



Universidad de Nariño

INGEN^{ERÍA}
ELECTRÓNICA



IPSE
Instituto de planificación y promoción
de Soluciones Energéticas para las
zonas No Interconectadas

DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO Y SOCIAL DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO Análisis de Información Primaria



pers

Nariño

Plan de Energización Rural Sostenible



Universidad de Nariño

INGEN^{ERÍA}
ELECTRÓNICA



IPSE
Instituto de planificación y promoción
de Soluciones Energéticas para las
zonas No Interconectadas

DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO Y SOCIAL DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO
Análisis de Información Primaria

SISTEMATIZACIÓN, REDACCIÓN Y ANÁLISIS:

Daisy Viviana Triviño
Economista

Ángela Marcela Castillo Burbano
Economista, Magister en Ciencias Sociales con mención en Desarrollo Local y Territorial

Andrés Pantoja Bucheli
Ing. Electrónico, Doctor en Ingeniería

PLAN DE ENERGIZACIÓN RURAL DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO
PERS-Nariño
UNIVERSIDAD DE NARIÑO
UPME
USAID
IPSE

San Juan de Pasto – Nariño
Colombia
2014



Universidad de Nariño



CONTENIDO

| | Pág. |
|---|------|
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 8 |
| 2. ANÁLISIS DEL DISEÑO ESTADÍSTICO | 10 |
| 2.1 Proceso de Estimación de Variables y Proyección de Resultados | 12 |
| 2.1.1 Factores de Expansión de las unidades de consumo residenciales | 13 |
| 2.1.2 Factores de Expansión de las unidades de consumo comercial y otras no residenciales | 13 |
| 2.2 Efecto del Diseño (<i>Deff</i>) en la Muestra de Unidades de Consumo Residencial.. | 18 |
| 3. ANÁLISIS ENERGÉTICO Y SOCIOECONÓMICO DEL SECTOR RESIDENCIAL RURAL DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO | 20 |
| 3.1 Caracterización socioeconómica de las viviendas..... | 20 |
| 3.2 Caracterización del consumo energético por fuentes y usos..... | 38 |
| 3.3 Caracterización del Uso Final de la Energía Eléctrica en el Sector Residencial . | 46 |
| 3.3.1 Servicio de energía eléctrica en el sector residencial del departamento de Nariño | 46 |
| 3.3.2 Consumo de energía eléctrica por proceso | 48 |
| 3.4 Consumo por Fuente de Energía en el Departamento de Nariño | 51 |
| 3.5 Consumo de Leña..... | 53 |
| 3.5.1 Valoración económica y ambiental del consumo de leña en el departamento de Nariño..... | 54 |
| 3.6 Consumo de GLP (Gas Licuado del Petróleo)..... | 57 |
| 3.7 Voluntad y Capacidad de Pago | 59 |
| 3.7.1 Voluntad de pago del servicio de energía de los usuarios de las zonas rurales del departamento de Nariño | 59 |
| 3.7.2 Capacidad de pago del servicio de energía de los usuarios de las zonas rurales del departamento de Nariño | 60 |
| 3.8 Consumo por proceso de acuerdo al nivel de ingresos de la población de las zonas rurales en el departamento | 61 |
| 3.9 Consumos de Subsistencia Eficiente en el Sector Residencial | 62 |
| 3.9.1 Consumo Básico de Subsistencia | 62 |
| 3.10 Consumo promedio de energía eléctrica actual, y medidas de uso eficiente en el sector residencial | 73 |
| 3.10.1 Consumo <i>actual</i> de energía eléctrica del sector residencial del Departamento de Nariño..... | 75 |

| | | |
|--------|--|------------|
| 3.10.2 | Consumo <i>eficiente</i> de energía eléctrica del sector residencial del Departamento de Nariño | 75 |
| 3.10.3 | Inversión inicial de las medidas de eficiencia energética para el sector residencial del departamento de Nariño | 79 |
| 4. | ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL SECTOR COMERCIAL EN EL ÁREA RURAL DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO | 81 |
| 4.1 | Caracterización de las empresas | 81 |
| 4.2 | Acceso a servicios públicos | 83 |
| 4.3 | Caracterización del consumo energético por fuentes y usos | 86 |
| 4.4 | Consumo energético por fuente y usos | 89 |
| 4.5 | Consumo Promedio de Energía Eléctrica Actual y Medidas de Uso Eficiente en el Sector Comercial - Ventas | 89 |
| 4.5.1 | Consumo <i>actual</i> de energía eléctrica del sector comercial - ventas, rural del Departamento de Nariño | 91 |
| 4.5.2 | Consumo <i>eficiente</i> de energía eléctrica del sector comercial - ventas del Departamento de Nariño | 91 |
| 4.5.3 | Inversión inicial de las medidas de eficiencia energética para el sector comercial - ventas del departamento de Nariño | 95 |
| 5. | ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL SECTOR INSTITUCIONAL EN EL ÁREA RURAL DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO | 97 |
| 5.1 | Caracterización de las instituciones | 97 |
| 5.2 | Acceso a servicios públicos | 98 |
| 5.3 | Caracterización del consumo energético..... | 102 |
| 5.4 | Consumo energético por fuentes y usos | 104 |
| 5.5 | Consumo Promedio de Energía Eléctrica Actual y Medidas de Uso Eficiente en el Sector Institucional -Educativo | 104 |
| 5.5.1 | Consumo <i>actual</i> de energía eléctrica del sector institucional - educativo del Departamento de Nariño | 105 |
| 5.5.2 | Consumo <i>eficiente</i> de energía eléctrica del sector institucional - educativo del Departamento de Nariño | 108 |
| 5.5.3 | Inversión inicial de las medidas de eficiencia energética para el sector institucional – educativo del departamento de Nariño..... | 108 |
| 6. | COMPARATIVOS DE CONSUMO ENERGÉTICO POR FUENTES Y USOS EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO | 111 |
| 7. | INDICADORES ENERGÉTICOS DEL DESARROLLO SOSTENIBLE | 113 |
| 7.1 | Dimensión Social | 113 |

| | | |
|-----|---------------------------|-----|
| 7.2 | Dimensión Económica..... | 118 |
| 7.3 | Dimensión Ambiental | 120 |
| 8. | BIBLIOGRAFÍA..... | 123 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Comparación entre diseño muestral y encuestas válidas obtenidas en trabajo de campo..... | 11 |
| Tabla 3. Factores de Expansión para unidades de consumo residenciales | 15 |
| Tabla 4. Factores de Expansión para unidades de consumo comerciales. | 16 |
| Tabla 5. Factores de Expansión para unidades de consumo institucionales/industriales . | 17 |
| Tabla 6. Cálculo del Efecto del Diseño (Deff) para la estimación del consumo general promedio de Energía Rural en el Departamento de Nariño..... | 19 |
| Tabla 7. Tipo de combustible utilizado para la preparación de alimentos de acuerdo al nivel de ingresos..... | 56 |
| Tabla 8. Aparatos eléctricos en más del 50% de los hogares en cada subregión y en el departamento | 63 |
| Tabla 9. Consumo básico de subsistencia por subregiones..... | 72 |
| Tabla 10. Consumo mensual de electricidad por equipos sector residencial..... | 74 |
| Tabla 11. Medidas de eficiencia energética para el sector residencial del departamento de Nariño..... | 75 |
| Tabla 12. Consumo actual de energía eléctrica del sector residencial del departamento de Nariño..... | 77 |
| Tabla 13. Consumo eficiente de energía eléctrica del sector residencial del departamento de Nariño..... | 78 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1. Ubicación de la vivienda en el departamento de Nariño | 20 |
| Gráfico 2. Propiedad de la vivienda en el sector residencial del departamento de Nariño | 21 |
| Gráfico 3. Participación uso de la vivienda en el departamento de Nariño | 21 |
| Gráfico 4. Uso de la vivienda por subregión en el sector residencial del departamento de Nariño..... | 22 |
| Gráfico 5. Material predominante en las paredes en el sector residencial del departamento de Nariño | 23 |
| Gráfico 6. Material predominante de las paredes por subregión en sector residencial del departamento de Nariño | 24 |
| Gráfico 7. Material predominante de los pisos en el sector residencial del departamento de Nariño..... | 25 |
| Gráfico 8. Material predominante de los pisos en el sector residencial por subregión del departamento de Nariño | 25 |
| Gráfico 9. Fuente de agua para el consumo humano en el sector residencial del departamento de Nariño | 26 |
| Gráfico 10. Fuente de agua para consumo humano en el sector residencial por subregión | 27 |
| Gráfico 11. Servicio de alcantarillado en el sector residencial del departamento de Nariño | 28 |
| Gráfico 12. Servicio de alcantarillado en el sector residencial por subregión del departamento de Nariño | 28 |
| Gráfico 13. Tipo de sanitario en el sector residencial del departamento de Nariño | 29 |
| Gráfico 14. Tipo de sanitario por subregión en el sector residencial del departamento de Nariño..... | 29 |
| Gráfico 15. Forma de eliminación de basuras en el departamento de Nariño - Zona Rural | 30 |
| Gráfico 16. Forma de eliminación de basuras por subregión. | 31 |
| Gráfico 17. Viviendas que cuentan con el servicio de teléfono fijo en el sector residencial | 31 |
| Gráfico 18. Viviendas que cuentan con el servicio de teléfono fijo en el sector residencial | 32 |
| Gráfico 19. Viviendas que cuentan con teléfono celular en el sector residencial..... | 32 |
| Gráfico 20. Viviendas que cuentan con el servicio de teléfono celular en el sector residencial | 33 |
| Gráfico 21. Viviendas que cuentan con el servicio de internet en el sector residencial | 33 |
| Gráfico 22. Viviendas que cuentan con el servicio de internet en el sector residencial | 34 |
| Gráfico 23. Viviendas que cuentan con equipo de comunicaciones en el sector residencial | 34 |
| Gráfico 24. Viviendas que cuentan con equipo de comunicaciones en el sector residencial | 35 |
| Gráfico 25. Nivel de ingresos en el sector residencial del departamento de Nariño | 36 |
| Gráfico 26. Condición de la vivienda en el departamento de Nariño | 36 |

| | |
|--|----|
| Gráfico 27. Condición de la vivienda por subregión | 37 |
| Gráfico 28. Viviendas con Hacinamiento por subregión | 38 |
| Gráfico 29. Fuente principal de iluminación en el departamento de Nariño | 39 |
| Gráfico 30. Uso de nevera o refrigerador en el departamento de Nariño | 39 |
| Gráfico 31. Uso de nevera o refrigerador | 40 |
| Gráfico 32. Uso de aire acondicionado o ventilador en el departamento | 40 |
| Gráfico 33. Uso del aire acondicionado o ventilador | 41 |
| Gráfico 34. Lugar donde se preparan los alimentos | 42 |
| Gráfico 35. Combustible principal usado para cocinar en el departamento de Nariño | 42 |
| Gráfico 36. Lugar de extracción de la leña en el departamento de Nariño | 43 |
| Gráfico 37. Lugar de adquisición de la leña comprada en el departamento de Nariño | 43 |
| Gráfico 38. Tipo de estufa de leña en el departamento | 44 |
| Gráfico 39. Tipo de combustible utilizado para el horno en el departamento de Nariño | 44 |
| Gráfico 40. Combustible utilizado para el horno por subregión | 45 |
| Gráfico 41. Uso de horno eléctrico para preparación de alimentos en el departamento de Nariño | 45 |
| Gráfico 42. Uso de horno eléctrico para preparación de alimentos por subregión | 46 |
| Gráfico 43. Servicio de Energía Eléctrica. Departamento de Nariño | 47 |
| Gráfico 44. Uso del servicio de energía eléctrica por subregión en el sector residencial del departamento de Nariño | 48 |
| Gráfico 45. Consumo de energía eléctrica por proceso en el departamento de Nariño | 49 |
| Gráfico 46. Participación consumo por proceso Mcal Mes | 49 |
| Gráfico 47. Participación de las subregiones del departamento de Nariño en el Consumo de energía eléctrica por proceso | 50 |
| Gráfico 48. Porcentaje de participación consumo por fuentes de energía en el departamento de Nariño | 51 |
| Gráfico 49. Consumo por fuente de energía en las subregiones del departamento de Nariño | 52 |
| Gráfico 50. Participación del consumo de leña por subregión en el departamento de Nariño | 53 |
| Gráfico 51. Consumo de leña por subregión en el departamento de Nariño en mega calorías al mes | 54 |
| Gráfico 52. Participación del consumo de GLP por subregión en el departamento de Nariño | 58 |
| Gráfico 53. Consumo de GLP por subregión en el departamento de Nariño en mega calorías al mes | 59 |
| Gráfico 54. Voluntad de pago del servicio de energía por subregión en el departamento de Nariño | 60 |
| Gráfico 55. Capacidad de pago del servicio de energía por subregión en el departamento de Nariño | 61 |
| Gráfico 56. Consumo promedio kWh/Mes por proceso de acuerdo al nivel de ingresos en el departamento | 62 |

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los principales ejes temáticos del Plan de Energización Rural Sostenible para el Departamento de Nariño (PERS-Nariño) es la realización de un diagnóstico energético, social y económico de las zonas rurales de las 13 subregiones del departamento. Para esta labor, se tiene como principal fuente de información las 3187 encuestas realizadas en los sectores: residencial, comercial e institucional/industrial en todo Nariño.

Esta información primaria fue recolectada, sistematizada y procesada por medio del programa estadístico informático SPSS. Los reportes fueron analizados con el fin de realizar una depuración de datos atípicos y encuestas no válidas. Con las bases de datos depuradas se procedió a la interpretación de los datos y a extraer valores indirectos de la información consignada en el instrumento. Estos campos, especialmente destinados a la determinación de consumo de energía eléctrica, gas, leña y otros combustibles, fueron nuevamente procesados para discriminar consumos en viviendas, locales comerciales e instituciones.

En este documento se muestra el proceso de análisis de la información primaria, realizando primero un estudio de las diferencias entre el diseño muestral y la cantidad de encuestas reales válidas obtenidas en el trabajo de campo. Con esta comparación se determinó el error relativo real del estudio, los factores de expansión para evitar sesgos por información obtenida en municipios y subregiones con mayor cantidad de unidades primarias, y finalmente, el cálculo del efecto de diseño, parámetro determinante en la selección muestral de futuros proyectos similares.

En segundo lugar, se analizan los datos obtenidos para caracterizar cada uno de los sectores objeto del estudio. En estos análisis, primero se caracterizan las unidades primarias de muestreo (hogares, comercios e instituciones) en cuanto a su constitución y acceso a servicios públicos, para pasar a detallar el consumo de energía por fuente y usos. Con esta información, y teniendo en cuenta los electrodomésticos estadísticamente más utilizados, se procede a calcular los consumos básicos por subregión. Finalmente, con propuestas sobre eficiencia energética, se calculan los consumos eficientes, la inversión inicial para el cambio en cada subregión y el periodo de recuperación de la inversión asumiendo el ahorro en el pago de la energía.

Cabe resaltar que todas las bases de datos, resultados de análisis preliminares y reportes en tablas y gráficos, se pueden consultar a través del sistema de información del PERS, en donde se relaciona toda la información primaria procesada en formato XML. Los archivos pueden consultarse en el siguiente enlace:

http://sipersn.udenar.edu.co:90/sipersn/index.php?per=s&inf_pri=s

Finalmente, con base en los resultados obtenidos de la caracterización anterior, se presentan algunos índices de desarrollo sostenible, basados en metodologías de las

Naciones Unidas sobre sostenibilidad económica, social y ambiental. De esta manera, se categorizan las subregiones de acuerdo a temáticas e indicadores internacionales con miras a la formulación de proyectos energéticos sostenibles.

2. ANÁLISIS DEL DISEÑO ESTADÍSTICO

El paso inicial para realizar el análisis de la validez del diseño estadístico del PERS, es comparar las diferencias entre el diseño muestral realizado inicialmente¹ y la cantidad de encuestas válidas finales recolectadas en el trabajo de campo. Esta información se detalla en la Tabla 1 para los tres sectores en estudio (residencial, comercial e institucional/industrial).

Es importante destacar que el número de encuestas residenciales superó en la mayoría de los municipios a la cantidad de encuestas previstas en el diseño. Observando el total de encuestas, se obtuvo finalmente un 9% más de instrumentos válidos de hogares. Sin embargo, en el sector comercial se presentó una disminución de un 4.8% sobre el diseño, que está dentro de los valores esperados para la tasa de no respuesta (especificada en un 10%). Esta situación fue especialmente crítica en el municipio de El Charco, en donde la estimación inicial de establecimientos comerciales en zonas rurales sobrepasaba el censo en las veredas visitadas. A pesar de este inconveniente, en este municipio se compensó con incluir un 80% más de encuestas residenciales. En el sector institucional se logró un incremento final del 1.53% de encuestas frente al diseño, pero en el municipio de La Unión se obtuvo un desfase significativo debido a que los reportes en el SUI de usuarios industriales en zonas rurales (sobre los que se realizó el diseño) sobrepasaron los usuarios reales.

Teniendo en cuenta estas diferencias, los cálculos del error estadístico cambiaron para cada sector (disminuyendo en el residencial e institucional y aumentando para el comercial). Manteniendo el nivel de confiabilidad en un 95%, el efecto de diseño $DEFF = 1.5$, y la tasa de no respuesta máxima $tnr = 10\%$, en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se resumen los cálculos de error relativo definitivo con las encuestas válidas realizadas.

Es importante destacar que el error para el sector residencial es calculado para cada una de las subregiones (espacio donde los datos estadísticos son representativos), en cambio que para los sectores comercial e institucional, el error es común para todo el departamento. De esta forma, diferencias negativas indican que el error relativo se redujo en comparación con el diseñado originalmente.

Es claro entonces que con el incremento en el número de encuestas residenciales e institucionales, los errores relativos de todas las subregiones (y departamental para el institucional) se ven disminuidos significativamente, produciendo menor incertidumbre de los resultados ante los datos que pudiera arrojar un posible censo. El caso comercial tiene la connotación opuesta, sin que el incremento del error sea superior al 0.2%.

