen límites de densidad de carga de alumbrado (watio/m²). Este requisito es solo aplicable a diseños complejos.

5.12 Distribución eléctrica

o Dimensionamiento de transformadores: cuando la capacidad total de transformadores excede 40 kVA se requiere el análisis de cargas utilizado para dimensionamiento del transformador.

o Eficiencia de motores: se establecerían mínimos niveles de eficiencia por caballaje. Antes de implementar esta medida es necesario establecer el impacto de la variabilidad del voltaje existente en Colombia sobre motores más eficientes.

5.13 Sistemas de aire acondicionado

o Dimensionamiento de equipo: se requiere la utilización de una metodología consistente de dimensionamiento que incluya el cálculo de cargas térmicas internas y externas con límites de sobredimensionamiento.

o Condiciones de diseño interior: para enfriamiento de aire se fijan las condiciones de diseño interior a 25.5 °C (78°F) y 55 por ciento Humedad Relativa.

o Suministro de aire de renovación: se fija la rata de suministro de aire exterior a 3.5 L/s (7.5 cfm) por persona en áreas donde no es permitido fumar y 11.7 L/s (25 cfm) por persona en áreas donde es permitido fumar. Se recomienda la presurización positiva del edificio con el objetivo de limitar la infiltración.

o Control termostático: se requiere control termostático por sistema y por zona.

o Aislamiento térmico de ductos de suministro y circuitos de "chilled water": se establecen límites respecto al coeficiente de conductibilidad del aislamiento térmico de ductos de acuerdo con las diferencias en temperatura y diámetro de cañuelas.

o Ciclo economizador: en las ciudades de Cali y Medellín únicamente, sistemas de ventilación con capacidad superior a 1900 L/s (4000 cfm) han de ser diseñados con un ciclo economizador que pueda utilizar hasta el 100 por ciento de aire exterior cuando la diferencia entre temperaturas exterior e interior exceda 2.8 °C (5°F).

o Eficiencias de equipo: se fijan límites respecto a los coeficientes de rendimiento (COP) y coeficientes de potencia consumida (EER) para

paquetes terminales de aire acondicionado, sistemas unitarios y paquetes de agua de refrigeración de tornillo y recíprocos.

5.14 Calentamiento de agua

Las normas de calentamiento de agua son aplicables a hoteles/moteles y a hospitales únicamente.

- o Eficiencia de calentadores de agua: se fijan límites respecto al factor de energía, pérdidas "standby" y de calor.
- o Aislamiento térmico de cañuelas de agua caliente: limitaciones de conductibilidad térmica.
- o Controles: se requiere el uso de termostatos con capacidad de ajuste hasta 32.2 °C (90 °F).
- o Temperatura de utilización de agua en lavamanos públicos: se limita la temperatura a 43.3 °C (110 °F).
- o Flujo en duchas y lavamanos: se requiere el uso de restrictores de flujo con límites de 3.00 gpm y 0.50 gpm para duchas y lavamanos respectivamente.

Implementación de medidas de conservación de energía en construcciones nuevas

5.15 Sin una estrategia de implementación, los estándares de conservación de energía simplemente no tendrían impacto. El programa de implementación de estándares de conservación de energía tendrá como objetivo desarrollar simultáneamente los varios elementos necesarios para garantizar el impacto del programa. Se incluyen los elementos siguientes, los cuales serán discutidos el capítulo VI y conforman un subprograma que se presenta en el anexo Q:

1. Una organización administrativa que defina y modifique los estándares (ver capítulo VI).
2. Incentivos
3. Un sistema operativo por medio del cual se apliquen las normas
4. Educación a nivel profesional, universitario y público.

5. Demostración de tecnologías eficientes en el sector comercial.
6. Programas de modificaciones (retrofits) en el sector oficial.
7. Programas de investigación.

5.2.2 Construcciones existentes

5.16 Los servicios públicos (electricidad, agua, teléfono, etc) en Colombia dividen al sector comercial en 4 subsectores: Oficinas, Restaurantes, Hoteles y Negocios de Venta Minorista. El sector público incluyendo todos los edificios gubernamentales está agrupado en un sector especial. El sector público incluye tanto el consumo de energía en edificios como el bombeo de agua para los sistemas de agua municipales. En el sector comercial, los subsectores de oficinas y negocios de venta minorista consumen la mayor cantidad de la energía. Una evaluación inicial indica que la mayor parte del ahorro en los sectores comercial y público se encuentran en los edificios de oficinas. La mayoría de los negocios de venta minorista no están lo suficientemente alumbrados y tampoco tienen aire acondicionado.

5.17 Diagnosticos en 11 edificios (se presentan los resultados para cuatro edificios en el anexo N) y conversaciones con ingenieros, administradores de edificios y representantes de los servicios proveyeron un cuadro de las prácticas de uso de la energía, en la actualidad. Los hallazgos incluyen lo siguiente:

Generalidades: La mayor parte de la energía es consumida en alumbrado y aire acondicionado. La mayoría de los edificios de oficinas comerciales tienen contadores por piso y han distribuido los sistemas de aire acondicionado, permitiendo la facturación por inquilino, lo cual es muy positivo para incentivar la eficiencia energética.

Alumbrado: La mayor parte del alumbrado es del tipo fluorescente, el más eficiente domésticamente producido. Los balastos fluorescentes producidos en Colombia son ineficientes y se podrían mejorar con facilidad. Existe un uso muy difundido de lámparas de vapor de mercurio ineficientes, en alumbrado exterior. Los niveles de iluminación tienden a ser los apropiados en la mayoría de las áreas. Hay cierto sobre-alumbrado, y, consecuentemente, un potencial de ahorro en los pasillos y áreas públicas en los edificios de oficinas. Ampliando el resumen anterior, las siguientes son las observaciones más importantes:

Los niveles de alumbrado fluctúan entre 15 y 50 candelas/pie, con un promedio de 30FC. Estos niveles de alumbrado son óptimos para la eficiencia de la energía.

Los niveles de alumbrado en las áreas públicas y pasillos de muchos edificios son superiores a los necesarios. Los niveles de alumbrado en áreas públicas equivalen, generalmente, a los niveles de alumbrado en áreas de trabajo. Reducir los niveles de alumbrado quitando lámparas en estas áreas ahorraría energía. Muchos de los edificios más grandes no tienen salas para operar los interruptores, en cambios cuentan con personal de seguridad para apagar las luces al final del día desde el tablero central. El personal de seguridad parece seguir el horario designado. Aunque se lograría algún ahorro si cada oficina tuviera su propio interruptor, en la mayoría de los casos no se justificaría el gasto de instalarlos.

La mayoría de las luces de oficina se encienden alrededor de las 6 am o las 7 am y se apagan a las 7 pm u 8 pm, de lunes a viernes. Algunas luces del edificio se encienden los sábados durante medio día.

En la mayoría de los edificios, por lo menos la mitad de las oficinas están cerca de ventanas que permiten pasar grandes cantidades de luz natural (directa y difusa). Aprovechar la luz natural a través de prácticas de diseño y mejoras ("retrofits") e interruptores de células fotoeléctricas en el alumbrado en las zonas periféricas de los edificios, darían como resultado un ahorro de energía.

Aproximadamente el 75% de todo el alumbrado comercial se realiza con tubos fluorescentes. El mercado está dividido entre lámparas fluorescentes de 4 pies F40T12 (65%), de 8 pies F96T12 (10%), y varias otras que incluyen las de 2 pies T12 (5%). El alumbrado fluorescente es mucho más eficiente que el alumbrado incandescente.

Todos los balastos son de tipo magnético estándar. Aunque aún no se han efectuado pruebas, los balastos observados estaban muy calientes al tacto, lo que indicaba que las pérdidas son substanciales. Aunque los únicos resultados de la prueba sobre balastos de una universidad de Medellín aún no estaban disponibles, existían indicios de que el factor de potencia en el balasto era bastante bajo. Se podrían lograr ahorros significativos con el uso de balastos magnéticos eficientes en energía, que ahora son de uso común en USA.

Las lámparas de vapor de mercurio son usadas en la mayoría de las situaciones de alumbrado exterior. El sector comercial ha comenzado a usar el metal halide y sodio de alta presión como sustituto del alumbrado de vapor de mercurio.

La mayoría del alumbrado incandescente se realiza con lámparas de tipo reflejante y se encuentra en pasillos y en lámparas empotradas. La mayoría de éstas podrían ser cambiados a tubos fluorescentes compactos no reflectivos.

La mayoría de los tubos fluorescentes en oficinas y negocios de venta minorista, no están cubiertas con lentes. Cuando se usan lentes, éstos están generalmente sucios y bloquean cantidades importantes de

alumbrado.

Aire Acondicionado: Un alto porcentaje de climatización se realiza con aire acondicionado tipo ventana, ineficiente, ensamblado localmente. Cambios en el diseño de esos sistemas podrían tener un efecto dramático sobre el total de la energía de aire acondicionado en el sector comercial. La mayoría de los sistemas de aire acondicionado son diseñados mediante un sistema de licitación entre contratistas. Como resultado, la mayoría de los sistemas de aire acondicionado están subdimensionados y usan menos energía que los sistemas de tamaño apropiado. La mayoría de los edificios no tiene sistemas de ventilación mecánica y depende de ventanas con mecanismos de ventilación natural. Esta práctica economiza energía en ventiladores pero aumenta el uso de energía de aire acondicionado. Los sistemas de control de la temperatura para aire acondicionado son de mala calidad o no existen; de este modo, en muchos casos los sistemas siguen operando aun cuando el edificio puede no necesitar enfriamiento. En Bogotá casi no existen sistemas de aire acondicionado, ubicándose el potencial en B/quilla, Cali y Medellín. Ampliando el resumen anterior, las siguientes son las observaciones más importantes:

Los edificios de oficinas más grandes usan, ya sea enfriadores o paquetes ("packaged units") de expansión directa. El equipo para estos sistemas se importa generalmente de USA y es relativamente eficiente. Actualmente, se dispone de modelos de alta eficiencia de estos sistemas, con los que se obtendrían ahorros a medida que sean reemplazados.

Algunos edificios altos tienen unidades de paquete en cada piso o varios por piso, así que a cada inquilino se le puede facturar por separado por el consumo de energía en aire acondicionado. Esta práctica es conveniente para incentivar a los consumidores a mejorar su sistema de aire acondicionado.

Algunos tipos de ventana son ensamblados en Colombia, pero la mayoría de las partes son importadas. Los paquetes y enfriadores son importados ya ensamblados. Todos los sistemas mencionados tienen modelos alternativos de alta eficiencia que no se usan en la actualidad o no están disponibles en Colombia.

Un problema importante radica en las prácticas de control y ventilación, las cuales conducen a pérdidas en la operación (estas pérdidas son compensadas por el hecho de que la mayoría de los sistemas de aire acondicionado son subdimensionados). No existen sistemas del control de la temperatura en algunos edificios. Los sistemas de control de la temperatura son críticos para apagar automáticamente el sistema cuando la temperatura baja y no se necesita más el aire acondicionado.

Las cajas de seguridad para termostatos ayudan a prevenir que se altere la temperatura, al mismo tiempo que permiten ahorrar temperatura en los sistemas de control.

Entre los controles observados, muchos estaban ajustados a 65 ó 70 grados F, mucho más abajo de lo necesario. La razón de esta práctica es el subdimensionamiento de los sistemas. Se recomienda, generalmente, fijar la temperatura para el aire acondicionado a 78 grados F. Por debajo de esto significa una pérdida de energía durante los días mas frescos, y también que el sistema de aire acondicionado no enfríe más rápidamente durante los días más cálidos.

Algunos sistemas de control de la temperatura están instalados simplemente en la rejilla de aire de retorno del paquete. Los sistemas de control de zonas resultan ser, generalmente, de uso de energía mucho más bajo que el sistema de control único que se usa ahora en Colombia.

Las torres de enfriamiento se usan junto con enfriadores y varios paquetes, pero raramente tienen un control del condensador de la temperatura del agua para apagar los ventiladores de las torres de aire acondicionado. El control del condensador de la temperatura del agua ayuda a ahorrar energía en los ventiladores de la torre cuando la temperatura exterior baja.

Los vidrios ligeramente ahumados se usan algunas veces por razones estéticas. En muchos países, se usa sólo vidrio ahumado en edificios con altas cargas térmicas. El vidrio ahumado o el vidrio claro modificado con películas reflectoras en las ventanas pueden tener impactos substanciales en la reducción de las cargas térmicas.

Los sistemas de aire acondicionado son raramente dimensionados por los ingenieros mecánicos. Típicamente, el edificio es diseñado por un arquitecto y los planos son entregados al ingeniero mecánico contratista para hacer un presupuesto del sistema de aire acondicionado. En la mayoría de las casos el sistema es subdimensionado para reducir el presupuesto. Esta práctica da como resultado una ahorro de energía y también temperaturas interiores más altas durante los días de calor.

Refrigeración: El uso de energía en refrigeración es significativo en tiendas de comida, supermercados y restaurantes. Varios de los restaurantes y tiendas pequeñas usan refrigeradores de tipo residencial, por lo cual, cualquier aumento de eficiencia en los sistemas residenciales repercutirá en el sector comercial. El mantenimiento de los sistemas de refrigeración, en su mayor parte es mediocre, siendo el mantenimiento es uno de los aspectos más críticos en la eficiencia de los sistemas de refrigeración. Mejores prácticas de mantenimiento deberían tener un efecto significativo en el uso de energía de ese subsector específico, aunque el impacto global en el sector comercial no debe ser muy grande. En los sistemas grandes de refrigeración no hay termómetros a la vista. Los termómetros deberían estar siempre presentes en los sistemas de refrigeración. Si la temperatura es más baja de lo requerido o el control del termostato no funciona correctamente, la temperatura puede aumentarse manualmente para ahorrar energía. En la mayoría de los supermercados las vitrinas de refrigeración se abren

verticalmente. La práctica, no muy frecuente en Colombia, de usar cubiertas térmicas para cubrir los exhibidores de vegetales durante la noche puede tener impactos importantes en el ahorro de energía.

Calentamiento de Agua: En los sectores comerciales y públicos el uso de agua caliente es poco. El mayor uso de agua caliente se realiza en hoteles y muy poco en oficinas y el comercio. El sistema de agua caliente, en su mayor parte, es eléctrico (las cañerías de gas natural en los hoteles de Barranquilla no tienen acceso a muchas áreas). Las boquillas de las duchas, generalmente, tienen alta presión. Las duchas con reducción del flujo del agua pueden ahorrar cantidades substanciales de agua y, por lo tanto, la energía usada en el calentamiento del agua. Los hoteles tienen sistemas de circulación de agua caliente que operan 24 horas al día, por lo cual, los termostatos y temporizadores de los sistemas de circulación pueden ahorrar energía durante la noche cuando el uso del agua caliente es bajo. Los tanques de agua caliente tienen muy poco aislamiento y el aislamiento en las cañerías no es generalizado y se usa solo en algunos sistemas.

Potencial de Eficiencia Energética en construcciones existentes

5.18 Se analizaron en este estudio un pequeño grupo de medidas de eficiencia. Entre más de 200 medidas posibles, se eligieron 26 basándose en el ahorro potencial, la disponibilidad de equipos en Colombia y la rentabilidad. Se necesitarán estudios posteriores para considerar una lista más completa de las medidas⁶⁹. Debido a la falta de tiempo y de información, el análisis del potencial de ahorro se basó en estudios similares realizados en EE.UU. y otros países con climas comparables. Todas las cifras del potencial de ahorro se ajustaron para los diferentes climas de Colombia. Los costos de los equipos, cuando eran disponibles, son los existentes en Colombia, en caso contrario, los costos están basados en los encontrados en EE.UU. A las cifras del costo en EE.UU. se le sumaron el flete y, para la evaluación financiera para el usuario, se adicionaron los impuestos de aduanas y ventas. Como se espera, la mayor parte del **potencial técnico máximo**⁷⁰ del ahorro se encuentra en el consumo final de aire acondicionado y alumbrado. La figura No.

⁶⁹/ Debido a la limitación de las medidas que se evaluaron en este estudio, los ahorros potenciales acumulados no se deberían interpretar como una representación total del potencial de incremento de la eficiencia de energía. Más bien, el ahorro es parte de lo que es posible y fácil de lograr en poco tiempo. En el largo plazo y con un mayor esfuerzo, el ahorro potencial en todas las opciones de eficiencia podría ser bastante mayor.

⁷⁰/ El potencial técnico máximo se calcula en base a la demanda esperada en el año 2005. Sin embargo, solo una fracción -diferente en cada programa- se logra en el año 2005. Esa fracción del potencial técnico máximo es el potencial económica y técnicamente viable que aparece en los cuadros 5-3 y 5-1.

5-3 presenta los resultados por ciudades.

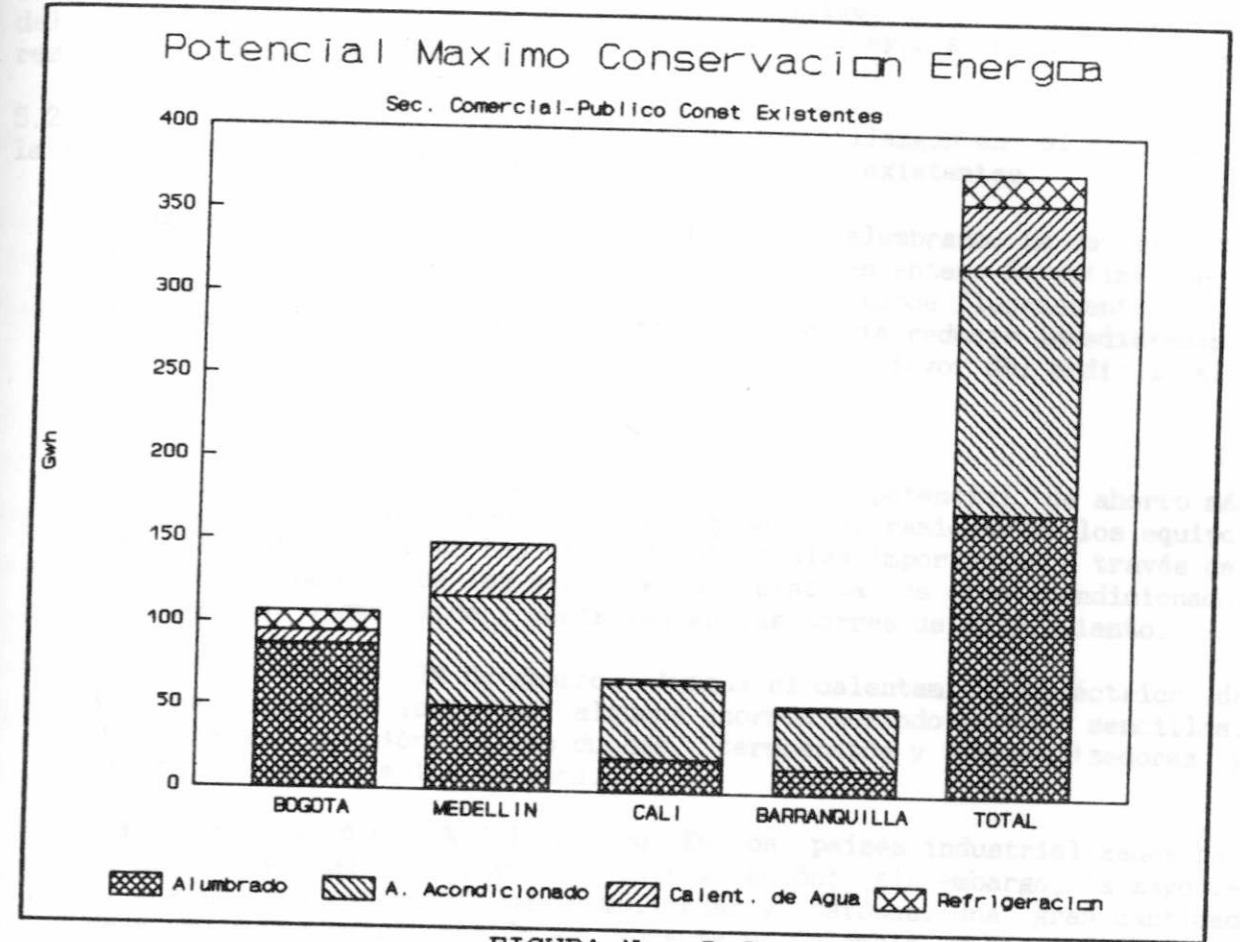


FIGURA No. 5-3

Resumen de las Opciones de Eficiencia Energética en construcciones existentes

5.19 La estimación del uso actual de energía del sistema indica que, en las cuatro ciudades más importantes de Colombia, el aire acondicionado y el alumbrado dominan el consumo de la energía. Estos dos usos finales solos, representan el 69% de la energía consumida en los sectores comercial y público. Por eso, la mayoría de las medidas consideradas se centran en estos usos finales. Los otros dos usos finales importantes son refrigeración (23%) y calentamiento de agua (8%).

5.20 Ahorros substanciales -en relación a los consumos de los cada uso- son posibles para las medidas analizadas. En el anexo N hay una descripción de cada medida. Algunas de las medidas propuestas pueden ser implementadas con material ya disponible en Colombia. Otras requieren nuevos procesos de

verticalmente. La práctica, no muy frecuente en Colombia, de usar cubiertas térmicas para cubrir los exhibidores de vegetales durante la noche puede tener impactos importantes en el ahorro de energía.

Calentamiento de Agua: En los sectores comerciales y públicos el uso de agua caliente es poco. El mayor uso de agua caliente se realiza en hoteles y muy poco en oficinas y el comercio. El sistema de agua caliente, en su mayor parte, es eléctrico (las cañerías de gas natural en los hoteles de Barranquilla no tienen acceso a muchas áreas). Las poblaciones de las duchas, generalmente, tienen alta presión. Las duchas con reducción del flujo del agua pueden ahorrar cantidades substanciales de agua y, por lo tanto, la energía usada en el calentamiento del agua. Los hoteles tienen sistemas de circulación de agua caliente que operan 24 horas al día, por lo cual, los termostatos y temporizadores de los sistemas de circulación pueden ahorrar energía durante la noche cuando el uso del agua caliente es bajo. Los tanques de agua caliente tienen muy poco aislamiento y el aislamiento en las cañerías no es generalizado y se usa solo en algunos sistemas.

Potencial de Eficiencia Energética en construcciones existentes

5.18 Se analizaron en este estudio un pequeño grupo de medidas de eficiencia. Entre más de 200 medidas posibles, se eligieron 28 para ser analizadas en el ahorro potencial. La disponibilidad de equipos en Colombia y la rentabilidad. Se necesitarán estudios posteriores para considerar una lista más completa de las medidas. Debido a la falta de tiempo y de información, el análisis del potencial de ahorro se basó en estudios similares realizados en EE.UU. y otros países con climas comparables. Todas las cifras del potencial de ahorro se ajustaron para los diferentes climas de Colombia. Los costos de los equipos, cuando eran disponibles, son los existentes en Colombia, en caso contrario, los costos están basados en los encontrados en EE.UU. A las cifras del costo en EE.UU. se le sumaron el flete y, para la evaluación financiera para el usuario, se adicionaron los impuestos de aduana y ventas. Como se esperaba, la mayor parte del potencial técnico máximo del ahorro se encuentra en el consumo final de aire acondicionado y alumbrado. La figura No.

Debido a la limitación de las medidas que se evaluaron en este estudio, los ahorros potenciales no se deberían interpretar como una representación total del potencial de ahorro de la eficiencia de energía. Más bien, el ahorro se parte de lo que es posible y fácil de lograr en poco tiempo. En el largo plazo, con un mayor estudio, el ahorro potencial en todas las categorías de eficiencia podría ser

El potencial técnico máximo de ahorro se calculó en base a la demanda reportada en el año 2002. Sin embargo, el ahorro potencial en cada programa se logró en el año 2002. Esa fracción del potencial técnico máximo se el potencial máximo y restringido. Los ahorros que aparecen en los cuadros 5-2 y 5-1.

importación o de fabricación. Algunas medidas, como los motores de alta eficiencia o los balastos electrónicos serán posibles cuando las fluctuaciones del voltaje y los problemas de distorsión armónica hayan sido cuantificados y resueltos.

5.21 A continuación, hay un resumen de los hallazgos en el análisis de la medida para los edificios comerciales y públicos existentes.

Alumbrado: 18% de ahorro en el total de alumbrado. La mayoría del ahorro en alumbrado es con base en tubos fluorescentes. Se estima que el 75% de la energía en alumbrado se atribuye a tubos fluorescentes y el mejoramiento de los balastos. Además, se debería reducir inmediatamente el uso de las lámparas de vapor de mercurio, en favor del sodio de alta presión y alumbrado de metal halide.

Aire Acondicionado: 12% de ahorro. El potencial de ahorro más alto en aire acondicionado es a través del mejoramiento de los equipos más eficientes. También hay ahorros potenciales importantes a través del uso y mantenimiento de los controles del sistema de aire acondicionado. Por ejemplo, termostatos y controles en las torres de enfriamiento.

Agua Caliente: 7% de ahorro. Aunque el calentamiento eléctrico de agua es mínimo, se lograrían algunos ahorros tomando medidas sencillas: reductores de presión de las duchas, termostatos y temporalizadores y mejor aislamiento de los tanques.

Refrigeración: 2% del ahorro. En los países industrializados hay un gran potencial en el área de refrigeración; sin embargo, la mayoría de las medidas son mucho más complicadas y costosas. Una gran cantidad de energía en refrigeración se consume en Colombia y para identificar medidas adicionales posibles sería necesario hacer más investigaciones.

Medidas Prioritarias:

5.22 Hay diferentes maneras de priorizar las medidas de conservación de energía. El criterio más importante es el análisis de costo/beneficio, que permite la evaluación del efecto combinado de energía y demanda. Sin embargo, como primera aproximación, las medidas se clasificaron según el ahorro de energía y la proporción del ahorro de energía por costo anual de implementación (cuadro No. 5-2). Este cuadro de prioridades, que se muestra a continuación, es para el sector comercial pero las prioridades para el sector público tiene un ordenamiento similar.

Cuadro No. 5.2: Ordenamiento de las Medidas de Conservación de Energía en el Sector Comercial por Potencial de Ahorro de Energía (todas las ciudades combinadas)

| Descripción de las Medidas | Uso Final | Costo Anual Implementación (\$US) | Ahorros Anuales Gwh | US\$/Gwh |
|--|--------------|-----------------------------------|---------------------|----------|
| Unidad de Ventana de Alta Eficiencia | Aire Acond. | 1654631 | 25.92 | 63836 |
| Películas Reflejantes Adhesivas | Aire Acond. | 374667 | 24.13 | 15527 |
| Alta Eficiencia en la Expansión Directa | Aire Acond. | 635130 | 22.41 | 28341 |
| Reducir el Número de Bombillas en las Areas Públicas | Alumbrado | 1940 | 15.59 | 124 |
| Balastos Compatibles para Tubos T8 | Alumbrado | 242824 | 14.78 | 16429 |
| Reducir la Presión del Flujo del Agua en la Ducha | Calent. Agua | 41817 | 13.77 | 3037 |
| Tubos Fluorescentes Compactos | Alumbrado | 353417 | 12.51 | 28251 |
| Mantenimiento de Sistema de Refrigeración | Refrig | 20854 | 12.27 | 1700 |
| Compresor de Alta Eficiencia | Aire Acond. | 157849 | 11.52 | 13702 |
| Balastos Magnéticos Eficientes | Alumbrado | 176252 | 11.06 | 15936 |
| Controles Encender/Apagar de fotoceldas | Alumbrado | 416076 | 10.14 | 41033 |
| Limpiar Serpentes | Aire Acond. | 240000 | 8.85 | 27119 |
| Enfriamiento para las Torres de Control | Aire Acond. | 88086 | 6.69 | 13167 |
| Ajustes en Temperaturas Interior Ambiental | Aire Acond. | 15248 | 6.64 | 2296 |
| Lámparas de Mercurio a Sodio Alta Presión | Alumbrado | 125230 | 6.62 | 18917 |
| Tubos Fluorescentes a Sodio Alta Presión | Alumbrado | 181048 | 6.57 | 27557 |
| Niveles de Temperatura Ambientales | Refrig | 8689 | 5.84 | 1488 |
| Instalar Termostatos | Aire Acond. | 12601 | 4.78 | 2636 |
| Ajustar los Controles de Agua Fria. | Aire Acond. | 1382 | 4.78 | 289 |
| Vapor de Mercurio a Metal Halide | Alumbrado | 108136 | 3.18 | 34005 |
| Reducir la Temperatura del Agua Caliente Doméstico | Calent. Agua | 28 | 3.06 | 9 |
| Pintura Reflejante Aluminica en el Techo | Aire Acond. | 17111 | 1.71 | 10006 |
| Correas de Transmisión Eficientes | Aire Acond. | 20545 | 0.70 | 29350 |
| Alta Eficiencia en el Motor de la Bomba de Agua | Aire Acond. | 6683 | 0.39 | 17136 |
| Temporizadores para Bombas de Circulación | Calent. Agua | 2039 | 0.33 | 6179 |
| Motores de Torre de Alta Eficiencia | Aire Acond. | 4177 | 0.16 | 26106 |

Implementación de las medidas de eficiencia energética en los Sectores Comercial y Público (construcciones existentes)

5.23 El conjunto de programas investigados debería concentrarse en aquellos que puedan implementarse inmediatamente y que conduzcan rápidamente a programas más extensivos. Específicamente, dentro de este marco se deben investigar a fondo programas de demostración y proyectos piloto. Los tipos de programas que hay que investigar son los siguientes, pero no se limitan a ellos:

- Mejoras ("retrofits") en edificios modelo con control del ahorro.
- Difusión de la información.
- Incentivos financieros para seleccionadas categorías de consumidores o tecnologías.
- Proyectos de demostración de ahorros compartidos.
- Prestamos a bajo interés para empresas seleccionadas.
- Retrofits reglamentados para edificios gubernamentales seleccionados.

5.24 En el anexo R se presenta la propuesta para un subprograma de **Administración de la Demanda (ADD)**, el cual contiene los aspectos señalados en el numeral anterior. Específicamente, se llevarán a cabo un conjunto de programas pilotos en los sectores residencial, comercial y público, en las siguientes ciudades:

- 1) En el Sector Comercial:
 - Edificios: Barranquilla
 - Hoteles y centros comerciales: Bogotá
 - Centros comerciales: Cali
- 3) Sector Oficial: Bogotá y Medellín.

Objetivos:

- a) Confirmar los ahorros de energía y potencia con sus costos asociados para cada medida.
- b) Establecer un banco de datos a través de la información obtenida de los usuarios, incluyendo sus costumbres y equipos eléctricos.
- c) Obtener experiencia en la implementación de un programa de ADD y reducir el riesgo en futuros programas. La experiencia deberá ser compartida entre las empresas utilizando el Sistema de Evaluación y Retroalimentación del Sistema de Calidad.

d) Definir la estrategia de implementación y esquemas de mecanismos de entrega para un programa de ADD más grande.

e) En particular, el programa piloto para el sector público deberá contener el diseño y las guías precisas para implementar un programa general de alcance nacional de iniciación inmediata y carácter obligatorio para todas las empresas del estado.

5.25 Hay varios obstáculos diferentes que deberán superarse antes de implementar extensivamente la conservación de energía. Un requisito previo para una implementación exitosa es el apoyo total y la participación de los consumidores del sector comercial, en particular, tienen una serie de preocupaciones diferentes a las del consumidor residencial que se deberán tener en cuenta antes de hacer una inversión en eficiencia de energía. Estas preocupaciones u obstáculos son:

- No hay documentación de los beneficios financieros que se puedan obtener de una inversión en eficiencia.
- Debido a la inflación, existe la necesidad de ver el retorno de la inversión dentro de un año y como máximo 2 años.
- El enorme esfuerzo del costo inicial de cualquier componente de construcción.
- Se percibieron argumentaciones y desconfianza hacia los complicados cambios de las operaciones en los edificios.
- Falta de conocimiento de las prácticas de edificación eficiente.

5.26 Desde la perspectiva del consumidor comercial existen dos barreras que necesitan ser superadas antes de realizar una inversión en conservación de energía. Primero, se deberá convencer al consumidor de que las tecnologías de eficiencia realmente ahorran energía, y que se pueden instalar sin mayores inconvenientes para sus actividades. Esto reduciría la percepción de riesgo. Segundo, se necesitarán incentivos financieros para convencer a los consumidores, principalmente, al enfrentar el costo inicial. En el sector público, más que incentivos, deberá enfatizarse en la educación y la organización institucional.

5.27 Tres componentes básicos del programa de incentivos que se deben incluir prioritariamente en los programas de ADD en los sectores comercial y público son: difusión y demostración de la tecnología mediante programas pilotos con ahorro compartido, incentivos financieros y mejoras (retrofits) reglamentadas en edificios seleccionados del gobierno.

Difusión de la Información y Demostración de la Tecnología

Lo primero es una campaña para demostrar que la tecnología es confiable, ahorra energía y dinero y puede instalarse sin mayores inconvenientes para las actividades. Esta campaña incluiría difusión de la información, prueba y

control de edificios y equipo, entrenamiento e instalación de mejoras en edificios modelo. Realizar auditorías de energía, requiere personas del servicio entrenadas y con las herramientas apropiadas. Las auditorías son mucho más caras pero tienen un impacto mucho mayor. Se necesitarán pruebas o investigación y desarrollo de tecnologías eficientes para descubrir cuáles son las medidas con mayor rentabilidad en Colombia. Se necesita entrenamiento para empleados de los servicios, administradores de edificios, ingenieros, arquitectos, proveedores de equipos y todos aquellos quienes tomen decisiones. La instalación de mejoras en edificios modelo o los proyectos de demostración pueden ayudar a convencer a los escépticos de los beneficios de las mejoras en eficiencia y ayudar a determinar el costo real de éstas.