¹ La descripción detallada del diseño muestral se presenta en el documento: “Metodología de Recolección de Información Primaria”, disponible para consulta en el sistema de información del PERS-Nariño en www.pers.udenar.edu.co

Tabla 1. Comparación entre diseño muestral y encuestas válidas obtenidas en trabajo de campo.

| Subregión | Municipio | Muestras Residenciales | | | Muestras Comerciales | | | Muestras Institucionales | | |
|------------------------|--------------|------------------------|-------------|------------|----------------------|------------|------------|--------------------------|------------|------------|
| | | Diseño | Real | Diferencia | Diseño | Real | Dif. | Diseño | Real | Diferencia |
| Sanquianga | El Charco | 75 | 136 | 61 | 86 | 46 | -40 | 3 | 3 | 0 |
| | Mosquera | 34 | 35 | 1 | 11 | 19 | 8 | 0 | 0 | 0 |
| Pacífico Sur | Tumaco | 286 | 318 | 32 | 32 | 33 | 1 | 7 | 8 | 1 |
| Telembí | Barbacoas | 309 | 317 | 8 | 30 | 38 | 8 | 3 | 3 | 0 |
| Piedemonte | Ricaurte | 101 | 102 | 1 | 9 | 10 | 1 | 6 | 6 | 0 |
| Exprovincia | Ipiales | 93 | 93 | 0 | 46 | 42 | -4 | 16 | 14 | -2 |
| | Puerres | 21 | 21 | 0 | 17 | 20 | 3 | 10 | 11 | 1 |
| | Potosí | 30 | 30 | 0 | 16 | 18 | 2 | 7 | 14 | 7 |
| | Iles | 20 | 25 | 5 | 13 | 15 | 2 | 7 | 7 | 0 |
| Sabana | Imués | 85 | 85 | 0 | 19 | 19 | 0 | 7 | 8 | 1 |
| | Ospina | 110 | 112 | 2 | 3 | 3 | 0 | 7 | 7 | 0 |
| Los Abades | Santacruz | 128 | 135 | 7 | 20 | 22 | 2 | 7 | 11 | 4 |
| Occidente | Sandoná | 174 | 187 | 13 | 20 | 21 | 1 | 23 | 22 | -1 |
| Cordillera | Taminango | 151 | 162 | 11 | 26 | 27 | 1 | 7 | 10 | 3 |
| | Cumbitara | 108 | 114 | 6 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 0 |
| Centro | Pasto | 122 | 137 | 15 | 94 | 89 | -5 | 12 | 13 | 1 |
| | Chachagüí | 22 | 23 | 1 | 27 | 26 | -1 | 5 | 7 | 2 |
| Juanambú | La Unión | 78 | 81 | 3 | 19 | 14 | -5 | 28 | 10 | -18 |
| | Buesaco | 70 | 107 | 37 | 15 | 15 | 0 | 6 | 8 | 2 |
| Rio Mayo | San Bernardo | 71 | 62 | -9 | 1 | 1 | 0 | 3 | 3 | 0 |
| | La Cruz | 73 | 82 | 9 | 15 | 16 | 1 | 12 | 13 | 1 |
| Guambuyaco | El Tambo | 113 | 115 | 2 | 15 | 14 | -1 | 17 | 18 | 1 |
| TOTAL | | 2274 | 2479 | 205 | 536 | 510 | -26 | 195 | 198 | 3 |
| Incremento en % | | 9,01% | | | -4,85% | | | 1,54% | | |

| SUBREGIÓN | Error Relativo Residencial | | | Error Relativo Comercial | | | Error Relativo Insitucional | | |
|--------------|----------------------------|-------|--------|--------------------------|-------|-------|-----------------------------|-------|--------|
| | Diseño | Real | Diff | Diseño | Real | Diff | Diseño | Real | Diff |
| Sanquianga | 2,50% | 1,50% | -1,00% | 6% | 6,19% | 0,19% | 2,50% | 2,48% | -0,02% |
| Pacífico Sur | 5,00% | 3,70% | -1,30% | | | | | | |
| Telembí | 5,00% | 3,80% | -1,20% | | | | | | |
| Piedemonte | 2,00% | 1,50% | -0,50% | | | | | | |
| Exprovincia | 3,50% | 2,70% | -0,80% | | | | | | |
| Sabana | 2,00% | 1,50% | -0,50% | | | | | | |
| Los Abades | 4,50% | 3,40% | -1,10% | | | | | | |
| Occidente | 2,00% | 1,50% | -0,50% | | | | | | |
| Cordillera | 5,00% | 3,80% | -1,20% | | | | | | |
| Centro | 3,50% | 2,60% | -0,90% | | | | | | |
| Juanambú | 4,00% | 2,70% | -1,30% | | | | | | |
| Rio Mayo | 3,50% | 2,70% | -0,80% | | | | | | |
| Guambuyaco | 1,40% | 1,10% | -0,30% | | | | | | |

2.1 Proceso de Estimación de Variables y Proyección de Resultados

Para la estimación del consumo de energía y las demás variables objeto de estudio por región y departamento, es necesario determinar los *factores de ponderación o de expansión* correspondientes para las diferentes unidades de consumo (residenciales, comerciales y otras no residenciales).

Para el cálculo de los factores de expansión se realizan procedimientos de estimación con base en una metodología probabilística para el tratamiento de los datos de la muestra, y de esta manera garantizar que los resultados de cada conglomerado (municipio o subregión) no presenten sesgo dentro del universo del estudio, que en este caso, es el departamento. Se considera como fuente de sesgo a las diferentes probabilidades de selección de la muestra entre grupos de población de distinto estrato.

Dado que el diseño muestral se realizó por conglomerados y cada uno de los municipios tiene diferente cantidad de viviendas (o usuarios comerciales e institucionales), el uso de un factor de expansión le concede a la muestra el peso proporcional a la población investigada, mediante un cálculo que considera las unidades primarias de muestreo y las probabilidades de selección de la muestra.

Estas ponderaciones se utilizan para hacer los ajustes pertinentes en las estimaciones de promedios, porcentajes y totales de las diferentes variables a estimar en el estudio, fundamentalmente los consumos de energía y se obtienen mediante los algoritmos presentados a continuación.

2.1.1 Factores de Expansión de las unidades de consumo residenciales

Para las unidades residenciales se realizaron muestreos aleatorios por conglomerados (municipios) y bietápicos de tamaños n_i ($i = 1, 2, \dots, 13$), de manera independiente en cada una de las 13 regiones del departamento, con el siguiente algoritmo de selección:

Primera etapa:

Se selecciona una muestra aleatoria simple de m_i conglomerados en cada región i .

Entonces, la Probabilidad de selección en la región i es:

$$f_i = m_i / M_i, \quad i = 1, 2, \dots, 13$$

M_i = número de municipios de la región i

m_i = número de municipios seleccionados en la región i

Segunda etapa:

En cada conglomerado k seleccionado, en la etapa anterior, se selecciona una muestra aleatoria simple de tamaño:

$$c_k = n_i C_k / \sum C_j \quad (j = 1, 2, \dots, m_i)$$

n_i = tamaño de la muestra de la región i

C_k = tamaño de la población del municipio k

Entonces, la Probabilidad de selección en el conglomerado k es:

$$p_k = c_k / C_k$$

Luego la Probabilidad de selección acumulada o total es:

$$p_{ki} = (m_i / M_i) (c_k / C_k) \quad (i = 1, 2, \dots, 13; k = 1, 2, \dots, m_i)$$

Finalmente, el factor de expansión para cada unidad residencial del conglomerado k seleccionado en la región i está dada por:

$$f_{ki} = 1 / p_k$$

El detalle de cálculo de los factores de expansión para el sector residencial se muestra en la Tabla 2

2.1.2 Factores de Expansión de las unidades de consumo comercial y otras no residenciales

Para las poblaciones que conforman las unidades de consumo comercial y otras unidades no residenciales se realizaron muestreos aleatorios por conglomerados bietápicos estratificados por región. Es decir se determinó un tamaño n de muestra total en el

departamento el cual se distribuyó en cada estrato proporcionalmente al tamaño, de donde:

$$n_h = n N_h / N \quad (h = 1, 2, \dots, 13)$$

n = tamaño de la muestra en todo el departamento

N_h = tamaño poblacional del estrato h

N = tamaño poblacional del departamento

El proceso de selección fue similar en las dos poblaciones y el algoritmo fue el siguiente:

Primera etapa:

Se selecciona una muestra aleatoria simple de m_h conglomerados en el estrato h , entonces:

Probabilidad de selección en el estrato h es: $f_h = m_h / M_h$, $h = 1, 2, \dots, 13$

Segunda etapa:

En cada conglomerado seleccionado, en la etapa anterior, se selecciona una muestra aleatoria simple de tamaño:

$$c_k = n_h C_k / \sum C_j \quad (j = 1, 2, \dots, m_h)$$

Entonces, la probabilidad de selección en el conglomerado k es:

$$p_k = c_k / C_k$$

Luego la Probabilidad de selección acumulada o total es:

$$p_{kh} = (m_h / M_h) (C_k / C_k) \quad (h = 1, 2, \dots, 13; k = 1, 2, \dots, m_h)$$

Finalmente, el factor de expansión para cada unidad de consumo comercial y otra no residencial del conglomerado k seleccionado en el estrato h está dada por:

$$f_{kh} = 1 / p_{kh}$$

El detalle de cálculo de los factores de expansión para los sectores comercial e institucional se muestra en la Tabla 3 y Tabla 4, respectivamente.

Tabla 2. Factores de Expansión para unidades de consumo residenciales

| REGION | No. mcpios región (Mi) | No. mcpios selecc. (mi) | Hogares región (Ni) | Mcpios. Seleccionados | No. hogares Mpio. (Ck) | Muestra (ck) | Prob_sel1 (mi/Mi) | Prob_sel2 (ci/Ck) | Prob_sel total (pki) | F_Exp (fki) |
|-----------------------|------------------------|-------------------------|---------------------|-----------------------|------------------------|--------------|-------------------|-------------------|----------------------|---------------|
| Sanquianga | 5 | 2 | 24.787 | El Charco | 7.877 | 136 | 0,4000 | 0,0173 | 0,0069 | 144,80 |
| | | | | Mosquera | 3.541 | 35 | 0,4000 | 0,0099 | 0,0040 | 252,96 |
| Pacífico Sur | 2 | 1 | 23.281 | Tumaco | 20.014 | 318 | 0,5000 | 0,0159 | 0,0079 | 125,87 |
| Telembí | 3 | 1 | 18.230 | Barbacoas | 8.430 | 317 | 0,5000 | 0,0376 | 0,0188 | 53,19 |
| Piedemonte costero | 2 | 1 | 6.111 | Ricaurte | 4.161 | 102 | 0,5000 | 0,0245 | 0,0123 | 81,58 |
| Exprovincia de Obando | 13 | 4 | 41.553 | Ipiales | 9.117 | 93 | 0,3077 | 0,0102 | 0,0031 | 318,60 |
| | | | | Puerres | 2.040 | 21 | 0,3077 | 0,0103 | 0,0032 | 315,79 |
| | | | | Potosí | 2.958 | 30 | 0,3077 | 0,0101 | 0,0031 | 320,49 |
| | | | | Iles | 2.008 | 25 | 0,3077 | 0,0124 | 0,0038 | 261,08 |
| Sabana | 5 | 2 | 13.800 | Imués | 1.571 | 85 | 0,4000 | 0,0541 | 0,0216 | 46,20 |
| | | | | Ospina | 2.045 | 112 | 0,4000 | 0,0548 | 0,0219 | 45,65 |
| Los Abades | 3 | 1 | 19.824 | Santacruz | 6.114 | 135 | 0,3333 | 0,0221 | 0,0074 | 135,87 |
| Occidente | 4 | 1 | 9.955 | Sandoná | 3.324 | 187 | 0,2500 | 0,0563 | 0,0141 | 71,10 |
| Cordillera | 5 | 2 | 17.420 | Taminango | 4.635 | 162 | 0,4000 | 0,0349 | 0,0140 | 71,53 |
| | | | | Cumbitara | 3.329 | 114 | 0,4000 | 0,0342 | 0,0137 | 73,01 |
| Centro | 6 | 2 | 29.200 | Pasto | 17.583 | 137 | 0,3333 | 0,0078 | 0,0026 | 385,02 |
| | | | | Chachagüí | 3.215 | 23 | 0,3333 | 0,0072 | 0,0024 | 419,38 |
| Juanambú | 5 | 2 | 20.117 | La Unión | 6.343 | 81 | 0,4000 | 0,0128 | 0,0051 | 195,76 |
| | | | | Buesaco | 5.757 | 107 | 0,4000 | 0,0186 | 0,0074 | 134,51 |
| Rio Mayo | 7 | 2 | 21.555 | San Bernardo | 4.196 | 62 | 0,2857 | 0,0148 | 0,0042 | 236,88 |
| | | | | La Cruz | 4.310 | 82 | 0,2857 | 0,0190 | 0,0054 | 183,94 |
| Guambuyaco | 4 | 1 | 10.448 | El Tambo | 3.052 | 115 | 0,2500 | 0,0377 | 0,0094 | 106,14 |
| TOTAL | 64 | 22 | 256.282 | | 125.621 | 2.479 | | | | |

Tabla 3. Factores de Expansión para unidades de consumo comerciales.

| REGION | No. Mpios. Estrato (M _h) | No. Mpios. selecc. (m _h) | Suscript. región (N _h) | Mcpios. seleccionados | No. susc. mcpio. (C _k) | Muestra (c _k) | Prob_sel1 (m _h /M _h) | Prob_sel2 (c _k /C _k) | Prob_sel total (p _{kh}) | F_Exp (f _{kh}) |
|-----------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|------------------------------------|---------------------------|---|---|-----------------------------------|--------------------------|
| Sanquianga | 5 | 2 | 397 | El Charco | 275 | 46 | 0,4000 | 0,1673 | 0,0669 | 14,95 |
| | | | | Mosquera | 36 | 19 | 0,4000 | 0,5278 | 0,2111 | 4,74 |
| Pacífico Sur | 2 | 1 | 131 | Tumaco | 117 | 33 | 0,5000 | 0,2821 | 0,1410 | 7,09 |
| Telembí | 3 | 1 | 125 | Barbacoas | 124 | 38 | 0,5000 | 0,3065 | 0,1532 | 6,53 |
| Pie de monte costero | 2 | 1 | 39 | Ricaurte | 26 | 10 | 0,5000 | 0,3846 | 0,1923 | 5,20 |
| Exprovincia de Obando | 13 | 4 | 377 | Ipiales | 83 | 42 | 0,3077 | 0,5060 | 0,1557 | 6,42 |
| | | | | Puerres | 30 | 20 | 0,3077 | 0,6667 | 0,2051 | 4,88 |
| | | | | Potosí | 29 | 18 | 0,3077 | 0,6207 | 0,1910 | 5,24 |
| | | | | Iles | 24 | 15 | 0,3077 | 0,6250 | 0,1923 | 5,20 |
| Sabana | 5 | 2 | 89 | Imués | 29 | 19 | 0,4000 | 0,6552 | 0,2621 | 3,82 |
| | | | | Ospina | 4 | 3 | 0,4000 | 0,7500 | 0,3000 | 3,33 |
| Los Abades | 3 | 1 | 82 | Santacruz | 11 | 22 | 0,3333 | 2,0000 | 0,6667 | 1,50 |
| Occidente | 4 | 1 | 80 | Sandoná | 11 | 21 | 0,2500 | 1,9091 | 0,4773 | 2,10 |
| Cordillera | 5 | 2 | 113 | Taminango | 84 | 27 | 0,4000 | 0,3214 | 0,1286 | 7,78 |
| | | | | Cumbitara | 7 | 2 | 0,4000 | 0,2857 | 0,1143 | 8,75 |
| Centro | 6 | 2 | 498 | Pasto | 328 | 89 | 0,3333 | 0,2713 | 0,0904 | 11,06 |
| | | | | Chachagüí | 95 | 26 | 0,3333 | 0,2737 | 0,0912 | 10,96 |
| Juanambú | 5 | 2 | 140 | La Unión | 54 | 14 | 0,4000 | 0,2593 | 0,1037 | 9,64 |
| | | | | Buesaco | 42 | 15 | 0,4000 | 0,3571 | 0,1429 | 7,00 |
| Rio Mayo | 7 | 2 | 66 | San Bernardo | 2 | 1 | 0,2857 | 0,5000 | 0,1429 | 7,00 |
| | | | | La Cruz | 47 | 16 | 0,2857 | 0,3404 | 0,0973 | 10,28 |
| Guambuyaco | 4 | 1 | 56 | El Tambo | 26 | 14 | 0,2500 | 0,5385 | 0,1346 | 7,43 |
| TOTAL | 64 | 22 | 2.193 | | 1.484 | 510 | | | | |

Tabla 4. Factores de Expansión para unidades de consumo institucionales/industriales

| REGION | No. Mpios estrato (M _h) | No. Mpios selecc. (m _n) | Suscript. región (N _h) | Mcpios. Selecc. | No. susc. mcpio. (c _k) | Muestra (C _k) | Prob_sel1 (m _n /M _h) | Prob_sel2 (c _k /C _k) | Prob_sel total (p _{kh}) | F_Exp (f _{kh}) |
|-----------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-----------------|------------------------------------|---------------------------|---|---|-----------------------------------|--------------------------|
| Sanquianga | 5 | 2 | 26 | El Charco | 10 | 3 | 0,4000 | 0,3000 | 0,1200 | 8,33 |
| | | | | Mosquera | 0 | 0 | 0,4000 | - | - | - |
| Pacífico Sur | 2 | 1 | 76 | Tumaco | 61 | 8 | 0,5000 | 0,1311 | 0,0656 | 15,25 |
| Telembí | 3 | 1 | 35 | Barbacoas | 32 | 3 | 0,5000 | 0,0938 | 0,0469 | 21,33 |
| Pie de monte costero | 2 | 1 | 68 | Ricaurte | 34 | 6 | 0,5000 | 0,1765 | 0,0882 | 11,33 |
| Exprovincia de Obando | 13 | 4 | 417 | Ipiales | 67 | 14 | 0,3077 | 0,2090 | 0,0643 | 15,55 |
| | | | | Puerres | 43 | 11 | 0,3077 | 0,2558 | 0,0787 | 12,70 |
| | | | | Potosí | 29 | 14 | 0,3077 | 0,4828 | 0,1485 | 6,73 |
| | | | | Iles | 32 | 7 | 0,3077 | 0,2188 | 0,0673 | 14,86 |
| Sabana | 5 | 2 | 148 | Imués | 25 | 8 | 0,4000 | 0,3200 | 0,1280 | 7,81 |
| | | | | Ospina | 27 | 7 | 0,4000 | 0,2593 | 0,1037 | 9,64 |
| Los Abades | 3 | 1 | 76 | Santacruz | 19 | 11 | 0,3333 | 0,5789 | 0,1930 | 5,18 |
| Occidente | 4 | 1 | 237 | Sandoná | 95 | 22 | 0,2500 | 0,2316 | 0,0579 | 17,27 |
| Cordillera | 5 | 2 | 91 | Taminango | 38 | 10 | 0,4000 | 0,2632 | 0,1053 | 9,50 |
| | | | | Cumbitara | 11 | 2 | 0,4000 | 0,1818 | 0,0727 | 13,75 |
| Centro | 6 | 2 | 180 | Pasto | 65 | 13 | 0,3333 | 0,2000 | 0,0667 | 15,00 |
| | | | | Chachagüí | 25 | 7 | 0,3333 | 0,2800 | 0,0933 | 10,71 |
| Juanambú | 5 | 2 | 359 | La Unión | 167 | 10 | 0,4000 | 0,0599 | 0,0240 | 41,75 |
| | | | | Buesaco | 37 | 8 | 0,4000 | 0,2162 | 0,0865 | 11,56 |
| Rio Mayo | 7 | 2 | 158 | San Bernardo | 9 | 3 | 0,2857 | 0,3333 | 0,0952 | 10,50 |
| | | | | La Cruz | 43 | 13 | 0,2857 | 0,3023 | 0,0864 | 11,58 |
| Guambuyaco | 4 | 1 | 176 | El Tambo | 68 | 18 | 0,2500 | 0,2647 | 0,0662 | 15,11 |
| TOTAL | 64 | 22 | 2.047 | | 937 | 198 | | | | |

2.2 Efecto del Diseño (*Deff*) en la Muestra de Unidades de Consumo Residencial

El proceso de selección un Muestreo Aleatorio por Conglomerados (MAC) en dos etapas como el utilizado en la muestra de unidades de consumo residenciales, representa un *diseño muestral complejo*, que difiere de una muestra aleatoria simple (MAS).

Una muestra aleatoria simple de unidades de consumo en la población departamental sería aquella en la que las unidades de alguna manera podrían ser seleccionadas directamente de una lista general de todas las unidades residenciales u hogares. Dicha lista no existe en la práctica, por lo que se hizo necesario obtener, en una primera etapa, muestras independientes de municipios en cada región y de los municipios seleccionar la muestra de unidades de consumo residencial, en una segunda etapa, lo que permitió, reducir de manera sustancial los costos de muestreo.

Una consecuencia de la utilización de un *diseño muestral complejo* es que las fórmulas para el cálculo de errores estándar e intervalos de confianza sobre las estimaciones de la encuesta también son complejos y requieren el uso de ajustes estadísticos que tengan en cuenta el diseño de la muestra para el cálculo correcto de los errores estándar.

Típicamente, la realización de un diseño muestral complejo entraña una pérdida de precisión respecto de una muestra simple aleatoria. La manera usual de medir a posteriori el grado en que ese diseño complejo es más ineficiente que el MAS (el cual sería el caso en que "no hay diseño" pues solo el azar es responsable de lo que pueda obtenerse como muestra) es a través del llamado *efecto de diseño* (*design effect* en inglés), que suele denotarse como *Deff* y se define del modo siguiente:

$$Deff = Var(Y) / Var_{MAS}(Y),$$

donde

$Var(Y)$, es la varianza de un indicador Y del estudio usando muestreo complejo.

$Var_{MAS}(Y)$, es la varianza del mismo indicador si se hubiera usado MAS, con el mismo tamaño de muestra.

Una implicación desfavorable de los efectos de diseño es que no hay un efecto de diseño que se aplique a todos los indicadores en un estudio. En un estudio dado puede haber una variación considerable en los efectos de diseño para diferentes indicadores, y entre los dominios diferentes efectos para un determinado indicador.

Con el fin de obtener un valor referencial para estudios posteriores sobre consumo básico de Energía Rural, se ha considerado en el presente estudio el cálculo del *Efecto del Diseño* en la muestra de unidades de consumo residenciales a partir de la Estimación del Consumo general promedio de Energía (Mcal/mes) en todo el Departamento y cuyo resultado se presenta en la Tabla 5.

El valor obtenido es de 1.257, lo que indica el incremento de la varianza en el muestreo aplicado, frente a un muestreo aleatorio simple. Es de anotar que en el diseño inicial se tomó un $Deff = 1.5$, considerado un valor conservador. Ahora, y con los cálculos obtenidos una vez realizado el estudio, se llega a la conclusión que el valor de diseño es superior al real y por lo tanto, para próximos estudios el $Deff$ puede ser disminuido con el efecto de reducir también el tamaño de la muestra.

Tabla 5. Cálculo del Efecto del Diseño ($Deff$) para la estimación del consumo general promedio de Energía Rural en el Departamento de Nariño.

| Muestreo | n | Media | Desv.est. | Error est. | Deff |
|---------------|------|----------|-----------|------------|--------------|
| MAC bietapico | 2479 | 1045,031 | 1227,910 | 24,662 | 1,257 |
| MAS | 2479 | 1008,973 | 1095,300 | 21,999 | |

3. ANÁLISIS ENERGÉTICO Y SOCIOECONÓMICO DEL SECTOR RESIDENCIAL RURAL DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO

El análisis de información se divide en 3 grandes acápite a saber: sector residencial, sector institucional y comercial. Cada uno de ellos presenta una caracterización de las unidades primarias del sector y la identificación del consumo energético por fuente y procesos.

Los procesos identificados para la recolección de la información fueron iluminación, refrigeración, ambiente, calentamiento de agua, cocción y consumo en otros aparatos eléctricos y electrónicos.

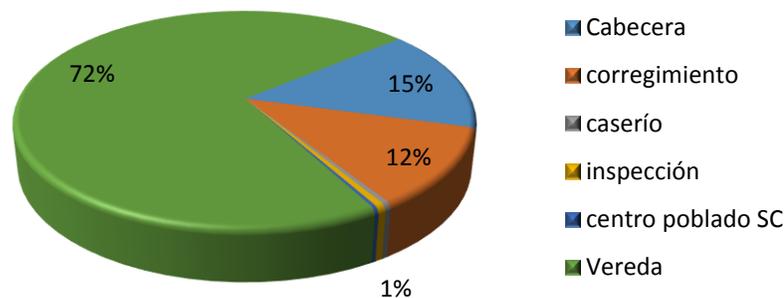
Por otra parte, se presenta un análisis del consumo en energía eléctrica y energía calórica de acuerdo a la presencia de las diferentes fuentes en cada sector.

En esta sección se presenta el análisis para el sector residencial.

3.1 Caracterización socioeconómica de las viviendas

De acuerdo a los datos obtenidos mediante el proceso de investigación se realizó la caracterización de las viviendas en términos de acceso a servicios públicos, ubicación y condiciones de la vivienda entre otros factores. Se pudo establecer que el 72 % de las viviendas se encuentran ubicadas en las veredas, es decir que son muy apartadas del casco urbano y en muchos casos son de difícil acceso; las viviendas ubicadas en la cabecera representan el 15% del total, el 12% se ubican en corregimientos y el 1% se encuentra en otras localidades como la inspección de policía.

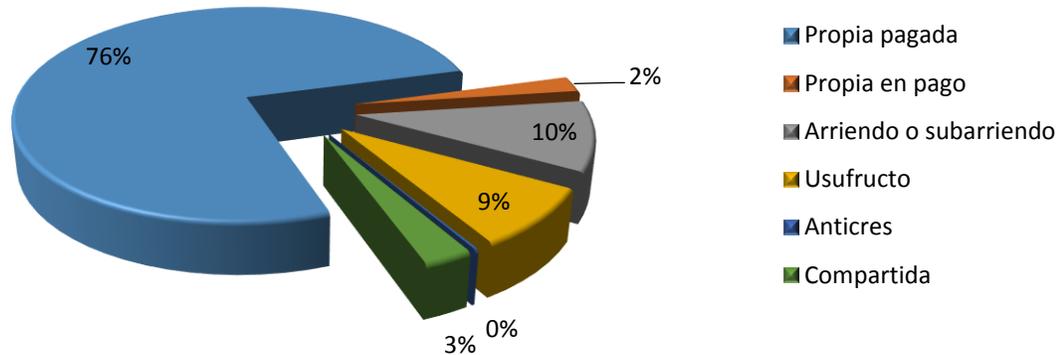
Gráfico 1. Ubicación de la vivienda en el departamento de Nariño



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERSN – 2013.
Elaboración propia.

Adicionalmente, el tipo de vivienda que predomina en el sector residencial está representado en un 99% por casas; otros tipos de vivienda como los apartamentos y otros no son significativos. La mayoría de éstas son viviendas propias con una representación del 76% del total; el 10% se encuentra en arriendo o subarriendo, el 9 % son de usufructo, el 3% de las viviendas son compartidas, mientras solo un 2% se encuentran en proceso de pago y finalmente ninguna vivienda se encuentra en anticresis.

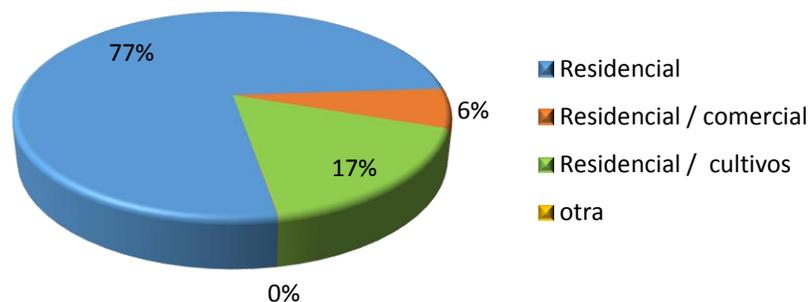
Gráfico 2. Propiedad de la vivienda en el sector residencial del departamento de Nariño



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

En cuanto al uso de las viviendas en la zona rural del departamento de Nariño, se puede decir que en su mayoría son únicamente de uso residencial y representan el 77% del total; las viviendas que además de ser de uso residencial se destinan a otras actividades de tipo comercial y otras actividades económicas como los cultivos, tienen una representación del 17% y el 6% respectivamente.

Gráfico 3. Participación uso de la vivienda en el departamento de Nariño

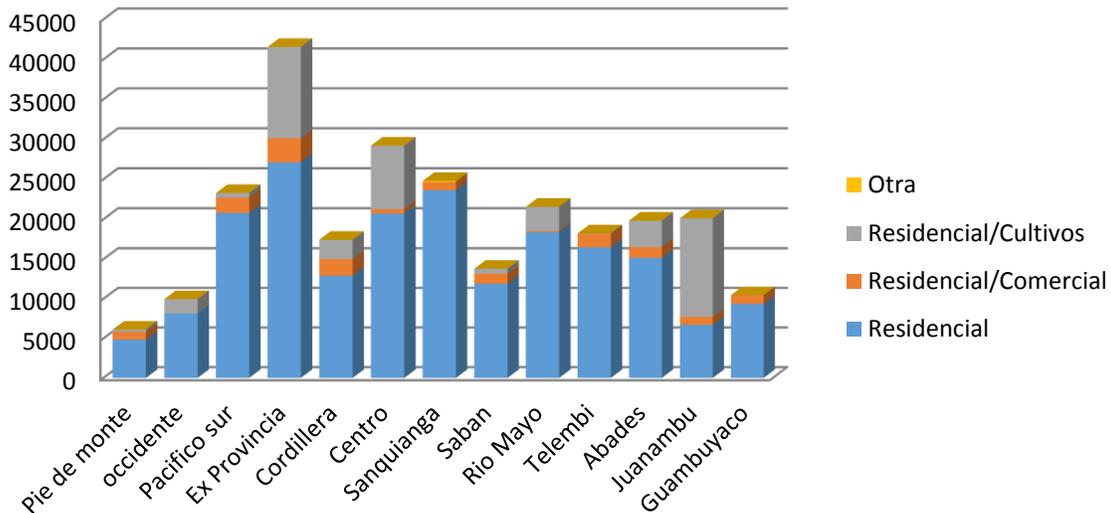


Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

En el caso específico de las subregiones, en la Ex Provincia dónde se concentra el mayor número de viviendas, se observa que una proporción significativa de ellas son destinadas además del uso residencial a los cultivos y un pequeño número de viviendas a actividades

comerciales; explicado por su tradición agrícola, cabe resaltar que esta subregión provee de tubérculos al departamento además de la zona centro del país.

Gráfico 4. Uso de la vivienda por subregión en el sector residencial del departamento de Nariño



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

Entre los elementos que determinan la calidad de vida de la población se encuentra el grado de adecuación de la vivienda, para medirlo, se tuvieron en cuenta variables como los materiales con los que han sido construidos sus pisos y paredes, tamaño y número de habitaciones así como la disponibilidad de servicios básicos.

Además, el Pacto de los Derechos Humanos contempla en su artículo 1, párrafo 11, algunos aspectos adicionales para que la vivienda sea considerada adecuada, entre los que se encuentra la seguridad jurídica de la tenencia, Disponibilidad de servicios, materiales, facilidades e infraestructura, habitabilidad “en sentido de poder ofrecer espacio adecuado a sus ocupantes y de protegerlos del frío, la humedad, el calor, la lluvia, el viento u otras amenazas para la salud, de riesgos estructurales y de vectores de enfermedad”², Asequibilidad, lugar y adecuación cultura.

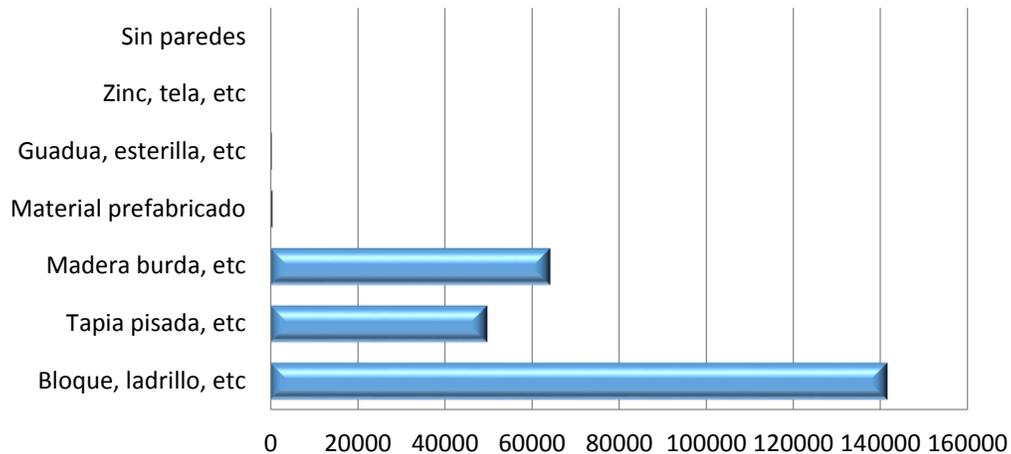
En cuanto al material predominante en las paredes, se observa que en su mayoría está constituido por bloque, ladrillo o similares, lo que significa un adecuado nivel de protección para los habitantes, sin embargo, existe un número considerable de viviendas construidas en madera burda, seguida de tabla pisada, materiales que pese a no ser los más

2

Fuente: [http://www.unhcr.ch/tbs/doc.nsf/898586b1dc7b4043c1256a450044f331/3e4492f624f618b2c1256d5000565fcc/\\$FILE/G0441305.pdf](http://www.unhcr.ch/tbs/doc.nsf/898586b1dc7b4043c1256a450044f331/3e4492f624f618b2c1256d5000565fcc/$FILE/G0441305.pdf)

recomendados son considerados permanentes por el DANE y por lo tanto evidencian un proceso de consolidación de las áreas residenciales rurales del departamento de Nariño.

Gráfico 5. Material predominante en las paredes en el sector residencial del departamento de Nariño

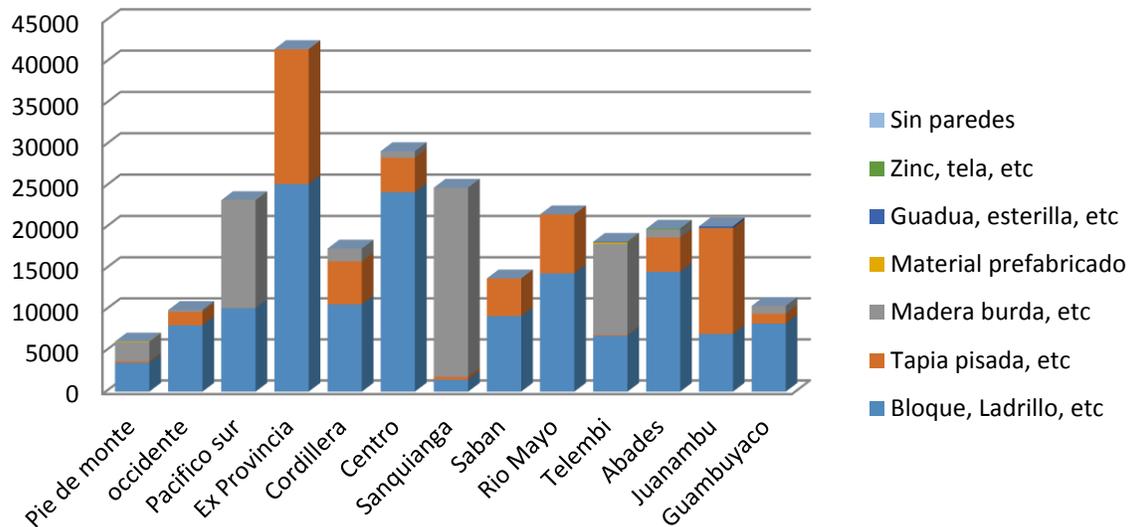


Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

En la región de Sanquianga, el Pacífico sur y Telembí se observa una alta proporción de viviendas construidas en madera burda, lo que se explica por la disponibilidad de este material, además de ser adecuado para soportar las intensas lluvias que se presentan en la región.

Por su parte, en regiones como la ex provincia y Juanambú predominan las paredes elaboradas en tapia pisada, técnica utilizada tradicionalmente en las construcciones, consistente en la construcción de muros con tierra arcillosa, compactada mediante golpes.

Gráfico 6. Material predominante de las paredes por subregión en sector residencial del departamento de Nariño



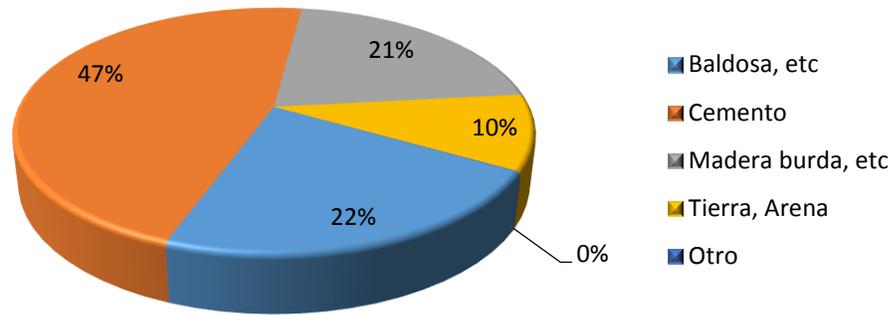
Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

Respecto al material de los pisos, se observa que en la mayoría de viviendas del departamento éstos se encuentran en cemento, material que si bien cuenta con la característica deseable de proporcionar un piso firme, puede ocasionar un riesgo de contraer enfermedades debido a la humedad que contiene este material. Por otra parte, un 10% de las viviendas de la zona residencial del departamento se encuentran en tierra, lo que facilita la incidencia de enfermedades como diarrea, parasitosis intestinal, hepatitis, salmonella y fiebre tifoidea³.

Finalmente, el 21% de las viviendas se encuentran construidas en madera burda, y el 22% en baldosa y materiales similares.

³ CARDERO Ernesto. Mejoramiento de la vivienda rural: impacto de la instalación de piso firme y estufas ecológicas en las condiciones de vida de los hogares. Disponible en http://www.pa.gov.mx/publica/rev_40/NOTAS/Ernesto%20Cordero%20Arroyo.pdf

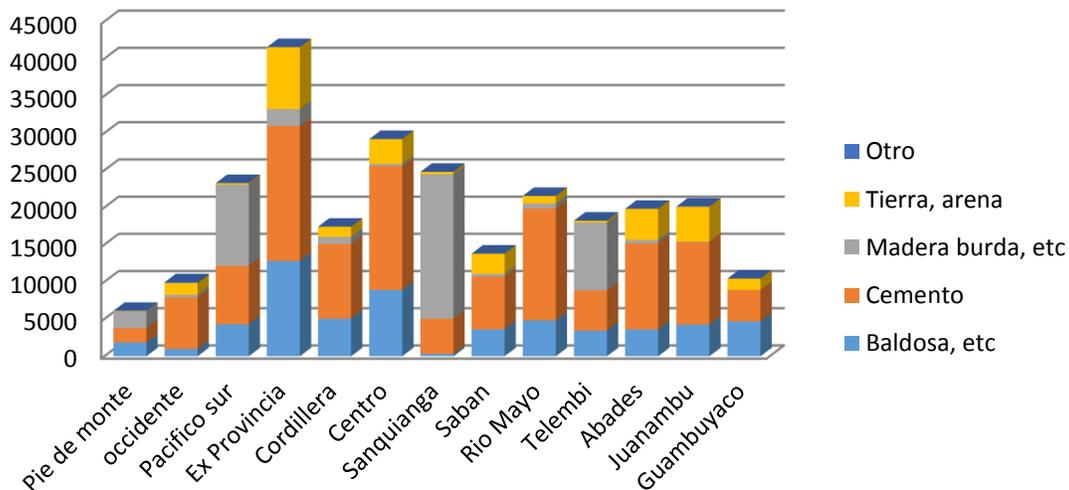
Gráfico 7. Material predominante de los pisos en el sector residencial del departamento de Nariño.



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

Por subregión, se observa que el área con mayor cantidad de viviendas cuyo piso está construido en tierra o arena, es la ex – provincia de Obando, mientras los pisos en madera burda y materiales similares predominan en la región de Sanquianga, pacífico sur y Telembí, acorde al material con el que se encuentran construidas las paredes.

Gráfico 8. Material predominante de los pisos en el sector residencial por subregión del departamento de Nariño



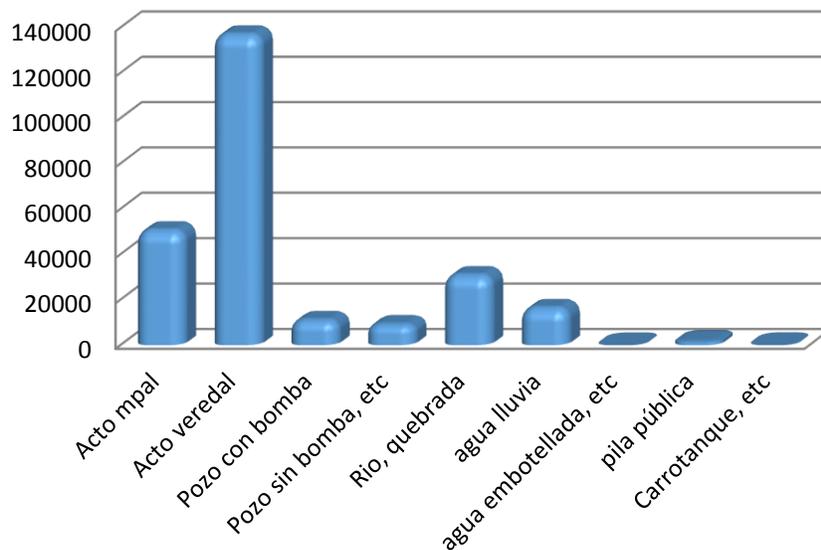
Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

Según el Censo de Población realizado por el DANE durante el 2005, la tasa de cobertura de acueducto en Colombia es 83.2%. No obstante, prevalece un contraste significativo

entre las áreas urbanas y rurales, para la cuales la cobertura de acueducto es de 94.3% y de 47.1% respectivamente⁴.

En el departamento de Nariño, el estudio realizado permitió observar que la mayoría de la población obtiene agua para el consumo humano mediante Acueducto veredal, seguida de aquella que obtiene el líquido a través del acueducto municipal, de tal manera que el 73,1% de la población rural cuenta con el servicio de acueducto, proporción significativamente mayor al promedio nacional. Sin embargo, aún existen 30.796 viviendas que se abastecen de ríos o quebradas, lo que implica una alta amenaza para la salud humana debido a que causa diversas infecciones gastrointestinales, y es una de las principales causas de mortalidad infantil en el país.