Incentivos Financieros

El segundo es algún tipo de ayuda financiera que haga que el costo de las mejoras en eficiencia esté dentro del alcance de las prácticas generales de gastos. En la actualidad, los incentivos financieros no tendrían lugar dentro del marco institucional de Colombia. Sin embargo, los incentivos financieros serían lo más importante, desde la perspectiva de los consumidores, para estimular la implementación de la conservación de energía. Generalmente, la tasa de descuento de las empresas por inversiones en energía (de acuerdo a la discusión del capítulo II, sección 2.3), es de alrededor del 100%. La mayoría de las medidas de conservación tienen un retorno más bajo, fluctuando entre el 10% y el 100%. Aún con toda la información necesaria, los consumidores comerciales no invertirán en conservación. Cuando el costo de la medida de conservación se divide entre el consumidor y la empresa eléctrica (ahorro compartido), el retorno de la inversión para el servicio fluctúa entre el 50% y el 200%.

Regulaciones

Otro método para estimular la eficiencia, es el uso de regulaciones. Hay dos tipos de regulaciones que se pueden aplicar a los sectores comercial y público. Primero están los estándares en los equipos, tales como boquillas de duchas, balastos fluorescentes y aire acondicionados tipo ventana, los cuales podrían tener un efecto significativo en el uso de la energía en edificios existentes. Se debe tener cuidado al seleccionar el estándares del equipo para asegurar que se regulen solamente aquellos que cumplan la condición de costo/eficiencia. El segundo tipo de regulación es instituir un programa en el cual todos los edificios del gobierno instauren medidas que tengan un retorno predeterminado.

5.3 USO EFICIENTE DE ENERGÍA EN EL SECTOR RESIDENCIAL

5.28 La situación en Colombia, respecto a la eficiencia energética (EE) de los electrodomésticos⁷¹, es la siguiente:

Industriales: Los industriales tienen oportunidades para mejorar la eficiencia energética pero están respondiendo a presiones del mercado, las cuales no insisten en EE. Aunque hay aproximadamente ocho industria en el campo de los electrodomésticos, hay dos que han capturado la mayoría del mercado (Philips y HACEB; ver cuadro No. 2-20, sección 2,5). Todos las industrias expresan que han realizado experimentos para EE y han concluido que ahorros de energía son realistas y posibles, pero no hay presión del mercado en esa dirección.

Distribuidores: Los distribuidores están completamente desinformados de EE y de los costos de la energía y las ventajas de los productos que venden. Los productores no pasan esta información a los distribuidores. Debido a que los consumidores no demandan ni productos eficientes ni información sobre EE, los vendedores no se interesan en el tema.

Gobierno: El gobierno está interesado en mayores estándares de EE y en la educación de los consumidores, pero no parece haber un liderazgo para estas actividades. Aunque hay planes para una reorganización institucional del sector de normalización, que puede ser demorado y complejo, no hay una entidad en el sector energético que adelante y oriente el establecimiento de normas y pruebas pertinentes a la EE y un programa eficaz de etiquetado de equipos. Tampoco hay actividades permanentes dirigidas a la educación del consumidor.

Consumidores: Los consumidores de los estratos 1, 2 y 3, mayoritarios en la composición de la demanda residencial, no están enterados de la EE y su impacto, tal como lo demostró la encuesta de opinión ni reciben la señal adecuada de los precios de la electricidad debido a los altos subsidios. Como consecuencia, existe poca demanda por productos eficientes.

⁷¹/ Por simplicidad se utilizará el término "electrodoméstico" para denotar todos los aparatos y equipos de uso final de energía en los hogares, aun en los caso donde el energético no sea electricidad, como sería el caso del GN, el GLP, el cocinol y el queroseno.

Estandares y Pruebas:

Las actividades en esta área, relativas a EE, son dispersas y esporádicas. Las pruebas sobre electrodomésticos al nivel de la planta no incluye necesariamente la EE. Las practicas de pruebas a lo largo del país no parecen ser uniformes ni bien equipadas para llevar acabo las mediciones con precisión y eficiencia. No existen planes futuros bien elaborados para estándares y pruebas que sirvan de base sobre la cual debe levantarse el programa de etiquetado.

Prácticas de los Consumidores:

Las prácticas de los consumidores en Colombia, relativas a consumo de energía, representan en si mismas un potencial de ahorro tan significativo como la eficiencia de los equipos. Debido a que los viejos hábitos son difíciles de eliminar, estos no serán fáciles de cambiar. Estos incluyen abrir con mucha frecuencia el refrigerador y dejar la puerta abierta por largos períodos; la forma en que los hornos y la parrillas son usados; la apertura de ventanas o puertas en recintos con aire acondicionado; los niveles y la continua operación de los aparatos de aire acondicionado; etc. De nuevo, a menos que haya una influencia que confronte a los usuarios finales (precios de la energía, principalmente), esos hábitos con toda seguridad no cambiarán. El único método efectivo que puede ser empleado en esta área es la educación continua y multifacética del público.

Potencial de Ahorro de Energía

5.29 En el anexo J se presentan los cálculos para las nueve medidas de eficiencia. Cuatro están relacionadas con el mejoramiento de la eficiencia de los equipos (*) y cinco son modificaciones del equipo (retrofits) (**) o del comportamiento del consumidor (***). Estas son:

Calentamiento de agua (Bogotá y Medellín):

1. Mejoramiento del aislamiento (*)
2. Incorporación de temporizador (**)
3. Cubierta (cobija) aisladora (**)

Refrigeradores (todas las ciudades):

2.3 USO EFICIENTE DE ENERGÍA EN EL SECTOR RESIDENCIAL

5.28 La situación en Colombia, respecto a la eficiencia energética (EE) de los electrodomésticos, es la siguiente:

Industrias: Las industrias tienen oportunidades para mejorar la eficiencia energética pero están respondiendo a presiones del mercado, las cuales no insisten en EE. Aunque hay aproximadamente ocho industrias en el campo de los electrodomésticos, hay dos que han capturado la mayoría del mercado (Philips y HAGEB; ver cuadro No. 2-20, sección 2.5). Todas las industrias expresan que han realizado experimentos para EE y han concluido que ahorros de energía son realistas y posibles, pero no hay presión del mercado en esa dirección.

Distribuidoras: Los distribuidores están completamente desinformados de EE y de los costos de la energía y las ventajas de los productos que venden. Los productores no pasan esta información a los distribuidores. Debido a que los consumidores no demandan ni productos eficientes ni información sobre EE, los vendedores no se interesan en el tema.

Gobierno: El gobierno está interesado en mayores estándares de EE y en la educación de los consumidores, pero no parece haber un liderazgo para estas actividades. Aunque hay planes para una reorganización institucional del sector de normalización, que puede ser demorado y completo, no hay una entidad en el sector energético que adelante y oriente el establecimiento de normas y pruebas pertinentes a la EE y un programa estricto de etiquetado de equipos. Tampoco hay actividades permanentes dirigidas a la educación del consumidor.

Consumidores: Los consumidores de los estratos 1, 2 y 3, mayoritarios en la composición de la demanda residencial, no están enterados de la EE y su impacto, tal como lo demostró la encuesta de opinión ni reciben la señal adecuada de los precios de la electricidad debido a los altos subsidios. Como consecuencia, existe poca demanda por productos eficientes.

4. Mejoramiento del compresor y el aislamiento (*)

Estufas (todas las ciudades):

5. Mejoramiento del aislamiento del horno y hornillas (*)

Aire acondicionado (Barranquilla):

6. Incremento del EER de 6.0 a 8.0 (*)

Programa educacional promoviendo el uso eficiente en:

- 7. Refrigeración (todas las ciudades) (***)
- 8. Cocción (todas las ciudades) (***)
- 9. Aire acondicionado (B\quilla) (***)

5.30 El cuadro No. 5-3 presenta los ahorros en forma separada: equipos (mejoramiento de eficiencia y retrofits) y promoción (campañas). Las figura No. 5-4 y 5-5 ilustran el potencial de ahorro de energía y potencia, respectivamente, en el sector residencial, para los dos escenarios, reflejándose un aumento del potencial de conservación de 25%, tanto en energía (145 Gwh, de un total de 573 Gwh en el escenario de tarifas bajas) como en potencia (42.3 Mw, de un total de 167.6 Mw en el escenario de tarifas bajas), debido al incremento de los precios.

5.31 De acuerdo con los resultados del potencial de ahorro, en energía y potencia, se concluye que los programas más exitosos son los de refrigeración, seguido por los de cocción. En la medida que el programa de sustitución por GN/GLP se extienda, las opciones de conservación de electricidad en cocción y calentamiento de agua irán perdiendo importancia. El programa de aire acondicionado tiene poco impacto nacional, pero a nivel regional (Barranquilla) es de gran importancia, además de que tiene una rentabilidad económica muy alta (se verá en la próxima sección). Las campañas de promoción, orientadas a modificar los hábitos de los consumidores, alcanzan a ser el 26-27% del ahorro de energía y el 22-23% del ahorro de potencia.

Cuadro No. 5-3A: Potencial de Ahorro de Energía y Potencia Sector Residencial

| Ciudad | ESCENARIO DE TARIFAS ALTAS | | | | |
|--------------|----------------------------|---------------|---------------|----------------------|--------------|
| | Aire Acondicionado | Refrigeración | Agua Caliente | Cocción de Alimentos | Total |
| EQUIPO | 34.0 | 318.3 | 66.8 | 114.6 | 533.7 |
| PROMOCION | 17.0 | 138.2 | 0.0 | 29.3 | 184.5 |
| TOTAL | 51.0 | 456.5 | 66.8 | 143.9 | 718.3 |

POTENCIA (Mw)

ESCENARIO DE TARIFAS ALTAS

| Ciudad | Aire Acondicionado | Refrigeración | Agua Caliente | Cocción de Alimentos | Total |
|-----------|--------------------|---------------|---------------|----------------------|-------|
| EQUIPO | 0.6 | 136.6 | 0.8 | 25.9 | 163.8 |
| PROMOCION | 0.2 | 40.1 | 0.0 | 5.8 | 46.1 |
| TOTAL | 0.8 | 176.7 | 0.8 | 31.6 | 209.9 |

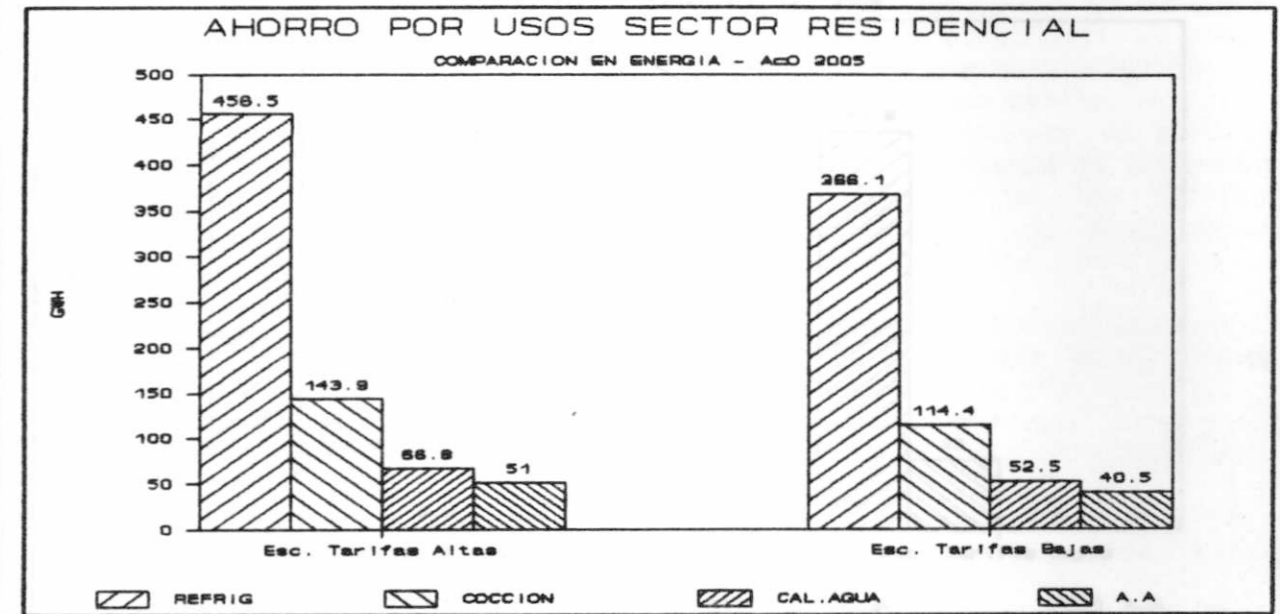


FIGURA No. 5-4

Cuadro No. 5-3B: Potencial de Ahorro de Energía y Potencia Sector Residencial

ENERGIA (Gwh/a)

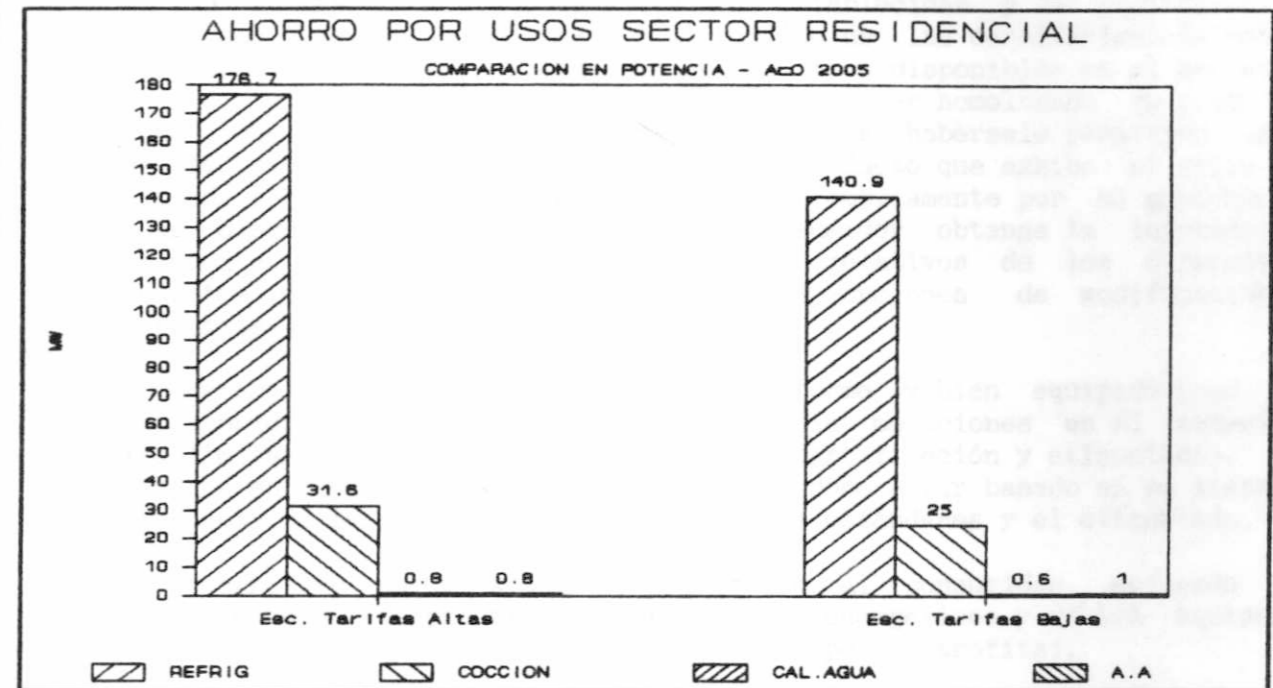
ESCENARIO DE TARIFAS BAJAS

| Ciudad | Aire Acondicionado | Refrigeración | Agua Caliente | Cocción de Alimentos | Total |
|-----------|--------------------|---------------|---------------|----------------------|-------|
| EQUIPO | 26.1 | 249.5 | 52.5 | 89.9 | 418.0 |
| PROMOCION | 14.9 | 115.9 | 0.0 | 24.2 | 155.0 |
| TOTAL | 41.0 | 365.4 | 52.5 | 114.1 | 573.0 |

POTENCIA (Mw)

ESCENARIO DE TARIFAS BAJAS

| Ciudad | Aire Acondicionado | Refrigeración | Agua Caliente | Cocción de Alimentos | Total |
|-----------|--------------------|---------------|---------------|----------------------|-------|
| EQUIPO | | 0.4 | 107.5 | 0.6 | 128.8 |
| PROMOCION | | 0.6 | 33.4 | 0.0 | 38.8 |
| TOTAL | | 1.0 | 140.9 | 0.6 | 167.6 |



CUADRO No. 5-5

Acciones Necesarias

5.32 Tres requisitos condicionan el alcance efectivo del impacto esperado de las medidas propuestas para el sector residencial. Primero, que sean desarrollados **estándares** que establezcan condiciones tecnológicas en relación a la eficiencia energética en la producción de los equipos. Segundo, que se desarrolle e implemente un **programa de educación del consumidor**, el cual debe tener dos componentes: i) **campañas de información enfocadas al mejoramiento de las prácticas de uso de la energía y del equipo**, y ii) un **programa de etiquetado de los electrodomésticos** ofrecidos en el mercado, con el objetivo de darle al consumidor la información necesaria para llevar a cabo los cambios en sus prácticas y en la selección del equipo. Tercero, que se aplique una **política de precios** adecuada. Los tres requisitos tienden a crear

un **mercado transparente** y bien informado, cuyo resultado debe empujar al industrial a la producción y oferta de equipos más eficientes. Con base en lo anterior, se pueden resumir las recomendaciones más relevantes:

De parte del gobierno⁷²:

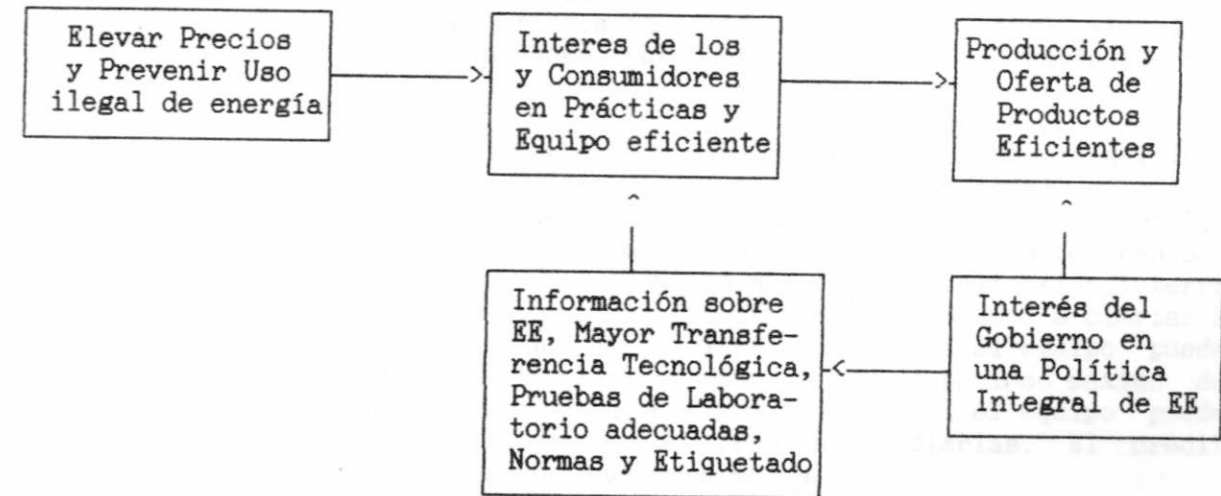
1. Desarrollar un programa de homologación voluntaria por parte del fabricante y de etiquetado obligatorio de todos los productos. La homologación tiene como objetivo la certificación de que el producto cumple con las normas de eficiencia y calidad establecidas y la certificación tiene como objetivo la información al público de las características sobre el consumo de energía y su comparación con otros disponibles en el mercado. Si un distribuidor/productor que pretende mantener homologado su producto no mantiene el nivel de la norma, después de habersele permitido usar certificación, debe prohibirsele vender el producto que exhibe el sello de calidad. Este programa debe ser promocionado ampliamente por el gobierno y estar diseñado de tal forma que el consumidor obtenga la información suficiente para diferenciar los méritos relativos de los diferentes productos ofrecidos en el mercado, las opciones de modificaciones (retrofits) y las prácticas.
2. Desarrollar un sistema de pruebas uniforme y bien equipado (red de laboratorios, inicialmente subcontratando las mediciones en el exterior para limitar los costos del programa de certificación y etiquetado). El programa entero de EE en electrodomésticos debe estar basado en un sistema de pruebas de laboratorio uniformes para los estándares y el etiquetado.
3. Desarrollar un programa de educación al consumidor, enfocado al mejoramiento de las prácticas de uso de los energéticos y de los equipos, así como las opciones de mejoramiento de equipos (retrofits).
4. Apoyo a la transferencia tecnológica y adaptación de patentes para acelerar la producción de equipos más eficientes (por ejemplo, acuerdos marco con otros países y proyectos de cooperación técnica internacional). Este proceso debe iniciarse sin esperar a que los consumidores los demanden. Este punto de vista es preferible a dar a los consumidores incentivos (aunque una combinación de ambos es conveniente), porque en algunos casos los productos eficientes no están disponibles en Colombia.
5. Establecer vínculos consultivos gobierno-industria-consumidores, en relación a los puntos anteriores. Esto implica un conjunto de acuerdos obligatorios y voluntarios que le dan a la intervención estatal mayores posibilidades de éxito y de mayor movilización de recursos privados para el programa.

^{72/} En el capítulo VI se amplían los aspectos institucionales del programa de eficiencia energética, enfatizando en la normalización y etiquetado, en los programas de administración de la demanda y en los incentivos financieros en función de las tarifas, los costos y los subsidios y se propone una organización gubernamental apropiada.

Un mercado transparente debe motivar al sector privado para:

- 6. Llevar a cabo investigación de hábitos de consumo de energía y electrodomésticos y penetración del mercado de tecnologías más eficientes, en colaboración con el gobierno.
- 7. Desarrollar programas de entrenamiento de los vendedores a nivel de distribución minorista sobre las ventajas relativas de eficiencia de los productos que ofrece. La difusión de aparatos eficientes dependerá en gran medida de la habilidad de los distribuidores para mostrar las ventajas de los beneficios resultantes del ahorro de energía en comparación con los primeros costos.
- 8. Investigar cambios tecnológicos relevantes para incrementar la eficiencia energética.

SOLUCION PROPUESTA PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DE MAS PRACTICAS Y EQUIPOS



5.4 MANEJO DE CARGA

5.33 El manejo de la demanda se define como las actividades o acciones que las empresas eléctricas toman para variar el momento y la magnitud de la demanda de electricidad por parte de sus abonados. Las empresas eléctricas lo utilizan con el fin de modificar el perfil de carga de la empresa a la configuración mas eficiente, en particular la disminución del pico de demanda, el cual se da a las 19:00 horas para el sistema eléctrico

nacional de Colombia⁷³.

5.34 Como manejo de la demanda se puede considerar programas tarifarios y control de carga. Por principio, estos programas son más rentables para los grandes consumidores del sector industrial, pero también, dependiendo de las características específicas del usuario, se podría considerar en algunos casos específicos en el sector comercial u oficial de alto consumo.

5.35 La tarifa horaria ofrece un incentivo al abonado de forma de un cargo de potencia inferior en horas fuera de pico hacia reducir la demanda del abonado en horas de pico del día. La tarifa interruptible ofrece al abonado un incentivo, también usualmente bajo la forma de cobros reducidos por demanda, al permitirle a la empresa eléctrica interrumpir toda o parte de sus cargas durante los "días críticos" de la empresa eléctricas, en un máximo de días preestablecidos. Los días críticos se definen como aquellos días durante los cuales la generación de la empresa no es suficiente para satisfacer su carga esperada mientras mantiene las reservas normales de operación. Ya que el sector comercial y oficial como definido en Colombia incluye principalmente hoteles, restaurantes, edificios, etc. y no pequeñas industrias o proceso que podrían tener alto consumo de energía en horas de pico, con potencial de desplazar su carga, por efectos de este estudio a nivel global no se cuantifico el potencial de ahorro para estos sectores a través de tarifas horarias e interruptibles.

5.36 Dentro del contexto de programas de control de carga, los usos finales que se podrían considerar para el sector comercial y oficial en Colombia son: motores y compresores, calentamiento de agua, refrigeración, y aire acondicionado. El programa consiste de instalar un equipo transmisor y receptor de señales eléctricas que permitan a la empresa eléctrica interrumpir brevemente algunos de los equipos eléctricos de los abonados a ciertas horas del día. La interrupción puede ser cíclica en el que el equipo puede ser interrumpido unos 10 minutos de cada 30 minutos por un período máximo de 120 minutos diarios, o una interrupción continua en el cual el equipo puede ser interrumpido por un período máximo de tres horas diarias. El crédito al abonado con una interrupción continua será mas alto.

5.37 Una desventaja de implementar un programa de control de carga al sector comercial es la gran variedad de equipo en cada uso final y los relativamente bajos niveles de consumo unitario. Eso es una barrera importante en el diseño, implementación, y evaluación de estos programas. Por esa razón, y ya que este estudio preliminar se realiza a nivel global, no se define su potencial de ahorro en este estudio.

73/ Desde el 4 de Mayo de 1992 el pico de demanda de electricidad se produce probablemente alrededor de las 20:00 horas, como consecuencia del adelanto de la hora en i hora, como parte de las medidas tomadas para disminuir el consumo de energía eléctrica.

nacional de Colombia.

5.34 Como manejo de la demanda se puede considerar programas tarifarios y control de carga. Por principio, estos programas son más rentables para los grandes consumidores del sector industrial, pero también, dependiendo de las características específicas del usuario, se podría considerar en algunos casos específicos en el sector comercial u oficial de alto consumo.

5.35 La tarifa horaria ofrece un incentivo al abonado de forma de un cargo de potencia inferior en horas fuera de pico hacia reducir la demanda del abonado en horas de pico del día. La tarifa interruptible ofrece al abonado un incentivo, también usualmente bajo la forma de copros reducidos por demanda, al permitirle a la empresa eléctrica interrumpir toda o parte de sus cargas durante los "días críticos" de la empresa eléctrica, en un máximo de días preestablecidos. Los días críticos se definen como aquellos días durante los cuales la generación de la empresa no es suficiente para satisfacer su carga esperada mientras mantiene las reservas normales de operación. Ya que el sector comercial u oficial en Colombia incluye principalmente hoteles, restaurantes, edificios, etc. y no pequeñas industrias o procesos que podrían tener alto consumo de energía en horas de pico, con potencial de desplazar su carga, por efectos de este estudio a nivel global no se cuantificó el potencial de ahorro para estos sectores a través de tarifas horarias e interruptibles.

5.36 Dentro del contexto de programas de control de carga, los usos finales que se podrían considerar para el sector comercial u oficial en Colombia son: motores y compresores, calentamiento de agua, refrigeración, y aire acondicionado. El programa consiste de instalar un equipo transmisor y receptor de señales eléctricas que permitan a la empresa eléctrica interrumpir previamente algunos de los equipos eléctricos de los abonados a ciertas horas del día. La interrupción puede ser cíclica en el que el equipo puede ser interrumpido unos 10 minutos de cada 30 minutos por un período máximo de 120 minutos diarios, o una interrupción continua en el cual el equipo puede ser interrumpido por un período máximo de tres horas diarias. El crédito al abonado con una interrupción continua será más alto.

5.37 Una desventaja de implementar un programa de control de carga al sector comercial es la gran variedad de equipo en cada uso final y los relativamente bajos niveles de consumo unitario. Eso es una barrera importante en el diseño, implementación, y evaluación de estos programas. Por esa razón, y ya que este estudio preliminar se realiza a nivel global, no se define un potencial de ahorro en este estudio.

5.5 RESUMEN DE IMPACTO DE LAS OPCIONES DE AHORRO DE ENERGIA Y EVALUACION ECONOMICA

5.38 En esta sección se analizará el impacto agregado de las medidas consideradas en los tres sectores, en conjunto. Vale la pena recordar que en la implementación de las medidas de manejo de la demanda hay un efecto precio (ajuste de los precios de los energéticos a sus costos económicos) cuyo impacto ha sido evaluado en la sección 3.3.1 (el soporte estadístico y de resultados se encuentra en el anexo M, la evaluación de las medidas en el anexo J y el resumen de ahorros anuales y de los costos de los programas en el anexo N). Como se pudo ver en esa sección, aunque las elasticidades no son muy altas, los incrementos de precios asumidos en ambos escenarios de tarifas generan una respuesta de los consumidores independiente de cualquier medida promoción de ahorro. Desde otro punto de vista, la mayoría de las acciones de un programa de manejo de la demanda de energía están orientadas a hacer más transparente el mercado y eliminar la barreras para que los precios funcionen mejor como instrumento de asignación de recursos. En particular, la mejor información del consumidor, de los industriales y de los constructores, entre otros agentes económicos, y la disponibilidad de aparatos y procedimientos eficientes facilita que los mecanismos del mercado operen más fluidamente y, seguramente, la elasticidad precio aumentará en el largo plazo como efecto de un mercado más transparente.

5.39 Para medir el impacto de las opciones se utilizaron los dos escenarios de sustitución de energía eléctrica por GLP y gas natural en cocción y calentamiento de agua en el sector residencial, descritos en el capítulo III: 1) escenario con tarifas bajas de energía eléctrica en los estratos 1, 2 y 3., y 2) escenario con tarifas al costo en todos los estratos. Las tarifas altas presuponen mayores tasas de penetración de tecnología eficiente y tasas superiores de respuesta de los usuarios a los programas de administración de la demanda, por lo cual el impacto de las opciones de conservación son mayores en el escenario con tarifas altas, en términos de ahorro de energía y potencia. Sin embargo, en ambos escenarios los resultados de la evaluación económica son similares. La evaluación del impacto del programa de incremento de la eficiencia energética se hace sobre la demanda de referencia después de deducir el efecto precio y las magnitudes sustituidas por GLP/GN, ya que el programa de sustitución se considera política ya aprobada del Gobierno Nacional.

5.40 Las opciones que se seleccionaron, por uso, sector y ciudad, son las siguientes. Han sido considerados programas de alumbrado en todas las ciudades, en los sectores comercial y público; de cocción en todas las ciudades, en el sector residencial; de aire acondicionado en Medellín y Cali, en los sectores comercial y público, y Barranquilla en todos los sectores; de refrigeración en todas las ciudades, en los sectores comercial y residencial; y de calentamiento de agua en Bogotá y Medellín, en todos los sectores⁷⁴. La

⁷⁴/ El alumbrado público se analiza independientemente en la última sección por las limitaciones en las opciones disponibles.

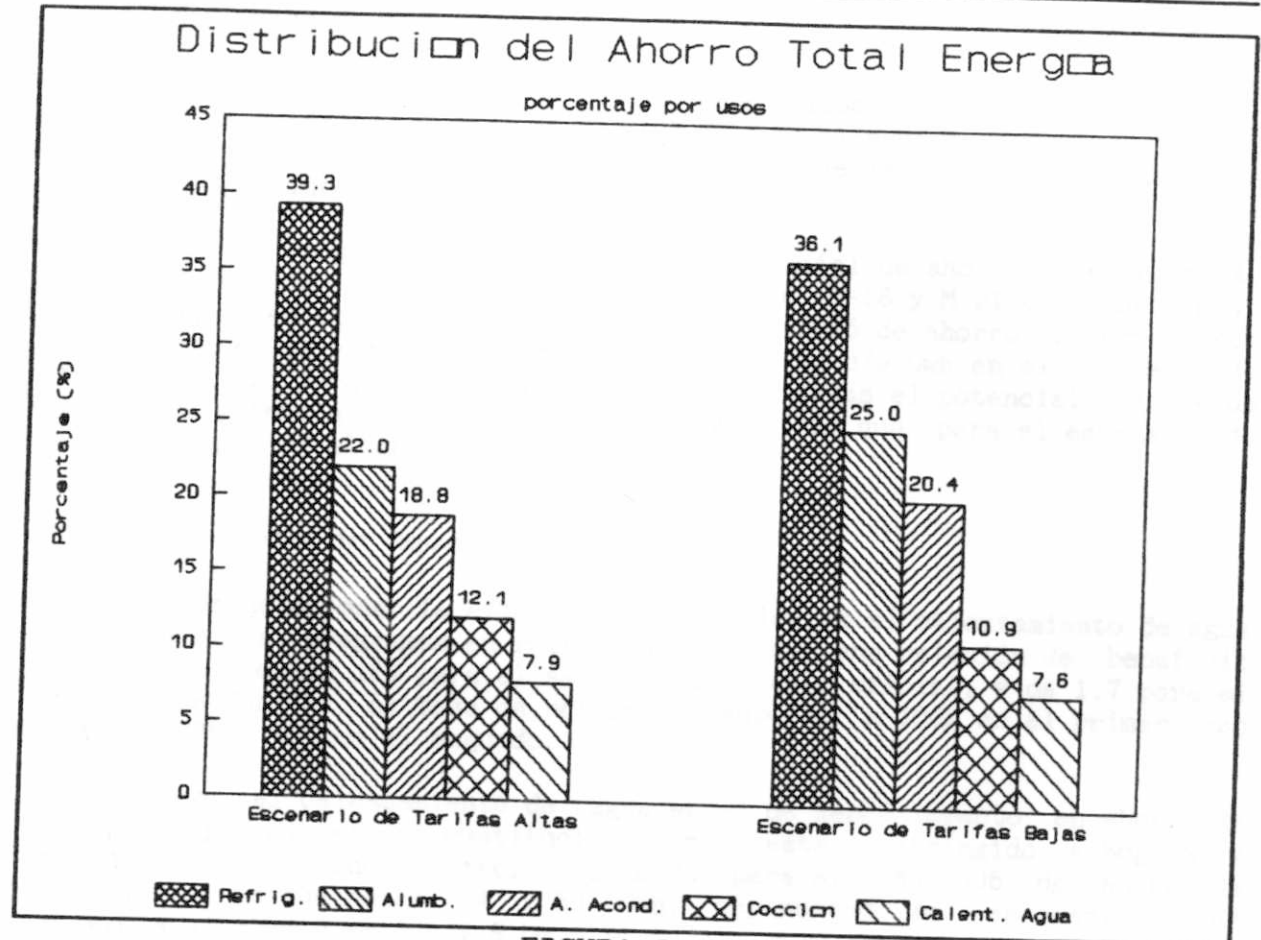


FIGURA 5-6

figura No. 5-6 presenta el aporte de cada programa al potencial de ahorro de energía por conservación. Considerando el supuesto de tarifas altas, el programa de refrigeración es el de mayor aporte (39.3%), seguido por el de alumbrado (22%), el aire acondicionado (18.8%), cocción (12.1%) y calentamiento de agua (7.9%). La baja participación de la cocción y el agua caliente se debe al efecto sustitución, el cual está presente en ambos escenarios, como política ya decidida del Gobierno Nacional. Al considerar el escenario de tarifas bajas, el aporte de los programas varía respecto al escenario anterior. La participación de los programas de alumbrado y aire acondicionado aumenta, al tiempo que la participación de los programas de cocción y calentamiento de agua disminuye, debido a que en este escenario el efecto sustitución es mayor, restándole potencialidad de ahorro de electricidad mediante uso eficiente en estos dos usos. Los programas recomendados por uso final se describen a continuación y en orden de prioridad por relación costo/beneficio (consultar datos en los cuadros No. 5-4, 5-5 y en el anexo J).