Gráfico 9. Fuente de agua para el consumo humano en el sector residencial del departamento de Nariño



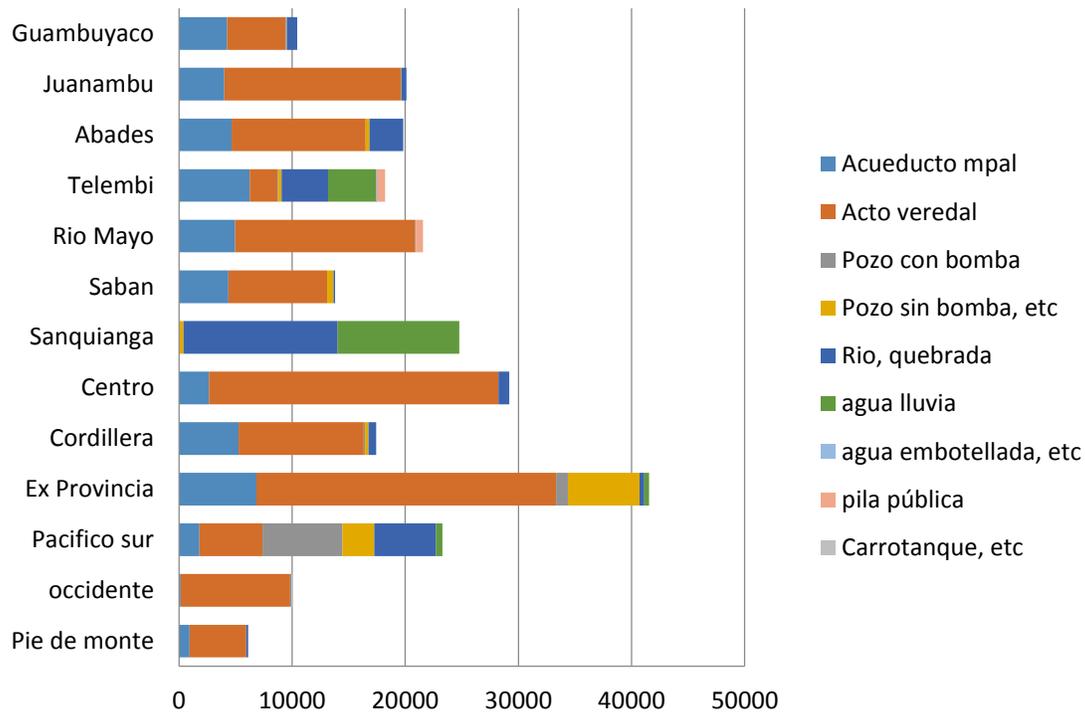
Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

Por subregión, aquella en la que se presentan mayores problemas de obtención de agua corresponde a Sanquianga, debido a que en su mayoría es obtenida de ríos o quebradas y agua lluvia, lo que implica que la población consume agua sin un tratamiento previo adecuado. En el pacífico sur se observa una gran diversidad de fuentes de abastecimiento de agua, sin embargo la mayoría se obtiene a través de pozo con bomba y río o quebrada.

Regiones como Juanambú, Rio Mayo y Centro presentan una buena cobertura de acueducto veredal o municipal, lo que garantiza la mejor calidad del líquido que es ingerido por la población.

⁴ UNICEF. Las coberturas de agua potable y saneamiento básico en Colombia. <http://www.unicef.com.co/situacion-de-la-infancia/el-agua-potable/>

Gráfico 10. Fuente de agua para consumo humano en el sector residencial por subregión



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

En Colombia los impactos en salud relacionados con insuficiencia de agua potable y saneamiento representan un costo estimado de entre 1.210 y 1.515 miles de millones de pesos, equivalente al 1,04% del PIB⁵. Pese a que acueducto y alcantarillado son servicios complementarios, la cobertura para el primero a nivel nacional es superior en aproximadamente 12 puntos porcentuales.⁶

Lo anterior es especialmente preocupante debido a que el 68% de las viviendas en el sector rural residencial de Nariño no cuentan con servicio de alcantarillado, lo que puede implicar altos costos futuros para el departamento.

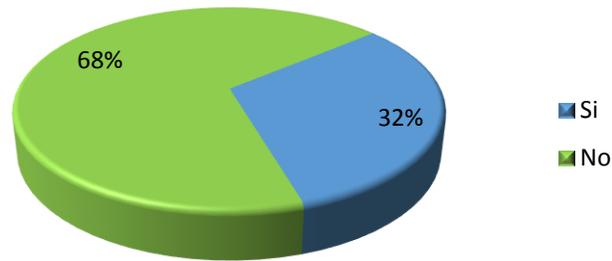
5

<http://publicaciones.superservicios.gov.co/ebooks/017sistemaAlcantarillado/document.pdf>

⁶ *Ibíd.*

Superservicios.

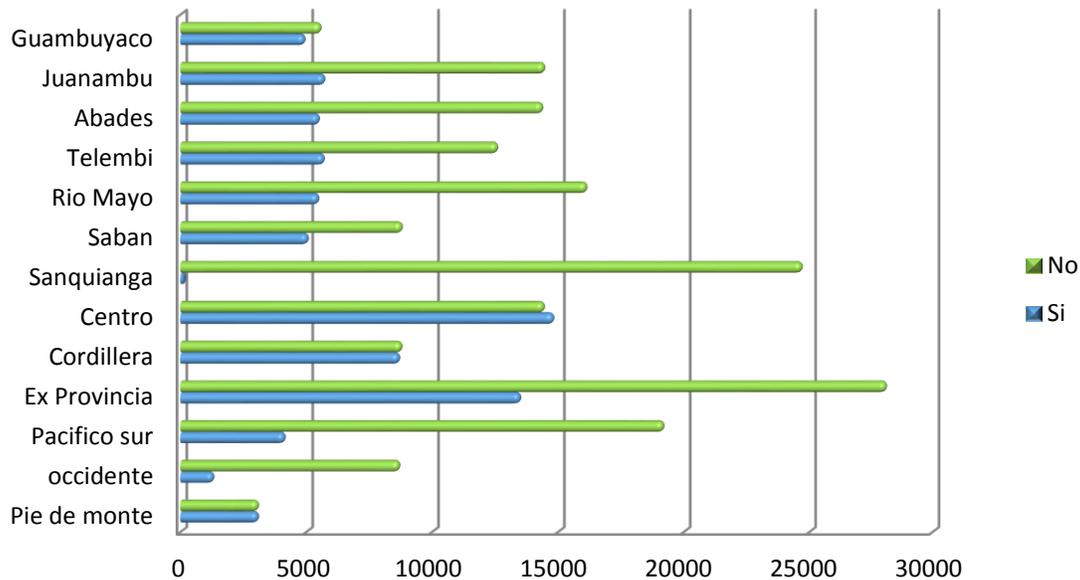
Gráfico 11. Servicio de alcantarillado en el sector residencial del departamento de Nariño



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

Por subregión, Sanquianga, ex provincia y pacífico sur con las que concentran el mayor número de viviendas carentes del servicio de alcantarillado, lo que agrava el deterioro de la calidad de vida de los habitantes de la región.

Gráfico 12. Servicio de alcantarillado en el sector residencial por subregión del departamento de Nariño

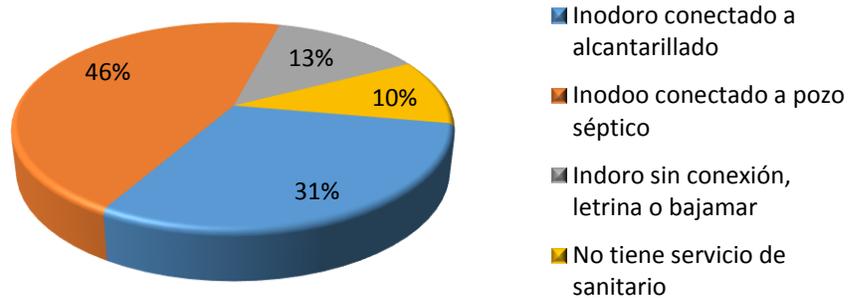


Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

Una de las consecuencias de la falta de acceso al sistema de alcantarillado es la inadecuada disposición de excretas, así, en el sector rural del departamento el 46% de las viviendas cuentan con un inodoro conectado a pozo séptico, que consiste en un pozo subterráneo al que están conectados uno o varios sanitarios y en el cual quedan depositados los excrementos o aguas negras, mecanismo considerado por el DANE como adecuado para el saneamiento, al igual que el inodoro conectado a alcantarillado, con el que cuentan el 31% de las viviendas.

De esta manera, el 23% de las viviendas cuentan con un tipo de sanitario inadecuado, del cual el 13% corresponde a inodoro sin conexión, letrina o bajamar, y el 10% no tienen servicio sanitario.

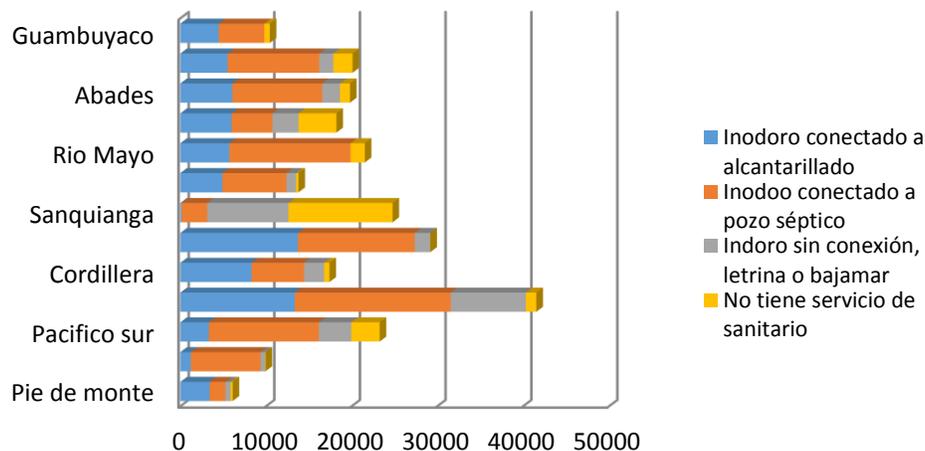
Gráfico 13. Tipo de sanitario en el sector residencial del departamento de Nariño



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

La subregión con mayor carencia de servicio sanitario es Sanquianga, donde 12.160 viviendas no tienen el servicio, y 9484 poseen inodoro sin conexión, de tal forma que el 87,3% de los domicilios se encuentran en condiciones de sanidad inadecuadas. Además, en la ex provincia existen 9967 viviendas con sanitario sin conexión o ausencia de él.

Gráfico 14. Tipo de sanitario por subregión en el sector residencial del departamento de Nariño



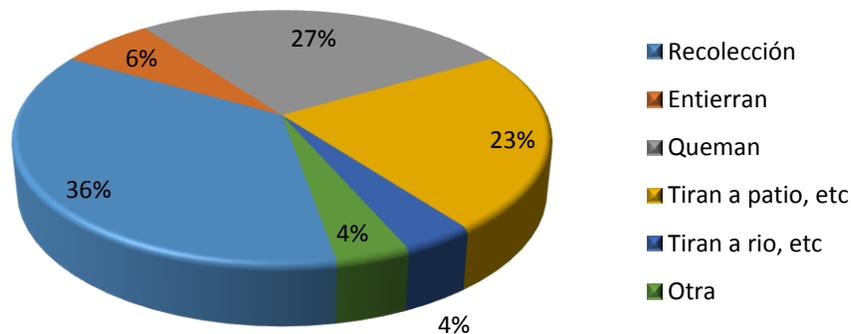
Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

La adecuada eliminación de basuras es una actividad fundamental para evitar la contaminación y la incidencia de enfermedades, por lo tanto, en Colombia la superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios realiza evaluaciones periódicas al sistema de aseo. Así, se pudo determinar que para el año 2012 el 89,55% de la población

eliminaba sus basuras mediante el uso de un relleno sanitario, el 6,81% a través de un botadero y el 2,99% utilizaba una planta integral, mientras sólo el 0,53% hacía uso del sistema de enterramiento.

Al comparar estas cifras con las obtenidas en la presente investigación, se observa que en la zona rural de Nariño existe una mayor incidencia de eliminación de basuras inadecuada que en el país, debido a que sólo el 36% de las viviendas cuentan con el servicio de recolección que dirige los residuos a un relleno sanitario, mientras el 27% decide quemar las basuras, lo que ocasiona contaminación del aire, y el 23% la tiran a un patio, generando problemas de contaminación de suelos.

Gráfico 15. Forma de eliminación de basuras en el departamento de Nariño - Zona Rural

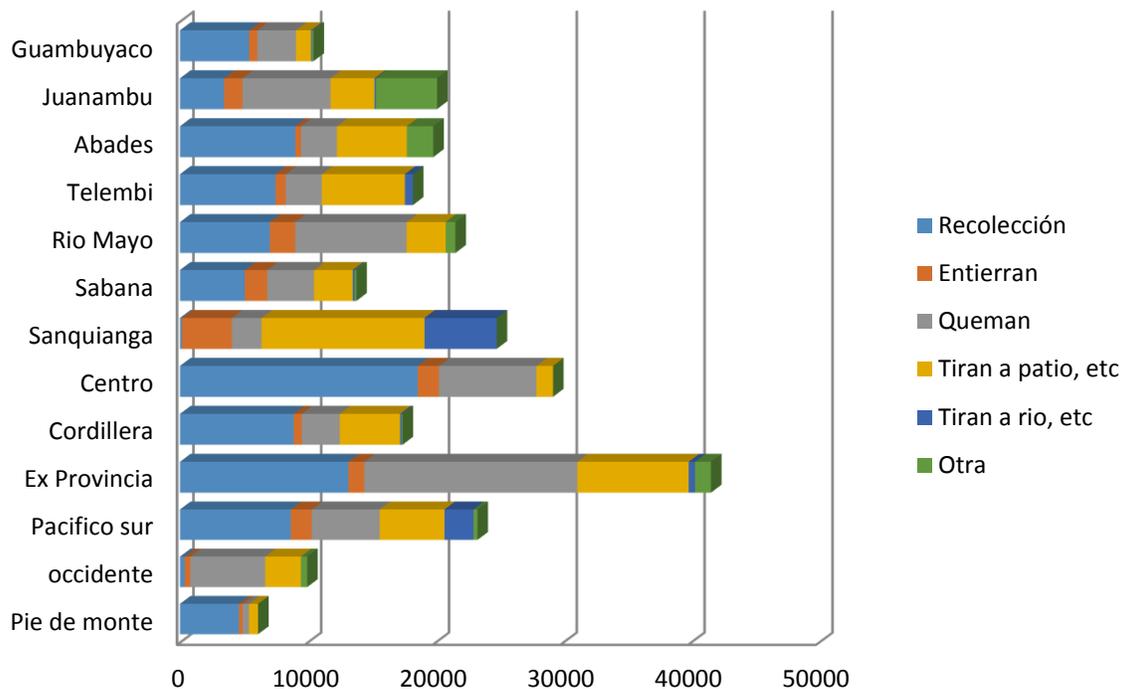


Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

La marcada inequidad entre las subregiones del departamento se ve reflejada también en las formas de eliminación de residuos. La práctica de quema de basuras se presenta principalmente en las regiones ex provincia, Rio Mayo y Centro, mientras el depósito en patios o ríos es más frecuente en la región Sanquianga.

Por el contrario, la región centro es la que cuenta con mayor cobertura de servicio de recolección, lo que incide favorablemente en la calidad de vida de los habitantes.

Gráfico 16. Forma de eliminación de basuras por subregión.

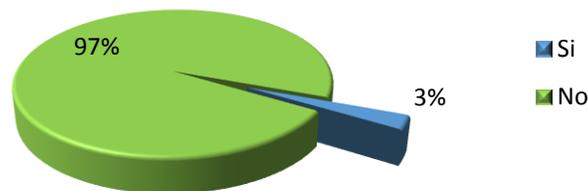


Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

Para que los habitantes de una vivienda cuenten con facilidad de acceso a la información y las comunicaciones, con el fin de aprovechar oportunidades y prevenir amenazas del entorno, es necesaria una dotación de infraestructura en términos de telefonía fija o móvil, y conexión a internet, lo cual incide además en la competitividad de las regiones.

Actualmente el 97% de las viviendas de la zona rural residencial de Nariño no cuentan con servicio de telefonía fija, lo cual se explica por la falta de conexiones necesarias para el uso de este servicio, y el decrecimiento del uso de esta forma de comunicación que se ha visto reemplazada por la telefonía celular.

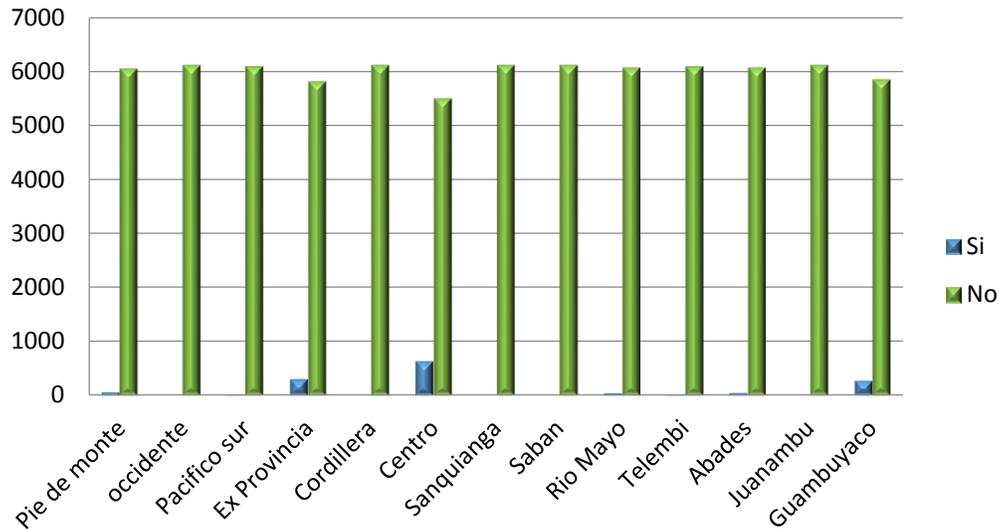
Gráfico 17. Viviendas que cuentan con el servicio de teléfono fijo en el sector residencial



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

Por subregiones, aquella que cuenta con mayor presencia de telefonía fija es la subregión Centro, seguida de la ex provincia y Guambuyaco, mientras en los territorios restantes no se cuenta con este servicio.

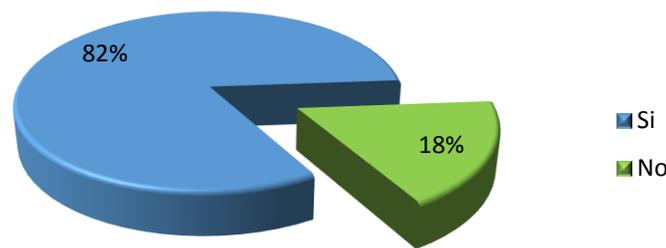
Gráfico 18. Viviendas que cuentan con el servicio de teléfono fijo en el sector residencial



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

El reemplazo de la telefonía fija por la móvil se evidencia en que un 82% de las viviendas cuentan con un teléfono celular, mientras solo un 18% carece de este servicio.