2.5 RESUMEN DE IMPACTO DE LAS OPCIONES DE AHORRO DE ENERGÍA Y EVALUACIÓN ECONOMICA

En esta sección se analizará el impacto agregado de las medidas consideradas en los tres sectores, en conjunto. Vale la pena recordar que en la implementación de las medidas de manejo de la demanda hay un efecto precio (ajuste de los precios de los energéticos a sus costos económicos) cuyo impacto ha sido evaluado en la sección 3.3.1 (el soporte estadístico y de resultados se encuentran en el anexo M, la evaluación de las medidas en el anexo N). Como se pudo ver en esa sección, aunque las elasticidades no son muy altas, los incrementos de precios asumidos en ambos escenarios de tarifas altas, generan una respuesta de los consumidores independiente de cualquier medida de promoción de ahorro. Desde otro punto de vista, la mayoría de las acciones de un programa de manejo de la demanda de energía están orientadas a hacer más transparente el mercado y eliminar la barrera para que los precios funcionen mejor como instrumento de asignación de recursos. En particular, la mejor información del consumidor, de los industriales y de los constructores, entre otros agentes económicos, y la disponibilidad de aparatos y procedimientos eficientes facilita que los mecanismos del mercado operen más fluidamente y, seguramente, la elasticidad precio aumentará en el largo plazo como efecto de un mercado más transparente.

Para medir el impacto de las opciones se utilizaron los dos escenarios de sustitución de energía eléctrica por GLP y gas natural en cocción y calentamiento de agua en el sector residencial, descritos en el capítulo III: 1) escenario con tarifas bajas de energía eléctrica en los estratos 1, 2 y 3, y 2) escenario con tarifas al costo en todos los estratos. Las tarifas altas presionan mayores tasas de penetración de tecnologías eficiente y tasas superiores de respuesta de los usuarios a los programas de administración de la demanda, por lo cual el impacto de las opciones de conservación son mayores en el escenario con tarifas altas, en términos de ahorro de energía y potencia. Sin embargo, en ambos escenarios los resultados de la evaluación económica son similares. La evaluación del impacto del programa de incremento de la eficiencia energética se hace sobre la demanda de referencia después de deducir el efecto precio y las magnitudes sustituidas por GLP/GN, ya que el programa de sustitución se considera política ya aprobada del Gobierno Nacional.

Las opciones que se seleccionaron, por uso, sector y ciudad, son las siguientes. Han sido considerados programas de alumbrado en todas las ciudades, en los sectores comercial y público; de cocción en todas las ciudades, en el sector residencial; de aire acondicionado en Medellín y Cali; en los sectores comercial y público; y Barranquilla en todos los sectores; de refrigeración en todas las ciudades, en los sectores comercial y residencial; y de calentamiento de agua en Bogotá y Medellín, en todos los sectores. La

Refrigeración

El programa de refrigeración es el más beneficioso de todos en términos de relación de beneficio/costo (entre 49 y 36, en el sector comercial, y entre 3 y 5, en el sector residencial, dependiendo de la ciudad) y de tasa de retorno (superior a 100% en todos los casos).

También es el programa que representa el potencial de ahorro de energía más elevado para las cuatro ciudades (ver cuadros M-16 y M-21 del anexo M.). Los potenciales viables estimados para el año 2005 de ahorro de energía son de 469 Gwh en el escenario de tarifas altas y de 379 Gwh en el escenario de tarifas bajas; para el escenario de tarifas altas el potencial viable de ahorro de potencia se estimó en 179 Mw, mientras que para el escenario de tarifas bajas se alcanzan 144 Mw.

Calentamiento de Agua

El programa de mejorar la eficiencia energética en el calentamiento de agua le sigue a los programas en refrigeración- con una relación de beneficio/costo de alrededor 18% para el sector comercial y oficial, y de 1.7 para el sector residencial. La tasa de retorno es superior a 100% en el primer caso y entre 39% y 40% en el segundo.

Sin embargo, el calentamiento de agua es el de menor impacto en ahorro de energía, por el efecto sustitución y por estar restringido a Bogotá y Medellín. El potencial viable estimado para el año 2005 de ahorro de energía se sitúa entre 94 y 80 Gwh, dependiendo del escenario, y de potencia alrededor de 5.4 y 9 Mw.

Alumbrado

Su relación de beneficio/costo es entre 0.9 y 1.3. Las tasas de rentabilidad son entre 6 y 20 %. Solo se evaluaron programas en los sectores comercial y público.

El potencial viable estimado para el año 2005 de ahorro de energía es de 262 Gwh y de potencia en 21.1 Mw.

Cocción de Alimentos

El programa de cocción representa una relación de beneficio/costo entre 1.8 a 2.7, y una tasa de retorno que oscila entre el 48 y el 107%. El programa es aplicable solamente para el sector residencial.

Los potenciales viables estimados para el año 2005 de ahorro de energía son de 144 Gwh en el escenario de tarifas altas y de 114 Gwh en el escenario de tarifas bajas; para el escenario de tarifas altas el potencial viable de ahorro de potencia se estimó en 34 Mw, mientras que para el escenario de tarifas bajas se alcanzan 27 Mw. Como se ve, este programa es el que más se

afecta por el doble efecto de los precios y la sustitución por GN/GLP.

Aire Acondicionado

El programa de aire acondicionado representa una relación de beneficio/costo de 1.4 a 2.8 para los sectores comercial y oficial, y 1.4 para el sector residencial (Barranquilla solamente). Las tasas de rentabilidad son entre 25% y 32% para el sector comercial y son superiores al 100% en los sectores oficial y residencial. El programa es aplicable solamente en Barranquilla, Cali, y Medellín para los sectores comercial y oficial.

Los potenciales viables estimados para el año 2005 de ahorro de energía son de 225 Gwh en el escenario de tarifas altas y de 214 Gwh en el escenario de tarifas bajas; para el escenario de tarifas altas el potencial viable de ahorro de potencia se estimó en un valor que oscila entre 14 y 19 Mw.

5.41 En el cuadro No. 5-6 se presenta la relación beneficio/costo de las campañas de promoción. Como puede verse, son de muy alta rentabilidad, principalmente las orientadas hacia refrigeración y cocción. Debe observarse también la mejora en la relación beneficio/costo que produce el incremento de tarifas, debido al mayor potencial de ahorro que se puede lograr.

Cuadro No. 5-4A: Ahorro de Energía y Potencia

| ENERGIA (Gwh/a) | ESCENARIO DE TARIFAS ALTAS | | | | | Total |
|-----------------|----------------------------|--------------------|---------------|---------------|----------------------|---------------|
| | Alumbrado | Aire Acondicionado | Refrigeración | Agua Caliente | Cocción de Alimentos | |
| COMERCIAL | 107.9 | 112.8 | 11.6 | 11.1 | | 243.5 |
| PUBLICO | 154.1 | 60.7 | 0.7 | 15.9 | | 231.3 |
| RESIDENCIAL | | 51.0 | 456.5 | 66.8 | 143.9 | 718.3 |
| TOTAL | 262.0 | 224.5 | 468.9 | 93.8 | 143.9 | 1193.1 |

| POTENCIA (Mw) | ESCENARIO DE TARIFAS ALTAS | | | | | Total |
|---------------|----------------------------|--------------------|---------------|---------------|----------------------|--------------|
| | Alumbrado | Aire Acondicionado | Refrigeración | Agua Caliente | Cocción de Alimentos | |
| COMERCIAL | 9.5 | 8.5 | 2.1 | 1.6 | | 21.8 |
| PUBLICO | 11.6 | 4.3 | 0.1 | 3.0 | | 19.0 |
| RESIDENCIAL | | 0.8 | 176.7 | 0.8 | 31.6 | 209.9 |
| TOTAL | 21.1 | 13.6 | 179.0 | 5.4 | 31.6 | 250.7 |

Cuadro No. 5-4B: Ahorro de Energía y Potencia

| ENERGIA (Gwh/a) | ESCENARIO DE TARIFAS BAJAS | | | | | Total |
|-----------------|----------------------------|--------------------|---------------|---------------|----------------------|--------|
| | Alumbrado | Aire Acondicionado | Refrigeración | Agua Caliente | Cocción de Alimentos | |
| COMERCIAL | 107.9 | 112.8 | 11.6 | 11.1 | | 243.5 |
| PUBLICO | 154.1 | 60.7 | 0.7 | 15.9 | | 231.3 |
| RESIDENCIAL | | 40.5 | 366.1 | 52.5 | 114.4 | 573.4 |
| TOTAL | 262.0 | 214.0 | 378.5 | 79.5 | 114.4 | 1048.3 |

| POTENCIA (Mw) | ESCENARIO DE TARIFAS BAJAS | | | | | Total |
|---------------|----------------------------|--------------------|---------------|---------------|----------------------|-------|
| | Alumbrado | Aire Acondicionado | Refrigeración | Agua Caliente | Cocción de Alimentos | |
| COMERCIAL | 9.5 | 8.5 | 2.1 | 1.6 | | 21.8 |
| PUBLICO | 11.6 | 4.3 | 0.1 | 3.0 | | 19.0 |
| RESIDENCIAL | | 6.5 | 141.3 | 4.4 | 27.1 | 179.2 |
| TOTAL | 21.1 | 19.3 | 143.5 | 9.0 | 27.1 | 220.0 |

Cuadro No. 5-5: Análisis Económico de Costo/Beneficio⁷⁵

| Ciudad Sector | Alumbrado | | Aire Acondicionado | | Refrigeración | | Agua Caliente | | Cocción de Alimentos | |
|---------------------|-----------|-------|--------------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|----------------------|-------|
| | B/C | TIR % | B/C | TIR % | B/C | TIR % | B/C | TIR % | B/C | TIR % |
| BOGOTÁ | | | | | | | | | | |
| COMERCIAL | 1.1 | 16% | - | - | 41.5 | # | 17.2 | # | | |
| PUBLICO | 0.9 | 6% | - | - | 36.3 | # | 18.7 | # | | |
| RESID.(T. ALTAS) | - | - | - | - | 4.7 | # | 1.7 | 44% | 1.9 | 48% |
| RESID.(T. BAJAS) | - | - | - | - | 4.6 | # | 1.7 | 44% | 1.8 | 46% |
| MEDELLÍN | | | | | | | | | | |
| COMERCIAL | 1.1 | 15% | 1.6 | 25% | 35.7 | # | 16.8 | # | | |
| PUBLICO | 1.3 | 20% | - | - | - | - | 18.2 | # | | |
| RESID.(T. ALTAS) | - | - | - | - | 3.4 | # | 1.7 | 39% | 2.4 | 70% |
| RESID.(T. BAJAS) | - | - | - | - | 3.3 | # | 1.6 | 38% | 2.3 | 67% |
| BARRANQUILLA | | | | | | | | | | |
| COMERCIAL | 1.1 | 16% | 2.2 | 32% | 48.1 | # | - | - | | |
| PUBLICO | 1.0 | 12% | 1.4 | # | - | - | - | - | | |
| RESID.(T. ALTAS) | - | - | 1.4 | # | 2.8 | # | - | - | 1.8 | 77% |
| RESID.(T. BAJAS) | - | - | 1.4 | # | 2.7 | # | - | - | 1.7 | 83% |
| CALI | | | | | | | | | | |
| COMERCIAL | 1.1 | 16% | 2.0 | 29% | 48.8 | # | - | - | | |
| PUBLICO | 1.0 | 11% | - | - | - | - | - | - | | |
| RESID.(T. ALTAS) | - | - | - | - | 4.6 | # | - | - | 2.7 | 107% |
| RESID.(T. BAJAS) | - | - | - | - | 4.4 | # | - | - | 2.6 | 102% |

⁷⁵/ 1) Los espacios con "-" significa que el programa no existe en la ciudad/sector.
 2) Los espacios con "#" significan que la TIR es mayor que 100%
 3) La evaluación económica del sector residencial corresponde solo al mejoramiento de equipo. Las campañas de modificación del comportamiento del consumidor se incluyen en el cuadro No. 5-6.

Cuadro No. 5-5: Análisis Económico de Costo/Beneficio*

| Sector | Ciudad | Aire Acondicionado | | Refrigeración | | Cocción de Alimentos | | TIR % |
|---------------------|--------|--------------------|-------|---------------|-------|----------------------|-------|-------|
| | | B/C | TIR % | B/C | TIR % | B/C | TIR % | |
| BOGOTÁ | | | | | | | | |
| COMERCIAL | | 1.1 | 18.2 | - | - | 17.2 | 1 | |
| PUBLICO | | 0.9 | 8.2 | - | - | 18.7 | 1 | |
| RESID. (T. ALTAS) | | - | - | - | - | 1.7 | 44% | 1.9 |
| RESID. (T. BAJAS) | | - | - | - | - | 1.7 | 44% | 1.8 |
| MEDELLÍN | | | | | | | | |
| COMERCIAL | | 1.1 | 13.2 | 1.8 | 23.2 | 16.8 | 1 | |
| PUBLICO | | 1.2 | 20.2 | - | - | 18.2 | 1 | |
| RESID. (T. ALTAS) | | - | - | - | - | 1.7 | 39% | 3.4 |
| RESID. (T. BAJAS) | | - | - | - | - | 1.8 | 28% | 3.2 |
| BARRANQUILLA | | | | | | | | |
| COMERCIAL | | 1.1 | 18.2 | 2.2 | 48.1 | - | - | |
| PUBLICO | | 1.0 | 12.2 | - | - | - | - | |
| RESID. (T. ALTAS) | | - | - | - | - | - | - | 1.8 |
| RESID. (T. BAJAS) | | - | - | - | - | - | - | 1.7 |
| CALÍ | | | | | | | | |
| COMERCIAL | | 1.1 | 18.2 | 2.0 | 48.8 | - | - | |
| PUBLICO | | 1.0 | 11.2 | - | - | - | - | |
| RESID. (T. ALTAS) | | - | - | - | - | - | - | 2.7 |
| RESID. (T. BAJAS) | | - | - | - | - | - | - | 2.8 |

* Los espacios vacíos significan que el programa no se aplica en el sector. Los resultados de los cálculos se muestran en el cuadro No. 5-5. Los resultados de los cálculos se muestran en el cuadro No. 5-5. Los resultados de los cálculos se muestran en el cuadro No. 5-5.

El análisis de costo beneficio fue realizado para determinar el impacto de las tarifas a costos marginales en el sector comercial y público, por tener un impacto más significativo en el ahorro de energía. Los resultados de los cálculos se muestran en el cuadro No. 5-6. Los resultados de los cálculos se muestran en el cuadro No. 5-6.

Cuadro No. 5-6: Relación Beneficio/Costo de las Campañas de Promoción⁷⁶.

ESCENARIO DE TARIFAS ALTAS

| Ciudad | Aire Acondicionado | Refrigeración | Cocción de Alimentos |
|--------------|--------------------|---------------|----------------------|
| BOGOTÁ | | 41.9 | 5.2 |
| MEDELLÍN | | 19.7 | 8.0 |
| CALÍ | | 13.5 | 6.4 |
| BARRANQUILLA | 4.6 | 12.5 | 1.9 |

ESCENARIO DE TARIFAS BAJAS

| Ciudad | Aire Acondicionado | Refrigeración | Cocción de Alimentos |
|--------------|--------------------|---------------|----------------------|
| BOGOTÁ | | 34.2 | 4.2 |
| MEDELLÍN | | 16.1 | 6.5 |
| CALÍ | | 11.1 | 5.3 |
| BARRANQUILLA | 3.8 | 10.3 | 1.6 |

⁷⁶/ Los espacios vacíos significan que el programa no se aplica.

Cuadro No. 5-6: Relación Beneficio/Costo de las Campañas de Promoción*

ESCENARIO DE TARIFAS ALTAS

| Ciudad | Aire Acondicionado | Refrigeración | Cocción de Alimentos |
|--------------|--------------------|---------------|----------------------|
| BOGOTÁ | | 41.9 | 8.2 |
| MEDELLÍN | | 19.7 | 8.0 |
| CALÍ | | 12.2 | 6.4 |
| BARRANQUILLA | 6.8 | 12.2 | 1.9 |

ESCENARIO DE TARIFAS BAJAS

| Ciudad | Aire Acondicionado | Refrigeración | Cocción de Alimentos |
|--------------|--------------------|---------------|----------------------|
| BOGOTÁ | | 24.2 | 4.2 |
| MEDELLÍN | | 18.1 | 6.2 |
| CALÍ | | 11.1 | 2.2 |
| BARRANQUILLA | 3.8 | 10.2 | 1.2 |

* Los espacios vacíos significan que el programa no se aplica

5.42 El análisis de costo beneficio fue realizado con la perspectiva de la economía nacional, con tarifas a costos marginales, precios sombra de mano de obra, tasa de cambio de mercado libre, y eliminación de impuestos de venta (IVA) y aranceles de importación de equipos. Los ahorros conseguidos reflejan estimaciones de tasas de penetración conservadoras, en relación con el potencial máximo de conservación, durante el periodo 2000-2005. Los resultados incluyen los gastos de administración de la inversión determinado por una relación porcentual del costo de equipo más mano de obra en precios económicos relacionados con el potencial técnico máximo al año 2005. La cifra considerada es mas elevada que la utilizada en estudios similares en EE.UU o en otros países, ya que se considera que en Colombia la descentralización del sector de energía, la falta de experiencia sobre el tema y la falta de información sobre el uso final representará un costo más elevado en la administración de estos programas. El análisis se realizo en dólares EE.UU. constantes de 1991, y un costo de capital con una tasa de descuento de 12% anual. Un criterio fundamental para juzgar la conveniencia económica de los programas de eficiencia energética es el costo del Kwh ahorrado el cual debe ser menor que el costo de producirlo y llevarlo hasta el punto de uso. En el cuadro No. 5-7 se presentan los costos por Kwh ahorrado en cada programa, por ciudad, y en las figuras No. 5-7, 5-8, 5-9 y 5-10 se ilustra la relación con el potencial de ahorro⁷⁷. La observación más relevante es que los costos del Kwh ahorrado son menores que el costo económico, medido por el CIPLP, en todos los programas. Los valores oscilan entre cUS\$1.60/KWh (s.público/AA, en Barranquilla) y cUS\$5.29/KWh (s.público/alumbrado, en Bogotá), siendo especialmente relevante el hecho de que los mayores niveles de ahorro se obtienen en refrigeración residencial, con niveles de costos relativamente bajos. El costo promedio de todos las medidas en todas las ciudades es de cUS\$ 3.22, el cual se compara bastante favorablemente con el CIPLP, igual a cUS\$ 7.26. Estos resultados corresponden al escenario de tarifas altas; los correspondientes al escenario de tarifas bajas son de un orden de magnitud similar, ligeramente mayores, dado que los costos son iguales pero el ahorro de energía es menor (ver anexo N).

| PROGRAMA | COSTO DE INVERSIÓN (C) | POTENCIAL DE AHORRO (A) | COSTO DE KWH AHORRADO (C/A) |
|---------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| ALUMBRADO | 1.60 | 1.00 | 1.60 |
| REFRIGERACIÓN RESIDENCIAL | 3.22 | 1.00 | 3.22 |
| REFRIGERACIÓN COMERCIAL | 5.29 | 1.00 | 5.29 |
| COCCIÓN DE ALIMENTOS | 8.20 | 1.00 | 8.20 |
| TOTAL | 10.11 | 3.00 | 3.37 |

⁷⁷/ Solo se presentan aquellos programas con un potencial de ahorro importante. Se excluyen los programas de refrigeración y calentamiento de agua en los sectores comercial y público, por tener un impacto muy pequeño y por tener costos de inversión de un orden de magnitud muy bajos (son modificaciones -retrofits- de muy bajo costo, como se vio en la sección 5.2.2).

Cuadro No. 5-7: Costos del KWh ahorrado por programa y por ciudad (cUS\$KWh)
Escenario de tarifas altas

| | COMERCIAL | PUBLICO | RESIDENCIAL | |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------------|
| BOGOTA | | | | |
| ALUMBRADO | 4.34 | 5.29 | | |
| REFRIGERACION | | | 3.16 | |
| CALENT. AGUA | | | 2.31 | |
| COCCION | | | 2.56 | |
| MEDELLIN | | | | |
| ALUMBRADO | 4.28 | 3.73 | | |
| ACOND. AMBIENTE | 2.76 | 3.38 | | |
| REFRIGERACION | | | 2.94 | |
| CALENT. AGUA | | | 2.24 | |
| COCCION | | | 2.61 | |
| CALI | | | | |
| ALUMBRADO | 4.30 | 5.28 | | |
| ACOND. AMBIENTE | 2.29 | 2.13 | | |
| REFRIGERACION | | | 2.22 | |
| COCCION | | | 3.68 | |
| BARRANQUILLA | | | | |
| ALUMBRADO | 4.36 | 4.92 | | |
| ACOND. AMBIENTE | 2.08 | 1.60 | | |
| REFRIGERACION | | | 2.33 | |
| COCCION | | | 2.62 | |
| | | | 4.64 | |
| PROMEDIO | 3.07 | 3.88 | 2.76 | TOTAL 3.12 |

El análisis de costo beneficio fue realizado con la perspectiva de la economía nacional, con tarifas a costos marginales, precios sombra de mano de obra, tasa de cambio de mercado libre, y eliminación de impuestos de venta (IVA) y aranceles de importación de equipos. Los ahorros conseguidos reflejan estimaciones de tasas de penetración conservadoras, en relación con el potencial máximo de conservación, durante el período 2000-2005. Los resultados incluyen los gastos de administración de la inversión determinado por una relación porcentual del costo de equipo más mano de obra en precios económicos relacionados con el potencial técnico máximo al año 2005. La cifra considerada es más elevada que la utilizada en estudios similares en EE.UU. o en otros países, ya que se considera que en Colombia la descentralización del sector de energía, la falta de experiencia sobre el tema y la falta de información sobre el uso final representará un costo más elevado en la administración de estos programas. El análisis se realizó en dólares EE.UU. constantes de 1991, y un costo de capital con una tasa de descuento de 12% anual. Un criterio fundamental para juzgar la conveniencia económica de los programas de eficiencia energética es el costo del kWh ahorrado el cual debe ser menor que el costo de producirlo y llevarlo hasta el punto de uso. En el cuadro No. 5-7 se presentan los costos por kWh ahorrado en cada programa, por ciudad, y en las figuras No. 5-7, 5-8, 5-9 y 5-10 se ilustra la relación con el potencial de ahorro. La observación más relevante es que los costos del kWh ahorrado son menores que el costo económico, medido por el CIPLP, en todos los programas. Los valores oscilan entre cUS\$1.60/kWh (a público/AA, en Barranquilla) y cUS\$5.28/kWh (a público/alumbrado, en Bogotá), siendo especialmente relevante el hecho de que los mayores niveles de ahorro se obtienen en refrigeración residencial, con niveles de costos relativamente bajos. El costo promedio de todas las medidas en todas las ciudades es de cUS\$ 3.22, el cual se compara bastante favorablemente con el CIPLP, igual a cUS\$ 3.26. Estos resultados corresponden al escenario de tarifas altas; los correspondientes al escenario de tarifas bajas son de un orden de magnitud similar, ligeramente mayores, dado que los costos son iguales pero el ahorro de energía es menor (ver anexo N).

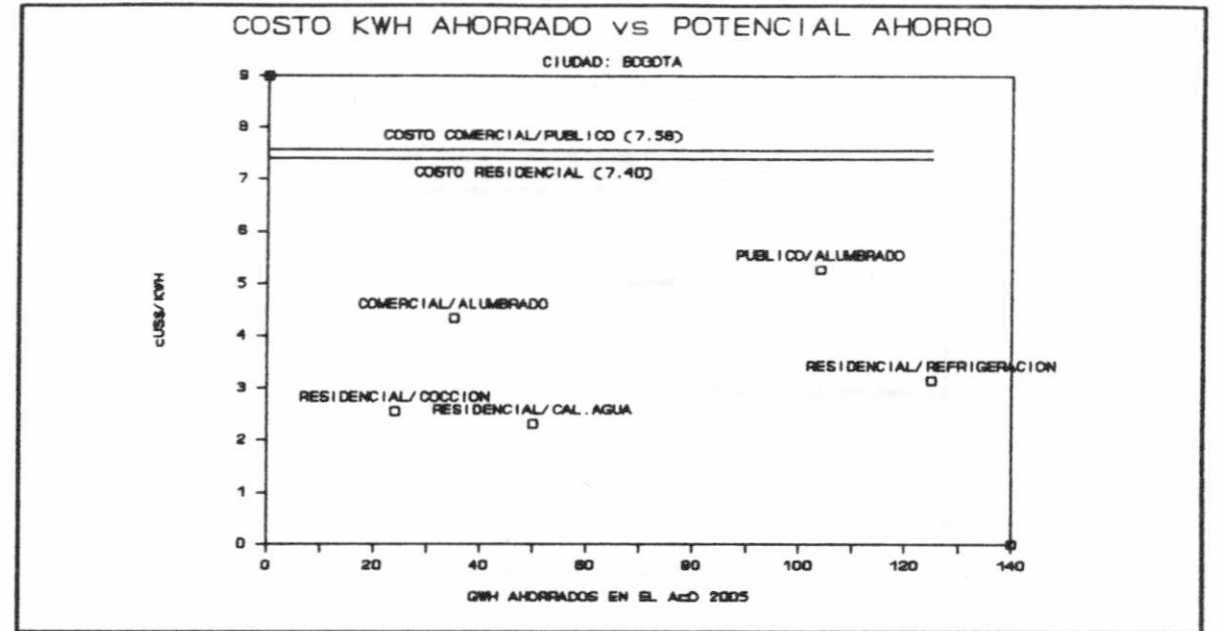


FIGURA No. 5-7

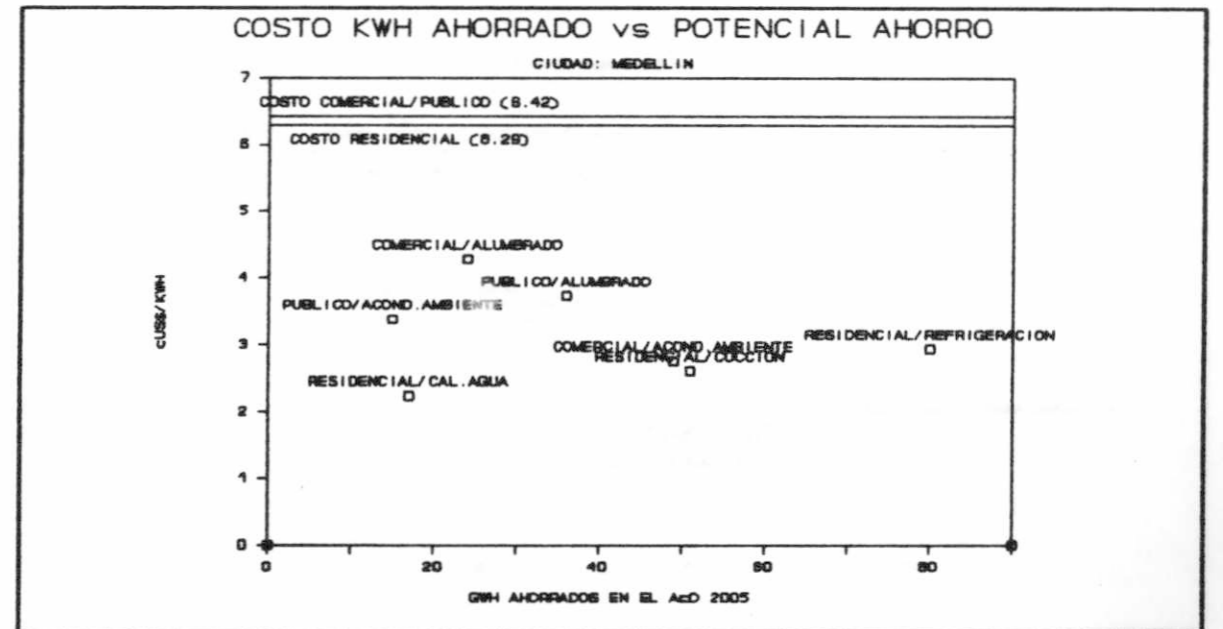


FIGURA No. 5-8

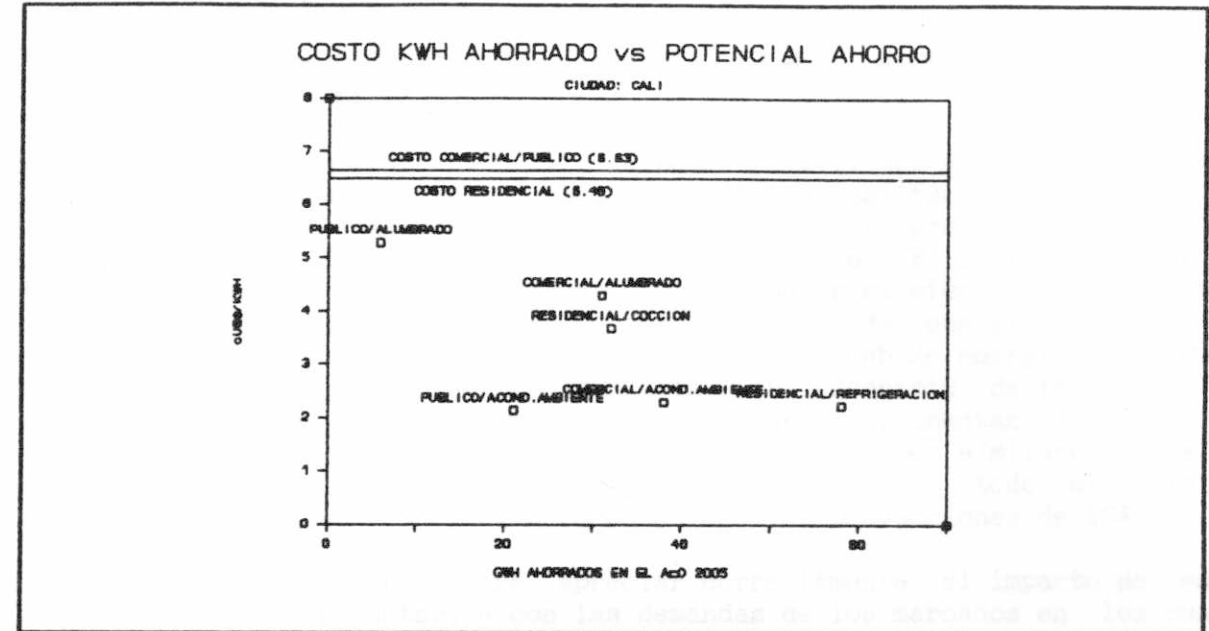


FIGURA No. 5-9

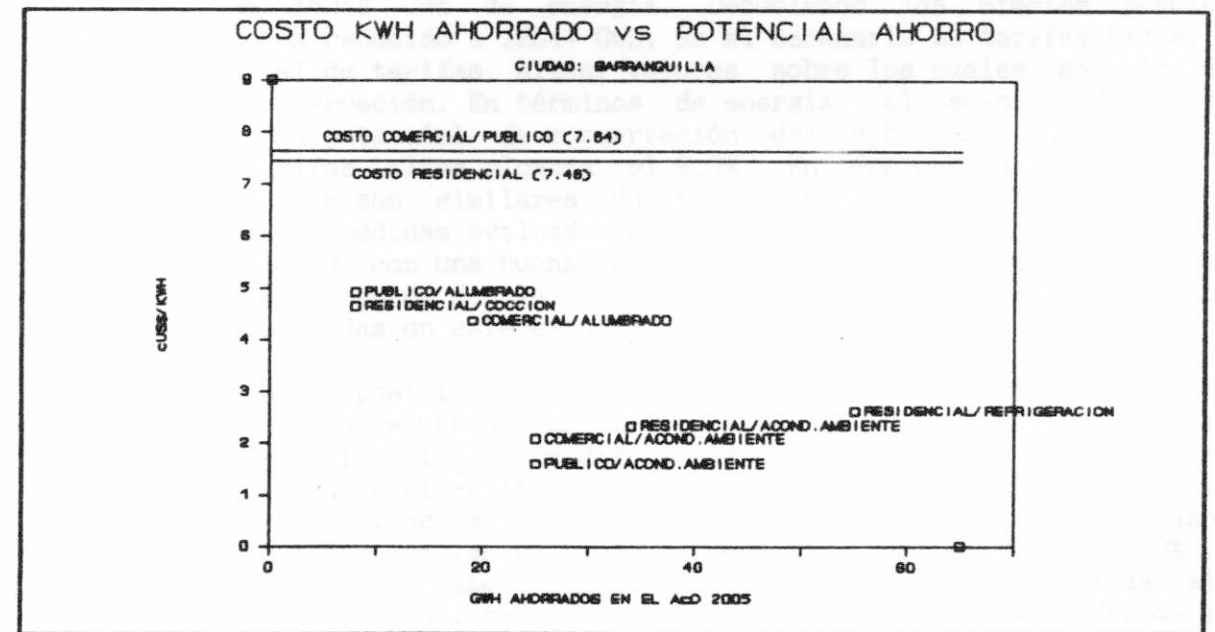


FIGURA No. 5-10

Impacto global de la medidas de conservación

5.43 En el capítulo III, sección 3.3.1, se analizó el impacto conjunto del efecto tarifario y los programas de sustitución y conservación. En esta sección se analizará independientemente el programa de conservación, una vez se deducidos los efectos precio y sustitución. El ahorro total de las medidas de conservación recomendadas, sin considerar el efecto tarifario y la sustitución, asciende en el año 2005 a 1048 Gwh de energía y 220 Mw de potencia en el escenario de tarifas bajas y a 1193 Gwh de energía y 251 Mw de potencia en el escenario de tarifas altas (el escenario de tarifas altas estimula la conservación de energía). Estos valores representan el 2.0 y 2.3% de las ventas totales de energía (en potencia dan valores similares), una vez deducido los efectos precio y sustitución^{7B}, de todo el sistema interconectado, en el año 2005, de acuerdo con las proyecciones de ISA.

5.44 Sin embargo, para apreciar correctamente el impacto de estos ahorros, hay que contrastarlos con las demandas de los mercados en los cuales se aplican las medidas, o sea los sectores residencial, comercial y público de las cuatro ciudades que se están analizando. La demanda de referencia de este mercado es de 16386 Gwh de energía. Deduciendo los efectos precio y sustitución, queda reducido a 12547 Gwh, en el escenario de tarifas bajas, y a 12382 Gwh, en el de tarifas altas, valores sobre los cuales se calcula el potencial de conservación. En términos de energía, el escenario de tarifas bajas permite un potencial de conservación del 8.5%, en tanto que en el escenario de tarifas altas alcanza el 9.9%. En términos de potencia, las magnitudes relativas son similares. Un ahorro de esta magnitud es fácil de obtener, ya que las medidas evaluadas son de fácil implementación, bajo costo y alta rentabilidad, con una buena probabilidad de que economías adicionales se puedan lograr después de la implementación exitosa de las medidas más rentables identificadas en este estudio.

5.45 La composición sectorial del potencial de ahorro por aumento de la eficiencia energética varía ligeramente entre los dos escenarios, teniendo en cuenta que la sustitución y la diferencia de precios entre los escenarios solo afecta al sector residencial (figura No. 5-11). En términos de energía, en el escenario de tarifas bajas, el sector residencial aporta 55% del ahorro (573,4 Gwh), en tanto que los sectores comercial y público aportan 23% (244 Gwh) y 22% (231 Gwh), respectivamente. En el escenario de tarifas altas aumenta la participación del sector residencial al 60% (718 Gwh), debido a la mayor tasa de penetración de tecnologías eficientes.

5.46 En términos de potencia, en el escenario de tarifas bajas, el sector residencial aporta 81.5% del ahorro (179 Mw), en tanto que los sectores comercial y público aportan 9.9% (22 Mw) y 8.6% (19 Mw), respectivamente. En el escenario de tarifas altas aumenta muy ligeramente la participación del

^{7B}/ El potencial de ahorro por incremento de la eficiencia energética se calcula sobre la demanda resultante de deducir del escenario de referencia el efecto precio y la cantidad de electricidad sustituida por GN/GLP.

sector residencial al 83.7% (210 Mw). Es bien claro que el mayor potencial de conservación de energía está en el sector residencial.

5.47 La figura No. 5-12 presenta la distribución del ahorro de energía por ciudades. En el escenario de tarifas bajas, Bogotá participa con el 34% (356 Gwh), Medellín con el 28.5% (299 Gwh), Barranquilla con el 18.2% (192 Gwh) y Cali con el 19.2% (202 Gwh). El efecto de la tarifa es más marcado en Bogotá -por el tamaño del mercado el impacto es grande en las opciones de todos los usos (refrigeración, cocción y agua caliente)-, en Medellín, por la refrigeración y el uso intensivo de electricidad en cocción, y en Barranquilla, por la influencia de la refrigeración y el aire acondicionado. El efecto es menor en Cali por la ausencia de opciones en calentamiento de agua y aire acondicionado. De esta forma, en el escenario de tarifas altas, Bogotá aumenta el ahorro a 407 Gwh (aumenta 51 Gwh), Medellín a 338 Gwh (aumenta 39 Gwh), Barranquilla a 220 Gwh (aumenta 28 Gwh) y Cali a 228.6 Gwh (aumenta 27 Gwh). La participación en términos de potencia es parecida a la de energía.



Impacto global de la medida de conservación

5.43 En el capítulo III, sección 3.3.1, se analizó el impacto conjunto del efecto tarifario y los programas de sustitución y conservación. En esta sección se analizará independientemente el programa de conservación. El ahorro total de las medidas de conservación recomendadas, sin considerar el efecto tarifario y la sustitución, asciende en el año 2005 a 1048 Gwh de energía y 220 Mw de potencia en el escenario de tarifas bajas y a 1193 Gwh de energía y 251 Mw de potencia en el escenario de tarifas altas (el escenario de tarifas altas estimaría la conservación de energía). Estos valores representan el 2.0 y 2.3% de las ventas totales de energía (en potencia dan valores similares), una vez deducido los efectos precio y sustitución⁸, de todo el sistema interconectado, en el año 2005, de acuerdo con las proyecciones de ISA.

5.44 Sin embargo, para apreciar correctamente el impacto de estos ahorros, hay que contrastarlos con las demandas de los mercados en los cuales se aplican las medidas, o sea los sectores residencial, comercial y público de las cuatro ciudades que se están analizando. La demanda de referencia de este mercado es de 16386 Gwh de energía. Deduciendo los efectos precio y sustitución, queda reducido a 12547 Gwh, en el escenario de tarifas bajas, y a 12382 Gwh, en el de tarifas altas, valores sobre los cuales se calcula el potencial de conservación. En términos de energía, el escenario de tarifas bajas permite un potencial de conservación del 8.5%, en tanto que en el escenario de tarifas altas alcanza el 9.9%. En términos de potencia, las magnitudes relativas son similares. Un ahorro de esta magnitud es fácil de obtener, ya que las medidas evaluadas son de fácil implementación, bajo costo y alta rentabilidad, con una buena probabilidad de que economías adicionales se puedan lograr después de la implementación exitosa de las medidas más rentables identificadas en este estudio.

5.45 La composición sectorial del potencial de ahorro por aumento de la eficiencia energética varía ligeramente entre los dos escenarios, teniendo en cuenta que la sustitución y la diferencia de precios entre los escenarios solo afecta al sector residencial (figura No. 5-11). En términos de energía, en el escenario de tarifas bajas, el sector residencial aporta 55% del ahorro (573.4 Gwh), en tanto que los sectores comercial y público aportan 23% (244 Gwh) y 22% (231 Gwh), respectivamente. En el escenario de tarifas altas aumenta la participación del sector residencial al 60% (718 Gwh), debido a la mayor tasa de penetración de tecnologías eficientes.

5.46 En términos de potencia, en el escenario de tarifas bajas, el sector residencial aporta 81.5% del ahorro (178 Mw), en tanto que los sectores comercial y público aportan 9.9% (22 Mw) y 8.6% (19 Mw), respectivamente. En el escenario de tarifas altas aumenta muy ligeramente la participación del

8. Véase el capítulo III, sección 3.3.1, para el análisis de la eficiencia energética en relación con la demanda de energía y la capacidad de generación eléctrica.

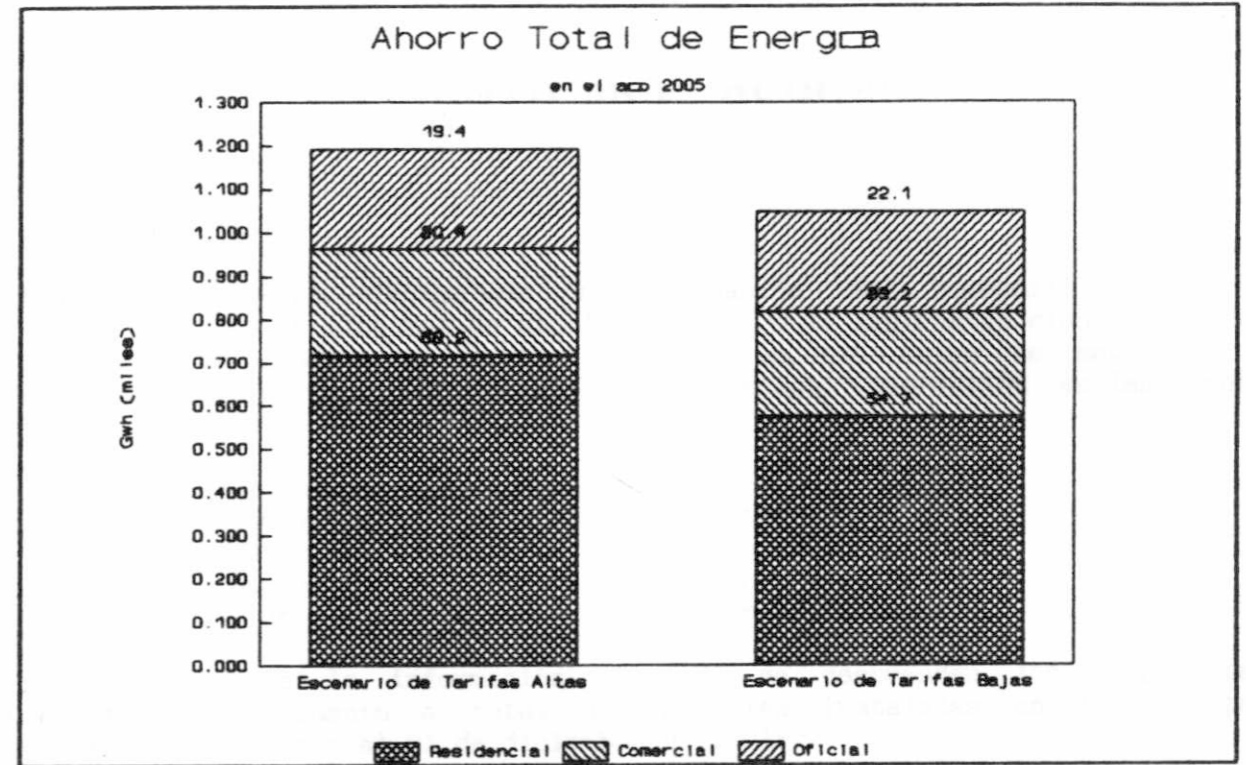


FIGURA No. 5-11

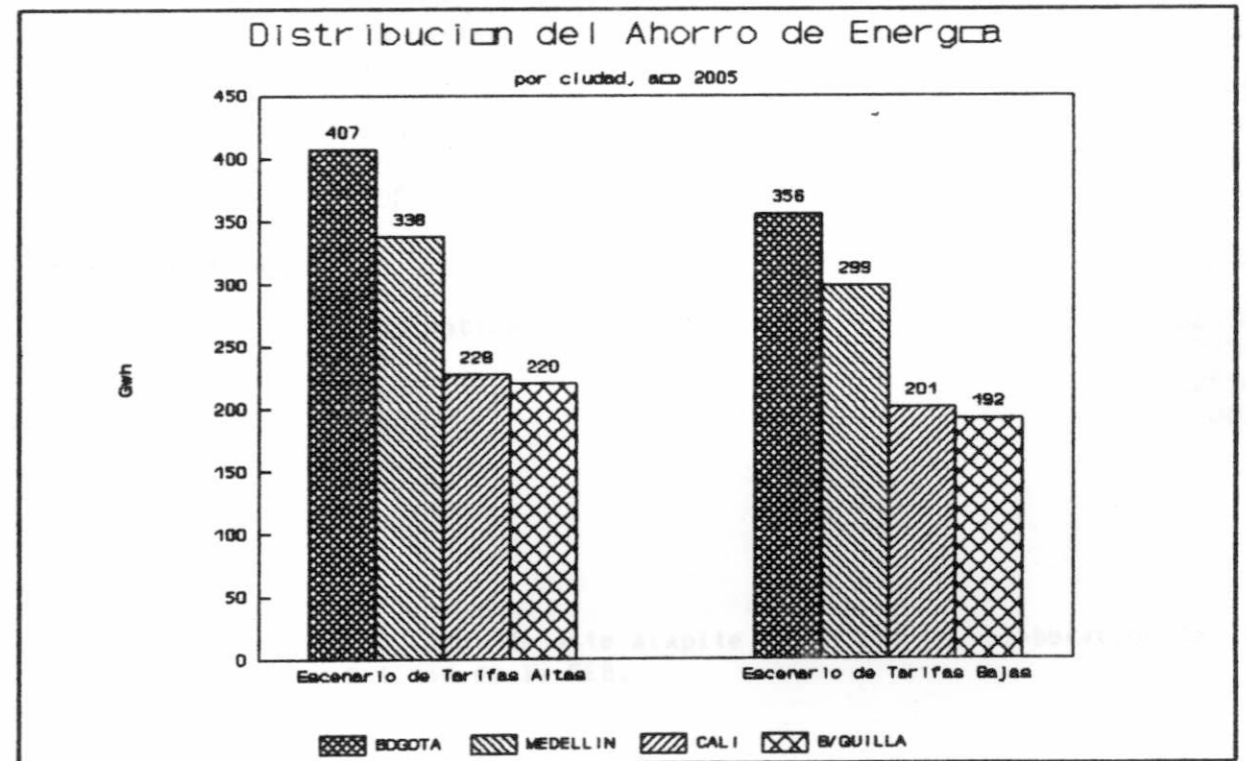


FIGURA No. 5-12

5.6 MEJORAMIENTO DEL ALUMBRADO PUBLICO

Situación actual

5.48 Para efectos de una evaluación del potencial de ahorro energético en los sistemas de alumbrado público en las cuatro ciudades objeto del presente estudio, se llevó a cabo una encuesta entre las empresas que atienden la distribución. Dicha encuesta recogió información en las áreas típicas de un sistema de iluminación:

- Inventario de puntos de iluminación
- Tipo de lámparas utilizadas por zona de tráfico
- Características eléctricas de los balastos
- Reposición de lámparas y stock en almacenes
- Criterios de iluminación de calzadas y áreas externas

5.49 De la información recogida se desprenden los siguientes resultados, en cuanto a total de luminarias instaladas en las cuatro ciudades, existentes al 31 de diciembre de 1991:⁸⁰

Luminarias de sodio de alta presión 58405

| Wattaje | Potencia total (1990) | 299 |
|------------------------------|-----------------------|-------|
| 70 vatios | | 299 |
| 150 | 23.133 Kw | 1314 |
| 250 | 62.169 Kw | 22813 |
| 400 | 3.803 Kw | 28301 |
| 700 | 288 Kw | 392 |
| 1000 | | 5286 |
| Potencia total (1990) | 91.804 Kw | |

Luminarias de mercurio 378369

| Wattaje | Potencia total (1990) | 325897 |
|-------------|-----------------------|--------|
| 125 vatios | | 325897 |
| 250 | | 23304 |
| 400 | | 25765 |
| 1000 | 50.207 Kw | 3403 |
| Mercuruilla | 11.427 Kw | |
| Fluor | 14.579 Kw | |
| Mercurio | 16.700 Kw | |

El consumo de energía para 1991, estimado a partir de las potencias nominales del sistema, es el siguiente:

⁷⁹ La versión revisada de este acápite contó con la colaboración de la División Control de Calidad de la EEB.

⁸⁰ La encuesta fue respondida por:
 -EEB-Oficina de Planeación
 -EPPM-Gerencia de Energía
 -EMCALI-Gerencia de Energía
 -ELECTRANTA-Oficina de Planeación

5.4 MEJORAMIENTO DEL ALUMBRADO PÚBLICO

Situación actual

5.48 Para efectos de una evaluación del potencial de ahorro energético en los sistemas de alumbrado público en las cuatro ciudades objeto del presente estudio, se llevó a cabo una encuesta entre las empresas que atienden la distribución. Dicha encuesta recogió información en las áreas típicas de un sistema de iluminación:

- Inventario de puntos de iluminación
- Tipo de lámparas utilizadas por zona de tráfico
- Características eléctricas de los balastos
- Reposición de lámparas y stock en almacenes
- Criterios de iluminación de calzadas y áreas externas

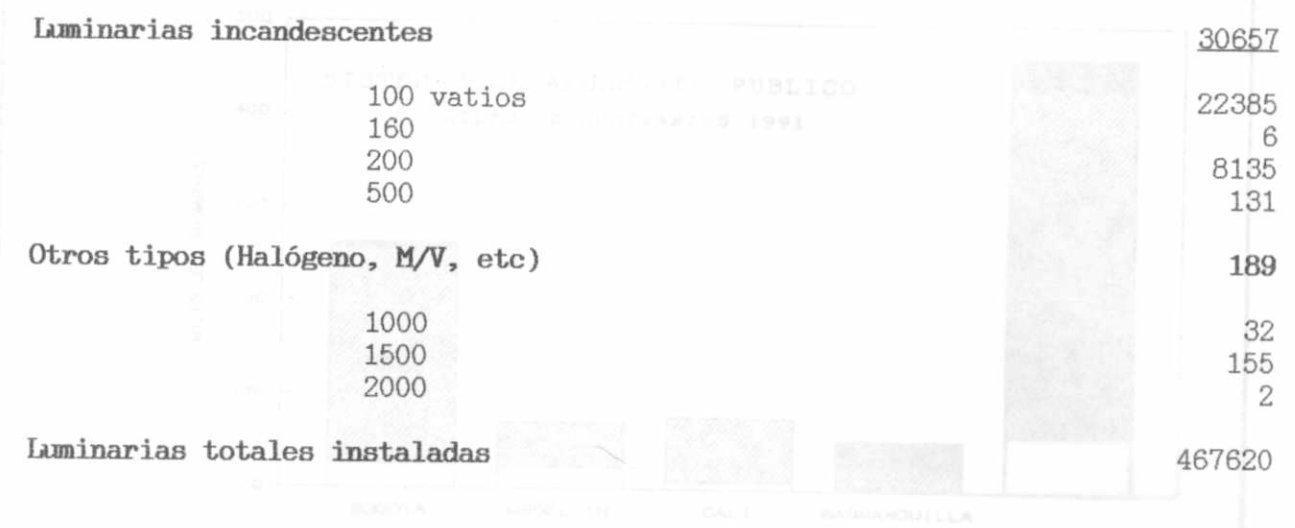
5.49 De la información recogida se desprenden los siguientes resultados, en cuanto a total de luminarias instaladas en las cuatro ciudades, existentes al 31 de diciembre de 1991:

| Wattios | 1000 | 700 | 400 | 250 | 150 |
|---------|------|-----|-----|-----|-----|
| 5288 | | | | | |
| 382 | | | | | |
| 28301 | | | | | |
| 22813 | | | | | |
| 1314 | | | | | |
| 289 | | | | | |
| 5288 | | | | | |

| Wattios | 1000 | 400 | 250 | 125 |
|---------|------|-----|-----|-----|
| 3288 | | | | |
| 2578 | | | | |
| 23304 | | | | |
| 32587 | | | | |
| 3288 | | | | |

La versión revisada de este capítulo contó con la colaboración de la División Control de Calidad de la EEB.

El presente estudio fue financiado por el Departamento Administrativo de Planeación de Bogotá, D.C., a través del Subprograma de Eficiencia Energética.



5.50 Se destacan de aquí dos hechos, uno es el predominio de la iluminación con base en lámparas de mercurio en las cuatro ciudades, sobretodo en la iluminación de calles de tráfico medio y bajo; otro, la utilización aún de lámparas incandescentes, que representan el 7% del total de las cuatro ciudades, como se muestra en el figura No. 5-14, pero que representan el 49% de las lámparas instaladas actualmente en Barranquilla.

5.51 La potencia instalada por cada tipo de luminaria es la siguiente, incluyendo solo las pérdidas nominales de los balastos^{B1}:

| | |
|-----------------------------|------------------|
| -Sodio | 25.433 Kw |
| -Mercurio | 65.169 Kw |
| -Incandescente | 3.933 Kw |
| -Otras | 269 Kw |
| Potencia total(1990) | 94.804 Kw |

5.52 La potencia nominal total instalada en el sistema de alumbrado público por ciudad, de acuerdo con el cálculo realizado a partir de la encuesta, como se ilustra en la figura No. 5-15, es la siguiente:

| | |
|---------------|-----------|
| -Bogotá | 50.207 Kw |
| -Barranquilla | 11.427 Kw |
| -Cali | 16.689 Kw |
| -Medellín | 16.300 Kw |

5.53 El consumo de energía para 1991, estimado a partir de las características nominales del sistema, es el siguiente:

Las estimaciones difieren en un +25% de la estimación hecha para este estudio y el valor reportado por ENECALI y entre -4% y +4% para Bogotá y Medellín. La diferencia de Bogotá en las estimaciones reside, en su mayor parte, en la evaluación de la capacidad instalada en balastos.

^{B1}/ Para efectos de este cálculo se asumió que todas las luminarias utilizan balasto de reactor, pues no se tiene una discriminación exacta del número de luminarias con balasto de reactor y con balasto autorregulado.

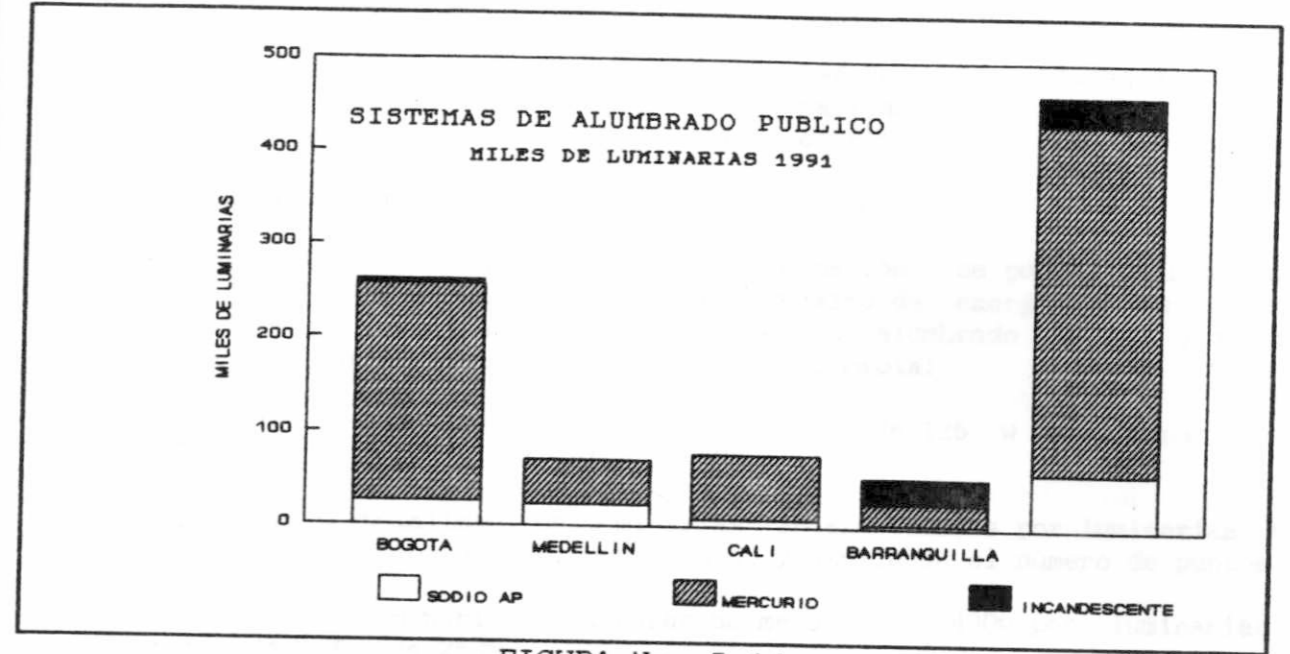


FIGURA No. 5-14

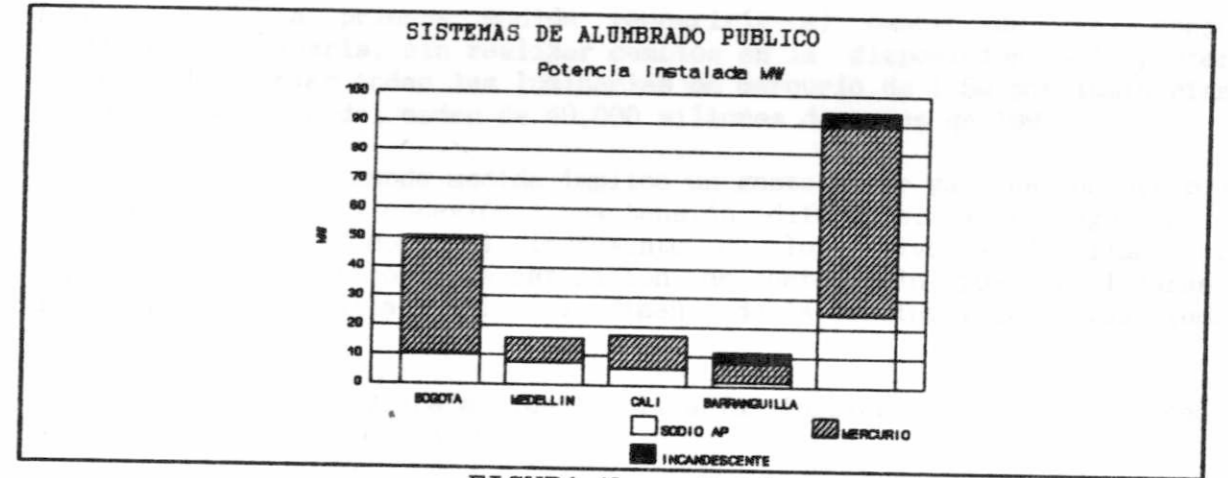


FIGURA No. 5-15

| | |
|---------------|----------------------|
| -Bogotá | 219.9 Gwh |
| -Barranquilla | 50.1 Gwh |
| -Cali | 73.9 Gwh |
| -Medellín | 71.4 Gwh |
| Total | 412.0 Gwh/año |

Estas estimaciones difieren en un +25% de la estimación hecha para este Estudio y el dato reportado por EMCALI y entre -4% y +4% para Bogotá y Medellín. En el caso de Bogotá la diferencia en las estimaciones reside, posiblemente, en la evaluación de la capacidad instalada en balastos autorregulados, que presentan mayores pérdidas nominales.

| | |
|--------|----------------------------------|
| 30857 | Luminarias incandescentes |
| 22385 | 100 vatios |
| 8 | 180 |
| 8135 | 200 |
| 131 | 500 |
| 189 | Otros tipos (Halógeno, M.V, etc) |
| 32 | 1000 |
| 155 | 1800 |
| 2 | 2000 |
| 467820 | Luminarias totales instaladas |

Se destacan de aquí dos hechos, uno es el predominio de la iluminación con base en lámparas de mercurio en las cuatro ciudades, sobre todo en la iluminación de calles de tráfico medio y bajo; otro, la utilización de lámparas incandescentes, que representan el 7% del total de las cuatro ciudades, como se muestra en el figura No. 5-14, pero que representan el 48% de las lámparas instaladas actualmente en Barranquilla.

La potencia instalada por cada tipo de luminaria es la siguiente, incluyendo solo las pérdidas nominales de los balastos:

| | |
|-----------------------------|------------------|
| -Sodio | 25.433 Kw |
| -Mercurio | 85.169 Kw |
| -Incandescente | 3.933 Kw |
| -Otras | 289 Kw |
| Potencia total(1990) | 94.804 Kw |

La potencia nominal total instalada en el sistema de alumbrado público por ciudad, de acuerdo con el cálculo realizado a partir de la encuesta, como se muestra en la figura No. 5-15, es la siguiente:

| | |
|---------------|-----------|
| -Bogotá | 50.207 Kw |
| -Barranquilla | 11.427 Kw |
| -Cali | 18.689 Kw |
| -Medellín | 18.300 Kw |

El consumo de energía para 1991, estimado a partir de las características nominales del sistema, es el siguiente:

Este estudio fue financiado por el Departamento Administrativo de Planeación de Bogotá, D.C. y el Departamento Administrativo de Planeación de Medellín, A.D.P. El estudio fue realizado por el Departamento Administrativo de Planeación de Bogotá, D.C. y el Departamento Administrativo de Planeación de Medellín, A.D.P. El estudio fue financiado por el Departamento Administrativo de Planeación de Bogotá, D.C. y el Departamento Administrativo de Planeación de Medellín, A.D.P.

5.54 El consumo en alumbrado público en las cuatro ciudades de mayor tamaño del país, representa el 50% del total nacional en alumbrado público, y el 1,6% de las ventas nacionales de energía eléctrica.

Potencial máximo técnico de ahorros

5.55 A partir de la anterior información, se puede realizar una evaluación del potencial teórico de ahorro máximo de energía eléctrica, con varias medidas que resultan típicas en sistemas de alumbrado público, y que su aplicación resultaría relativamente viable en Colombia:

- Cambio de luminarias y lámparas de mercurio de 125 w por luminarias y lámparas de sodio de alta presión de 50w.
- Cambio de la totalidad de luminarias incandescentes por luminarias de sodio de alta presión de 50w, rediseñando y ampliando el número de puntos.
- Cambio de las luminarias y lámparas de mercurio de 400w por luminarias y lámparas de sodio de 250w.

5.56 La primera medida requeriría el cambio de todo el conjunto eléctrico y luminaria, sin realizar cambios en la disposición de la postería. El costo de cambiar todas las luminarias de mercurio de 125w por luminarias de sodio de 50w sería del orden de 40,000 millones de pesos de 1992.

5.57 La segunda medida implica un gasto mayor ya que incluye poste, luminaria, bombillo y conexión a una tensión diferente. La prolongación de la vida útil⁸² así como el incremento de los niveles de iluminación, justifican la inversión. Una estimación de costos solo puede realizarse con una evaluación detallada del nuevo diseño de la iluminación en las ciudades correspondientes.

5.58 La tercera medida implicaría también el cambio de todo el conjunto eléctrico y de la luminaria.

5.59 La potencia instalada total al aplicar las tres medidas, sería de 64 MW y el consumo nominal pasaría de 412 Gwh/año a 281 Gwh/año, lo cual representaría una reducción del 32%. La reducción máxima del aporte a la demanda pico nacional sería de 20 Mw.⁸³

Perspectivas efectivas

5.60 Las medidas anteriores y los ahorros máximos asociados, representan el potencial de incremento de eficiencia energética en alumbrado

⁸²/ La relación de vida promedio entre ambas lámparas es del orden de 1:24 y entre los niveles de iluminación es de 1:8.

⁸³/ Asumiendo un factor de coincidencia de 95%

El consumo en alumbrado público en las cuatro ciudades de mayor tamaño del país, representa el 50% del total nacional en alumbrado público, y el 1.8% de las ventas nacionales de energía eléctrica.

Potencial máximo técnico de ahorros

A partir de la anterior información, se puede realizar una evaluación del potencial técnico de ahorro máximo de energía eléctrica, con varias medidas que resultan típicas en sistemas de alumbrado público, y que su aplicación resultaría relativamente viable en Colombia:

- Cambio de lámparas y lámparas de sodio de alta presión de 125 w por lámparas de sodio de alta presión de 50w.
- Cambio de la totalidad de lámparas incandescentes por lámparas de sodio de alta presión de 50w, reduciendo el número de puntos.
- Cambio de las lámparas y lámparas de sodio de 400w por lámparas de sodio de 250w.

La primera medida reduciría el consumo de electricidad y lámparas, sin realizar cambios en la disposición de la postera. El costo de cambiar todas las lámparas de sodio de 125w por lámparas de sodio de 50w sería del orden de 40,000 millones de pesos de 1992.

La segunda medida implica un gasto mayor ya que incluye poste, lámparas, bombillo y conexión a una tensión diferente. La prolongación de la vida útil así como el incremento de los niveles de iluminación, justifican la inversión. Una estimación de costos solo puede realizarse con una evaluación detallada del nuevo diseño de la iluminación en las ciudades correspondientes.

La tercera medida implicaría también el cambio de todo el conjunto eléctrico y de la luminaria.

La potencia instalada total al aplicar las tres medidas, sería de 64 MW y el consumo nominal pasaría de 412 GWh/año a 281 GWh/año, lo cual representaría una reducción del 32%. La reducción máxima del aporte a la demanda pico nacional sería de 20 Mw.

Perspectivas efectivas

Las medidas anteriores y los ahorros máximos asociados, representan el potencial de incremento de eficiencia energética en alumbrado

El factor de vida útil de una lámpara de sodio de alta presión es del orden de 10,000 horas entre los niveles de iluminación de 100 y 150 lux.

El factor de vida útil de una lámpara de sodio de alta presión es del orden de 10,000 horas entre los niveles de iluminación de 100 y 150 lux.

público en las ciudades de mayor tamaño en Colombia. Sin embargo, su aplicación real debe hacerse en un período relativamente largo de tiempo, con lo cual los ahorros energéticos efectivos anuales se reducen sustancialmente, en el corto y en el mediano plazo.

5.61 De acuerdo con la información de las cuatro empresas eléctricas, la reposición de lámparas en 1990 representó el 2.5% del total de lámparas instaladas en las calles vehiculares y peatonales, iluminadas predominantemente con lámparas de mercurio de 125w. Por otra parte, la EEB tenía existencias en almacenes de estas últimas, 20551 unidades (equivalente al 11% de los puntos existentes)⁸⁴, con las cuales se pueden efectuar reposiciones durante cuatro años, al ritmo promedio informado para 1990.

5.62 Se evaluó el beneficio económico del primer cambio, en un escenario de sustitución progresiva de luminarias en las cuatro ciudades del Estudio, de la siguiente manera:

- Crecimiento del número de puntos instalados 1.5% anual
- Reposición de luminarias de mercurio ya instaladas 5% anual

En este escenario, la demanda por electricidad en alumbrado público para el año 2005 se reduciría en 30% respecto a la proyección sin cambio a luminarias de sodio y 20% respecto de la demanda de 1991. Si la participación de las cuatro ciudades se mantuviera constante, ello significaría un ahorro de 0.5% de la demanda total nacional en el año en mención. El efecto de este cambio, se ilustra a continuación en la Figura No. 5-16.