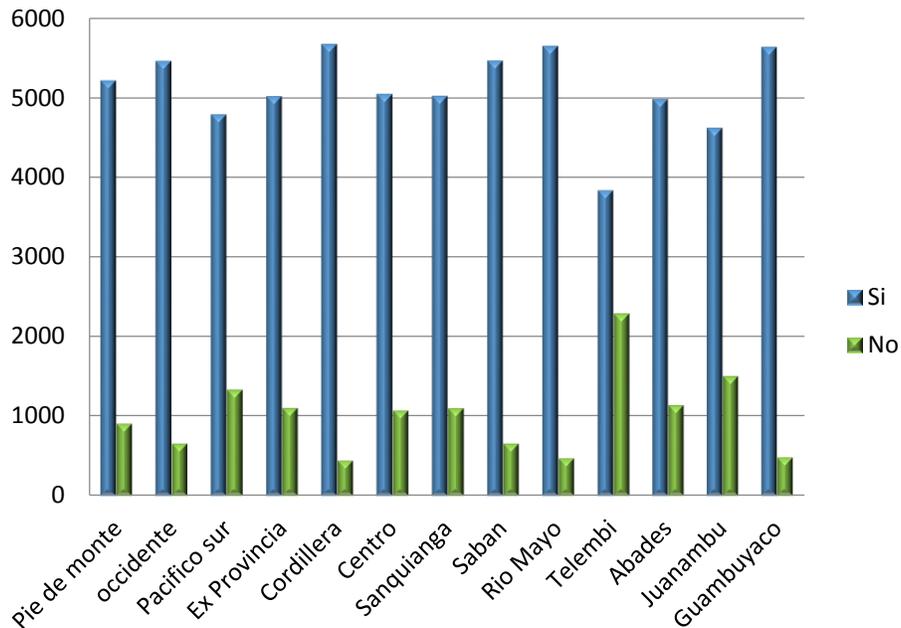
Gráfico 19. Viviendas que cuentan con teléfono celular en el sector residencial



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

La subregión en la cual existe mayor ausencia de telefonía celular es Telembí, mientras en Cordillera, Centro y Guambuyaco el número de viviendas que carece de este servicio es muy reducido. Lo anterior puede explicarse por la escasa cobertura de las empresas de telefonía móvil en regiones de difícil acceso como la zona rural de Telembí, y el nivel de ingresos de los habitantes de la región.

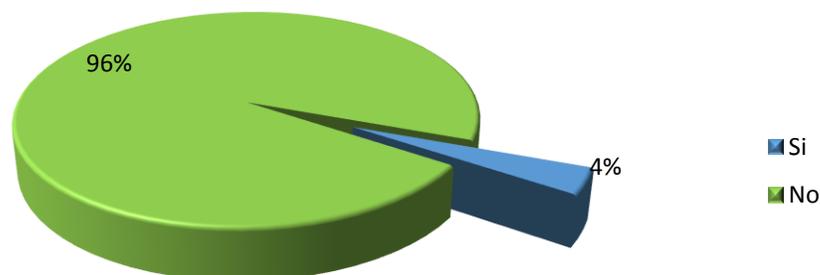
Gráfico 20. Viviendas que cuentan con el servicio de teléfono celular en el sector residencial



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

El acceso a internet en las viviendas permite formas de comunicación, información y mejora la calidad educativa, además de facilitar algunos trámites y transacciones necesarias para evitar largos desplazamientos hacia centros urbanos, en este sentido, se puede afirmar que la ausencia de conectividad a internet por parte del 96% de las viviendas en el sector residencial rural del departamento es un problema que debe ser tratado por parte de las autoridades territoriales, es por eso que la mejora de acceso a la red es uno de los aspectos contemplados en el plan de desarrollo departamental Nariño Mejor, dentro del subprograma “Modernización y fortalecimiento institucional”.

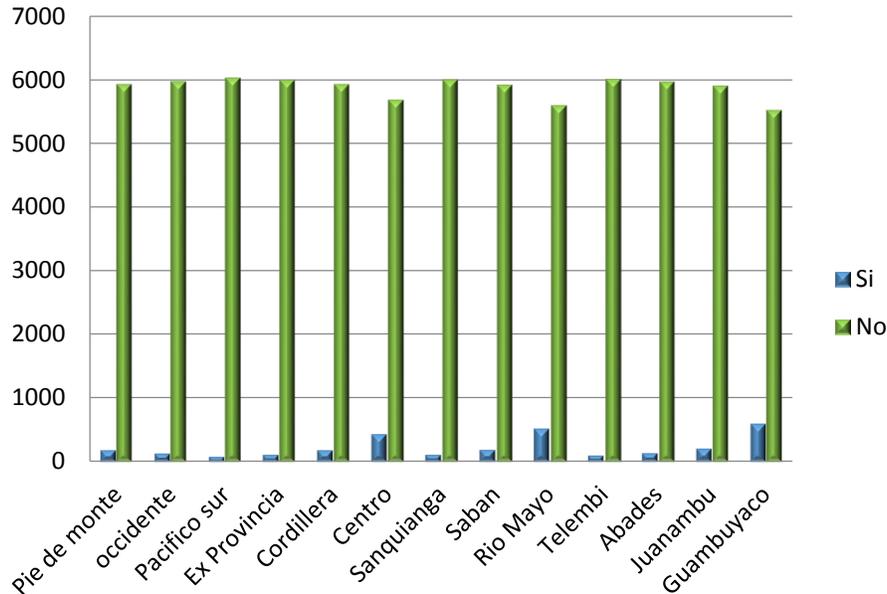
Gráfico 21. Viviendas que cuentan con el servicio de internet en el sector residencial



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013. Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

Las subregiones que cuentan con mayor cobertura del servicio de internet son Centro, Rio Mayo y Guambuyaco, sin embargo ninguna de ellas supera las mil viviendas conectadas.

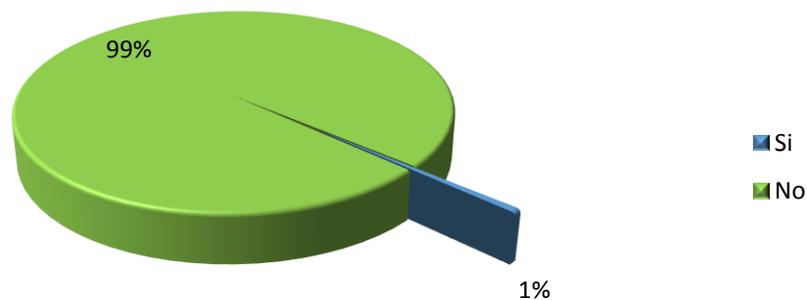
Gráfico 22. Viviendas que cuentan con el servicio de internet en el sector residencial



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

Los equipos de comunicación son utilizados generalmente por empresas o entidades que requieren estar en contacto con otras áreas o regiones, y por su naturaleza requieren de medios diferentes a los tradicionales (telefonía fija, celular, internet) esto explica que solo un 1% de las viviendas cuenten con el servicio.

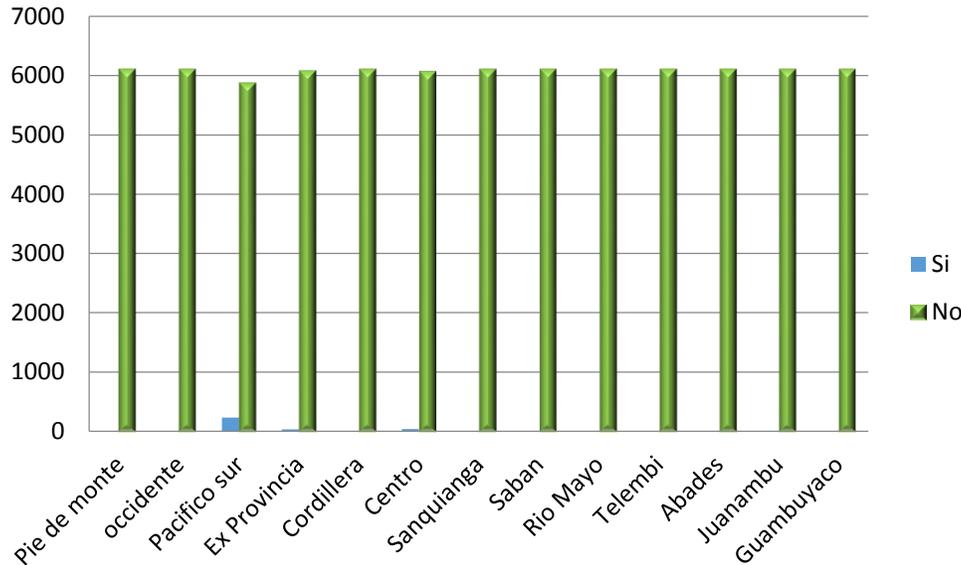
Gráfico 23. Viviendas que cuentan con equipo de comunicaciones en el sector residencial



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

La única subregión en la que las viviendas cuentan con equipo de comunicaciones es Pacífico sur, en contraste con su carencia de servicio de internet y baja cobertura en telefonía fija y móvil.

Gráfico 24. Viviendas que cuentan con equipo de comunicaciones en el sector residencial



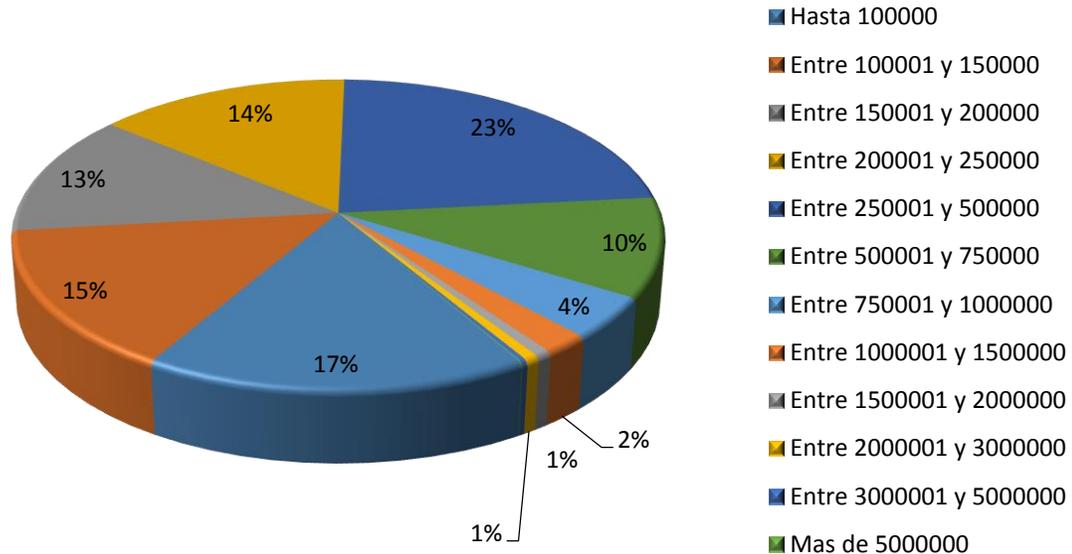
Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

Según datos del DANE para el año 2012, una familia promedio en Nariño compuesta por cuatro personas, tiene un ingreso de \$1.064.124, y el ingreso per cápita corresponde a \$266.000, \$235.000 pesos menos que la renta per cápita a nivel nacional⁷.

El estudio realizado permitió determinar que en la zona rural nariñense el 17% de las familias perciben ingresos inferiores a 1.000.000 de pesos, en el 62,4% de las viviendas sus habitantes perciben entre 1.000.000 y 5.000.000 de pesos, dentro de este grupo cabe resaltar que un 23% está conformado por el rango de ingresos entre 2.5001.000 y 5.000.000. Finalmente, el 17,63% de los grupos familiares que habitan una vivienda perciben más de 5.000.000. Lo anterior permite deducir que los ingresos familiares de la mayoría de las viviendas en la zona rural de Nariño superan el promedio departamental calculado por el DANE.

⁷ DANE. Resultados generales. Pobreza Monetaria y Desigualdad. 2012. Consultado el 20 de Enero de 2014. Disponible en http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/pobreza/Narino_Pobreza_2012.pdf

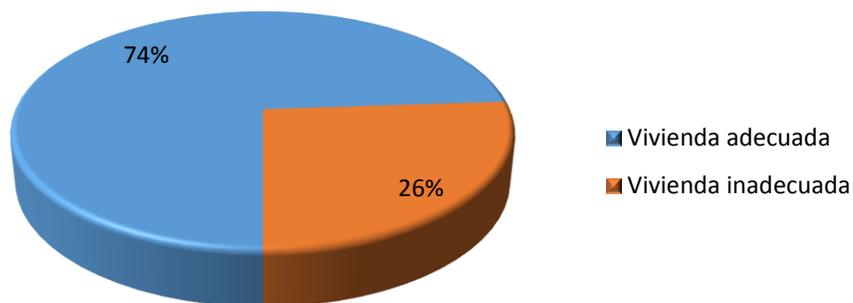
Gráfico 25. Nivel de ingresos en el sector residencial del departamento de Nariño



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

Se considera vivienda inadecuada aquella que está construida en material precario o inestable, el 26% de las viviendas de la zona rural del departamento se encuentran en esta condición, un porcentaje muy superior al arrojado por el realizado en 2005 en el censo realizado por el DANE, según el cual “el 2,68% de los hogares de Colombia viven en una vivienda inadecuada para el alojamiento humano”⁸.

Gráfico 26. Condición de la vivienda en el departamento de Nariño

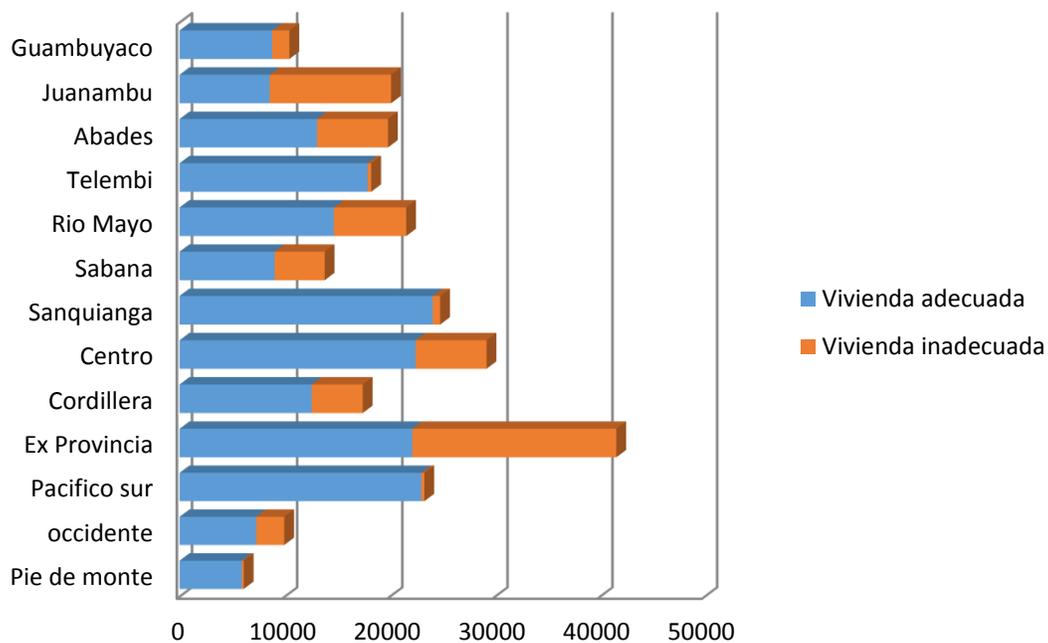


Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

⁸ DANE. Déficit de Vivienda. 2005. Consultado el 10 de Enero de 2014. Disponible en http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/censo/Bol_deficit_vivienda.pdf

La subregión con mayor presencia de viviendas en condiciones inadecuadas es la ex provincia, seguida de Juanambú, lo que puede explicarse por los materiales predominantes en pisos y paredes, ya que se encontró que los primeros en su mayoría se encuentran contruidos de cemento o tierra, mientras las paredes generalmente están elaboradas en tapia pisada.

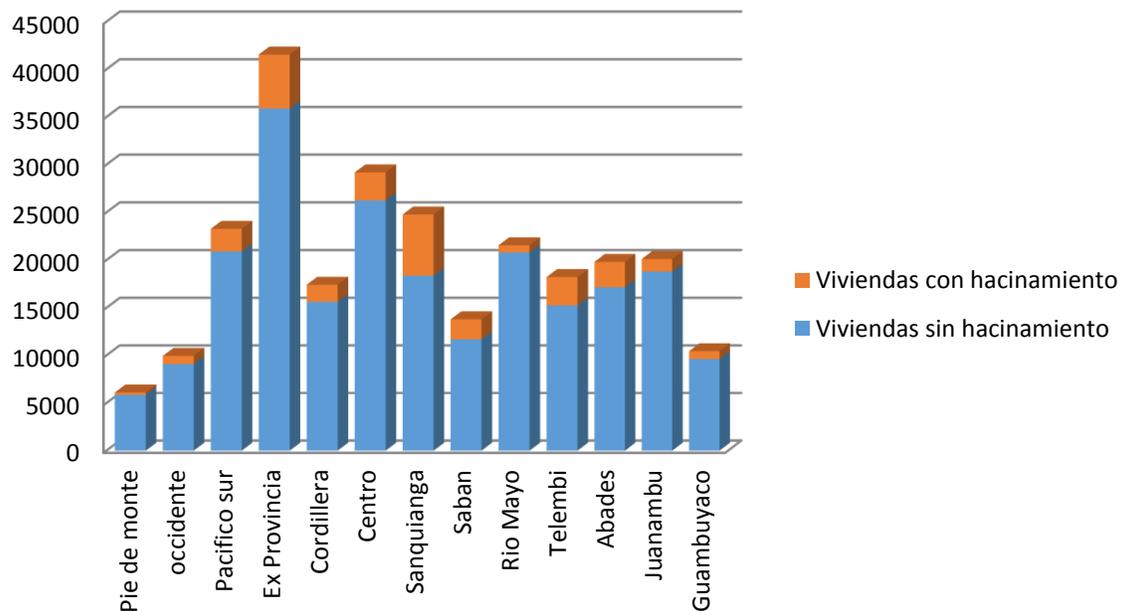
Gráfico 27. Condición de la vivienda por subregión



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

Otro de los elementos importantes al juzgar la calidad de la vivienda es el hacinamiento, para el DANE, se considera hacinamiento crítico cuando habitan más de tres personas por cuarto, incluyendo todas las habitaciones, con excepción de cocinas, baños y garaje. En la zona rural del departamento el 12,1% de las viviendas presentan problemas de hacinamiento, concentrados especialmente en las subregiones de la Exprovincia y Sanquianga.

Gráfico 28. Viviendas con Hacinamiento por subregión



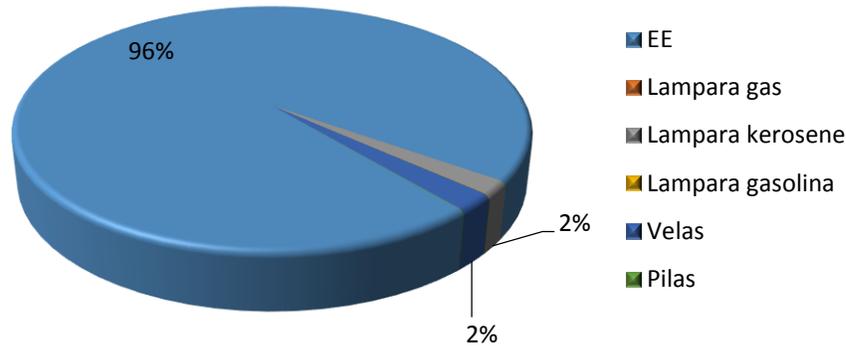
Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

3.2 Caracterización del consumo energético por fuentes y usos

Para la caracterización del consumo energético se indago acerca del tipo de electrodomésticos con que cuenta la vivienda tales como neveras, ventiladores o equipos de aire acondicionado, aquellos que permiten la preparación de alimentos, entre otros, además de las fuentes de energía utilizadas en los diferentes procesos, lo que permitió determinar la demanda de energía en el departamento.

En este apartado se analiza el uso de la energía en sus diferentes usos, iniciando con la iluminación. En este sentido, el 92% de las viviendas rurales del departamento utilizan la energía eléctrica como su principal fuente de iluminación, sin embargo aún existe un 2% que utiliza lámparas de kerosene y 2% que emplean velas, cabe resaltar que el uso de kerosene puede ser causa de algunas enfermedades respiratorias debido a la combustión de hidrocarburos.

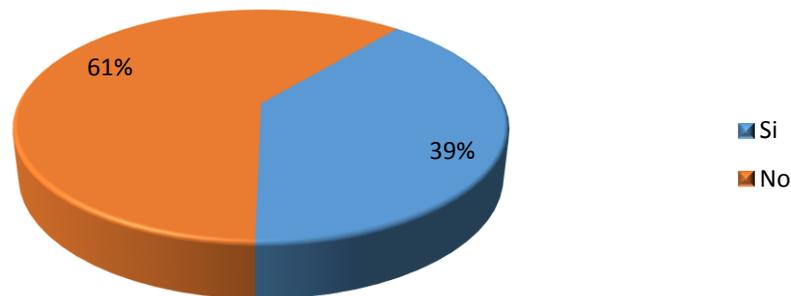
Gráfico 29. Fuente principal de iluminación en el departamento de Nariño



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

Entre los electrodomésticos básicos que requieren del servicio de energía eléctrica para su funcionamiento se encuentran neveras o refrigeradores, que permiten la adecuada conservación de los alimentos y ayudan a evitar algunas enfermedades gastrointestinales, por esta razón durante la investigación se indagó sobre el uso de estos elementos encontrando que sólo el 39% de la población objetivo cuenta con electrodomésticos de refrigeración.