5.63 Se realizó un análisis de sensibilidad de la relación beneficio/costo entre dos medidas de cambio por lámparas de sodio de 50 w, las lámparas existentes de mercurio 125w. Un caso fue el relativo a la reposición del conjunto eléctrico solamente y otro caso, cambiando la luminaria y el conjunto eléctrico. En ambos casos, se supuso que el incremento anual de los puntos de alumbrado se haría con luminarias de sodio de 50 w. Los resultados fueron los siguientes:

| | | |
|---|-------|------|
| Valor presente neto (Millones de pesos) | 10843 | 836 |
| Tasa interna de retorno | 247% | N/A |
| B/C | 4.07 | 0.95 |

El ahorro en cada punto de luz se calcula a partir de la diferencia entre el consumo de energía de las lámparas de mercurio y las lámparas de sodio. El ahorro en el conjunto eléctrico se calcula a partir de la diferencia entre el costo de las lámparas de mercurio y las lámparas de sodio. El ahorro en la luminaria se calcula a partir de la diferencia entre el costo de la luminaria de mercurio y la luminaria de sodio.

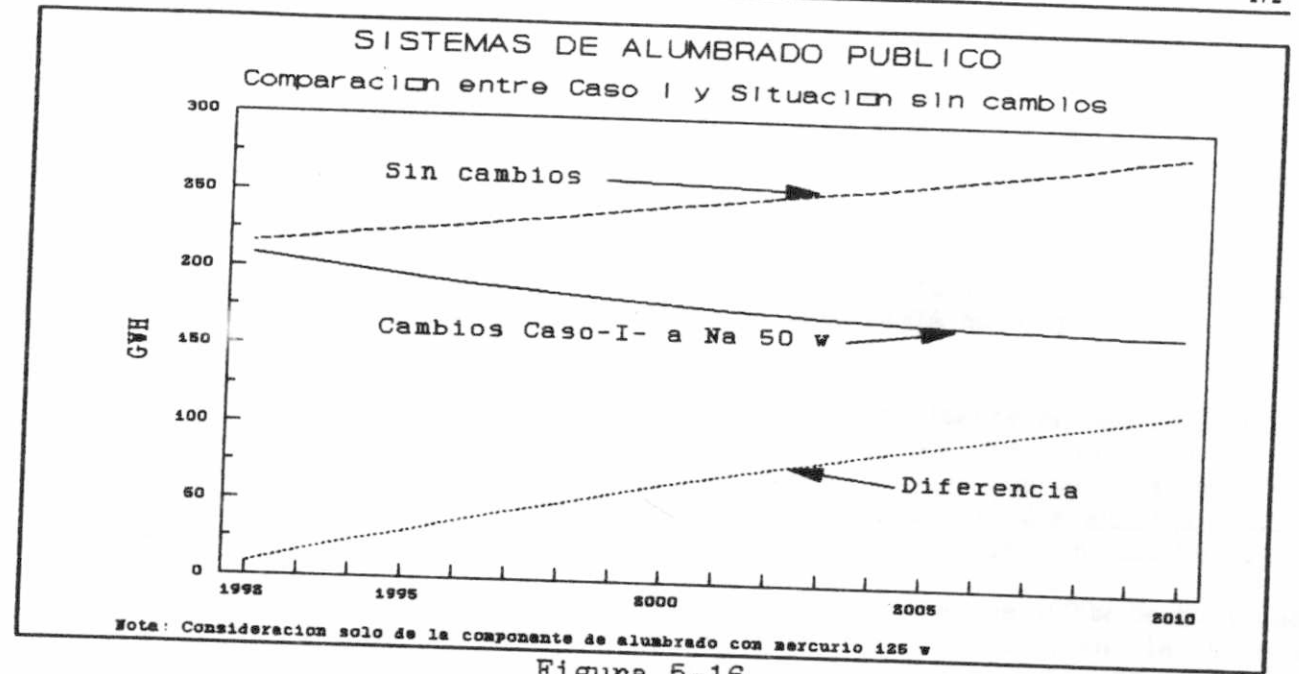


Figura 5-16

| | CASO I cambio del 5% de lámparas y balastos de Hg125w por Na 50w | CASOII cambio del 5% de luminarias, lámparas y balastos de Hg125w por Na 50w |
|---|---|---|
| Valor presente del costo directo (Mill\$'92) | 3320 | 15757 |
| Valor presente de ahorros en energía (Mill\$'92) | 14163 | 14163 |
| Valor presente de ahorros netos (Mill\$'92) | 10843 | -836 |
| Tasa interna de retorno | 247% | N.A |
| B/C | 4.27 | 0.95 |

5.64 La gran diferencia que se presenta entre los ahorros netos en cada opción, señalan la importancia de estudiar en mayor detalle los problemas efectivos asociados con el cambio de lámparas de mercurio por lámparas de sodio. En opinión de algunos fabricantes, el cambio podría ser directo, sin cambiar la luminaria. En opinión de técnicos en iluminación de las empresas eléctricas, el cambio debería afectar tanto a la luminaria como al conjunto eléctrico, por efectos de temperatura en la lámpara de sodio, que disminuirían su vida útil.

De acuerdo con la información de las cuatro empresas eléctricas, la reposición de lámparas en 1990 representó el 2.5% del total de lámparas instaladas en las calles vehiculares y peatonales, iluminadas predominantemente con lámparas de mercurio de 125w. Por otra parte, la EEB tenía existencias en almacenes de estas lámparas (equivalentes al 1% de los puntos existentes), con las cuales se pueden efectuar reposiciones durante cuatro años, al ritmo promedio informado para 1990.

Se evaluó el beneficio económico del primer cambio, en un escenario de sustitución progresiva de luminarias en las cuatro ciudades del estudio, de la siguiente manera:

- Reposición de luminarias de mercurio ya instaladas
- Crecimiento del número de puntos instalados

En este escenario, la demanda por electricidad en alumbrado público para el año 2005 se reduciría en 30% respecto a la proyección sin cambio a luminarias de sodio y 20% respecto de la demanda de 1991. Si la participación de las cuatro ciudades se mantuviera constante, ello significaría un ahorro de 0.5% de la demanda total nacional en el año en mención. El efecto de este cambio, se ilustra a continuación en la figura No. 5-16.

Se realizó un análisis de sensibilidad de la relación beneficio/costo entre dos medidas de cambio por lámparas de sodio de 50 w, las lámparas existentes de mercurio 125w. Un caso fue el relativo a la reposición del conjunto eléctrico solamente y otro caso, cambiando la luminaria y el conjunto eléctrico. En ambos casos, se supuso que el incremento anual de los puntos de alumbrado se haría con luminarias de sodio de 50 w. Los resultados fueron los siguientes:

5.65 La magnitud del valor presente de los ahorros netos de la opción descrita como Caso I, amerita, en nuestra opinión un estudio detallado sobre la vida útil de las lámparas de sodio de 50w, operando en una luminaria para lámparas de mercurio.

5.66 La medida de cambio del actual alumbrado incandescente de la ciudad de Barranquilla ha sido recomendada en estudios de reducción de pérdidas, pero la problemática financiera de ELECTRANTA no ha permitido abocar este proyecto.^{B5}

5.67 Las lámparas de 400w de mercurio, actualmente en uso en algunas calles y avenidas, podrían cambiarse progresivamente por lámparas de sodio de 250w, sin sacrificar los niveles de iluminación, aunque los especialistas en iluminación de la EEB recomiendan realizar diseños detallados en cada ciudad para definir los cambios más apropiados en tipo de luminaria y su potencia.

5.68 La EEB ha realizado el cambio de lámparas de 1000w de sodio de alta presión por lámparas de 400w de sodio de alta presión, en la Carrera Séptima de la ciudad de Bogotá, logrando ahorros de potencia de 0.25 Mw, manteniendo niveles de iluminación apropiados.

5.69 Un aspecto importante a resaltar en los consumos de los sistemas de alumbrado público, es el relativo al pago de la energía utilizada, y que debe ser considerado en el diseño de una política de uso eficiente de electricidad. La EEB no percibe ingreso alguno por el servicio de alumbrado público, situación originada en los compromisos firmados con la ciudad de Bogotá, para la municipalización de la empresa en el año de 1960, a raíz de los cuales se comprometía por un período fijo de cinco años a asumir todos los gastos asociados con la red de alumbrado, convenio que debía ser revisado y renovado cada año después del período inicial. En la actualidad se mantiene dicho convenio sin revisión, por lo cual sería de gran impacto para dicha empresa llevar a cabo un programa de una escala considerable para reducir la demanda de energía eléctrica, sin sacrificar niveles de iluminación o mejorándolos en algunos casos. Las otras tres empresas perciben pagos anuales por este servicio a través de las administraciones municipales, las cuales recaudan .

5.70 El potencial de ahorro a nivel nacional en los sistemas de alumbrado público, es semejante al potencial de ahorro en las cuatro ciudades estudiadas, pues las prácticas de iluminación son muy similares. Sin tener muchos datos disponibles, de todas maneras se puede afirmar, que el potencial de ahorro nacional en este caso es del orden de 1% de la demanda total de energía eléctrica en el año 2005.

entivo para la conservación. Para el sector residencial en los estratos 1, 2, y 3, el nivel tarifario adecuado solo se logrará en el largo plazo (más allá del año 2000), en contraste con los estratos 4, 5 y 6 y los sectores comercial y oficial, cuyas tarifas llegarán a ser ya por encima del costo económico del suministro (las tarifas actuales son más favorables para iniciar un programa de eficiencia energética en estos estratos y sectores).

^{B5/} El resto del alumbrado en el área atendida por ELECTRANTA, presenta una situación semejante a la de Barranquilla.

CAPITULO VI

MARCO Y MECANISMOS DE IMPLEMENTACION DEL PROGRAMA DE EFICIENCIA ENERGETICA

6.1 ASPECTOS GENERALES

6.01 El desarrollo e implementación de un programa de eficiencia en el uso final dentro del contexto de la PIR (Planificación Integrada de Recursos: ver numerales 2.01 y 2.02) requiere una amplia participación de los actores, tanto del sector público como del privado, de los cuales algunos nunca han cumplido una función directa dentro del sector eléctrico de Colombia. Cada programa requerirá de estrategias de diseño, evaluación, y monitoreo de los ahorros. También se requerirá estrategias para su financiamiento, acciones reguladoras, y diferentes tipos de asistencia técnica y analítica.

6.02 El marco institucional contempla la participación de un conjunto de actores de distinta naturaleza, que hay que coordinar y armonizar. En el centro del esquema institucional está el Gobierno, con múltiples funciones, en diferentes niveles de decisión, control y operación. El objetivo del programa de eficiencia energética es lograr que el interés del consumidor se oriente hacia equipos y prácticas más eficientes y fomentar la oferta de equipos y edificios más eficientes. Para lograr ese efecto, se necesitan cinco subprogramas a corto plazo: 1) una política de precios adecuada, reflejando los costos económicos y relativos; 2) normas y pruebas que especifiquen niveles de calidad para promover la oferta de equipo eléctrico eficiente; 3) educación del público mediante un flujo adecuado de información, acoplado a un sistema de cumplimiento, basado en certificaciones y etiquetado; 4) desarrollo de un programa de Administración de la Demanda (ADD) y promoción de las opciones de mejoramiento de la eficiencia; 5) establecimiento de estándares de diseño y construcción de edificaciones. En la sección 6.2 de este capítulo se examinará el tema y se propondrá un esquema institucional debidamente articulado para implementar los cuatro últimos subprogramas. Adicionalmente, se presentarán en forma resumida, los proyectos pilotos que se han diseñado para dar inicio a corto plazo a los subprogramas mencionados: normalización de equipo de uso final y edificaciones, certificación y etiquetado de equipo y subprograma de ADD.

6.03 El consumidor de energía es el eje fundamental sobre el cual deben girar todas las acciones. Para el consumidor el incremento de la eficiencia - sea por cambio de hábitos, mejora del equipo o adquisición de equipo más eficiente- debe ser un buen negocio. A este respecto, la estructura tarifaria debe estar adecuada como primer incentivo para la conservación. Para el sector residencial, en los estratos 1, 2, y 3, el nivel tarifario adecuado solo se logrará en el largo plazo (más allá del año 2000), en contraste con los estratos 4, 5 y 6 y los sectores comercial y oficial, cuyas tarifas llegarán rápidamente o están ya por encima del costo económico del suministro (las condiciones tarifarias son más favorables para iniciar un programa de incremento de la eficiencia energética en estos estratos y sectores).

6.04 Una condición que hay que reconocer como necesaria para que el programa de eficiencia energética sea exitoso es la participación activa de las empresas eléctricas, que como se verá más adelante, deberán participar como vendedoras de servicios energéticos en el subprograma de ADD. En otras palabras, el programa deberá ser también un negocio bueno para las compañías eléctricas y, por lo tanto, el esquema tarifario deberá ayudar a solucionar la situación financiera, al tiempo que promueve la participación de los consumidores de energía. En la sección 6.2 se analizarán los aspectos de tarifas, incentivos, equidad y eficiencia económica y el papel de las electrificadoras como compañías de servicios energéticos. Los aspectos de financiación del programa serán tratados en cada tema separadamente, en la medida que se vayan desarrollando.

6.05 En la sección 6.4 se comentará sobre las posibilidades de la participación privada en la venta de servicios energéticos, dentro de un programa de ADD. En la sección 6.5 se tratarán los aspectos institucionales de la normalización y homologación de elementos, equipos y artefactos necesarios para el uso del GN y el GLP, así como de los aspectos complementarios sobre seguridad en el uso del gas, como formas de facilitar el desarrollo del mercado de gas. Se presenta, también, en forma resumida, el subprograma de normalización y certificación del equipo y las instalaciones de gas, que se ha diseñado para iniciar en el corto plazo esta componente del programa de sustitución. Finalmente, en la sección 6.6 se presenta un resumen de las principales conclusiones en cuanto a los aspectos institucionales y mecanismos de implementación.

6.2 MARCO INSTITUCIONAL

6.06 La estructura organizativa debe tener en cuenta que hay tareas de índole nacional y otras de índole regional o local. Básicamente, las funciones a nivel nacional estarían orientadas a: i) establecer las relaciones con la industria y el sector de la construcción, entre otros agentes, para llevar a cabo el programa de normalización y etiquetado; ii) llevar a cabo las campañas educativas de alcance nacional; iii) coordinar y trazar políticas generales que guíen las actividades a nivel regional; y iv) evaluar los impactos del programa y reorientar las acciones. A nivel regional, serían las campañas locales de ADD y el trato con los consumidores, o sea, asistencia técnica y financiera, auditorías y otras acciones directas. En este esquema, las tareas a nivel regional pueden ser asumidas por unidades especializadas al interior de las empresas eléctricas o entidades especializadas de capital mixto, como PESENCA en la Costa Atlántica. Lo importante es que las dos instancias existan coordinadamente y operen de forma orgánica, de tal forma que todos los subprogramas queden debidamente atendidos.

6.07 Varias opciones fueron evaluadas y se analizaron dos experiencias internacionales (PROCEL de Brasil y CENERGIA de Perú), encontrándose tanto méritos como dificultades en cada propuesta. Adicionalmente, se encontró que en el país existe un **SISTEMA DE CALIDAD**, con organización, experiencia y recursos (aunque los financieros son limitados en la actualidad), cuyos

objetivos y estructura organizativa permiten acoger el programa de eficiencia energética, en el corto plazo, sin mayores modificaciones, dada la naturaleza similar de las actividades. La propuesta que aquí se presenta está orientada a adaptar el SISTEMA DE CALIDAD para que pueda constituirse en el marco institucional inicial del programa, sin que abandone sus actuales obligaciones y actividades, y plantear la necesidad de desarrollar una estructura más especializada y amplia para ser desarrollada a más largo plazo.

6.08 El primer ejemplo internacional es el de CENERGIA en Perú. Esta es una INSTITUCION ESPECIALIZADA, cuya única función es la eficiencia energética y se financia en parte por medio de la venta de sus servicios. Básicamente, es un "Centro de Conservación de Energía"⁸⁶, cuya premisa es que la eficiencia energética es un actividad especializada que no debe ser hecha por las empresas del sector, sino por una institución dedicada exclusivamente a ella. Resumidamente, el CENTRO tendría las siguientes características⁸⁷:

- En general, el CENTRO debe servir como un cuerpo consultivo para el Gobierno y proveer servicios de diagnóstico y asistencia técnica a las industrias y otras organizaciones interesadas.

- El CENTRO debe tener una organización independiente y estatus financiero autónomo. En sus inicios, deberá tener ayuda presupuestal del Gobierno; sin embargo, deberá organizarse como una firma vendedora de servicios, que promueva el mercadeo de sus servicios, de tal forma que se reduzca la dependencia financiera del gobierno.

- Servicios ofrecidos:

Servicios técnicos: diagnósticos y auditorías energéticas de plantas industriales, estudios de factibilidad y servicios especiales de consultoría (transferencia de tecnología avanzada, reciclaje de desperdicios, por ejemplo), asesoría en nueva tecnología para conservación de energía y evaluación de proyectos industriales desde el punto de vista de la utilización de energía, asesoría en la organización de la administración de la energía al nivel de las plantas industriales.

Entrenamiento: El espectro de servicios de entrenamiento debe incluir seminarios de administración de la energía, técnicas de

⁸⁶/ En el año 1982, el BID promovió esta idea y publicó algunos documentos. Entre ellos, "Centros para la Conservación de Energía en la Industria", y "Consideraciones para la Creación de Centros Auditoría y Estudios Energéticos para la Industria en Latinoamérica", Departamento de Desarrollo Económico y Social, División de Estudios Generales, Sección de Economía Industrial e Infraestructura.

⁸⁷/ En el marco de la ayuda de cooperación Técnica de la GTZ, se produjo el documento "Investigation of the feasibility of a Centre for Rational Energy Use Mission Report" por Jan Cernoch, December, 1987, del cual extractamos las principales ideas. Estos conceptos son similares a los planteados en los documentos de BID, citados arriba.

conservación y estándares de seguridad, motivación de grupos para el uso racional de energía, estudio de casos para modernizar equipos de producción y consumo de energía, etc. La actividad de los seminarios deberá estar acoplada a la elaboración de folletos y manuales.

Sistemas y manejo de la información: Evaluación periódica de las tendencias de consumo de energía sectorial y regional y mantenimiento de una base de datos sobre las intensidades energéticas de la industria colombiana y de equipos y procesos alternativos experimentados en otros países.

- El CENTRO deberá desarrollar campañas orientadas hacia los encargados de tomar las decisiones en industrias seleccionadas, universidades, centros de formación tecnológica y asociaciones profesionales.

6.09 Tanto en CENERGIA, el cual es una institución activa, como en la mayoría de los documentos donde se sustenta y describen las actividades de este tipo de CENTROS, se plantea su desarrollo a partir de actividades orientadas hacia el uso racional de energía en la industria, al menos en sus comienzos. La justificación de un Centro de Conservación de Energía está basada en actividades multisectoriales, donde se conjuguen simultáneamente todas las fuentes de energía. Dado el espectro más limitado de este estudio, el cual no incluye a la industria ni al transporte, y se concentra más en la electricidad y sus sustitutos residenciales y comerciales, no es el contexto más apropiado para considerar la idea de un Centro de Conservación de Energía. Esto requiere de un punto de vista integral de la conservación de energía, lo cual solo se podrá hacer cuando se hayan involucrado a los otros sectores. No obstante, se recomienda tener en cuenta esta alternativa dentro del diseño del esquema institucional cuando se tengan todos los elementos multisectoriales. Es claro que la reconversión industrial y la modernización tecnológica necesitarán de uno o varios centros especializados, entre los cuales hay que considerar esquemas de inversión mixtos como PESENCA.

6.10 El segundo ejemplo internacional es el programa de conservación de energía eléctrica -PROCEL- en Brasil (ver anexo L). PROCEL es un PROGRAMA del sector energía liderado por la compañía ELETROBRAS, desde 1985, y fue establecido a partir de los resultados de la investigación detallada llevada a cabo por grupos de trabajo de las compañías eléctricas sobre los potenciales de ahorro de electricidad en el Brasil. Es importante resaltar el hecho de que la puesta en marcha del PROCEL, fue precedida por un grupo de iniciativas en menor escala a cargo de las empresas distribuidoras regional. PROCEL es financiado con fondos propios del sector: el financiamiento de las actividades en las cuales están involucradas las empresas distribuidoras ha corrido a cargo directamente de ELETROBRAS y se han establecido convenios para promover el ahorro energético, en los cuales ELETROBRAS financia alrededor del 50% de las inversiones que sean necesarias, bajo la modalidad de recursos no reembolsables. Los principales programas llevados a cabo en el marco de PROCEL se resumen a continuación:

- Programas de difusión en medios masivos de comunicación: Emisión de publicidad institucional y específica sobre ahorro energético, en la televisión.
- Etiquetas de consumo para electrodomésticos: Su objetivo es informar a los usuarios sobre el consumo de estos equipos, al momento de su compra. Se han desarrollado varias fases en este programa:
 - Elaboración de normas técnicas para pruebas.
 - Construcción de un laboratorio patrón.
 - Divulgación periódica de tablas de consumo y fijación de etiquetas.
- Laboratorio de pruebas: ELETROBRAS construyó un módulo de pruebas de equipos eléctricos en el CEPEL -Centro de Investigaciones Eléctricas-, en el cual se efectúan pruebas, se discuten y establecen normas y se certifican los consumos. El énfasis inicial se ha puesto en refrigeración y motores.
- Encuestas de posesión de electrodomésticos y hábitos de consumo: Su objetivo es determinar hábitos y grado de difusión de electrodomésticos en los hogares, diagnosticar la influencia de estos en la demanda máxima e identificar medidas adicionales de ahorro.
- Diagnóstico del Potencial de ahorro en la industria y el comercio: Con este programa se busca identificar y cuantificar las oportunidades de conservación, las inversiones requeridas, elaboración de "cartas de compromiso", a partir de auditorías energéticas realizadas por las empresas eléctricas, con los usuarios y mediciones de los resultados obtenidos. En este programa se ha avanzado hasta la metodología para medición de consumos y seguimiento de la aplicación de acciones específicas en la industria.
- Sustitución de lámparas incandescentes en la iluminación pública: La iluminación pública en muchas regiones del Brasil ha tenido una participación considerable de lámparas incandescentes, las cuales tienen baja duración y bajos niveles de eficiencia.
- Entrenamiento de personal técnico de las distribuidoras. Seminarios Técnicos periódicos ofrecidos por especialistas del PROCEL.
- PROCEL en las escuelas primarias: Este programa está dirigido a los niños de quinto primaria. Se basa en videos, revistas infantiles y juegos sobre el tema de la conservación energética y en cursos de entrenamiento para profesores y monitores.
- Ferias de la energía en el hogar y en el campo: Movilización de stands especializados en el tema de ahorro energético, a sitios con gran afluencia de público, especialmente grandes exposiciones en sitios abiertos, etc.

- Seminarios de técnicas de conservación de electricidad: PROCCEL realiza un promedio de 30 seminarios anuales para difusión de tecnologías y procedimientos para ahorro de electricidad.
- Conservación de electricidad en edificios: Promoción de normas urbanísticas que incrementen la eficiencia en edificios.
- Conservación de energía en empresas federales: Este programa se apoya en los Comités Internos de Conservación de Energía -CICE-, creados por el Gobierno Federal en todas sus entidades, a las cuales ELETROBRAS les ha definido metas de ahorro de energía detalladas por año.

6.11 Es recomendable desarrollar un programa como PROCCEL en el mediano plazo (5 años), para darle coherencia al conjunto complejo de subprogramas y actividades que tienen como objetivo el mejoramiento de eficiencia energética. Es claro que la única forma de mantener coherentemente en el tiempo las acciones de un número variado de actores es mediante una coordinación de alto nivel en el sector energético. No obstante que este proyecto tiene alcances limitados en cuanto a los sectores y fuentes de energía que estudia, vale la pena plantear la necesidad de una coordinación de parte de la Comisión Nacional de Energía, como ente que puede definir la política general de Uso Eficiente de Energía, para todos los sectores consumidores y todas las fuentes de energía. Obviamente, el marco regulatorio que se propone en este documento sería un aspecto particular de todo el esquema y deberá ser revisado una vez se presenten los resultados de los estudios que se llevan a cabo en los otros sectores consumidores de energía. La CNE, en especial, deberá coordinar y/o trazar políticas en cinco aspectos esenciales, entre otros, los cuales no pueden ser manejados a nivel subsectorial (por ejemplo, por las electrificadoras): i) coordinar la política de precios de las diferentes fuentes de energía con la futura Superintendencia de Servicios Públicos, el Ministerio de Minas y Energía y las empresas del sector (ECOPETROL, electrificadoras, etc); ii) involucrar los proyectos de eficiencia energética dentro de los planes del sector energético, de tal forma que estos compitan con los proyectos de expansión de la oferta para atender la demanda de energía futura; iii) de acuerdo con lo anterior, establecer las metas de ahorro de energía en cada subsector o fuente de energía y asignar responsabilidades respecto al cumplimiento de éstas; iv) asignar los recursos financieros necesarios para desarrollar los proyectos de eficiencia energética; y v) coordinar acciones con las políticas generales del Gobierno en materia de desarrollo industrial y de la construcción, comercio exterior, normalización y aspectos regulatorios.

6.12 Sin embargo, el período de madurez requerido para la organización y puesta en marcha de tal esquema institucional haría que no pudieran implementarse rápidamente los subprogramas y proyectos pilotos identificados en este estudio. En el corto plazo, existen alternativas menos complejas para dar inicio a las actividades de eficiencia energética en los sectores residencial, comercial y público. La propuesta que se desarrolla en las subsecciones 6.2.1 y 6.2.2, a continuación, tienen el propósito de establecer el marco institucional para la realización inmediata de los subprogramas descritos en el numeral 6.02. Esta propuesta debe tomarse como punto de

partida para organizar los aspectos concernientes al subsector eléctrico en el marco de un esquema institucional coordinado por la CNE (los hidrocarburos, el carbón y otras fuentes de energía deberán tener una forma adecuada de integrarse a la política de eficiencia energética), tal como se plantea en el numeral anterior. Bajo esta perspectiva, simultáneamente al desarrollo de los mencionados subprogramas, se deberá estudiar la reorganización institucional que sea necesaria para darle mayor coherencia al programa de eficiencia energética, dotarlo de mayores recursos y darle continuidad a los programas pilotos.

6.2.1 El sistema de calidad

6.13 Desde el año 1967, en el cual las empresas del sector eléctrico fundaron a ISA, se ha encontrado que ésta entidad puede ser el lugar en el cual los socios pueden acordar principios, políticas y procedimientos que convienen a todas las empresas del sector y en como resultado funcionan los comités del sector eléctrico que dependen directamente de la Junta Directiva de ISA y en los cuales ésta ha delegado su capacidad decisoria en temas que son de su especialidad. De esta manera, funcionan los Comités de Planeamiento, Técnico, Financiero, Administrativo, de **Desarrollo y Estimulo a la Industria Nacional**, entre otros.

6.14 Mediante este recurso institucional se estableció en el **Comité para el Desarrollo y Estimulo a la Industria Nacional**⁸⁸ las necesidades del sector eléctrico en control de calidad:

- La necesidad de adoptar y aplicar una sola política de control de calidad en todos los procesos que se cumplen en su interior.
- La necesidad de normalizar y unificar todo lo que se encuentre factible y conveniente para optimizar la función del sector, respetando su autonomía y organización.
- La necesidad de establecer un proceso de retroalimentación, definido como aquel que recoge y analiza las experiencias obtenidas en la aplicación de la política unificada de control de calidad, de la normalización y unificación de procesos y procedimientos y determine los cambios convenientes para perfeccionar el servicio que ofrece el sector eléctrico al usuario.

6.15 Tales necesidades fueron el objetivo y el alcance de una política que el sector eléctrico adoptó oficialmente en la Junta Directiva de ISA en 1988 y que se denominó SISTEMA DE CALIDAD para el sector eléctrico. En particular, el SISTEMA DE CALIDAD es una estructura organizacional que

^{88/} El Comité para el Desarrollo y Estimulo a la Industria Nacional está conformado por representantes de las siguientes entidades: EEEB, EPM de Medellín, CVC, ICEL, CHEC, CORELCA, CHIDRAL, ISA, MINMINAS, DNP. Son invitados permanentes: EMCALI, FEN, COLCIENCIAS, INCOMEX y Superintendencia de Industria y Comercio, los cuales asisten regularmente a sus reuniones.

coordina a nivel del sector eléctrico, mediante métodos y procedimientos establecidos por el mismo sector, la política con relación a la calidad de bienes y servicios necesarios para la realización de sus programas. Sus objetivos, señalados por la Junta Directiva de ISA, cuando la creó, son: "efectuar la labor de coordinación necesaria entre las distintas empresas del sector eléctrico para lograr que se establezca una acción efectiva y unificada entre el gobierno, la industria y la universidad con el fin de plantear, promover y desarrollar planes y políticas que permitan la participación gradual, creciente y adecuada de los recursos científicos, tecnológicos e industriales del país en la realización de los programas de inversión del sector eléctrico y se logre máxima participación posible de los bienes y servicios nacionales en los mismos"⁸⁹.

6.16 En el gráfico No. 6-1 se describe el organigrama del SISTEMA DE CALIDAD, en el cual las siguientes actividades operan normalmente, a través de subcomités:

- **Normalización técnica:** está coordinando la participación de las empresas del sector eléctrico en el ICONTEC, para llevar a cabo el plan anual de normalización acordado por el sector y promueve ante el Consejo Nacional de Normas y Calidades la oficialización de las normas.
- **Unificación de especificaciones:** tiene por objeto lograr el consenso técnico entre los expertos de las empresas del sector, para adoptar especificaciones unificadas, para la adquisición de equipos de gran demanda.
- **Homologación de productos:** ejecuta y coordina la ejecución del proceso de homologación para los fabricantes en los productos específicos que quiere comercializar dentro de las empresas del sector eléctrico. El sector acogerá como producto confiable todo aquel que haya sido homologado como de calidad aceptable e informará su experiencia con él a todas las empresas.

Las tres actividades anteriores son desarrolladas por la Empresa de Energía de Bogotá en su División de Producción Nacional, perteneciente a la Subgerencia Técnica, de acuerdo a solicitud de la Junta Directiva de ISA. Estas tres actividades están acompañadas de la **asesoría a la industria y la administración de laboratorios.**

- **Normalización del Sistema:** supervisa la presentación normalizada de toda la documentación que produce el sistema.
- Las **oficinas de verificación** del sistema funcionan en cada una de las empresas del sector y a ellas es enviada por medio de la Red de

⁸⁹ Interconexión Eléctrica S.A., Sistema de Calidad. VI Jornadas Nacionales de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica de ACIEM. Medellín, junio de 1989.

Información toda la documentación aprobada. Esta oficina orientará en cada empresa la aplicación de los documentos aprobados y reportará las experiencias obtenidas como función de la retroalimentación.

- **Evaluación:** toda la información que produce la experiencia en la aplicación de los métodos y procedimientos aprobados es analizada y evaluada en primer término en esta oficina, de lo cual saldrán las recomendaciones para su eventual modificación. Además, esta dependencia mantiene actualizada la desagregación de las demandas del sector, asesora y orienta la desagregación de proyectos, propuestas y contratos y mantiene una estrecha relación con la oficina de Producción Nacional del Incomex, con el fin de coordinar con el sector las políticas que allí se aplican.

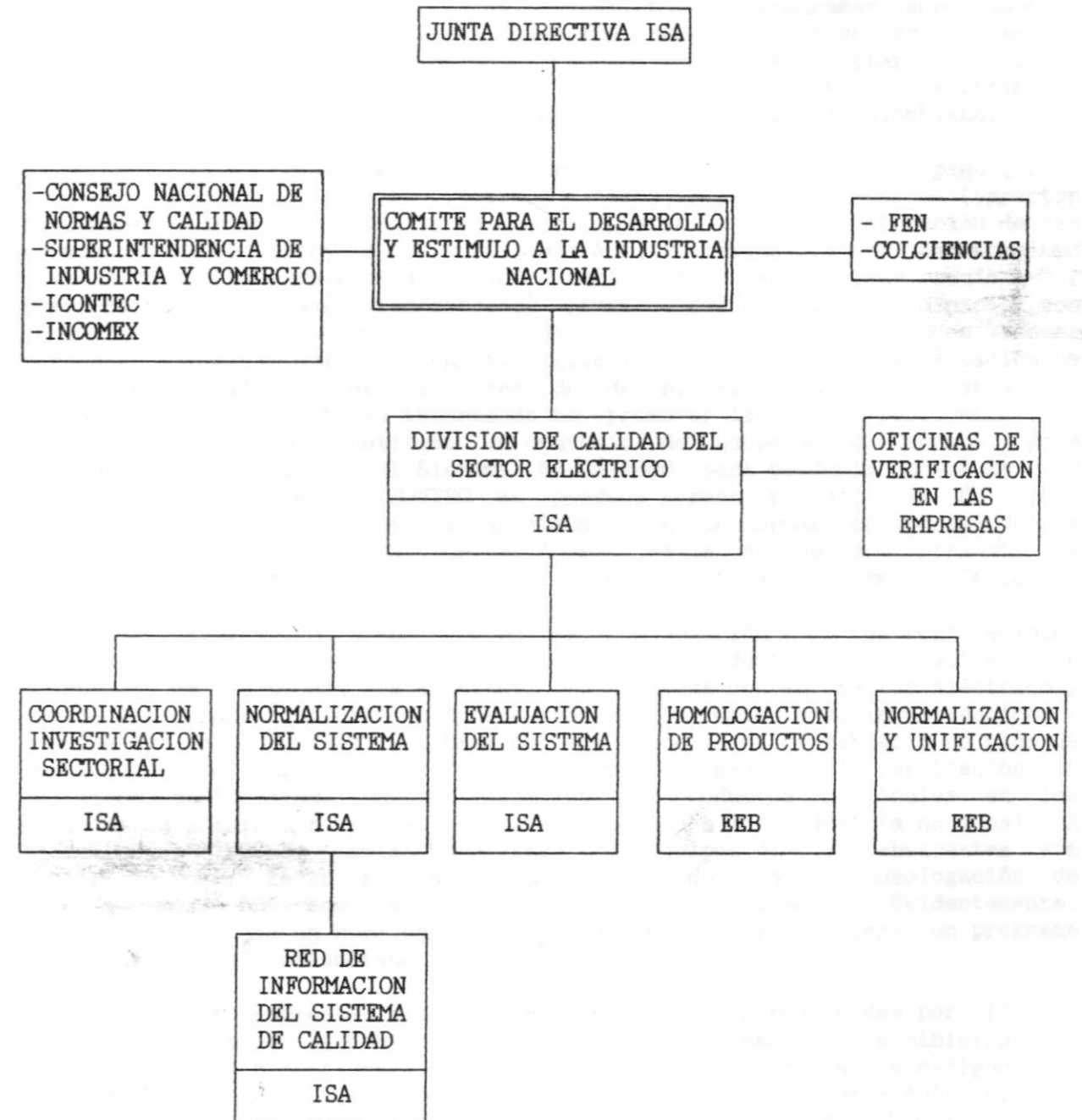
- **Investigación sectorial:** esta oficina analiza la operación del sistema eléctrico, las fallas y su origen, en particular cuando son debidas al equipo. De esta investigación se deducirán las modificaciones a las especificaciones, al diseño, a los materiales, al control de calidad, al montaje, a la operación, etc. que sean necesarias para impedir que tales fallas ocurran de nuevo.

Todas las actividades, excepto las que realizan las oficinas de verificación de cada empresa y las asignadas a EEB, son llevadas a cabo en ISA en donde adicionalmente funciona la dirección general, en cabeza de la **División Sistema de Calidad**, creada para el efecto, y que pertenece a la Gerencia Técnica. Esta División administra integralmente el SISTEMA DE CALIDAD, en los aspectos de planeamiento, organización, integración, dirección y control, teniendo en cuenta las directrices de la Junta Directiva de ISA y del Comité para el Desarrollo y Estimulo a la Industria Nacional.



GRAFICO No. 6-1

SISTEMA DE CALIDAD DEL SECTOR ELECTRICO
ORGANIGRAMA



6.17 El Comité para el Desarrollo y Estímulo a la Industria Nacional presenta una exitosa experiencia en materia de promoción de adopción de normas técnicas y de fomento de incorporación tecnológica al país y de reconversión industrial. El comité y su SISTEMA DE CALIDAD trabajan con la industria con la intención de obtener una creciente participación de los bienes de producción nacional en los sistemas de generación, transmisión y distribución de energía. En el pasado reciente, registran el patrocinio de la creación de varios grupos de normas técnicas mediante el aprovechamiento de **programas acelerados de normalización del ICONTEC**. Para ello fue necesario convencer al sector manufacturero de la importancia y conveniencia de adoptar las normas promovidas, razón por la cual el SISTEMA DE CALIDAD tiene la experiencia necesaria para manejar una relación con el Sector Industrial colombiano.

6.18 El programa acelerado de normalización consiste en el pago que se hace al ICONTEC por destinar recursos físicos y personal técnico (expertos nacionales o internacionales) y de apoyo logístico para la elaboración de las normas nuevas o revisadas de manera más ágil y rápida que por el mecanismo regular. Esto incluye gastos de coordinación para las diversas reuniones y preparación de documentación sobre el progreso del estudio, coordinación con la industria y los consumidores, los de traducción de normas de otros idiomas para ser utilizadas como referencia, digitación de documentos, facilitación de salas de reunión, acceso a bases de datos, etc. Estos programas son financiados por la entidad interesada en promover las normas pertinentes, la cual celebra con el Instituto un convenio de cooperación técnica. Este sistema lo ha utilizado el Sistema de Calidad para producir cerca de 100 normas. Es claro que el ICONTEC no produce normas por sí solo. Su labor consiste en coordinar y facilitar elaboración de normas por parte de sus miembros afiliados en cada comité. Además es la entidad que presenta los proyectos de normas a consideración del Consejo Nacional de Normas y Calidad.

6.20 Además de trabajar en la homologación de especificaciones técnicas, el Comité realiza homologación de productos, ha realizado un inventario de la tecnología existente relacionada con el Sector Eléctrico y conoce las características de infraestructura en materia de investigación y ensayos que le son útiles. Con base en ese conocimiento estableció un plan de sustitución de importaciones para incrementar mediante la aplicación de políticas sectoriales, la participación de productos nacionales en los suministros adquiridos por el Sector Eléctrico a la industria nacional. A diciembre de 1990 se habían homologado 650 equipos de 170 fabricantes y a partir de esa fecha se ha venido trabajando en la homologación de aproximadamente 550 equipos adicionales de 120 fabricantes. Evidentemente, toda la experiencia en homologación de productos es muy útil para un programa de certificación y etiquetado.

6.21 Las empresas del sector eléctrico, representadas por ISA, y COLCIENCIAS firmaron un Convenio, con el objetivo de manejar y administrar los recursos que ambas entidades destinen para el fomento de la investigación y desarrollo tecnológico, en aspectos de interés para el sector eléctrico. Para la vigencia de 1990, ISA aportó Cincuenta millones de pesos y COLCIENCIAS una cantidad similar y, con el fin de darle viabilidad al Convenio, la Junta Directiva de ISA estableció que los recursos que ISA aporte serán facturados a

los socios como contribuciones y en proporción a la participación en la sociedad. ISA y COLCIENCIAS conforman un Comité Técnico-Administrativo, integrado un representante de ISA y otro del sector eléctrico, **ambos designados de miembros de Comité para el Desarrollo y Estímulo a la Industria Nacional**, y dos representantes de COLCIENCIAS.

6.22 Hay que enfatizar que este comité reúne en su seno los actores adecuados para acometer la materialización de los Subproyectos de Normalización, Certificación y Etiquetado. El trabajo a realizar por este Comité, debe ser apoyado con la participación de expertos nacionales y extranjeros en materia de creación de normas, de planeación y ejecución de mediciones de eficiencia energética y de ingeniería de diseño e ingeniería de fabricación.

6.23 Por la naturaleza del SISTEMA DE CALIDAD, de acuerdo con las características resaltadas en los numerales anteriores, éste puede constituirse en el ambiente institucional que ponga en marcha los subprogramas de eficiencia energética, haciendo los ajustes necesarios para cada uno de ellos. En este contexto, la Junta Directiva de ISA tendría la responsabilidad de dar la orientación general, con las siguientes funciones: 1) trazar las políticas generales de eficiencia energética; 2) establecer la metas de eficiencia energética en el plan de expansión del sector eléctrico, dentro del contexto de la Planificación Integrada de Recursos; y 3) asignar recursos financieros.

6.2.2 Organización de los subprogramas de normalización, certificación y etiquetado⁹⁰

6.24 La normalización y el etiquetado de los equipos y la normalización de la construcción son un aspecto particular de la política general del gobierno en relación a la calidad. El proceso de actual de reorganización del sector de normalización, diseñado por el Ministerio de Desarrollo para la promoción de la calidad y el mejoramiento de la competitividad de la producción nacional⁹¹ (ver anexo F, donde se describe la actual organización

⁹⁰/ La normalización se refiere tanto a la de equipos de uso final como de construcción de edificaciones.

⁹¹/ En reciente documento ("Estrategias para el Desarrollo del Plan Nacional de Normalización y Calidad". Ministerio de Desarrollo Económico. Dirección General de Tecnología Industrial. Resumen editado por ICONTEC, agosto de 1991.), se afirma: "tanto para conquistar los mercados internacionales como para enfrentar la competencia externa en el mercado doméstico, la industria deberá elevar su productividad y mantener estándares internacionales de calidad. Los esquemas institucionales requeridos para apoyar esta tarea están atrasados en Colombia". Propone en el mismo documento los siguientes objetivos:

- Integrar la normalización y la calidad a los planes de desarrollo nacional.
- Impulsar la implantación y fortalecimiento de sistemas de gestión de calidad.

y la propuesta), es muy apropiado para las metas de apertura económica y modernización de la economía, pero muy ambicioso, por lo que no parece conveniente esperar a que sea desarrollado en su totalidad para que el sector de energía emprenda su propio proceso de normalización y etiquetado, entre otras razones porque la misma política de Mindesarrollo establece impulsar a los distintos sectores a desarrollar su propia dinámica según sus condiciones particulares. Ciertamente, el proceso de normalización, certificación y etiquetado en el sector energético puede ser bastante menos complejo que la normalización tendiente a la búsqueda de la "calidad total". En tal contexto, el sector energía puede ir más rápidamente y, en consecuencia, el esquema institucional que aquí se propone indica una organización de normalización autónoma del sector, articulada a los otros subprogramas de eficiencia energética. Evidentemente, en la medida que el proyecto de reestructuración del Sector de Normalización tome cuerpo, el Sector Energético podrá adaptarse y apoyarse en él.

6.25 La entidad rectora de todo este proceso, debe ser, por sus antecedentes técnicos y por sus logros en el campo del impulso a la actividad normalizadora y a la reestructuración industrial nacional, el **Comité para el Desarrollo y Estímulo a la Industria Nacional**. Este comité seguirá vigente aun en el caso que se modifique la actual estructura institucional como consecuencia de la aprobación de los proyectos de Ley Eléctrica y de Servicios Públicos que cursan actualmente en el Congreso de la república.

6.26 La figura No. 6-2 presenta el esquema de la participación de entidades y personas que deben vincularse al Subprograma (en normalización, válido tanto para equipos y electrodomésticos como para construcción de edificaciones, dado que los procedimientos son similares) para su realización y corresponde simplemente al organigrama de la figura No. 6-1, agregándole las actividades que interesan.

6.27 Básicamente, los subcomités de normalización técnica y de homologación de productos, ambos bajo la responsabilidad de EEB, asumirían la realización de los proyectos, utilizando el programa acelerado de ICONTEC, con el cual ya se tiene bastante experiencia.

- Fomentar sistemas de certificación con reconocimiento internacional.
- Aplicar el concepto de gestión de calidad en las actividades del Estado.
- Propiciar demanda de productos y servicios de calidad.
- Difundir internacionalmente la calidad de los productos colombianos.
- Propiciar el desarrollo del recurso humano en la especialidad de normalización.

6.28 La homologación tiene dos aspectos: verificación y certificación. Aunque el SISTEMA DE CALIDAD tiene experiencia en homologación de productos, vale la pena insistir en separar el proceso en sus dos aspectos:

1. La realización de los ensayos de laboratorio para verificar la calidad del producto en cuanto a las características constructivas, funcionales y de confiabilidad de desempeño que se establecen en una norma pretendida.
2. La expedición de certificados de conformidad con la norma (etiquetaje), con base en los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio.

6.29 La ejecución de estas actividades no debe recaer nunca en cabeza de una misma entidad, por cuanto se presenta una indeseable dualidad de funciones: con el fin de evitar interferencias en el proceso es necesario que quien verifique no sea el mismo que certifique. De otra parte es importante establecer un seguimiento constante sobre el proceso de fabricación de los productos etiquetados con el fin de garantizar que todos, y no únicamente los remitidos al laboratorio de ensayos, cumplen con los requisitos mínimos que se establecen en las normas correspondientes. Esta función fiscalizadora puede ser efectuada por el mismo ente encargado de evaluar las informaciones de laboratorio y de expedir los certificados.

6.30 Con fundamento en lo anterior, el sistema propuesto contempla que sea el SISTEMA DE CALIDAD, bajo la responsabilidad del Subcomité de Homologación de Productos, el encargado de realizar las pruebas y ensayos de laboratorio, propios o contratados, y el ICONTEC el responsable de evaluar los resultados obtenidos con estos ensayos, fiscalizar el proceso productivo y los controles de calidad de que dispone el fabricante y de expedir las correspondientes "etiquetas" o certificaciones. De esta forma, el SISTEMA DE CALIDAD tendría acceso a información técnica de primera mano, obtenida de fuentes confiables (de sus propios laboratorios o contratados) que le permitirán detectar los excesos, deficiencias e incompatibilidades contenidas en las normas. De esta manera se le facilita la función que se le ha propuesto asignar y podrá en un proceso continuo ir proponiendo reformas a que haya lugar a las mismas completándose el ciclo que comprende un programa de normalización debidamente estructurado.

6.31 Para dar inicio a los subprogramas de normalización (en equipos de uso final y edificaciones), certificación y etiquetado, este proyecto plantea unas propuestas para ser iniciadas en el corto plazo, las cuales se presentan en forma completa en anexos a este documento. Los dos proyectos (uno para equipos y otro para construcciones), en forma resumida, tendrían las siguientes características:

Subproyecto de normalización, certificación y etiquetado de equipos de uso final macroconsumidores⁹²

Definiciones

- (a) La normalización es una disciplina que define las especificaciones y requisitos que deben reunir los materiales, equipos y servicios para cumplir los lineamientos de calidad. Las características de eficiencia energética hacen parte del concepto más amplio de calidad de los productos. En el contexto de este proyecto, el término "normalización" considera tanto la elaboración de normas que establezcan las características constructivas y funcionales de los equipos, accesorios y demás elementos utilizados en la producción, como la preparación de guías y procedimientos para el diseño, montaje y mantenimiento de los equipos.
- (b) Por "homologación de productos" se entenderán las actividades de certificación y etiquetado (en razón de que el certificado de aprobación y el nivel de consumo energético se consignan en una etiqueta o rótulo que se adhiere a la superficie de cada elemento homologado), las cuales constituyen la verdadera garantía de calidad para el usuario o consumidor final. La certificación demuestra que el artefacto fue ensayado por una entidad diferente del fabricante de conformidad con unos estándares preestablecidos y que su desempeño y confiabilidad de operación producen niveles de consumo energético dentro de parámetros establecidos por las normas (esta actividad es voluntaria y pagada por el fabricante a la entidad certificadora). El etiquetado es una garantía adicional, que tiene por objeto dar información al consumidor sobre las características y nivel de consumo del equipo, comparándolo con otras opciones, y se pretende que se haga sobre todos los artefactos existentes en el mercado.

Objetivos

- (a) Definir el programa de implementación de normalización, certificación y etiquetado de los equipos de uso final de mayor consumo energético en el Sector Residencial en el país e institucionarlo de manera permanente.
- (b) Contribuir a alcanzar y eventualmente superar las metas de ahorro de energía determinadas en este estudio.
- (c) Determinar los mecanismos de fomento y financiación para los programas de reconversión industrial, así como para la transferencia de tecnología industrial.

⁹²/ Ver detalles en el anexo P.

Resultados Esperados

Al término de la ejecución del subproyecto se deben lograr, entre otros, los siguientes puntos:

- (a) Elevar el nivel tecnológico de la producción de electrodomésticos en Colombia, de tal manera que se estén fabricando equipos de mas alto rendimiento energético.
- (b) Establecer un conjunto de normas técnicas sobre especificaciones, ensayos, certificaciones y etiquetado, así como de los respectivos procedimientos para su aplicación no solo sobre los artefactos producidos en el país sino también sobre los importados.
- (c) Aportar significativamente a la disminución del consumo de electricidad por concepto de los usos macroconsumidores. Se espera contribuir a reducir la demanda de energía y potencia instalada con la utilización de equipos más eficientes, de acuerdo con los potenciales identificados en el capítulo V.

Actividades y acciones de acompañamiento

- (a) Realizar un inventario de las normas nacionales existentes relacionadas con los equipos macroconsumidores y promover la inclusión de aspectos sobre mejoramiento de la eficiencia energético.
- (b) Ejecutar un conjunto de mediciones de eficiencia energética de los electrodomésticos macroconsumidores de producción nacional y comparar los resultados con los rendimientos que presentan equipos similares producidos en otros países que posean normas y leyes con objetivos de ahorro y uso racional de energía.
- (c) Preparar y propiciar en compañía de los fabricantes y autoridades de normalización, la adopción de normas de especificaciones, ensayos, certificación y etiquetado y establecer el proceso gradual aceptación de niveles mínimos de consumo y de imposición de las etiquetas.
- (d) Evaluar las condiciones y requerimientos para el establecimiento de laboratorios con capacidad técnica y operativa para realizar las mediciones con destino a la certificación sobre el cumplimiento de normas y etiquetado. Se deberá determinar la viabilidad del establecimiento de un laboratorio en el territorio colombiano para una cobertura nacional o determinar la conveniencia de asociarse con países vecinos para establecer uno de carácter regional. También deberá estudiarse la posibilidad de usar laboratorios en el exterior con el objetivo de reducir o aplazar costos de inversión.
- (e) Proporcionar las pautas generales para extender el mismo programa posteriormente en los demás equipos de uso final de los sectores Residencial, Comercial y Oficial.

- (f) Instrumentar los procedimientos de homologación (certificación y etiquetado) de los electrodomésticos.
- (g) Institucionalizar la renovación periódica de las pruebas de desempeño de los equipos electrodomésticos.
- (h) Realizar y promover campañas de educación especializada a los fabricantes, comerciantes y asociaciones de usuarios para propiciar un mercado transparente de equipos de uso final eficientes y para que se entienda y divulgue la información contenida en las etiquetas.
- (i) Fomentar la reposición de equipos de uso final de comprobada obsolescencia, a través de campañas masivas de concientización y mediante campañas de educación dirigidas a las organizaciones de usuarios como COTELCO (asociación hotelera), cooperativas, etc.
- (j) Obtener recursos financieros del sector y articularlos con otros mecanismos de financiación para el desarrollo de este subproyecto y para el programa de reconversión industrial si ello fuera necesario. Diseñar esquemas de incentivos para promover la transferencia tecnológica y la reconversión industrial del sector productor de equipo final de energía, de acuerdo a la normalización establecida.
- (k) Aportar soluciones acerca de la manera como se debe enfrentar la importación masiva de bienes de consumo que eventualmente no cumplirían con las mismas condiciones nacionales de normas y etiquetado.
- (l) Establecer el grado de participación permanente del Gobierno Central, Fabricantes, Asociaciones Corporativas y Profesionales, Centros Docentes, Consumidores, etc. para garantizar la continuidad del subproyecto.

Duración: El Subproyecto tendrá una duración estimada de tres años contados a partir de la fecha de iniciación.

Costos

Costos directos: Los costos del Subproyecto están representados principalmente en el costo del programa acelerado de normalización que se contrataría con el ICONTEC, los costos por la ejecución de las mediciones de eficiencia de los aparatos de uso final de fabricación local, los honorarios de asesores nacionales y extranjeros, los costos de desplazamiento de los mismos, los gastos de capacitación en materia de Etiquetado, Control de Calidad y Eficiencia Energética, aquellos relacionados con la adquisición de equipos y herramientas para las mediciones que se harán localmente, los gastos de divulgación de las normas y etiquetado y el gasto publicitario para promover el conocimiento y uso de las etiquetas dentro de los procesos habituales de compra.

Costos de operación: El proyecto implica además de los costos directos, unos costos fijos de operación (administración), que al final del mismo permanecerán como costos recurrentes, es decir que seguirán permanentes como consecuencia del seguimiento que requiere la continuidad de las prácticas de normalización, certificación, homologación y etiquetado.

El costo total del subproyecto asciende a la suma equivalente de US\$ 1'460,102. El 42.3% de este presupuesto estaría destinado al laboratorio y US\$ 461,111 (31.6%), corresponden a campañas directas de entrenamiento, educación, promoción y publicaciones sobre uso racional de energía, normalización y etiquetaje. El restante 26.1% se distribuye entre los otros rubros. En el cuadro No. 6-1 se presentan los costos desagregados.

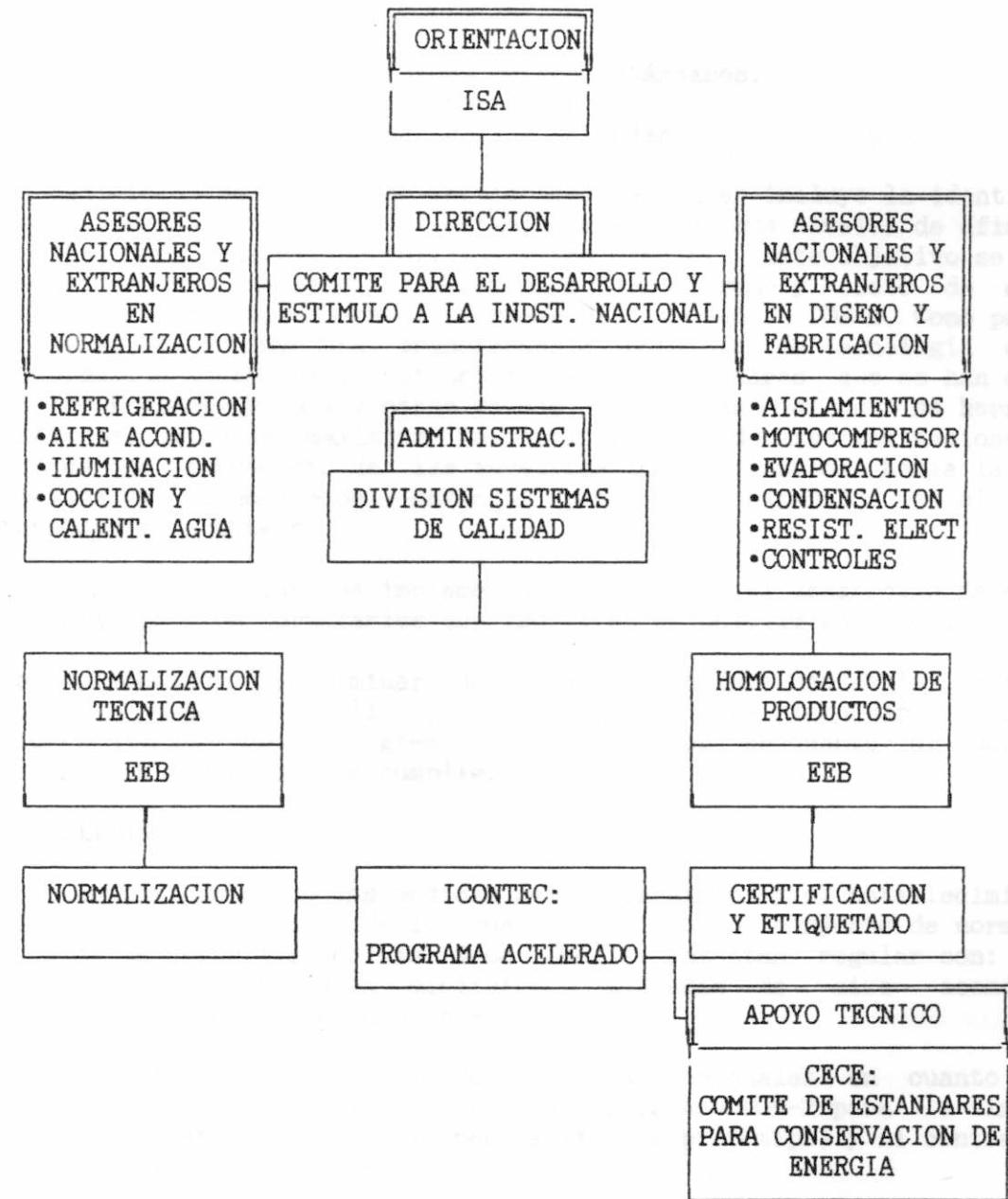
Cuadro No. 6-1: Costos del subprograma de normalización, certificación y etiquetado de electrodomésticos.

| | MILLONES COL \$ | MILES US \$ |
|---|--------------------|----------------|
| Programa acelerado de normalización | 15.0 | 0.0 |
| Mediciones de eficiencia en el exterior | 6.5 | 20.0 |
| Mediciones de eficiencia en el país | 15.2 | 23.0 |
| Honorarios asesores extranjeros | 0.0 | 85.0 |
| Honorarios asesores nacionales | 16.8 | 0.0 |
| Tiquetes aéreos | 10.0 | 20.0 |
| Talleres y cursos de capacitación | 30.0 | 0.0 |
| Campañas publicitarias | 230.0 | 0.0 |
| Publicaciones | 30.5 | 0.0 |
| Laboratorio para mediciones | 200.0 | 300.0 |
| SUBTOTAL | 554.0 | 448.0 |
| Imprevistos | 55.4 | 44.8 |
| TOTAL | 609.4 | 492.8 |

Tasa de cambio : Col\$ 630 = 1 US\$

FIGURA No. 6-2

SUBPROYECTO DE NORMALIZACION, CERTIFICACION Y ETIQUETADO



Subproyecto de estándares de conservación de energía en construcción⁹³**Objetivos**

- a) Definición de los contenidos de los estándares.
- b) Creación de guías de implementación.
- c) Implementación preliminar de los estándares.

La definición del contenido técnico del estándar incluye la identificación de medidas de conservación y el establecimiento de sus niveles de eficiencia para los sectores comerciales, oficial y residencial. Este objetivo se logrará por medio de una serie de simulaciones de consumo y costo de energía para edificios prototipos con el programa de computador DOE-2. Como parte de este objetivo se incluye una transferencia inmediata de tecnología en cuanto a información acerca de la estructura de los estándares que se han desarrollado en los Estados Unidos y otros países, y en cuanto al uso de herramientas de análisis. Se busca maximizar la participación de expertos nacionales con el fin de que el producto de las investigaciones orientadas hacia la validación técnica y económica del estándar pueda ser expandida en el futuro sin participación externa.

La creación de guías de implementación incluye el desarrollo de ejemplos de conformidad y de formularios que facilitan el cumplimiento de las normas.

La implementación preliminar del estándar incluye una serie de talleres en Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla para informar y entrenar a representantes de los gremios profesionales en cuanto al contenido del estándar y sus normas de cumplimiento.

Resultados

- a) Identificación de las medidas de conservación y el establecimiento de sus niveles de eficiencia, de lo cual se derivan un conjunto de normas con sus niveles de rendimiento. Las áreas que se intentan regular son: cubiertas, alumbrado, distribución eléctrica, sistemas de aire acondicionado y ventilación y calentamiento de agua.
- b) Versatilidad por parte de expertos nacionales en cuanto al uso de herramientas de análisis (ejemplo: el programa DOE-2 para la simulación de consumo y costo de la energía para edificios prototipo) y al contenido técnico de normas internacionales.
- c) Establecimiento de un banco climático por hora para Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla.

⁹³/ Ver detalles en el anexo Q.

- d) Un conjunto de guías de implementación de normas.
- e) Un total de doce talleres de implementación de normas, para divulgación de métodos y técnicas de conformidad.
- f) Adquisición de equipos de laboratorio para la homologación de balastos.

Flujo de actividades

A continuación se detalla el flujo de actividades necesario para lograr los resultados mencionados. Estas actividades incluyen:

1. **Definición de la Estructura Administrativa:** Esta actividad incorpora la creación del Comité de Estándares para Conservación de Energía (CECE) y define las funciones administrativas de ICONTEC y los términos de contratación con las organizaciones designadas para ejecutar la investigación.
2. **Desarrollo de Estándares de Conservación de Energía:** Esta actividad abarca todas aquellas subactividades necesarias para producir una versión preliminar de las normas, su evaluación inicial, el desarrollo de herramientas y guías de implementación además de la determinación consensual de niveles de eficiencia y contempla las siguientes subactividades:
 - Producción del documento de trabajo preliminar del estándar
 - Compilación de referencias técnicas
 - Evaluación del documento de trabajo preliminar del estándar
 - Proceso de implementación
 - Evaluación consensual
 - Conferencia regional
3. **Validación técnica y económica del Estándar de Conservación de Energía:** Las subactividades proyectadas incluyen:
 - Preparación de datos climáticos.
 - Entrenamiento a expertos locales en el uso del programa de computador DOE-2.
 - Análisis de energía y evaluación económica.
 - Establecimiento de niveles de eficiencia.
4. **Talleres de implementación:** Los talleres constituyen la fase inicial de implementación del estándar. El objetivo es el de facilitar la utilización de las normas explicando su contenido técnico y el proceso de implementación. Los talleres serán ofrecidos a arquitectos, ingenieros mecánicos y eléctricos, representantes del sector docente y miembros del gobierno y de las electrificadoras. Se proyectan organizar tres talleres en cada una de cuatro ciudades. El primer taller además de presentar el

contenido del estándar y el uso de sus guías enfocará su énfasis en medidas de conservación relacionadas con cubiertas. El segundo y tercer taller serán enfocados hacia alumbrado y sistemas de ventilación y aire acondicionado respectivamente.

5. Prueba y homologación de balastos y controles fotoeléctricos: En esta actividad se adquirirán los equipos de laboratorio necesarios para realizar a largo plazo pruebas tipo de rutina y de investigación para balastos con el fin de eliminar barreras técnicas y de inducir a los productores locales a producir balastos más eficientes. Se proyecta que estos fabricantes responderán a la apertura gradual del mercado de balastos eficientes creado por el sector oficial el cual estará obligado por virtud del estándar a incrementar sus eficiencias. Estas pruebas serán conducidas por la Empresa de Energía de Bogotá dado que estos equipos complementarán las instalaciones existentes de la EEB la cual posee la infraestructura técnica para el ensayo de una gran variedad de equipos electromecánicos tales como equipos de alta tensión, luminarias de alumbrado público, transformadores etc...
6. Programas de demostración en los sectores comercial y residencial: El objetivo de esta actividad es la de demostrar que niveles superiores de eficiencia energética son financieramente viables y que su tecnología está disponible. Se proyecta seleccionar un proyecto en proceso de diseño por ciudad en Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla, es decir cuatro proyectos.
7. Educación universitaria: Esta actividad contiene dos objetivos:
 - Inclusión en currículos universitarios de cursos sobre conservación de energía.
 - Establecimiento de un programa de extensión educativo profesional utilizando los formatos de presentación empleados en los talleres de implementación previamente mencionados

Apoyo técnico

Se recomienda la creación de un comité multidisciplinario y multiinstitucional, el Comité de Estándares para Conservación de energía (CECE). Este comité participará en el programa acelerado contratado con ICONTEC y estará encargado de controlar el proceso de desarrollo de normas de conservación de energía y dentro del contexto de Sistema de Calidad estará limitado a la administración técnica de la producción de los estándares.

Respecto a la conformación del CECE se recomienda la siguiente participación:

1. Presidencia: representante del Comité para el Desarrollo y Estímulo a la Industria Nacional.
2. Un representante del subcomité de homologación (División Control de Calidad) de EEB.
3. Un experto por cada una de las siguientes 4 áreas: cubiertas y luz natural, alumbrado y distribución eléctrica, ventilación, aire acondicionado y calentamiento de agua.
4. Un representante de una facultad de arquitectura de alguna de las ciudades de interés.
5. Un representante de ICONTEC, el cual opera como enlace para facilitar la coordinación del programa acelerado.
6. Un representante del Sector Industrial en el área de equipos de aire acondicionado.
7. Un constructor.

Costos

El costo total de todas las actividades de desarrollo del programa incluyendo su implementación preliminar es de US\$ 693,000 dólares de los cuales US\$ 421,000 dólares corresponden a actividades bajo responsabilidad nacional y compra de equipos de prueba. El detalle general de estos costos es el siguiente :

| | |
|------------------------------------|--------------|
| o Producción del estándar | US\$ 358,500 |
| o Talleres de implementación | US\$ 125,000 |
| o Adquisición de equipos de prueba | US\$ 150,000 |
| o Programa de demostración | US\$ 29,900 |
| o Educación universitaria | US\$ 30,000 |

TOTAL

US\$ 693,400

Además del costo de investigación e implementación preliminar, las electrificadoras incurrirán un costo adicional por concepto de la administración de los incentivos. Se estima que este costo oscilaría entre US\$ 200,000 y 280,000 por año, para las cuatro ciudades. Este costo no será incurrido una vez que los incentivos sean discontinuados y el mercado de productos eficientes esté establecido.

6.32 **Financiación:** Por ser ambos subproyectos actividades de alcance y carácter nacional, debe ser financiada en gran parte por el sector eléctrico en su conjunto. Una opción legal y factible sería utilizar el Convenio Sistema de Calidad de Sector Eléctrico con COLCIENCIAS, ya que la Junta Directiva de ISA, a fin de darle viabilidad al Convenio, estableció que se pueden destinar recursos para ser facturados a los socios como contribuciones y en proporción a la participación en la sociedad. Para facilitar la asignación de recursos, los subprogramas deberán incluirse en el Plan Anual de Actividades Científicas y Tecnológicas, ya que la conservación de energía es un campo de acción del convenio y sería elegible para aportes de COLCIENCIAS. La participación nacional podría tener, adicionalmente, las siguientes fuentes:

- o Financiera Energética Nacional por medio de la adjudicación de un cierto porcentaje de los recursos a proyectos de oferta a proyectos de demanda.
- o Por medio del presupuesto nacional debido al alto beneficio económico de ambos subproyectos.

Las posibles fuentes de financiación externa incluirían:

- o La AID a través del "Energy Conservation Services Program".
- o Bancos multilaterales, como parte o componente de préstamos para inversión en el sector eléctrico.
- o Banco Interamericano de Desarrollo.
- o El CIDA de Canadá.

6.2.3 El subprograma de manejo de la demanda (ADD)

6.33 El subprograma de ADD es el conjunto de actividades orientadas a motivar y hacer participar a los consumidores de energía en los programas de mejoramiento de la eficiencia energética (cambios de hábitos, mejoras en el equipo y adquisición de equipo eficiente). Esto contempla, fundamentalmente, información, promoción, publicidad local, contactos directos y por correo, incentivos financieros, asistencia técnica y auditorías.

6.34 Evidentemente, la mayoría de las actividades de ADD requieren de algún conocimiento de los consumidores y de alguna posibilidad de contacto directo. Por esta razón el subprograma es de carácter local o regional y, en consecuencia, deberá ser ejecutado por las empresas eléctricas directamente, sea a través de unidades especializadas dentro de éstas o por delegación a entidades mixtas, en las cuales la empresa debe tener alguna participación.