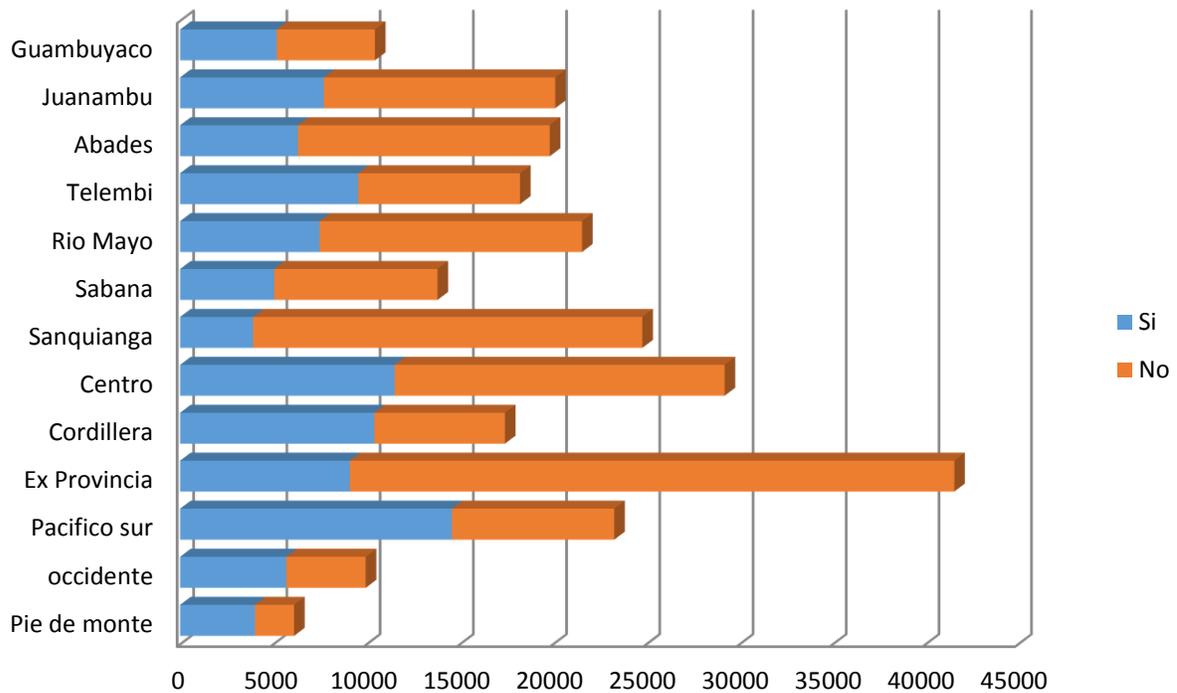
Gráfico 30. Uso de nevera o refrigerador en el departamento de Nariño



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

La subregión en la cual se hace mayor uso de nevera o refrigerador es Pacífico Sur, lo cual podría explicarse por las altas temperaturas de la zona que hacen necesario obtener electrodomésticos que permitan la adecuada conservación de alimentos, seguido de la subregión centro. La ausencia de estos elementos se presenta especialmente en la ex provincia y en Sanquianga. El consumo promedio en refrigeración en el departamento es de 48,73 kWh / Mes

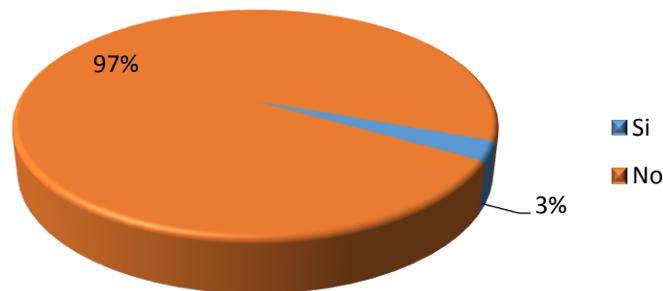
Gráfico 31. Uso de nevera o refrigerador



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

La presencia de equipos de aire acondicionado o ventilación es bastante escasa en la zona rural del departamento, debido a que sólo un 3% de las viviendas cuentan con este tipo de artefactos, lo anterior puede explicarse porque se consideran objetos poco necesarios o de lujo.

Gráfico 32. Uso de aire acondicionado o ventilador en el departamento

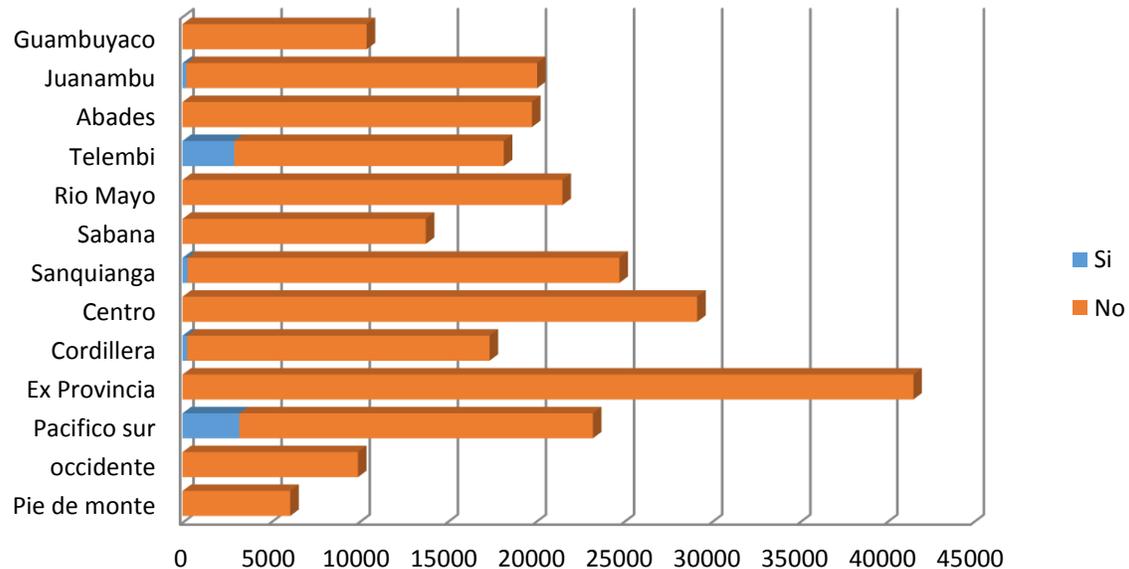


Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

Las subregiones en las cuales existe mayor presencia de equipos de ventilación son Pacífico Sur y Telembí, debido a que la temperatura de los municipios que las conforman está entre los 26 y 28 grados centígrados, lo que explica la necesidad de contar con estos elementos, contrario a lo que ocurre en el resto del departamento.

Llama la atención que en la subregión Sanquianga, conformada por los municipios de El Charco, La Tola, Mosquera, Olaya Herrera y Santa Bárbara, pese a ser un territorio caluroso existen únicamente 290 de las 24787 viviendas que cuentan con aire acondicionado o ventilador, esto puede explicarse porque se trata de una región en la cual no se cuenta con el servicio de energía eléctrica conectado a red pública, sino que se hace uso de plantas o no se utiliza.

Gráfico 33. Uso del aire acondicionado o ventilador

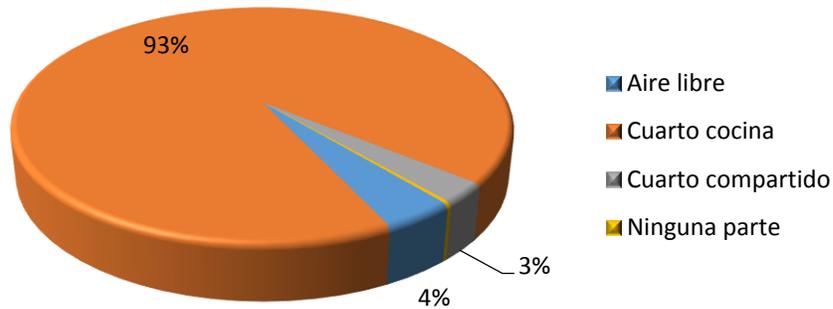


Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

En lo que respecta al proceso de cocción se indago acerca del lugar de preparación de los alimentos, el cual es un determinante importante de las condiciones de la vivienda y la calidad de los productos ingeridos por la población debido a que un espacio adecuado permite mejores condiciones de salubridad, además del combustible utilizado para, el tipo de estufa y horno que utilizan y el lugar de obtención de los combustibles.

En Nariño el 93% de las viviendas cuentan con una cocina, sin embargo existe un 4% de viviendas que deben preparar sus alimentos al aire libre y un 3% lo hacen en un cuarto compartido.

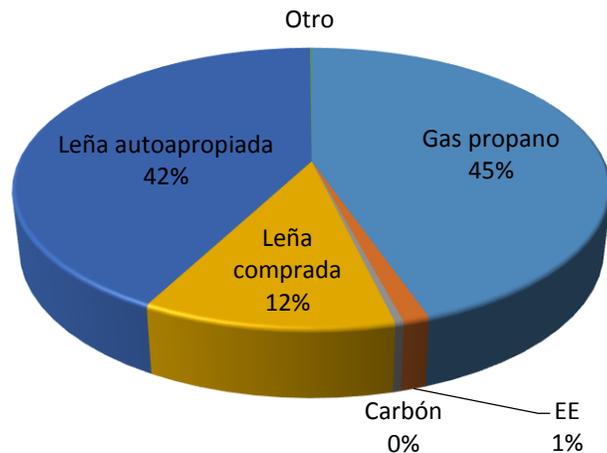
Gráfico 34. Lugar donde se preparan los alimentos



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

El principal combustible utilizado en la cocción de alimentos es el gas propano (45%) sin embargo, existe un alto porcentaje de viviendas en las que se emplea la leña, la cual en su mayoría es de autoapropiación, generando algunos problemas para el medio ambiente y la salud humana.

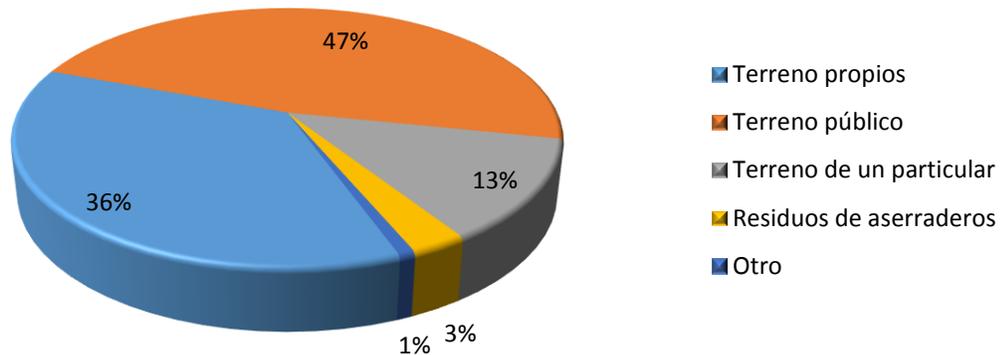
Gráfico 35. Combustible principal usado para cocinar en el departamento de Nariño



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

Dado que el 42% de las viviendas utilizan leña autoapropiada para la preparación de alimentos, se encontró que en su mayoría este insumo es obtenido de terrenos públicos, seguido de terrenos propios, y un 13% obtienen la leña del terreno de un particular.

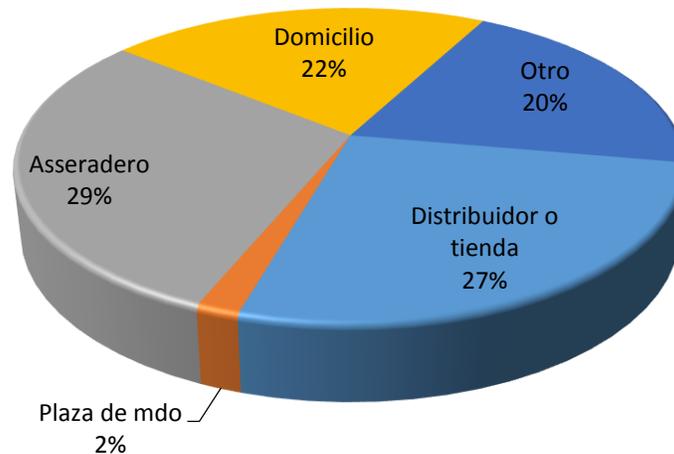
Gráfico 36. Lugar de extracción de la leña en el departamento de Nariño



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

Cuando la leña es adquirida, se obtiene principalmente de un aserradero, seguido de distribuidores o tiendas, domicilios u otros, sólo un 2% de la leña comprada es adquirida en una plaza de mercado.

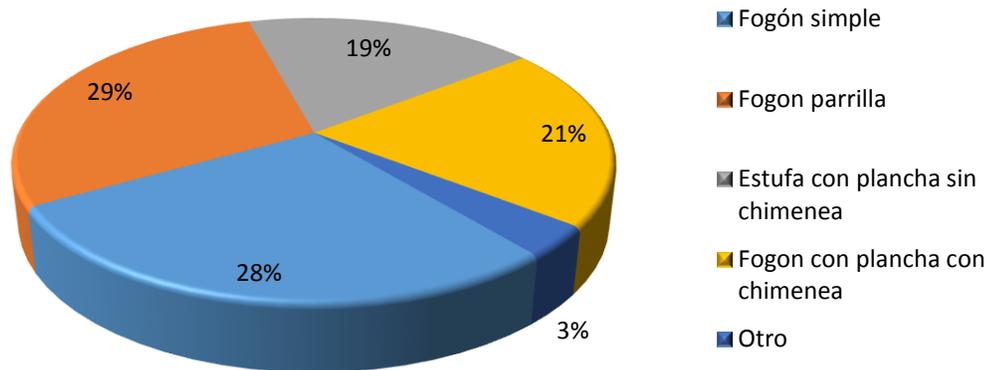
Gráfico 37. Lugar de adquisición de la leña comprada en el departamento de Nariño



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

El tipo de estufa de leña predominante es el fogón parrilla, utilizado por el 29% de las viviendas que cocinan con leña en el departamento, seguido del fogón simple con el 28% y el fogón con plancha o chimenea.

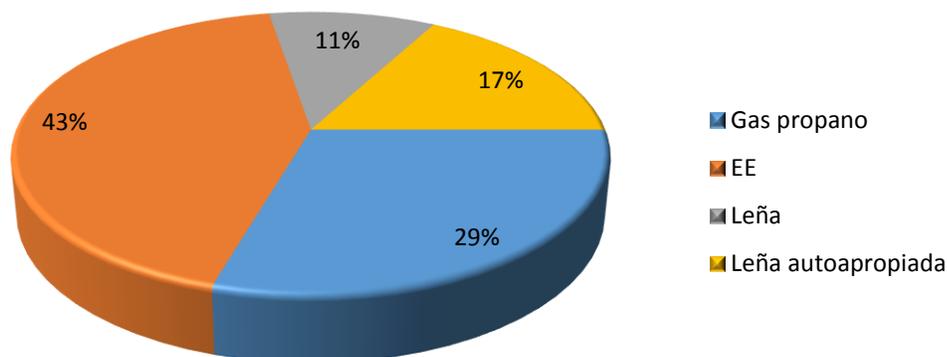
Gráfico 38. Tipo de estufa de leña en el departamento



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

Además de la estufa, en muchos hogares se preparan alimentos en horno debido a que proporciona diferentes propiedades a las comidas, la mayoría de los hornos de la zona rural del departamento funcionan con energía eléctrica (43%) seguidos de gas propano (17%).

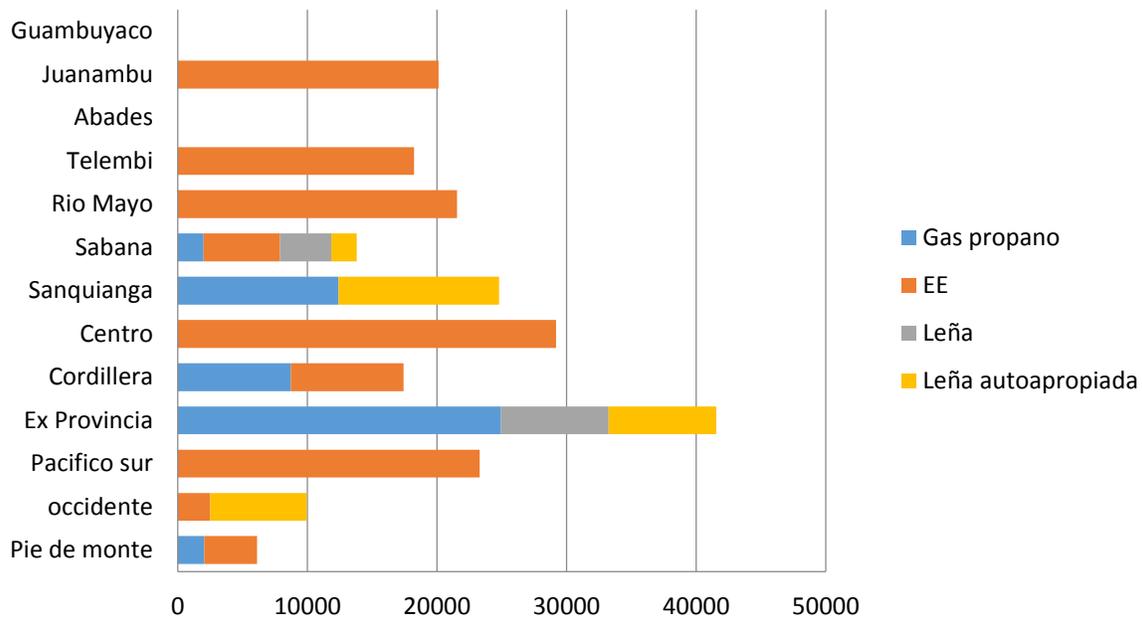
Gráfico 39. Tipo de combustible utilizado para el horno en el departamento de Nariño



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

Las subregiones en las cuales se hace uso de la energía eléctrica para el funcionamiento del horno son Juanambú, Telembí, Rio Mayo, Centro y Pacífico Sur, mientras subregiones como la ex provincia y Sanquianga utilizan otro tipo de elementos para el funcionamiento de los artefactos.

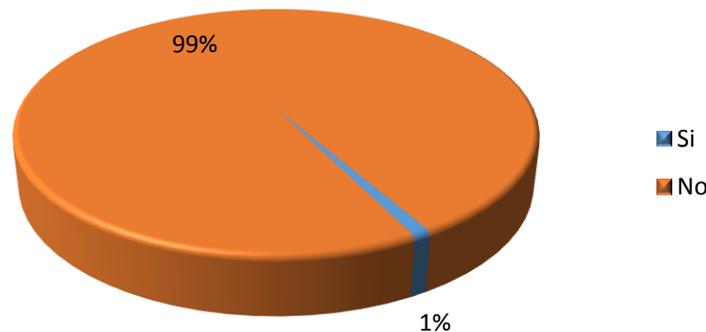
Gráfico 40. Combustible utilizado para el horno por subregión



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

Cuando se cuenta con acceso a electricidad, uno de los elementos utilizados para la preparación de alimentos es el horno eléctrico, sin embargo, según los resultados obtenidos mediante el presente estudio sólo el 1% de la población hace uso de este artefacto, lo que puede deberse a la baja percepción de su necesidad, costos elevados, dificultades en el acceso a electricidad o preferencia por fuentes de energía sustitutas.