6.35 No obstante lo anterior, la necesidad de compartir experiencias y enseñanzas, la conveniencia de tener una cobertura informativa nacional, como soporte a las actividades locales, y el establecimiento de metas, hacen necesaria la coordinación de las actividades de ADD dentro del contexto del Sistema de Calidad. En particular, el establecimiento de metas que deben alcanzar los programas de ADD en cada una de las empresas es fundamental para poder integrar estas actividades al Planeamiento Integral de Recursos (PIR), ya que el plan de mínimo costo de la expansión del sector involucra fijar metas de reducción de la

demanda mediante ADD. Esta comunicación puede hacerse mediante el Sistema de Calidad.

6.36 Conforme con los puntos anteriores, deberán darse los siguientes pasos:

- Crear Unidades de Eficiencia Energética en todas las empresas, en la División de Calidad o su equivalente dentro de la Gerencia Técnica⁹⁴. En los proyectos pilotos de ADD, descritos en el anexo R, se presentan sugerencias sobre el personal técnico necesario para llevarlos a cabo y que pueden constituir el embrión para iniciar dichas unidades.

- Establecer una comunicación orgánica permanente entre la Unidad de Eficiencia Energética y la Oficina de Verificación en cada empresa para vincular activamente el programa de ADD al Sistema de Calidad. En la medida que ambas oficinas dependan de la misma unidad orgánica (División de Calidad, idealmente, o al menos la Gerencia Técnica), la comunicación será ágil y efectiva.

- Si dicha comunicación funciona adecuadamente, se puede, a través de la División Sistemas de Calidad de ISA, Coordinador del Sistema de Calidad, transmitir las metas de reducción de la demanda establecidas con la metodología de Planificación Integrada de Recursos, dentro del Plan de Expansión del Sector Eléctrico, a las Oficinas de Verificación y de estas a las Unidades de Eficiencia Energética. Las metas de reducción de la demanda pueden ser entregadas por los responsables de la planeación del sector de forma global o dividida por empresas o mercados; sin embargo, el Comité para el Desarrollo y Estímulo a la Industria Nacional

^{94/} No será fácil que los consumidores alcancen el nivel socialmente deseable de inversiones en conservación, en gran parte debido a la dificultad en promover la iniciativa privada para ofrecer servicios energéticos. Para obviar esta dificultad, existe la posibilidad de que las empresas eléctricas lleguen a ser ellas mismas compañías de servicios energéticos, por medio de las Unidades de Eficiencia Energética. Esto no se opone a la posibilidad de crear entidades mixtas, como PESECA. Lo importante es que se pueda dar el tipo de relaciones con el Sistema de Calidad para garantizar coordinación y poder compartir experiencias.

podría reasignar metas regionales conforme a otros arreglos y coordinar las actividades para su logro.



- Utilizar el SISTEMA DE EVALUACION y la RED DE INFORMACION, esto es, la metodología de RETROALIMENTACION del Sistema de Calidad para compartir las experiencias de ADD entre las empresas, discutir los éxitos y problemas encontrados, proponer modificaciones y alternativas, llevar a cabo una eficiente segmentación de experimentos (unas empresas podrán estar investigando nuevas alternativas en el sector residencial, mientras que otras lo hacen en los sectores oficial y comercial) y prestarse asistencia mutua, dependiendo de las experiencias de cada empresa.

6.37 De acuerdo con las metas fijadas para las opciones de demanda en el contexto de la PIR, una cierta proporción de la inversión deberá estar destinada a los programas de ADD, UTILIZANDO LA MISMA FUENTE DE RECURSOS QUE PARA LAS INVERSIONES DE OFERTA, ya que ambas opciones, de demanda y de oferta, deben ponerse en el mismo plano de igualdad, como alternativas en competencia. Una fuente importante de recursos es la Financiera Energética Nacional (FEN), la cual tiene como objetivo el financiamiento de programas del sector eléctrico. La FEN ha tenido un papel importante en el poder ofrecer financiamiento a las empresas eléctricas del país y ha financiado un 25 por ciento del sector eléctrico con tasas comerciales. Se podría considerar un esquema en el cual todo préstamo a empresas eléctricas para inversión en el lado de la oferta (generación, transmisión, distribución), requeriría una inversión en programas de ahorro de energía determinado por un porcentaje del préstamo para el lado de la oferta.

Programas piloto de administración de la demanda (ADD) 95

Introducción

Los programas piloto se deberán realizar en paralelo con las otras actividades recomendadas en el estudio, como el programa de etiquetaje, aspectos regulatorios, tarifas, etc. Cada actividad tiene su meta bien definida, y cada una depende en parte de los resultados de la investigación del otro para poder desarrollar una estrategia integral en el sector eléctrico de Colombia. Los programas piloto de ADD van a apoyar todas las actividades recomendadas en

95/ Ver anexo R.

el estudio al poder ofrecer mejor conocimiento sobre las características del consumo eléctrico del usuario, incluyendo tipos de equipos eléctricos, y aspectos socio-económico de la vivienda en el sector residencial. De esta forma, ayudaran en establecer una mejor política tarifaria, al ofrecer mejor conocimiento sobre los usos finales y los abonados.

Los programas piloto también ayudaran en establecer los niveles de incentivos necesarios para promover la utilización de equipos eficiente, la disponibilidad de equipos eficiente en el país, y los mecanismos necesarios para promover las empresas eléctricas a invertir en programas similares.

Los programas piloto de ADD fueron definidos de forma que todas las empresas eléctricas que participaron en el estudio tuviesen una participación en ellos. De esta manera, basandose en el consumo final mas importante en cada ciudad, el clima (aire acondicionado y/o calentamiento de agua), y la importancia de los sectores comercial, residencial y oficial en el consumo total, se definieron programas específicos para cada empresa. La decisión final se tomará en con la participación del **Comité para el Desarrollo y Estimulo a la Industria Nacional**, ISA, como entidad coordinadora del Sistema de Calidad, y la CNE como agencia responsable en que se logren las metas de los programas. La decisión final depende en gran parte del interés y de la disponibilidad de personal capacitado en las empresas eléctricas y el interés de los abonados en participar en un programa de ADD.

Los programas piloto identificados representan solamente una primera visión sobre las prioridades, el alcance del trabajo, y los costos asociados en poder realizarlo. Se llevará a cabo un conjunto de programas pilotos en los sectores residencial, comercial y público, a saber:

- 1) Sector residencial: Medellín y Barranquilla.
- 2) Sector Comercial:
Edificios: Barranquilla
Hoteles y centros comerciales: Bogotá
Centros comerciales: Cali
- 3) Sector Oficial: Bogotá y Medellín.

Objetivos:

- a) Confirmar los ahorros de energía y potencia con sus costos asociados para cada medida.
- b) Establecer un banco de datos a través de la información obtenida de los usuarios, incluyendo sus costumbres y equipos eléctricos.
- c) Obtener experiencia en la implementación de un programa de ADD y reducir el riesgo en futuros programas. La experiencia deberá ser compartida entre las empresas utilizando el Sistema de Evaluación y Retroalimentación del Sistema

de Calidad.

d) Definir la estrategia de implementación y esquemas de mecanismos de entrega para un programa de ADD más grande.

e) En particular, el programa piloto para el sector público deberá contener el diseño y las guías precisas para implementar un programa general de alcance nacional de iniciación inmediata y carácter obligatorio para todas las empresas del estado.

Costos

Los costos de los programas piloto de ADD, incluyendo los incentivos financieros, pueden ser considerados muy elevados. Por esa razón y ya que los costos de equipos y su instalación se pueden negociar, también se presentan los costos sin los incentivos financieros a los usuarios.

Los costos de los incentivos financieros a los usuarios en el programa incluyen los costos adicionales de los equipos eficientes de larga vida (refrigeradores, aire acondicionado, etc) y un porcentaje para otros usos finales (alumbrado, calentadores, etc) basados en la experiencia en EE.UU. sobre programas similares e incentivos necesarios para promover la adopción de estas medidas en el sitio. El monto del incentivo financiero está relacionado con el costo adicional de la inversión, el tiempo de retorno sobre esa inversión, y la vida del equipo.

Al realizar varios programas piloto de ADD a la vez, se pueden reducir los costos administrativos y de compra de "software" en el establecimiento del banco de datos. Sin embargo, estos costos se mantienen separados ya que ofrecen la oportunidad de realizar un programa independiente del otro.

Ya que las empresas públicas de Colombia no pueden ofrecer dinero a sus abonados como incentivo financiero, se puede considerar un mecanismo en el cual que las empresas eléctricas le ofrezca financiamiento al abonado en un fondo rotatorio. Por ejemplo, la empresa eléctrica determina cuanto le va a ahorrar esta medida en kWh o kW por mes y le ofrece al abonado en compartir el ahorro. La empresa eléctrica cubre su inversión al recibir todos los meses (hasta un período dependiendo del tamaño de la inversión) un cargo adicional del abonado equivalente a la diferencia de cuanto hubiera sido su consumo de electricidad antes de la instalación de la medida. Este esquema es exitoso ya que asegura que el ahorro de energía se va a mantener durante la vida del equipo (ver numeral 6.3 sobre aspectos de TARIFAS E INCENTIVOS).

Criterios de Evaluación del Programa

Un banco de datos se va a establecer para poder evaluar el impacto de cada uno de los proyectos piloto. La siguiente información se va a conseguir: datos demográficos, cuentas de energía eléctrica (antes y después de la instalación de equipos eficientes), mediciones de consumo por equipo, y características técnicas de los equipos eléctricos con sus hábitos de consumo.

Para poder obtener información actual sobre el consumo de energía eléctrica por equipo, se ofrecerá incentivos financieros (además del costo adicional inicial del equipo) a los abonados para poder instalar medidores en los equipos. La evaluación de los programas van a incluir un análisis estadístico, incluyendo aspectos que podrían impactar los resultados del programa como cambios en el clima, equipos, expansión, número de habitantes, y comportamiento del abonado.

Apoyo Institucional

Para poder realizar este programa se necesita el siguiente apoyo de cada institución:

Apoyo de la Empresa Electrica de cada ciudad, para cada proyecto piloto

- Un gerente con experiencia en programas similares en eficiencia energética, supervisando un ingeniero y un analista. El grupo será responsable de establecer el banco de datos, seleccionar los abonados, supervisar y entrenar los auditores, llamar por teléfono a los abonados identificados, desarrollar el folleto y la encuesta, revisar las respuestas de los abonados y definir los incentivos financieros que se podrán ofrecer, y supervisar consultores y otros contratistas.

Comité para el Desarrollo y Estimulo a la Industria Nacional, el Sistema de Calidad

- Responsable de supervisar los programas y compartir los resultados entre las varias empresas eléctricas en Colombia y asegurar la replicabilidad del programa a nivel nacional y su implementación por otras empresas eléctricas en Colombia. El Comité para el Desarrollo y Estimulo a la Industria Nacional y el Sistema de Calidad tendrá un papel importante en la estrategia nacional y ofrecerá observaciones sobre los programas pilotos.

Comisión Nacional de Energía (CNE)

- Responsable de coordinar a nivel nacional y ofrecer apoyo en obtener asesoría técnica a nivel nacional e internacional, y asegurarse que se logren la metas de los programas.

Sector Privado

- Antes y durante la implementación, el sector privado (proveedores de equipo) necesita tener una fuerte participación en el desarrollo del programa para verificar los costos de los equipos y su disponibilidad en el mercado. También se buscará su participación para que ellos puedan ofrecer incentivos financieros a los abonados u ofrecer directamente los equipos con su instalación a ningún costo al abonado.

**SECTOR RESIDENCIAL
BARRANQUILLA Y MEDELLIN**

Para el sector residencial, se considera implementar el programa para Barranquilla y Medellin en los estratos 2 a 4. Estos estratos representan el potencial de ahorro más grande ya que estos estratos tienen el consumo de electricidad más alto.

Implementación del programa: Este programa se realizará en tres partes. La primera parte consiste de una campaña de información por correo aéreo, la segunda parte consiste de visitas/auditorías, incluyendo una encuesta sobre un inventario de equipos eléctricos que se encuentra en la casa, y la tercera parte consiste de incentivos financieros para la instalación de equipos eléctricos eficientes para los abonados que piensan reemplazarlos, cubriendo el costo adicional inicial del equipo más eficiente.

**SECTOR COMERCIAL
BARRANQUILLA - EDIFICIOS
BOGOTA - HOTELES Y CENTROS COMERCIALES
CALI - CENTROS COMERCIALES**

Para el sector comercial, se considera implementar el programa en tres ciudades. Unos cinco edificios en Barranquilla, unos cinco hoteles y cinco centros comerciales en Bogotá, y cinco centros comerciales en Cali. Estos representan un potencial de ahorro de energía eléctrica importante ya que estos consumidores tienen un consumo de electricidad alto y representan un solo cliente o un grupo de ellos, facilitando la implementación.

Estrategia de Implementación: Este programa se realizará en tres partes. La primera parte consiste de una visita de la empresa eléctrica o su designado al sitio, la segunda parte consiste de auditorías energéticas, la tercera parte consiste de incentivos financieros para la instalación de equipos eléctricos eficientes.

**SECTOR OFICIAL
BOGOTA Y MEDELLIN
EDIFICIOS**

Se considera implementar el programa en las oficinas principales de la Empresa de Energía Eléctrica de Bogotá (EEB) y en el nuevo edificio de las Empresas Públicas de Medellín (EPM). De esta manera la EEB y EPM podrán obtener una experiencia directa con instalación en sus propio sitios.

Estrategia de Implementación: Una auditoría se realizará identificando las medidas de más alto rendimiento con la meta de conseguir un ahorro de energía mínimo de 10 por ciento en total. Este programa será financiado totalmente por la empresa eléctrica en conjunto con la participación del

sector privado, y con otros fondos externos para apoyo de consultoría.

Resumen de Costos de los Proyectos Piloto

En el cuadro No. 6-2 se presenta el resumen de los costos, desagregados por ciudad y sector y separando los costos correspondientes a incentivos. El costo total de los proyectos piloto asciende a US\$ 1,949,925, de los cuales el 42% (US\$ 813,525) corresponde a los incentivos y el resto a costos administrativos e instalación de equipos. Desde otro punto de vista, el 67% del costo total corresponde a moneda local (US\$ 1,312,475) y el 33% corresponde a divisas (US\$ 637,450).

Financiación

Por ser las actividades de ADD de carácter local y regional, el financiamiento deberá provenir de recursos de las empresas. No parece conveniente diseñar un esquema común de financiamiento, ya que el alcance de los proyectos dependerá de la capacidad financiera y técnica de cada empresa; sin embargo, puede concebirse una línea de crédito de la FEN para estos programas y, en tal caso, los contratos de gestión podrían contener cláusulas concernientes al cumplimiento de metas de aplicación de recursos y de reducción de la demanda.

Cuadro No. 6-2: Costos de los proyectos piloto de ADD

| COSTOS | B/QUILLA | MEDELLIN | BOGOTA | CALI | TOTAL |
|---|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|----------------------|
| SECTOR RESIDENCIAL | | | | | |
| Administrativos e Instalación Equipo Incentivos | 164,520 17,100 | 179,100 24,900 | | | 343,620 42,000 |
| Total | 181,620 | 204,000 | | | 385,620 |
| SECTOR COMERCIAL | | | | | |
| Administrativos e Instalación Equipo Incentivos | 169,750 250,000 | | 306,730 271,525 | 269,800 250,000 | 746,280 771,525 |
| Total | 419,750 | | 578,255 | 519,800 | 1,517,805 |
| SECTOR PUBLICO (1) | | | | | |
| Administrativos e Instalación Equipo | | 21,000 | 25,500 | | 46,500 |
| TOTAL | | | | | |
| Administrativos e Instalación Equipo Incentivos | 334,270 267,100 | 204,600 24,900 | 327,730 271,525 | 269,800 250,000 | 1,136,400 813,525 |
| GRAN TOTAL | 601,370 | 229,500 | 599,255 | 519,800 | 1,949,925 |
| LOCAL | 420,820 | 87,500 | 428,105 | 376,050 | 1,312,475 |
| DIVISAS | 180,550 | 142,000 | 171,150 | 143,750 | 637,450 |

(1) El costo del equipo no está incluido en este programa piloto ya que se considera que las mismas empresas eléctricas conseguirán estos equipos por su alta rentabilidad (tasa de retorno de menos de 1 año). Los costos adicionales de incentivos tampoco están incluidos ya que no se considera tener que convencer las empresas eléctricas de las ventajas de ahorro de energía. La disponibilidad de los equipos en Colombia se necesita verificar antes de implementar el programa piloto. Además como está indicado anteriormente, se puede conseguir una participación del sector privado (proveedores de equipo) que pudiese co-financiar el programa piloto.

6.3 TARIFAS E INCENTIVOS

6.3.1 Descripción del problema

6.38 El problema de las altas tasas de descuento implícitas en las decisiones de los consumidores relativas a las inversiones en conservación de energía, discutido en la sección 2.3 del capítulo 2, hace necesaria la intervención del mercado para lograr los beneficios sociales y económicos potenciales de las mejoras de la eficiencia energética, mediante incentivos apropiados. Tal como se ha insistido en varias partes de este informe, el esquema de incentivos deberá estar en función de las tarifas, los costos de suministro de la energía y los subsidios, cuando estos existan, de tal manera que sean atractivos tanto para los consumidores como para las empresas eléctricas, además de que la estrategia de implementación debe tener en cuenta las particularidades de los sectores y estratos.

6.39 En el sector residencial⁹⁶, los estratos 5 y 6 tienen actualmente tarifas que cubren el costo y se espera que a partir de 1994 suceda lo mismo con el estrato 4. Consecuentemente, los estratos altos presentan las mejores condiciones para desarrollar programas de ADD, pero son los mercados atractivos financieramente para las empresas eléctricas, por lo cual las electrificadoras no se sentirán motivadas a llevar a cabo acciones que reduzcan el consumo. En contraste, respecto a los estratos 1, 2 y 3, lo más realista por razones políticas es esperar que las tarifas mantengan un nivel alto de subsidio hasta más allá del año 2000⁹⁷. Teniendo en cuenta que los estratos 2 y 3 consumen entre el 50% y el 66% de la energía eléctrica en el sector residencial⁹⁸, éstos se configuran como el blanco más obvio y más apropiado para reducir las pérdidas financieras de las empresas debidas a subsidios tarifarios. Como cada KWh vendido en estos estratos significa una pérdida para la empresa eléctrica, entonces un KWh ahorrado representa un ahorro efectivo en términos financieros. Sin embargo, las bajas tarifas dificultarán la aplicación de programas de reducción del consumo.

6.40 De acuerdo con lo anterior, en el sector residencial, habrá que aplicar políticas diferenciales de incentivos de acuerdo al estrato. En el estrato 1, los muy bajos ingresos y el alto grado de informalidad

⁹⁶/ Ver la sección 3.1, para la presentación del problema de costos, tarifas y subsidios y, en particular, el cuadro A-11, del anexo A.

⁹⁷/ Las metas tarifarias de la Junta Nacional de Tarifas para 1994, todavía generan subsidios en los estratos 1, 2 y 3 del orden de MUS\$ 44 en Bogotá, MUS\$ 24 en Medellín, MUS\$ 14 en Cali y MUS\$ 12 en Barranquilla. Debido a la diferencia entre el CIPLP y la tarifa actual, se requerirían incrementos anuales muy grandes en términos reales para lograr la paridad antes del año 2000 (ver capítulo 3 a propósito de esta discusión)

⁹⁸/ Según el cuadro No. 2-4, "Distribución del consumo residencial de energía eléctrica por estrato socioeconómico", los estratos 2 y 3 consumen el 59% de electricidad en el sector residencial en Bogotá, el 66% en Medellín, el 60% en Cali y el 50% en Barranquilla.

dificultarían la aplicación del programa. En los estratos 2 y 3 se debe buscar un esquema de incentivos al consumidor, basado en la vinculación de los subsidios y el nivel tarifario a los ahorros de energía. Los estratos de ingresos altos, con un nivel tarifario apropiado, deberán ser también blanco del programa de ADD mediante un esquema de incentivos diferentes, similar al usado en el sector comercial, en el cual se dividan los beneficios entre la electrificadora y el consumidor, de tal forma que sea atractivo para la empresa la reducción del consumo.

6.41 El sector comercial, dado que las tarifas están por encima del costo económico, se configura como un mercado financieramente muy atractivo para las empresas eléctricas. En consecuencia, no existe un incentivo en éstas para disminuir la demanda y se requeriría, entonces, diseñar un esquema atrayente, mediante el cual participen de los beneficios del ahorro tanto el consumidor como la empresa distribuidora de energía. Para el sector público, las metas tarifarias para 1994 son apropiadas y, por su naturaleza de entidades gubernamentales, no requiere de incentivos financieros para implementar las medidas de eficiencia energética. Para este sector solo hay que diseñar un programa de auditorías de **CARACTER OBLIGATORIO y una guía para desarrollar las modificaciones prioritarias, de gran impacto y bajo costo**, siguiendo las pautas del programa piloto, por lo cual no se discutirá más el tema.

6.42 En general, los niveles de incentivos que deben ofrecerse para promover medidas de conservación deben seguir la pauta de⁹⁹:

"un KWh ahorrado es equivalente a un KWh generado, por lo tanto deben ser tratados similarmente",

en consecuencia, las compañías eléctricas deben "comprar" mejoras en la eficiencia, empezando con las de menos costo y continuando hasta que el incentivo ofrecido por la última compra iguala el costo marginal de producirlo. Pero la aplicación de este principio es problemático y su éxito y equidad dependen de la relación entre el costo económico de producir el KWh y la tarifa (en el cuadro No. 6-2 se presenta un ejemplo de una situación de interés para la sociedad, pero que no beneficia a ninguna de las partes). En las próximas dos secciones se verán las diferencias resultantes de su aplicación en los sectores residencial y comercial en Colombia y como aplicarlo apropiadamente en cada caso.

6.43 El arreglo institucional que facilita su aplicación consiste en permitir a las empresas eléctricas vender servicios energéticos a los consumidores, por medio de las Unidades de Eficiencia Energética (numeral 6.36), quienes, a su vez, se beneficiarán de las inversiones en eficiencia y de la energía ahorrada resultante. Esta propuesta transformaría las empresas eléctricas de ser simples proveedores de energía a ser proveedores de un amplio rango de servicios energéticos. Este esquema resuelve

⁹⁹/ Williams Robert H. Innovative approaches to marketing electric efficiency. (citado en el capítulo 2).

satisfactoriamente los problemas asociados con la eficiencia económica y la equidad que hacen parte de los esquemas de incentivos tradicionales.

Cuadro No. 6-2: Ejemplo de conservación beneficioso para la sociedad, pero que no es conveniente para las partes (cents de US\$/KWh).

| | Beneficio Empresa (Empresa paga por Conservación) | Beneficio Consumidor (Consumidor paga por Conservación) | Beneficio Sociedad (Sin importar quien paga) |
|--------------------|---|---|--|
| Ahorros | 7.5 | 3.5 | 7.5 |
| Costo Conservación | -5.0 | -5.0 | -5.0 |
| Perdida Ingresos | -3.5 | 0.0 | 0.0 |
| Beneficio Neto | -1.0 | -1.5 | 2.5 |

1. La empresa eléctrica vende electricidad y no comparte los ahorros.
2. Tarifa = 3.5 cent/Kwh.
Costo Marginal de la Electricidad = 7.5 cent/Kwh.
Costo marginal de Conservación = 5.0 cent/KWH.
3. El ahorro para la empresa y la sociedad es el costo marginal de no tener que producir un KWh. Para el consumidor es la tarifa de un KWh ahorrado.
4. La pérdida de ingresos es el ingreso que la empresa no recibirá cuando un KWh es ahorrado.

6.3.2 Incentivos en el sector residencial

6.44 En los estratos 2 y 3 el Costo Marginal (CM) es mayor que la Tarifa (T), esto es $CM - T > 0$. El criterio para juzgar cuanto la empresa debe invertir en conservación es que sea una cantidad menor que la diferencia entre CM y T:

$$\text{incentivo} < CM - T$$

En otras palabras, el incentivo debe ser menor que el subsidio implicado en la estructura tarifaria. Este criterio ha sido llamado "la prueba de no perdedores" (no-losers test), porque cuando el incentivo pagado por la empresa satisface este criterio, el costo adicionado al sistema no es mayor que el valor de la nueva oferta de electricidad equivalente si hubiera necesidad de adicionarla. En consecuencia, los no participantes no se verían afectados, dando lugar a un esquema equitativo.

6.45 Un incentivo que satisfaga el criterio señalado promueve la cantidad óptima de inversión en eficiencia energética, porque le envía el mensaje al consumidor de que el valor social de la conservación es el costo marginal de nueva oferta de energía. En efecto, por cada KWh ahorrado al invertir en conservación, el consumidor ganaría un beneficio igual a:

$$(MC - T)(\text{pago del incentivo}) + T(\text{reducción en la factura}) = MC$$

Por lo tanto, el consumidor tendrá una ganancia extraordinaria al hacer inversiones en conservación que cuestan menos que MC, pero estarían reacios a hacer inversiones que cuesten más que MC.

6.46 Existen problemas con este criterio cuando la diferencia entre CM y T no es lo suficientemente grande para superar el problema de la alta tasa de rentabilidad de los consumidores que se presenta en las inversiones en eficiencia energética, tal como se discutió en el numeral 2.25. En tal caso, el nivel de los incentivos no sería suficiente para promover inversiones en conservación, lo cual sucedería en los estratos 4, 5 y 6 y en el sector comercial, donde incluso se presenta una diferencia negativa entre MC y T.

6.47 Cuando exista una diferencia apreciable entre CM y T, comparativamente con el costo de las medidas de conservación, convendrá a las empresas establecer un incentivo en función de tal diferencia. De esta forma, el pago del incentivo más el costo administrativo de prestar la asistencia técnica para lograr su implementación no deberá ser mayor que $MC - T$. Este criterio produce para la empresa eléctrica un beneficio positivo, ya que si

costo medida $< MC - T$, entonces

beneficio neto = MC (ahorro) - T (perdida ingresos) - costo medida > 0

donde, costo medida = incentivo + costo administrativo/técnico.

6.3.2 Incentivos en el sector comercial

6.48 Bajo la hipótesis de que las empresas eléctricas lleguen a ser ellas mismas compañías de servicios energéticos, podrán hacer las inversiones necesarias en conservación y cobrar una cantidad por KWh ahorrado igual a lo que el consumidor pagaría por la electricidad. Adicionando tales costos por KWh ahorrado a la factura de los consumidores, amortizados en un período equivalente a la vida esperada de la inversión, convertiría los extracostos de las medidas de conservación en costos operativos, superando de esta forma la reluctancia típica de los consumidores a incurrir en el costo inicial requerido. Sin embargo, esto solo no motivaría a muchos consumidores a participar, simplemente porque no estarían mejor que si las medidas no fueran implantadas. Un incentivo más fuerte provendría de una situación en la cual el costo de la energía ahorrada incurrido por la empresa fuera menor que el costo marginal de producirla y, en tal caso, podría compartir los ahorros con el consumidor. De esta forma, la inversión en conservación sería atractiva para ambos participantes, sin afectar a los consumidores no participantes con costos adicionales al sistema que llevarían eventualmente a un incremento de tarifas.

6.49 En el sector comercial, asimilable a los estratos altos del sector residencial, para las opciones con un costo menor que el costo marginal de la energía, podría diseñarse este tipo de esquema en el cual se repartieran los

ahorros por partes iguales. En el cuadro No. 6-3 se presenta una ilustración de esta situación. Bajo esta fórmula los beneficios mutuos son obvios. Por un lado, la empresa no tiene pérdida de ingresos porque el consumidor le paga por los servicios energéticos que de otra forma pagaría por la electricidad y tendría adicionalmente un beneficio derivado de la mitad del ahorro obtenido. El consumidor cambiaría el pago de la electricidad por el del servicio y tendría como incentivo la mitad de los ahorros. Nótese que bajo este esquema no importa el nivel de la tarifa (en tanto sea mayor o igual que el costo marginal), puesto que lo que se comparan son los costos involucrados en la transacción y el incentivo dependerá de la diferencia entre ellos.

Cuadro No. 6-3: Beneficios cuando la empresa paga por la conservación, vende servicios energéticos y comparte los ahorros con el consumidor (cents de US\$/KWh).

| | Beneficio Empresa (Empresa paga por Conservación) | Beneficio Consumidor (Consumidor compra Servicios Energéticos) | Beneficio Sociedad |
|-----------------------|--|---|---------------------------|
| Ahorros | 6.5 | 1.5 | 8.0 |
| Costo Conservación | -5.0 | 0.0 | -5.0 |
| Perdida Ingresos | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Beneficio Neto | 3.0 | -1.5 | 3.0 |

1. La empresa eléctrica vende electricidad y no comparte los ahorros.
2. Tarifa = 8.0 cent/Kwh.
Costo Marginal de la Electricidad = 8.0 cent/Kwh.
Costo marginal de Conservación = 5.0 cent/KWH.
3. Ahorros: aquí la empresa comparte el beneficio neto de no tener que producir electricidad extra (8.0 - 5.0 cent/KWh), en partes iguales con el consumidor como un incentivo para que éste participe.
4. Aquí la empresa no tiene pérdida de ingresos porque el consumidor le paga por los servicios energéticos que de otra forma pagaría por la electricidad.

6.4 ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO Y FOMENTO DE LA PARTICIPACIÓN DEL SECTOR PRIVADO

6.50 Con el esquema institucional planteado hasta ahora, el inicio, la promoción y el desarrollo del programa de eficiencia energética, en una primera etapa, descansa en las empresas eléctricas operando como vendedoras de servicios energéticos. La pregunta que hay que hacerse a continuación es si las empresas eléctricas son capaces solas en el largo plazo de ofrecer los servicios energéticos de la forma más eficiente posible, dado el flujo continuo en el futuro de nuevas tecnologías de ahorro de energía. Responder esta pregunta no es fácil y necesariamente hay que referirse a la experiencia internacional, en los países donde se han establecido compañías de servicios energéticos no asociadas con empresas eléctricas.

6.51 En los Estados Unidos, los altos precios de la energía al final de los años 70 y principios de los 80 llevó a la formación de numerosas empresas de servicios energéticos ("Energy Services Company" (ESCO)), orientadas a satisfacer las necesidades de firmas industriales y comerciales grandes. Hasta muy recientemente, el mejor servicio ofrecido por las ESCO ha sido principalmente financiero: muchas de tales compañías han enfatizado en la financiación de inversiones en conservación de energía a través de leasings, inversiones conjuntas (joint ventures), planes de compartir ahorros y contratos de servicios energéticos que hagan más fácil la disponibilidad de capital que apelando al sistema financiero. Como se vio en la sección 2.3, una de las razones que dificultan la inversión en eficiencia energética es la falta de capital o de esquemas de inversión asociados a equipos eficientes. Por tal razón, el aspecto financiero se convierte en un tema crucial hacia el futuro y la posibilidad de que existan empresas privadas, tipo ESCO, sería un elemento que ampliaría la cobertura y imprimiría dinamismo a su difusión.

6.52 La FEN podría ofrecer financiamiento al sector comercial grande y a los fabricantes de equipos eléctricos para poder mejorar la eficiencia de los equipos eléctricos nacional, y apoyar el sector privado en el establecimiento de laboratorios. Para incentivar a los usuarios, se necesita poder ofrecer financiamiento a través de mecanismos existentes como el de vivienda. La FEN también podría ofrecer financiamiento al sector privado interesado en participar en invertir en proyecto de ahorro de energía.

6.53 Para los programas en el pequeño comercio y el sector residencial, las Corporaciones de Ahorro y Vivienda podría ofrecer financiamiento, dentro de créditos de mejoras de las edificaciones.

6.54 Una vez que el gobierno identifique como prioridad a nivel nacional los programas de ahorro de energía (eso implica una campaña extensiva de conservación de energía), el sector privado reaccionará en el invertir en esos programas si el negocio parece rentable. Entrevistas con el sector privado de Colombia indican que les interesaría el esquema de una ESCO pero necesitarían disponibilidad de capital para poder invertir y garantías del gobierno de una política bien definida, clara y constante. Eso incluye crear una conciencia nacional alta de la importancia de ahorrar energía y su rentabilidad (por ejemplo desarrollar un mercado de promoción para las ESCO's).

6.55 Una vez que se ha enfrentado las barreras de capital disponible, y establecer garantías y mercadeo y un marco regulatorio y tarifario adecuado, se podría conseguir un alta participación de ESCO's en Colombia con impactos de ahorro de energía a nivel nacional. Para poder implementar los programas de ahorro de energía, las empresas eléctricas de EE.UU. han utilizado los recursos técnicos y financieros de las ESCO's. Se considera que el esquema de las ESCO's podría funcionar en programas con el sector industrial y comercial/oficial de Colombia. Las ESCO's funcionan de cuatro manera:

- 1) Como una extensión institucional de la empresa eléctrica bajo contrato y la supervisión diario de la empresa eléctrica. La ESCO es vista por los usuarios como parte de la empresa eléctrica.

2) como un contratista independiente, realizando los programas de manera "turnkey" en el cual el contratista mantiene el servicio bajo su nombre ya que ha recibido una certificación de la empresa eléctrica para poder implementar los programas identificados por la empresa eléctrica.

3) como un empresario, trabajando para la empresa eléctrica o directamente con los grandes consumidores de electricidad en el sector industrial y comercial. Estos proyectos serían aprobados por las empresas eléctricas con sus incentivos financieros, o bajo un esquema de financiamiento en el cual la ESCO compartiría los ahorros de energía con el cliente industrial o comercial.

4) como en un proceso de solicitud, la ESCO ofrece una "propuesta" a la empresa eléctrica, ofreciendo un ahorro de energía y/o potencia a un cierto precio sobre un cierto período.

6.56 A primera vista, En Colombia el papel de la ESCO como empresario (punto 3) parece ser el más viable para desarrollar por su sencillez. Una vez que se tenga mas experiencia sobre los resultados de los programas de ahorro de energía, se podría promover el concepto de una propuesta de la ESCO en un proceso formal de solicitud (punto 4).

6.57 El esquema de las ESCO's en ese proceso formal de solicitud se ha desarrollado rápidamente en los últimos años en EE.UU. En gran parte es por el proceso de "competitive DSM bidding" en el cual las empresas eléctricas hacen una solicitud de conseguir tantos MW en tal año bajo un programa de conservación. Las empresas reguladoras como mencionado arriba ponen presión a las empresas eléctricas de conseguir ahorros de energía bajo sectores específicos. A su vez, las empresas eléctricas aprovechan de los recursos técnicos y financieros de las ESCO's para cumplir las metas de las agencias reguladoras. En EE.UU. el desarrollo del proceso formal de solicitud a través de ESCO's aprovechó de la experiencia anterior con la ley eléctrica PURPA solicitando oferta de energía de generadores independientes.

6.58 En el esquema de una ESCO operando como empresario (punto 3), los contratos pueden incluir lo siguiente:

a) Instalación de equipo con ahorros garantizados:

La ESCO instala, mantiene y es dueña del equipo que se coloca en sitio del cliente industrial o comercial. En retorno, la ESCO recibe un ingreso (fee) sobre el equipo, y el cliente paga su cuenta de electricidad como costumbre. Si los ahorros de energía son superior al alquiler del equipo, el cliente se queda con la diferencia. Si el ahorro es inferior al costo de alquiler (leasing) del equipo, el cliente paga solamente para poder "break-even". Después de un cierto período, por ejemplo 5 años, el cliente tiene la oportunidad de comprar el equipo a su valor actual. La ESCO también puede conseguir financiamiento del equipo a través de terceras partes como un mortgage en vez de "leasing".

b) Ahorros de energía compartidos

En este mecanismo, la ESCO financia, instala, y opera (frecuentemente) el equipo eficiente en la industria o comercio. El cliente no paga nada por la instalación, mientras que el equipo pertenece al ESCO. La ESCO toma todo el riesgo, recibe los beneficios fiscales (si existen), y puede vender el equipo al cliente al final del contrato a su valor de mercado actual. Cada mes, se compara el consumo actual (con equipo eficiente) con un marco de referencia estimado e incluido en el contrato indicando el consumo de electricidad sin equipo eficiente. La diferencia en el consumo de energía refleja los ahorros de energía estimados. Esos ahorros son compartidos entre la ESCO y el cliente. Si no hay ahorros, el cliente no paga nada al ESCO, aunque el contrato indica que por lo menos, la ESCO va a "break-even" en el negocio.

c) Gastos de energía garantizados

En este contrato, el cliente industrial o comercial paga a la ESCO un cargo fijo de su costo de energía al mes. Si el cargo es superior al costo actual de energía (con equipo eficiente), la ESCO guarda la diferencia. Si el cargo es inferior al costo actual de consumo de energía, la ESCO paga la diferencia.

d) Acuerdo de compra de energía

Este tipo de contrato es más frecuente para proyectos de cogeneración en el cual la ESCO ofrece calor y/o electricidad a una fracción del precio actual de energía bajo el sistema convencional. Los contratos tienen una duración de siete a diez años en promedio. Los precios como mencionado en los casos arriba, son indexados a precios actuales. La ESCO normalmente mantiene la propiedad del equipo durante la vida del contrato.

Para efectos de implementación de los programas identificados en este estudio, los elementos a), b) y c) son viables en Colombia y su aplicación dependería del caso específico (por ejemplo por sector, uso final, medida de ahorro, y nivel de riesgo que la ESCO o el cliente quiera asumir).

6.5 NORMALIZACIÓN DEL SUBSECTOR DE GAS¹⁰⁰

6.5.1 Antecedentes

6.59 El objetivo primario que se persigue al considerar la normalización es la de establecer unos patrones o modelos básicos que definan las calidades mínimas aceptables para un producto o servicio, a través de la

¹⁰⁰/ En el anexo S se describen más extensamente los aspectos institucionales del Subsector de Gas y los subproyectos propuestos para la etapa siguiente: 1) Normalización; 2) Homologación de elementos, equipos y artefactos; 3) Capacitación técnica de profesionales e instaladores; 4) Certificación de instaladores; 5) Campañas de información masiva; y 5) Reestructuración del sistema actual de reparación y reposición de los cilindros para gas propano.

confiabilidad de operación de las instalaciones y de los equipos y accesorios que están utilicen. Mediante este proceso se determinan (de común acuerdo entre los distintos estamentos que participan en la actividad), una especie de "reglas de juego", cuyo propósito es el de proteger los intereses del consumidor final. Cuando la actividad involucra riesgos potenciales que puedan comprometer el bienestar de los usuarios, entonces el objetivo es la salvaguardia de la seguridad pública. Adicionalmente, los aspectos relativos a la eficiencia de los equipos de uso final constituyen un campo de interés para este proyecto, en particular. Existe ya la consciencia de que solo a través de un proceso de normalización continuo y responsable, que abarque los diferentes aspectos que se relacionan con la actividad podrá ofrecerse una verdadera protección al usuario, una garantía de la seguridad pública y un nivel adecuado de eficiencia en los equipos de uso final. Es importante en consecuencia, apoyar el esfuerzo que vienen realizando algunas entidades como ECOPETROL, EEPP de Medellín, Gas Natural S.A., ACOGAS y el ICONTEC a este respecto.

Entre estas se destaca la realizada por la recientemente formada "ASOCIACION COLOMBIANA DE GAS -ACOGAS-", entidad de derecho privado y sin ánimo de lucro, constituida en 1991 por asociación de distintas empresas relacionadas con la industria del gas, que considera entre sus funciones sociales principales la investigación técnica y la normalización del sector. Por el modelo de su estructura interna, en ella tienen asiento los productores, transportadores y distribuidores de gas (propano y/o natural), las empresas de ingeniería, consultoría y servicios, fabricantes de equipos y accesorios, así como las entidades que se dedican a la comercialización de estos elementos, las instituciones de investigación y docencia, y en general todos los que en forma alguna participan en la actividad.

A finales de 1991 ACOGAS fue comisionada por ECOPETROL para el estudio y homologación de varias normas técnicas, en virtud del convenio EURCOLERG, celebrado entre el Ministerio de Minas y Energía y la Comunidad Económica Europea. Los aspectos a normalizar fueron escogidos teniendo en cuenta las necesidades más apremiantes de la industria (labor nada sencilla si se considera al gran vacío que existe en materia de normalización).

Con la colaboración del ICONTEC y de la empresa distribuidora GAS NATURAL S.A. (que ofreció sus instalaciones y servicios de oficina), y especialmente gracias a la participación decidida de las entidades que la integran, ACOGAS logró producir cinco anteproyectos de normas antes de finalizar el año de 1991. Dichos anteproyectos se encuentran ya en proceso de revisión y discusión pública en el ICONTEC, y se espera que a más tardar para finales del mes de mayo de 1992 queden definitivamente homologados y reconocidos por ese Instituto.

La experiencia de ACOGAS constituye un modelo de normalización interesante que se ajusta muy adecuadamente a las necesidades del sector.

Si bien otras instituciones han trabajado en este campo, como por ejemplo las Empresas Públicas de Medellín, que con el concurso de GAS NATURAL S.A. han iniciado la preparación de unas Guías para el Diseño e Instalación de Redes de Distribución e Instalaciones Internas de Gas, para este mismo fin puede aprovecharse la organización de ACOGAS, la cual abarca en su seno los distintos estamentos comprometidos en la actividad, lo que conlleva a que esté en capacidad de adelantar debates técnicos altamente especializados a los cuales tienen acceso las personas de mayor conocimiento y experiencia en el país en las diferentes ramas de la industria del gas.

6.5.2 Sistema propuesto

6.60 Como se mencionó en los antecedentes, el sistema que se propone para llevar a cabo la normalización del sector está fundamentado en la ASOCIACION COLOMBIANA DE GAS -ACOGAS-. En su calidad de gremio, tendría las mejores posibilidades para detectar los aspectos de la industria que prioritariamente requieren ser estandarizados. De esta manera podría definir los temas a ser tratados en cada año y establecer un cronograma tentativo de trabajo para su ejecución. El proceso incluiría las siguientes etapas¹⁰¹:

-Una primera etapa de documentación acerca de los antecedentes que existen a nivel mundial sobre la materia y con el concurso de expertos nacionales y/o extranjeros se selecciona las que de mejor modo se adapten a nuestro medio.

-En una segunda etapa se realizan las traducciones correspondientes al español sobre versiones originales de los textos originales.

-Terminado este proceso, en una tercera etapa se programan sesiones para el debate interno de los documentos resultantes. A estos debates tendrían acceso, además de los asociados todas las industrias y/o estamentos de la nación que a juicio de ACOGAS deban estar representadas o puedan con sus aportes enriquecer el debate.

-Concluidos los debates, en la cuarta etapa, se prepara un documento final que, una vez aprobado por la Asociación conforme a sus reglamentos procedimentales internos, constituye un Anteproyecto de Norma, que está listo para ser sometido a discusión pública. De este punto en adelante la responsabilidad por el desarrollo del proceso queda a cargo del Instituto Colombiano de Normas Técnicas -ICONTEC-.

-En la quinta etapa, el ICONTEC, en su calidad de ente nacional de normalización, recibe cada anteproyecto, lo evalúa según sus propios

¹⁰¹/ Este procedimiento es bastante similar al del programa acelerado de ICONTEC que se propone para el la normalización de equipo de uso final eléctrico. En el gas la entidad promotora es ACOGAS y en el sector eléctrico es el SISTEMA DE CALIDAD.

requisitos siguiendo el trámite interno acostumbrado, en caso de que se requiera lo ajusta a los modelos y formatos internacionalmente reconocidos para el propósito, y de encontrarlo conforme, lo imprime y divulga para iniciar el proceso de discusión pública abierta, si durante este proceso y durante esta revisión interna se encuentran incompatibilidades o imprecisiones, se devuelve a ACOGAS para que efectúe los correctivos del caso. De ser así, se inicia esta etapa cuantas veces sea necesario hasta que se logre obtener una manifestación general de conformidad y aceptación de todos sus puntos.

-Alcanzada esta meta, adquiere ya la calidad de NORMA ICONTEC y se promulga y difunde como tal. Si llega a considerarse además que reviste una importancia especial para la nación, se somete al Consejo Nacional de Normas y Calidades, que de rendir concepto favorable, la eleva a la categoría de Norma Técnica Colombiana Oficial Obligatoria.

6.61 Este sistema por el cual el gremio del subsector gas se encarga de evaluar, discutir y proponer los anteproyectos de normas que regulen las actividades de su ingerencia, es una práctica común en países con una industria madura del gas, por cuanto agiliza y enriquece el proceso de normalización.

6.62 Dado que el sistema propuesto se apoya en ACOGAS para efectuar la normalización del sector, y esta entidad posee las facilidades y recursos propios para solventar la mayor parte del proceso interno, los recursos adicionales requeridos se limitan a:

-La consecución de los antecedentes internacionales que se seleccionen (dado que son propiedad intelectual con derechos reservados), y,

-El sostenimiento de un equipo de apoyo logístico permanente. Este estaría conformado por un coordinador (profesional de medio tiempo), un ingeniero de tiempo completo responsable por la preparación de los documentos-borradores y de recopilar e insertar los aportes que alleguen las distintas subcomisiones, uno o varios traductores (contratados al destajo según las necesidades) y de una secretaria también de tiempo completo.

6.63 Para los anteriores recursos se estima el siguiente costo en pesos de 1992:

Costos de Personal

| ACTIVIDAD DESARROLLADA | VALOR HORARIO | DEDICACION MENSUAL | COSTO MENSUAL | COSTO ANUAL |
|-----------------------------|---------------|--------------------|---------------|--------------|
| Coordinador | \$10,500 | 90 Hrs | \$ 945,000 | \$11,340,000 |
| Ingeniero | \$ 7,500 | 180 Hrs | \$1,350,000 | \$16,200,000 |
| Secretaria | \$ 1,800 | 180 Hrs | \$ 324,000 | \$ 3,888,000 |
| Total de Costos de Personal | | | | \$31,428,000 |

funciones: Con el fin de evitar interferencias extrañas en el proceso es necesario que quien verifique no sea el mismo que certifique.

6.67 De otra parte es importante establecer un seguimiento constante sobre el proceso de fabricación de los productos etiquetados con el fin de garantizar que todos, y no únicamente los remitidos al laboratorio de ensayos, cumplen con los requisitos mínimos que se establecen en las normas correspondientes. Esta función fiscalizadora puede ser efectuada por el mismo ente encargado de evaluar las informaciones de laboratorio y de expedir los certificados.

6.68 Con fundamento en lo anterior, el sistema propuesto contempla que sea ACOGAS la encargada de realizar las pruebas y ensayos de laboratorio, y el ICONTEC el responsable de evaluar los resultados obtenidos con estos ensayos, fiscalizar el proceso productivo y los controles de calidad de que dispone el fabricante y de expedir las correspondientes "etiquetas" o certificaciones.

6.69 El ICONTEC dispone ya de la infraestructura necesaria para efectuar el seguimiento sobre los procesos productivos y de control de calidad de los fabricantes etiquetados o en proceso de certificación, con base en la norma ISO 9000. ACOGAS, por su parte, en virtud del convenio EURCOLERG tiene acceso a los equipos de laboratorio considerados en la primera fase del proyecto y a la capacitación del personal básico que se requiere para este propósito.

6.70 La certificación de los laboratorios encargados de los distintos ensayos (incluido el de ACOGAS) correspondería también al ICONTEC, con fundamento en la norma ISO 3000.

6.71 Con el sistema considerado, ACOGAS tendría acceso a información técnica de primera mano, (de sus propios laboratorios y la red de laboratorios de apoyo), que le permitirá detectar excesos deficiencias e incompatibilidades contenidas en las normas. De esta manera se le facilitaría cumplir con una de las funciones que se le pretende asignar, como es la de proponer, en un proceso continuo, las formas y modificaciones que se requieren en las mismas, completando así el ciclo que comprende un programa de normalización debidamente estructurado.

6.72 Aunque para el financiamiento del sistema será posible obtener algunos ingresos por vía de las tarifas que se imponen a las entidades interesadas en la certificación y/o etiquetaje, con el propósito de que el costo de la calidad no encarezca el valor del producto en forma desproporcionada y que las tarifas de certificación y etiquetaje sean asequibles a la industria, se estima necesario en primera instancia un aporte estatal a través de ECOPEPETROL así como de la industria del gas en general representada en ACOGAS.

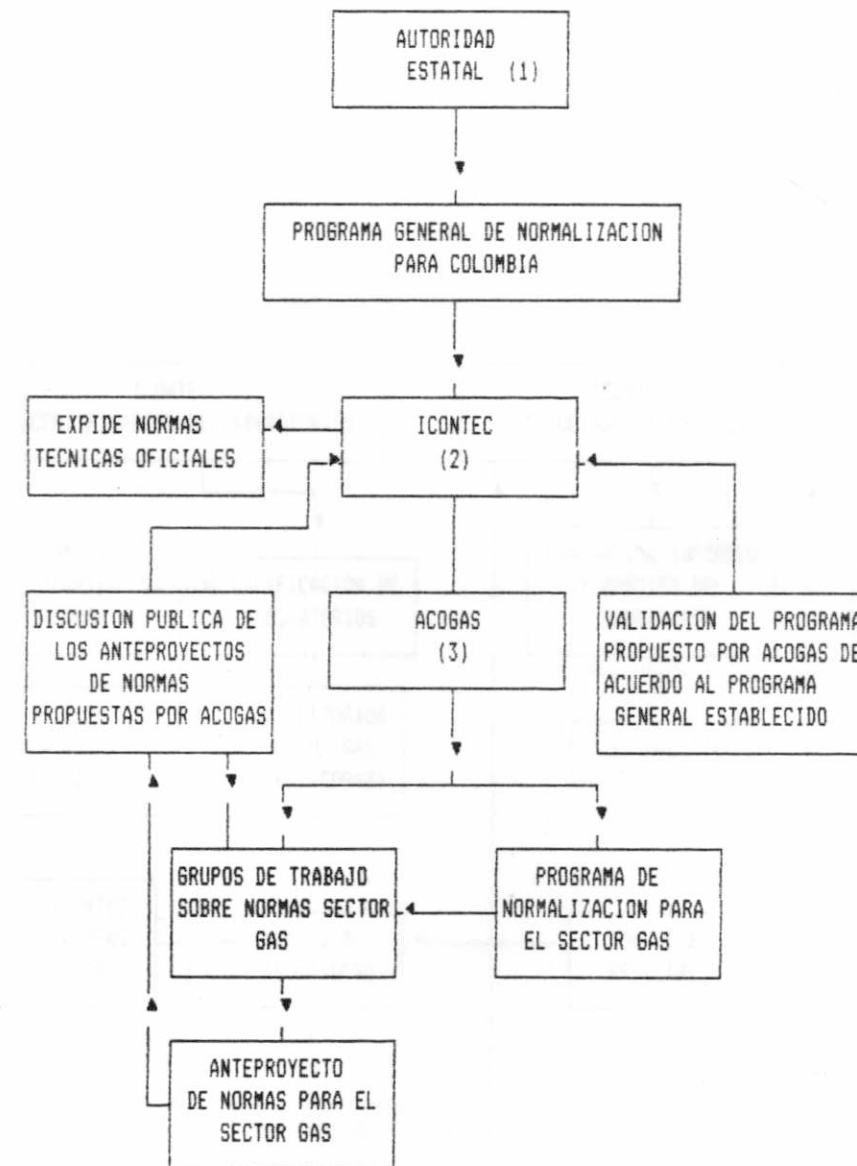
6.73 Las figuras No. 6-3 y 6-4 ilustran de forma esquemática la manera como se configurarían los sistemas propuestos:

a) Normalización del sistema GAS

b) Certificación de Laboratorios, Inspección a la Industria y Etiquetaje de productos.

FIGURA No. 6-3

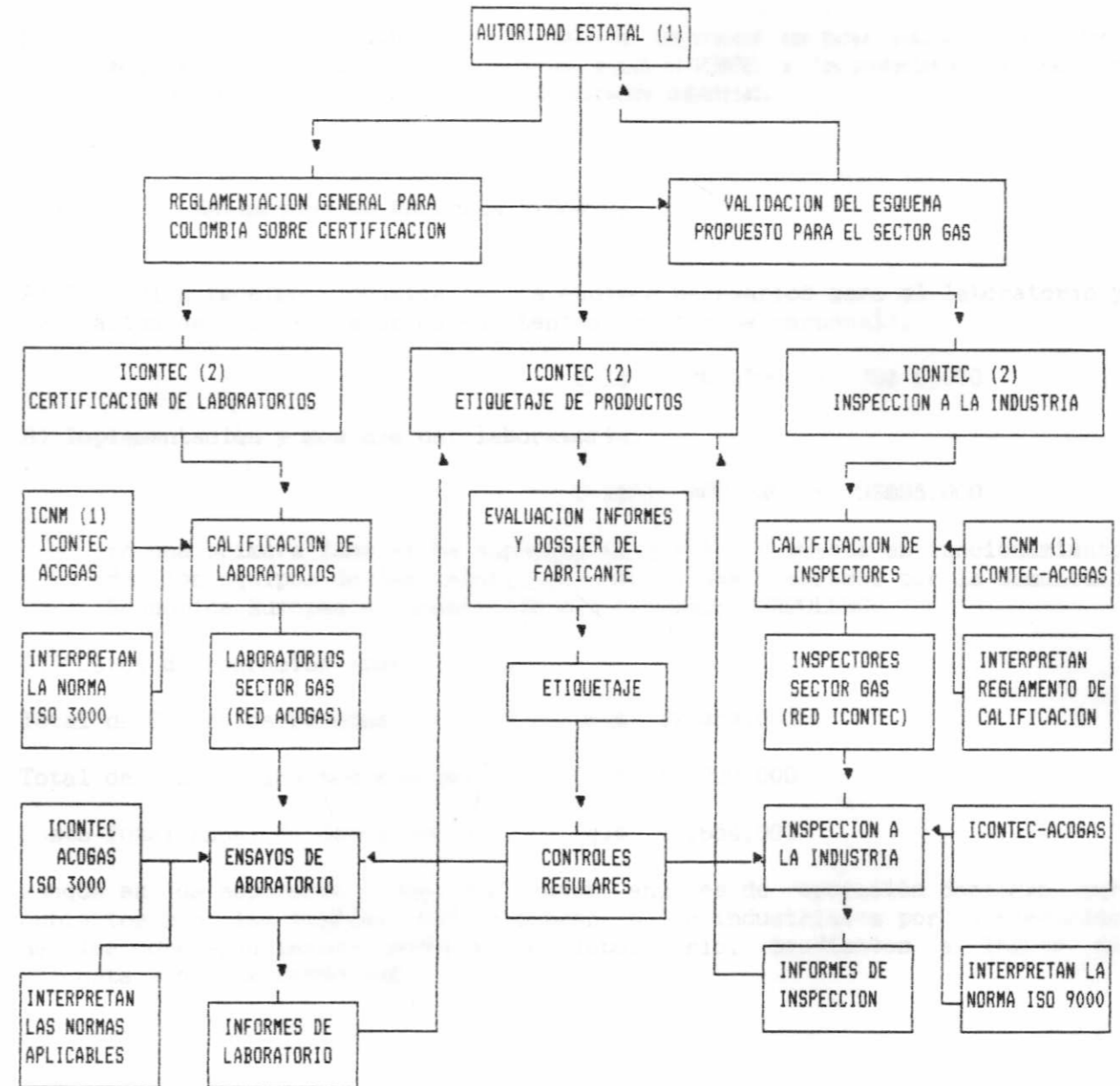
SISTEMA PROPUESTO PARA LA NORMALIZACION DEL SECTOR GAS



1. Autoridad Nacional a la cual corresponde regular la materia, dependencia del Ministerio de Desarrollo. Apparently the Superintendencia de Industria y Comercio, a cargo actual de la actividad, sería reemplazada por el Instituto de Normalización y Metrología.
2. ICONTEC. Entidad Nacional de Normalización reconocida como tal por el Estado.
3. ACOGAS. Organó no Gubernamental a cargo de la Normalización del Sector Gas.

FIGURA No. 6-4

SISTEMA PROPUESTO PARA LA CERTIFICACION DE LABORATORIOS, INSPECCION A LA INDUSTRIA Y ETIQUETAJE DE PRODUCTOS RELACIONADOS CON EL SECTOR GAS



1. Dependencia del Ministerio de Desarrollo por definir.(correspondería al Instituto Colombiano de Normalización y Metrología).
2. En principio, la certificación de laboratorios, el etiquetaje de productos y la inspección a la industria estaría a cargo del ICONTEC, por la experiencia y recursos de que ya dispone para este fin. Las últimas dos actividades podrían ser desarrolladas en el futuro directamente por ACOGAS o por otra entidad autorizada.
3. El esquema planteado es independiente del Sello de Conformidad con Norma que, a través de otros mecanismos y con base en diferentes criterios, expide el ICONTEC a los productos manufacturados por empresas que satisfacen ciertos modelos de organización industrial.

6.74 Estimativo de Recursos y Costos.

A) Selección técnico-económica de los equipos necesarios para el laboratorio y evaluación de los laboratorios existentes (costos de personal).

Col\$ 9,360,000 + US\$ 8,000

B) Implementación y montaje del laboratorio.

Col\$110,000,000 + US\$96,000

En una primera fase se ha supuesto el montaje y puesta en funcionamiento de los equipos de laboratorio que serán suministrados por la Comunidad Económica Europea en desarrollo del convenio EURCOLERG.

C) Costos de operación anual.

Total de Costos de Personal Col\$ 32,454,000

Total de Costos Directos Anuales Col\$ 10,200,000

Costo Total Anual de Operación Col\$ 42,654,000

Aunque es de esperarse que los costos anuales de operación debieran ser cubiertos con las tarifas que se cobren a los industriales por la ejecución de los correspondientes ensayos de laboratorio, tendientes a lograr el etiquetaje de sus productos.

6.5.4 Aspectos complementarios

6.75 Por último, el programa de sustitución a GN y GLP requieren de algunos aspectos complementarios, tales como: 1) Capacitación técnica de profesionales e instaladores; 2) Certificación de instaladores; 3) Campañas de información masiva; y 4) Reestructuración del sistema actual de reparación y reposición de los cilindros para gas propano. A continuación se describirán brevemente sus antecedentes, objetivos y alcances (estos subproyectos se describen mas extensamente en el anexo S).

Capacitación técnica de profesionales e instaladores

6.76 **Antecedentes:** El proceso de normalización de la industria del gas y de homologación de los elementos, equipos y accesorios que esta utiliza, pierde fundamento si los sistemas para la distribución y aprovechamiento del combustible no se diseñan en forma adecuada conforme a los procedimientos establecidos o bien si el personal de campo, los obreros y los técnicos instaladores desconocen los métodos y requisitos que deben cumplir para el montaje de los mismos. Históricamente se ha demostrado que la ocurrencia de siniestros obedece por lo general a deficiencias de diseño y/o montaje de las instalaciones.

6.77 Desafortunadamente, no existen en el país instituciones académicas o centros de capacitación técnica que ofrezcan formación de profesionales y técnicos para la industria del gas. De esta manera, en la actualidad son pocos los profesionales y técnicos con una adecuada formación sobre el tema y los que la han adquirido ha sido en forma autodidacta o porque han asistido a seminarios especializados, que esporádicamente patrocina algunas empresas del sector.

6.78 **Objetivos:** Para contribuir a la formación de personas debidamente adiestradas y entrenadas en las actividades de diseño, implementación y montaje de sistemas a gas se requiere establecer un sistema académico específicamente dispuesto para este fin. Este sistema debe contar con instructores especializados en la materia. La capacitación de profesionales debe acometerse a nivel universitario o de post-gradó, y la de técnicos a través de los mecanismos que tradicionalmente se acostumbra dependiendo del oficio y del grado de preparación académica que se requiere.

6.79 **Alcance:** Si bien debe considerarse la implementación de un sistema académico que permita capacitar profesionales en todas las ramas de esta actividad industrial, resulta evidente que debe darse prioridad a la capacitación de personal técnico que se dedica a las labores de instalación, revisión y mantenimiento de líneas de distribución y suministro, equipos a gas, tanques de almacenamiento y accesorios, con énfasis hacia los de uso doméstico.

6.5.4 Aspectos complementarios

6.75 Por último, el programa de sustitución a GN y GLP requieren de algunos aspectos complementarios, tales como: 1) Capacitación técnica de profesionales e instaladores; 2) Certificación de instaladores; 3) Campañas de información masiva; y 4) Reestructuración del sistema actual de reparación y reposición de los cilindros para gas propano. A continuación se describirán brevemente sus antecedentes, objetivos y alcances (estos subproyectos se describen mas extensamente en el anexo S).

Capacitación técnica de profesionales e instaladores

6.76 **Antecedentes:** El proceso de normalización de la industria del gas y de homologación de los elementos, equipos y accesorios que esta utiliza, pierde fundamento si los sistemas para la distribución y aprovechamiento del combustible no se diseñan en forma adecuada conforme a los procedimientos establecidos o bien si el personal de campo, los obreros y los técnicos instaladores desconocen los métodos y requisitos que deben cumplir para el montaje de los mismos. Históricamente se ha demostrado que la ocurrencia de siniestros obedece por lo general a deficiencias de diseño y/o montaje de las instalaciones.

6.77 Desafortunadamente, no existen en el país instituciones académicas o centros de capacitación técnica que ofrezcan formación de profesionales y técnicos para la industria del gas. De esta manera, en la actualidad son pocos los profesionales y técnicos con una adecuada formación sobre el tema y los que la han adquirido ha sido en forma autodidacta o porque han asistido a seminarios especializados, que esporádicamente patrocina algunas empresas del sector.

6.78 **Objetivos:** Para contribuir a la formación de personas debidamente adiestradas y entrenadas en las actividades de diseño, implementación y montaje de sistemas a gas se requiere establecer un sistema académico específicamente dispuesto para este fin. Este sistema debe contar con instructores especializados en la materia. La capacitación de profesionales debe acometerse a nivel universitario o de post-grado, y la de técnicos a través de los mecanismos que tradicionalmente se acostumbran dependiendo del oficio y del grado de preparación académica que se requiere.

6.79 **Alcance:** Si bien debe considerarse la implementación de un sistema académico que permita capacitar profesionales en todas las ramas de esta actividad industrial, resulta evidente que debe darse prioridad a la capacitación de personal técnico que se dedica a las labores de instalación, revisión y mantenimiento de líneas de distribución y suministro, equipos a gas, tanques de almacenamiento y accesorios, con énfasis hacia los de uso doméstico.

6.80 Costo: Col\$ 23,850,000 + US\$ 41,600

Certificación de instaladores

6.81 **Antecedentes:** No existe ningún antecedente en Colombia relacionado con la certificación de instaladores que permitan ejercer un control efectivo sobre la calidad de las obras que ejecuten. Para llevar a cabo la instalación de sistemas a gas no se requiere poseer licencias ni matriculas especiales. La Superintendencia de Industria y Comercio no lleva ni exige registros de las personas jurídicas o naturales que se dedican a esta actividad ni tampoco el Ministerio de Minas y Energía y mucho menos las autoridades municipales competentes.

6.82 Desde el punto de vista legal, en caso de presentarse un accidente, el distribuidor de gas se asume culpable de hecho. Con este concepto jurídico el Estado prácticamente delegó en los distribuidores toda la responsabilidad por la garantía de la seguridad pública en la prestación de este servicio público. Dentro de este contexto, la "certificación" de los instaladores es competencia exclusiva de cada distribuidor. Este último hecho es especialmente crítico si la instalación es abastecida mediante cilindros portátiles, ya que generalmente el usuario los compra directamente en la calle y por ende nadie se ocupa de revisar la características funcionales de su sistema. Esta circunstancia ha favorecido la proliferación de entidades y personas que sin conocer el producto se han dedicado a esta actividad.

6.83 **Objetivos:** El objetivo propuesto, es por lo tanto, el de establecer un sistema confiable para la certificación de instaladores y calculistas. No se pretende modificar el esquema jurídico en vigencia si no mas bien colaborar con los distribuidores en la tarea de evaluar los conocimientos y las capacidades técnicas y operativas de las personas jurídicas o naturales que quieren dedicarse a esta actividad.

6.84 **Alcance:** El alcance de este programa estaría enfocado esencialmente a la certificación de las personas que ejecutan los tramos "privados" de los sistemas a gas (en instalaciones de tipo domiciliario, comercial e industrial), comúnmente conocidos como "internas". Estos tramos se consideran de propiedad privada del usuario quien obviamente corre con los gastos que se relacionan con su implementación y montaje.

6.85 Costo: Col\$ 8,532,000 + Col\$ 31,056,000 anual

Campañas de información masiva

6.86 **Antecedentes:** En el país se tiene una amplia prevención contra el uso del gas tanto por la baja confiabilidad en su suministro (en el caso del GLP), como por la seguridad en su utilización. Asimismo, se tiene la impresión de que es maloliente y que hollina los utensilios de la cocina. La oferta restringida que se ha tenido sobre los combustibles gaseosos han impedido que

se establezca una "Cultura del Gas", ha contribuido a que se tenga un desconocimiento generalizado acerca de los beneficios del gas de la manera como debe usarse y de las precauciones mínimas que se deben observar para que sea empleado dentro de unos márgenes adecuados de seguridad y confiabilidad de desempeño.

6.87 **Objetivos:** El objetivo que se persigue es el de hacer llegar a los usuarios un mensaje sobre las características físicas, de seguridad y de costo relacionadas con la utilización tanto del GLP como del gas natural y de las precauciones que debe tomar el usuario para prevenir los riesgos derivados de su utilización. Se pretende también crear consciencia acerca de la importancia de contratar el diseño e implementación de sus instalaciones internas con personal idóneo en la materia (debidamente certificado para esta fin), e instruirlos sobre la manera como deben afrontar las situaciones de riesgo que puedan presentarse, enfatizando que la prevención es la base de la seguridad.

6.88 **Alcance:** El alcance de estas campañas masivas de divulgación orientadas hacia el afianzamiento de la seguridad pública en el uso y manejo del gas, abarcaría los aspectos de la industria que entran en contacto directo con los usuarios del servicio. Es decir, lo que respecta al diseño y montaje de las instalaciones internas, a las características constructivas y/o funcionales de los artefactos a gas la manera correcta de operarlos y los cuidados que se deben observar para evitar la ocurrencia de accidentes, incluyendo unas instrucciones básicas acerca de lo que debe hacerse cuando se detectan o presentes situaciones anómalas y como identificarlas.

6.89 **Costo:** Col\$ 130,340,000

Reestructuración del sistema actual de reparación y reposición de los cilindros para gas propano

6.90 **Antecedentes:** El mantenimiento de los cilindros para Gas Propano (GLP) de uso doméstico es el aspecto de la industria que con mayor frecuencia se ha relacionado con la seguridad pública en el uso y manejo de combustibles gaseosos y es por lo tanto también el que mayor atención ha recibido por parte del Estado. Desde 1948 hasta 1975 se expidieron un gran número de reglamentaciones sobre el mantenimiento y reparaciones de los cilindros, funciones estas que estaban a cargo de los distribuidores de gas. Para 1975 era evidente que los distribuidores no estaban cumpliendo en forma satisfactoria con esta importante responsabilidad social, pues la gran mayoría de cilindros en servicio se hallaban en pésimo estado de funcionamiento y conservación y por este motivo se estaban presentando cada vez más accidentes que causaron la muerte o lesiones de gravedad a un crecido número de usuarios.

6.91 En Abril de 1976 (mediante la resolución 930 expedida por el Ministerio de Minas y Energía) se ordenó la constitución de los denominados FONDOS DE MANTENIMIENTO Y REPOSICION DE CILINDROS, en los cuales el Estado delegó la responsabilidad de proteger la seguridad pública en el uso,

Eficiencia energética/Ministerio de minas y energía

3337932 M665e Ej.1

CATALOGADO POR: HELP FILE LTDA

FECHA

PRESTADO A

FECHA

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA



01002404
BIBLIOTECA