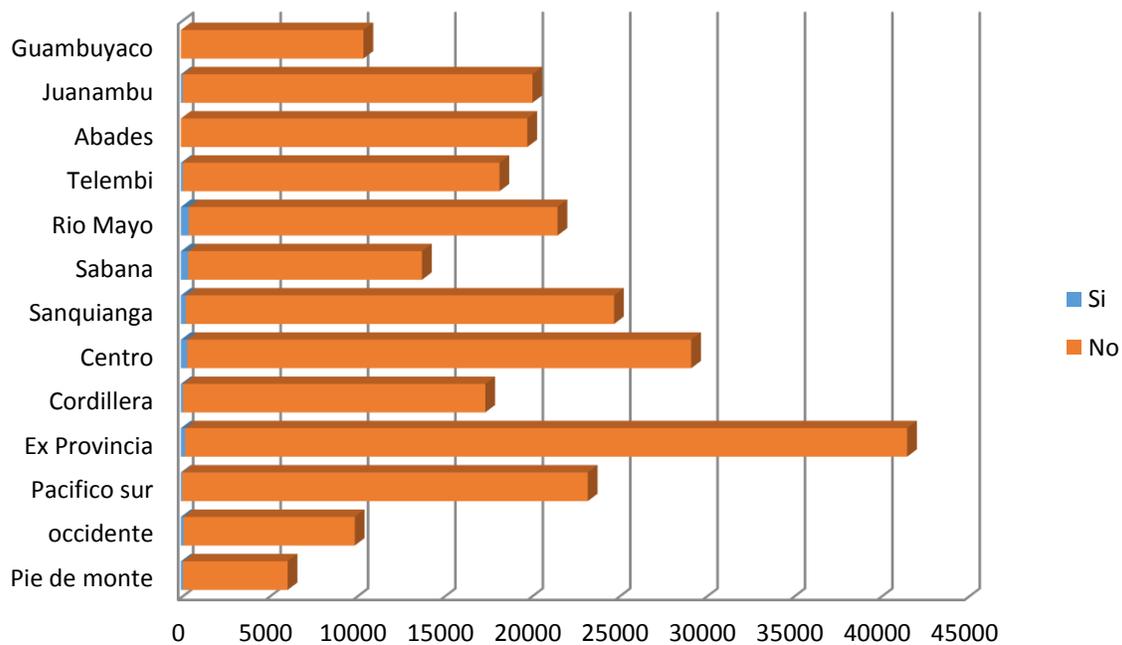
Gráfico 41. Uso de horno eléctrico para preparación de alimentos en el departamento de Nariño



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

En subregiones como Rio Mayo, Sabana y la ex provincia es donde se concentra la mayor cantidad de hornos eléctricos en las viviendas, sin embargo, aún en estas regiones la presencia del artefacto es bastante reducida.

Gráfico 42. Uso de horno eléctrico para preparación de alimentos por subregión



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

3.3 Caracterización del Uso Final de la Energía Eléctrica en el Sector Residencial

3.3.1 Servicio de energía eléctrica en el sector residencial del departamento de Nariño

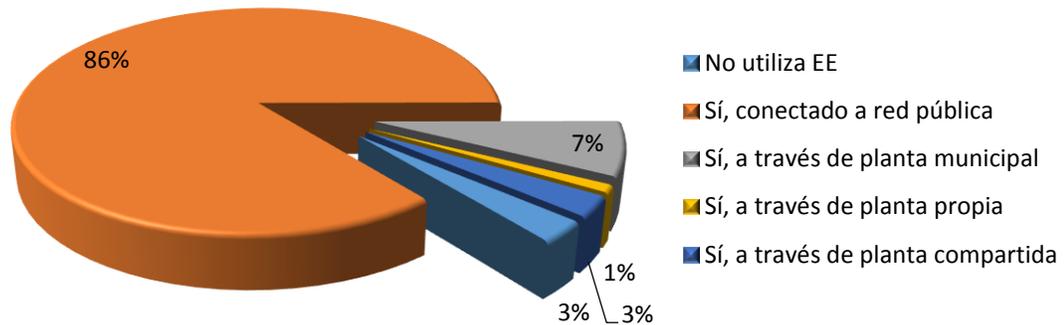
Las encuestas realizadas en el presente estudio para el sector residencial de la zona rural del departamento de Nariño indican que un 86% de las viviendas si cuenta con el servicio de energía eléctrica a través de la conexión a la red pública, un 7% cuenta con energía eléctrica a través de una planta municipal, un 3% cuenta con energía eléctrica a través de planta compartida, un 3% no usa energía eléctrica y un 1% dispone de energía eléctrica a través de planta propia. Cabe aclarar que no todas las zonas rurales del Departamento cuentan con un servicio de energía las 24 horas continuas.

Las coberturas de energía para el departamento de Nariño según el plan indicativo de expansión de cobertura de energía eléctrica 2010-2014 indican que hasta el año 2009 la cobertura de energía eléctrica departamental del SIN y la ZNI fue de 86,93% y 92,94% respectivamente, generando una cobertura total de 87,74% para el Departamento. El plan de acción señala una ampliación en la cobertura al año 2014 de un 93,2% para el SIN, a su vez para la ZNI se plantea una cobertura de 100% (UPME, 2010).

Los porcentajes arrojados por la encuesta realizada en las zonas rurales del Departamento indican que existe un 7% de viviendas que pueden ser usuarios potenciales para beneficiarse de alternativas sostenibles de generación de energía eléctrica, dicho 7% está conformado por las viviendas que poseen energía por planta

compartida o propia (4%) y las viviendas que no cuentan actualmente con el servicio (3%). Dentro del 86% de las viviendas que actualmente cuentan con el servicio a través de la red pública se pueden encontrar como usuarios potenciales a las viviendas que no reciben un servicio continuo de energía eléctrica.

Gráfico 43. Servicio de Energía Eléctrica. Departamento de Nariño



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

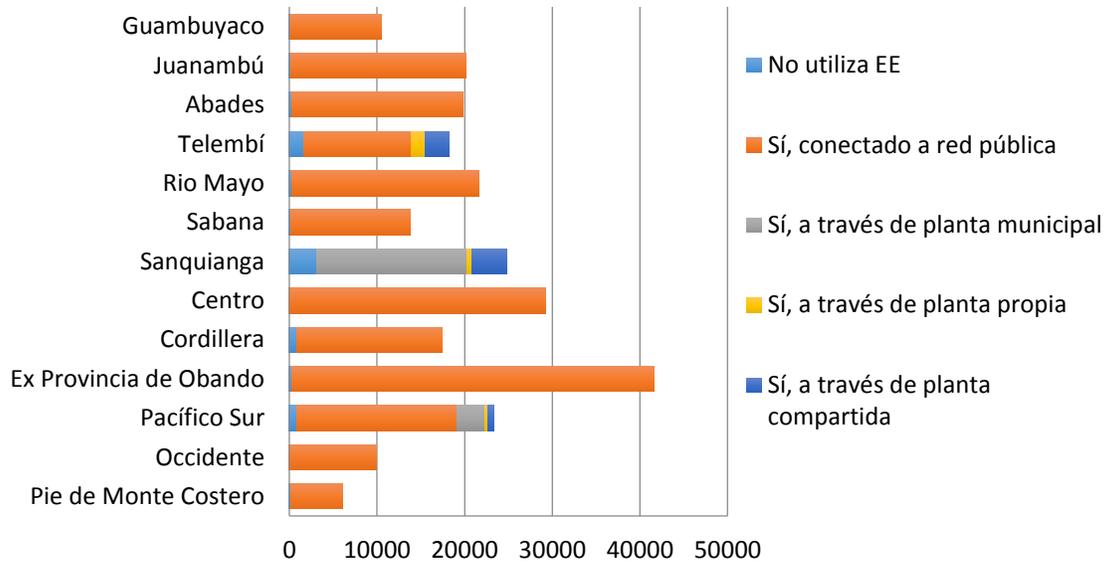
Las subregiones de Sanquianga, Telembí, Cordillera y Pacifico Sur, presentan mayor número de viviendas que no utilizan energía eléctrica por no contar con dicho servicio, 3.143, 1.610, 825 y 805 viviendas respectivamente, tal como se puede observar en el Gráfico 44. A su vez la subregión Sanquianga y Telembí son las subregiones donde existe el uso de una planta municipal para proveer de energía a las viviendas, esto se explica porque esta parte de la Costa Pacífica del departamento de Nariño hace parte de la Zona No Interconectada – ZNI a nivel nacional. Este factor también explica que sean las subregiones Sanquianga, Telembí y Pacífico Sur, en la cuales existen viviendas que se proveen de energía a través de plantas propias o compartidas.

Las subregiones de la Costa Pacífica son las que adicionalmente al déficit en el servicio de energía presentan un déficit en el servicio de acueducto y alcantarillado, lo anterior aunado a la baja calidad de los materiales con los cuales son construidas la mayoría de las viviendas tiene una alta incidencia en los índices de pobreza de estas regiones, superiores al resto del departamento.

“A partir de la división departamental de las subregiones, es evidente que la del Pacífico presenta el mayor porcentaje de población con NBI en Nariño (63%), seguida por la del Norte (57%), limítrofe con el Departamento del Cauca, y la Centro-occidental (56%). Por el contrario, las subregiones en torno a Pasto e Ipiales son las que presentan los menores indicadores de NBI, lo que puede estar

asociado al dinamismo que ofrece la condición de capital departamental de la primera y el comercio fronterizo de la segunda.”⁹

Gráfico 44. Uso del servicio de energía eléctrica por subregión en el sector residencial del departamento de Nariño



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

3.3.2 Consumo de energía eléctrica por proceso

Para la determinación del consumo energético en el sector residencial de la zona rural del departamento de Nariño se tomó como unidades de medida las mega calorías –Mcal y los kilovatios hora.

En el departamento de Nariño el consumo energía eléctrica por proceso en kWh se destina en primer lugar a las actividades de iluminación de los hogares, representando un 34,36% del consumo total, este consumo representa un total de 5.066.357 kWh al mes, le sigue un 33,23% del consumo de energía eléctrica destinado a las actividades de refrigeración representando un total de 4.899.569 kWh al mes.

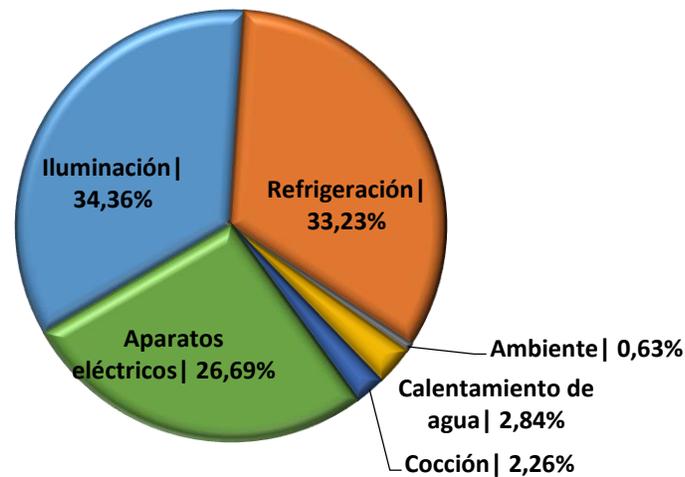
El consumo de energía eléctrica para el uso de aparatos eléctricos ocupa un tercer lugar con un 26,69% que representa un consumo total de 3.935.975 kWh al mes, en cuarto lugar con una participación reducida se encuentra el calentamiento de agua con un 2,84% que genera un consumo de 419.069 kWh al mes, en quinto lugar se encuentra el consumo

⁹ Viloria de la Hoz, Joaquín. Aislamiento y ruralidad en el departamento de Nariño., p. 36.

de energía eléctrica para las actividades de cocción representando un total de 332.813 kWh, en sexto lugar y último lugar se destina a las actividades de ambiente, consumo que representa 92.297 kWh al mes finalmente se encuentra un 0,28% para actividades de ambiente representando un consumo total de 2.504 kWh.

El consumo total de la energía eléctrica en los seis procesos identificados es de 14.746.079 kWh al mes, en términos per cápita esto representa que cada habitante de las zonas rurales del Departamento consume 0,45 kWh al día.

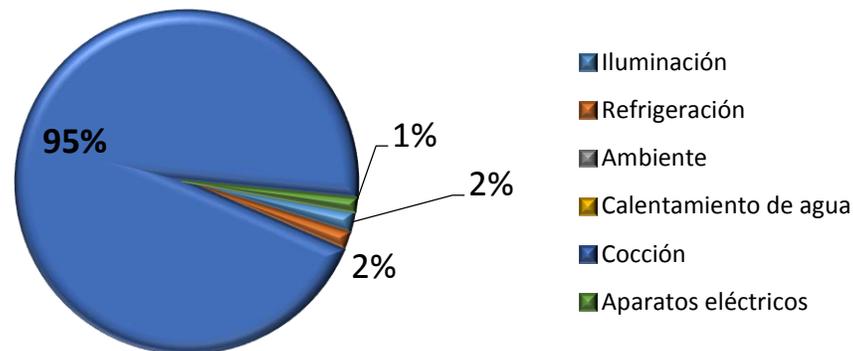
Gráfico 45. Consumo de energía eléctrica por proceso en el departamento de Nariño



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

Para la determinación del consumo en megacalorías se tuvo en cuenta todas las fuentes de energía contempladas para cada proceso, donde se encontró que el mayor consumo se encuentra representado por el proceso de cocción con el 95%, debido al alto consumo de leña en el departamento, posteriormente se encuentra el proceso de iluminación y con menor representación refrigeración y el consumo en aparatos eléctricos.

Gráfico 46. Participación consumo por proceso Mcal Mes

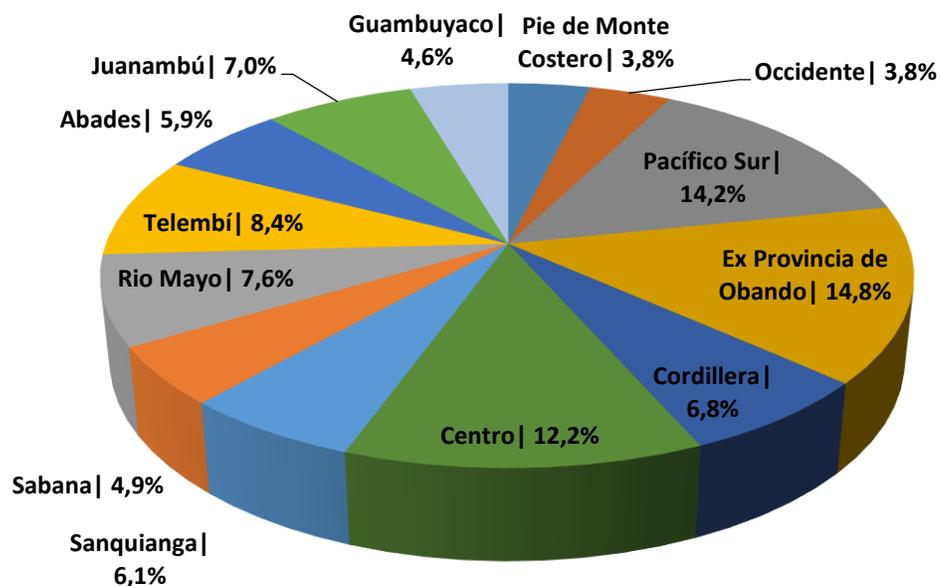


Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

El consumo promedio del departamento es de 266.488.979 Mcal/mes y con un promedio per cápita día de 8,14 Mcal¹⁰. De manera desagregada por subregión, el mayor consumo energético medido en mega calorías lo presenta la subregión centro con un promedio al mes 31.678.290 Mcal/mes, en su mayoría en el proceso de cocción, seguido de iluminación. En cuanto al consumo per cápita día la subregión occidente presenta el mayor consumo con 12,13 Mcal, cabe resaltar que es la zona en la que existen un menor número de viviendas, por otra parte la subregión pacifico sur presenta tan solo un consumo per cápita de 3,97 Mega calorías al día.

Las subregiones de la Ex Provincia de Obando, Pacífico Sur y Centro participan con un 41,2% del consumo de energía eléctrica total por proceso del Departamento, cada una con un porcentaje de participación de 14,8%, 14,2% y 12,%, lo que equivale en kWh/mes en 2.177.770, 2.089.091 y 1.796.929 respectivamente. A su vez las subregiones que menos participación tienen del consumo de energía eléctrica por proceso son Pie de Monte Costero, Occidente y Guambuyaco con porcentajes de 3,8%, 3,8% y 4,6% que representan consumos de 562.590, 561.590 y 674.479 respectivamente en kWh/mes.

Gráfico 47. Participación de las subregiones del departamento de Nariño en el Consumo de energía eléctrica por proceso



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

Como se explicó anteriormente el consumo per cápita de energía eléctrica por proceso a nivel del Departamento de Nariño es de 0,45 kWh al día, sin embargo, el análisis por

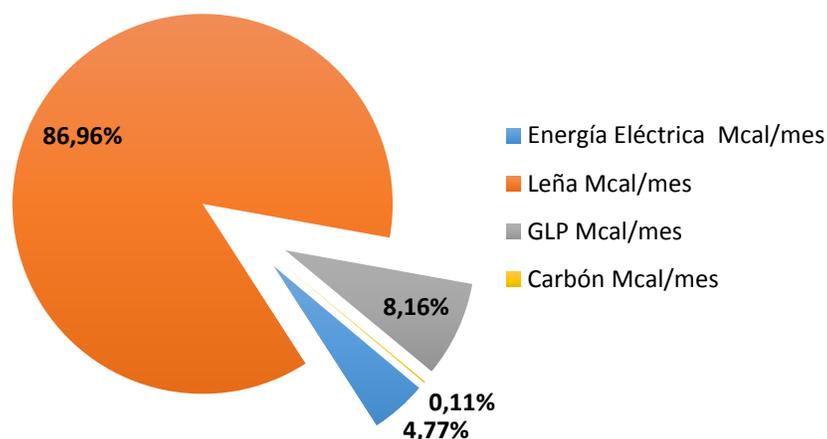
¹⁰ El número de personas promedio por hogar es de 4.2 personas.

subregiones permite vislumbrar que existen subregiones que tienen consumos per cápita por encima y por debajo del consumo departamental. En las subregiones de Píe de Monte Costero y Pacífico Sur el consumo de energía eléctrica por habitante es de 0,72kWh al día y 0,70 kWh al día respectivamente, un consumo muy superior al, así mismo se encuentra que en las subregiones Sanquianga y Abades se generan los menores consumos de energía por habitante 0,28 kWh al día y 0,30 kWh al día.

3.4 Consumo por Fuente de Energía en el Departamento de Nariño

El consumo por fuente de energía en la zona rural del departamento de Nariño indica que en un 86,96% las mega calorías totales generadas son por el uso de leña, este porcentaje alto se explica por las condiciones de ruralidad del Departamento de Nariño y porque es la principal fuente para la cocción de alimentos en los hogares rurales, el consumo de leña generó un total de 231.003.024 mega calorías al mes. En segundo lugar se encuentra el consumo por el uso de GLP con una participación del 8,16% y un consumo total en mega calorías de 21.678.749 al mes, en tercer lugar se encuentra el consumo por uso de energía eléctrica con una participación de 4,77% y un consumo total de 16.681.628 mega calorías al mes. En cuarto y último lugar se encuentra la participación del carbón con un porcentaje de 0,11% y un consumo de 280.544 mega calorías al mes, un porcentaje reducido que indica que el carbón no es una fuente de energía significativa para las zonas rurales del departamento de Nariño. Sin embargo, si es representativa para zonas periurbanas de centros poblados, por tal razón, los análisis por subregión indican que en la subregión Centro es en donde se genera un consumo de mega calorías significativo por el uso de carbón.

Gráfico 48. Porcentaje de participación consumo por fuentes de energía en el departamento de Nariño



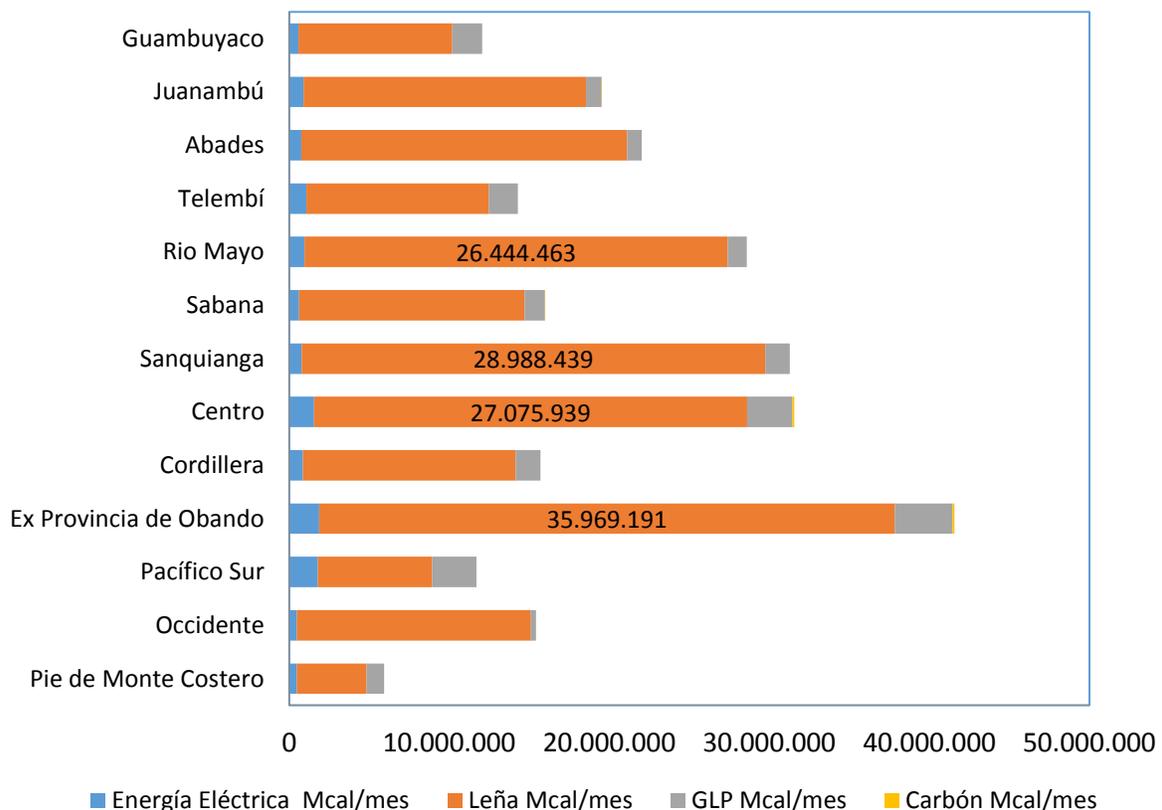
Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

Es importante aclarar que la participación porcentual del consumo por fuentes de energía ubica en primer lugar la leña, en segundo lugar el GLP, en tercer lugar la energía eléctrica

y en cuarto y último lugar el carbón debido a que la medición del consumo se contempla a través del total de mega calorías generadas al mes para cada una de las cuatro fuentes en mención. El análisis en las trece subregiones denota la misma dinámica de participación del consumo por fuentes de energía a nivel departamental, las subregiones que tienen mayor participación del consumo de leña son, en orden de mayor consumo: Ex Provincia de Obando, Sanquianga, Centro y Río Mayo con consumo totales de: 35.969.191, 28.988.439, 27.075.939 y 26.444.463 mega calorías al mes.

Las subregiones que tienen mayor participación en el consumo de GLP son: Ex Provincia de Obando, Centro, Pacífico Sur con consumo totales de: 3.608.464, 2.817.504 y 2.767.169 mega calorías al mes. Las subregiones con mayor consumo de energía eléctrica son Ex Provincia de Obando, Centro y Pacífico Sur con consumo totales de 1.872.882, 1.796.618 y 1.545.359 mega calorías al mes. El consumo del carbón no es significativo en el Departamento, tan solo en cuatro subregiones se usa el carbón como fuente de energía, en las subregiones: Centro, Ex Provincia de Obando, Abades y Sabana, sumando un consumo total de 280.544 mega calorías al mes.

Gráfico 49. Consumo por fuente de energía en las subregiones del departamento de Nariño



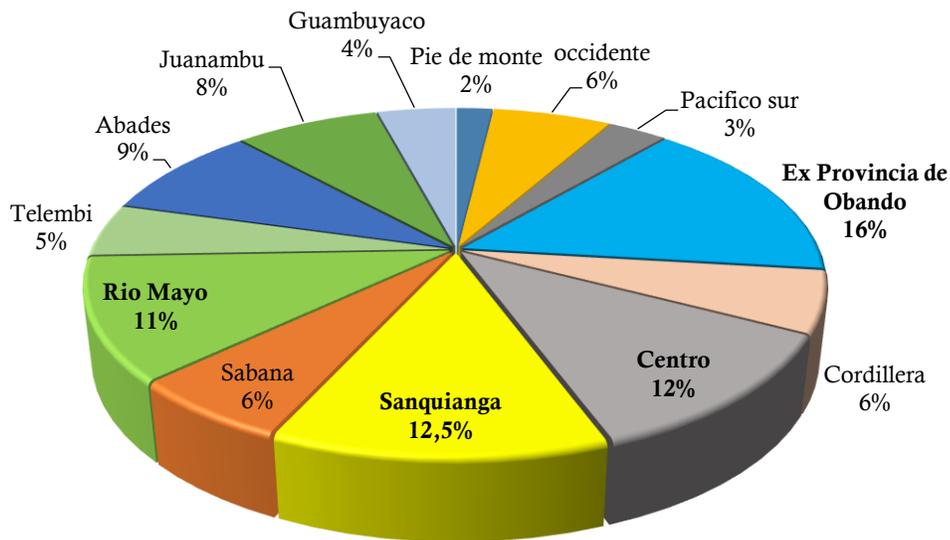
Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

3.5 Consumo de Leña

El consumo de leña en el departamento de Nariño asciende a los 231.003.024 mega calorías al mes, que en kWh/mes representa 268.608.165, potencia obtenida por la quema de aproximadamente 64.167.507 Kg de leña al mes en todo el Departamento. En términos per-cápita, en promedio cada persona consume 113,11 kg de leña al mes para destinar principalmente a la actividad de cocción en las viviendas.

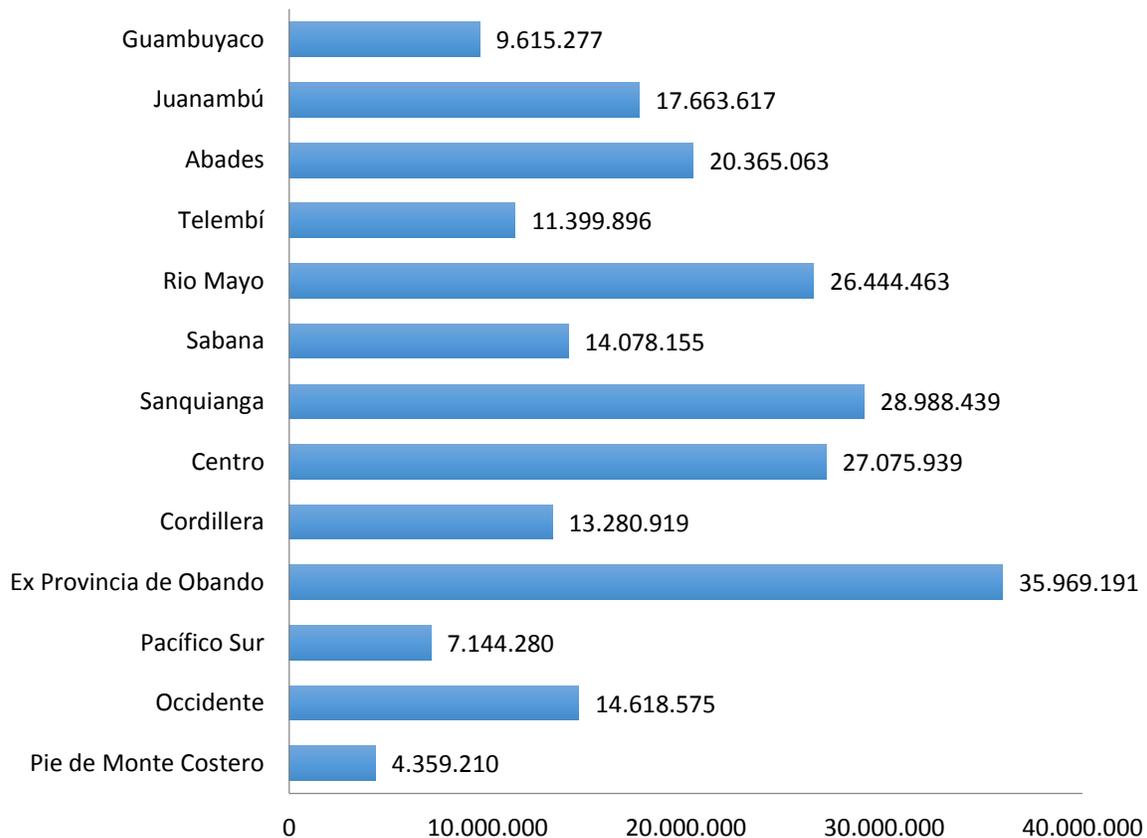
Como se puede evidenciar en el siguiente gráfico la subregión de la Ex Provincia de Obando es la que más consumo de leña genera en el departamento, participa con un 16% del consumo total departamental, le siguen las subregiones de Sanquianga Centro y Rio Mayo con participaciones de 12,5%, 12% y 11% respectivamente. Los consumos de leña de las subregiones mencionadas en kg al mes son: 9.991.442, 8.052.344, 7.521.094 y 7.345.684 respectivamente, generando consumos energéticos de 35.969.191, 28.988.439, 27.075.939 y 26.444.463 mega calorías al mes.

Gráfico 50. Participación del consumo de leña por subregión en el departamento de Nariño



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

Gráfico 51. Consumo de leña por subregión en el departamento de Nariño en mega calorías al mes



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

Pese a que los mayores consumos totales los realizan las subregiones mencionadas anteriormente, en términos per-cápita el mayor consumo de leña se realiza en la subregión Pie de Monte Costero con un consumo promedio de 197,79 Kg de leña al mes, le sigue la subregión Centro con un consumo promedio de 147,32,55 Kg de leña al mes, y la subregión que menor consumo de leña per-cápita tiene es Juanambú con 90,68 Kg de leña al mes.

3.5.1 Valoración económica y ambiental del consumo de leña en el departamento de Nariño.

El uso de la leña como combustible, presenta diversos impactos con su entorno por diversas causas. Uno de estos efectos es la deforestación por el uso exhaustivo de la vegetación nativa como fuente de energía para cocción. Por otro lado, se tienen procesos ineficientes de combustión, debido a la calidad y condición de las estufas, condición que permite la liberación de gases de alta peligrosidad para las personas expuestas a su inhalación. Dado que el contenido de dióxido de carbono es alto en las emisiones de combustión, estos procesos han sido asociados a enfermedades de tipo respiratorio como pulmonía, bronconeumonía, bronquitis, asma, neumonía, entre otras.

Con el fin de realizar un análisis detallado y una estimación en términos monetarios del consumo de leña en el departamento de Nariño, dado que es la mayor fuente de energía, se estimó el valor de la leña en términos de la mano de obra utilizada.

El consumo total del departamento en kg mes de leña es de 64.167.507, utilizada en el proceso de cocción en estufas y hornos y tal como se había señalado; ésta es en su mayoría apropiada de terrenos públicos. La subregión ex provincia de Obando presenta el mayor consumo de leña, seguido de la subregión Centro y Rio Mayo. Dentro de las especies utilizadas existe gran variedad, sin embargo cabe señalar que es de conocimiento propio de los habitantes de cada zona cuales son las especies que presentan una mejor combustión a la hora de ser utilizada como fuente energética, sin embargo son el eucalipto y el guamo las que reportan una mayor frecuencia de consumo.

En promedio una vivienda del sector rural del departamento realiza la recolección de 15,83 kg día con una frecuencia de 2 veces por semana, empleando para ello cerca de 2 horas.

Teniendo en cuenta lo anterior se determinó el costo de oportunidad de la mano de obra utilizada, como el principal componente del costo de la leña apropiada, el cual permite estimar el valor sustituto de la misma. Sin embargo cabe aclarar que no se tuvieron en cuenta factores como cuál integrante de la familia es quien hace la recolección, además de la realización de otras actividades durante el recorrido, la depreciación de las herramientas o el uso de algún medio de transporte de tracción animal o mecánico.

Se realizaron los siguientes cálculos:

1. Cálculo del volumen actual de leña recolectada.

kg de leña recolectados por día * días de recolección ÷ densidad de la madera por metro cubico¹¹.

$(15,83 * (2 \text{ veces por semana} * 52 \text{ semanas al año})) \div 650^{12} = 2,53 \text{ m}^3 \text{ al año por vivienda}$

2. Cálculo del valor del costo de oportunidad por m³ de leña

$((\text{Tasa del costo de oportunidad Día de salario} * \text{días de recolección al año})^{13} \div \text{volumen de la leña recolectada}$

$(\$20.533 * 104 \text{ horas}) \div 2,53 \text{ m}^3 = \$844.044 \text{ por m}^3 \text{ de leña}$

¹¹ RICHARDS, M.; DAVIES, J. ; YARON, G.; GUEVARA, A. Manejo forestal participativo. Entendiendo sus principios económicos. 2008. P. 177.

¹² Teniendo en cuenta que la especie más utilizada es el eucalipto se utilizó como referente la variación de densidad al 12% de contenido de humedad (kg/m³) para la especie *Eucalyptus globulus* utilizada como leña en los bosques naturales de Australia (650 – 720). Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/004/ac459s/AC459S14.htm>

¹³ SMLV para 2014

El valor de la leña recolectada en una vivienda equivale a \$844.044 por m³ de leña al año en el departamento de Nariño, es decir que anualmente la leña recolectada por vivienda tiene un valor de aproximadamente \$2.153.432. Teniendo en cuenta las viviendas que consumen leña (49%), el consumo total del departamento de leña auto apropiada corresponde alrededor de 268 mil millones de pesos.

Tabla 6. Tipo de combustible utilizado para la preparación de alimentos de acuerdo al nivel de ingresos

| | Gas propano | Energía Eléctrica | Carbón | Leña comprada | Leña auto apropiada | Otro |
|-------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|----------------------------|----------------------|
| Ingresos | % de usuarios | % de usuarios | % de usuarios | % de usuarios | % de usuarios | % de usuarios |
| Hasta 100000 | 22,4% | 1,2% | 0,0% | 13,3% | 63,1% | 0,0% |
| Entre 100001 y 150000 | 34,0% | ,9% | ,6% | 15,1% | 49,4% | 0,0% |
| Entre 150001 y 200000 | 41,7% | 1,3% | 1,0% | 9,4% | 46,3% | ,3% |
| Entre 200001 y 250000 | 43,3% | 1,4% | ,3% | 11,0% | 44,1% | 0,0% |
| Entre 250001 y 500000 | 54,0% | 1,3% | 0,0% | 9,4% | 35,1% | ,2% |
| Entre 500001 y 750000 | 73,7% | 4,5% | ,4% | 4,0% | 17,4% | 0,0% |
| Entre 750001 y 1000000 | 83,5% | 1,0% | 0,0% | 0,0% | 15,5% | 0,0% |
| Entre 1000001 y 1500000 | 87,7% | 1,8% | 0,0% | 1,8% | 7,0% | 1,8% |
| Entre 1500001 y 2000000 | 89,5% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 10,5% | 0,0% |
| Entre 2000001 y 3000000 | 100,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| Entre 3000001 y 5000000 | 80,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 20,0% | 0,0% |
| Más de 5000000 | 50,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 50,0% | 0,0% |

Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

De acuerdo con la Tabla 6, en términos de ingresos se puede observar que en las viviendas con menores recursos presentan un mayor consumo de leña apropiada, asociada a factores de pobreza y subsistencia, mientras que a medida que incrementan los ingresos percibidos por los integrantes de la familia se ve un mayor consumo de gas licuado de petróleo.

Por otra parte, con el fin de ver las implicaciones ambientales además del impacto en la salud de las personas expuestas al uso de la leña, se estimó la cantidad de Dióxido de carbono producido - CO₂. Por causa de la quema de leña se generan aproximadamente 347035 toneladas de CO₂ al año¹⁴¹⁵ en todo el departamento de Nariño. Esta información permite proponer medidas de mitigación, dado que el consumo es bastante elevado, lo cual se asocia a que las enfermedades de tipo respiratorio estén entre las 15 causas de morbilidad en el departamento y que la enfermedad pulmonar de obstrucción sea la tercera causa de mortalidad. Según los indicadores básicos de Salud del departamento, este tipo de enfermedad se presenta en su mayoría en niños de 1 a 4 años y mujeres en un rango de edad entre los 45 a 60 años.¹⁶

Teniendo en cuenta el número de habitantes que consumen leña, la cantidad consumida y el número de localidades rurales que utilizan esta fuente de energía, se requiere ampliar las investigaciones en este campo con el fin de asociar los daños ambientales y de salud causados por esta práctica, además de ser el punto de partida para la implementación de estrategias de reemplazo de las formas tradicionales de cocción por soluciones ambientales más eficientes.

3.6 Consumo de GLP (Gas Licuado del Petróleo)

El consumo de GLP mejor conocido como gas propano en el departamento de Nariño es de 4.489.757,4 libras¹⁷ al mes, o de 149.658,6 cilindros bajo el supuesto de que todos los cilindros distribuidos fueran de 30 libras (el tipo de cilindros más comercializado al interior de las viviendas residenciales). En unidades energéticas este consumo en el Departamento representa 21.678.740 mega calorías al mes, un consumo menor en

¹⁴ Para obtener los factores de conversión de toneladas de leña a CO₂ se tuvo en cuenta la Terminología unificada sobre dendroenergía UWET de la FAO, el Balance Energético Nacional de la UPME 2007 y la Guía M-3: Metodología de Inventario de Gases de Efecto Invernadero de la OLADE.

¹⁵ Se tomó como base el consumo de 770.010 toneladas al año, con una producción de 0,45068868 Tons de dióxido de carbono por tonelada.

¹⁶ INSTITUTO DEPARTAMENTAL DE SALUD. Indicadores básicos de Salud. Departamento de Nariño. Septiembre 2013.

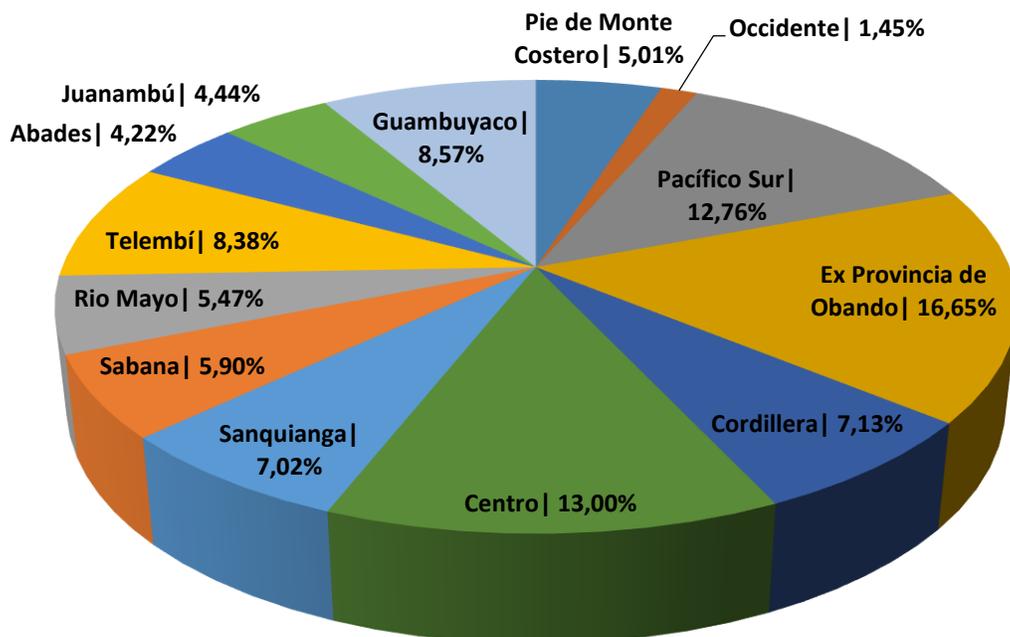
¹⁷ Para obtener los factores de conversión de unidades energéticas a libras se tuvo en cuenta la Guía m-5. Metodología de conversión de unidades de la OLADE, la resolución 010 del 20 de febrero de 2001 de la Comisión de Regulación de Energía y Gas, el balance energético nacional 1975 a 2006 de la UPME que determina la capacidad energética de cada barril de GLP.

términos energéticos a la participación en el consumo que obtiene la leña en el Departamento (231.003.024). El consumo de GLP representa en kWh al mes 22.777.335.

El consumo promedio al mes de gas propano en cada vivienda de la zona rural del departamento de Nariño en mega calorías sería de 136,4, en libras 28,2 lo cual indicaría que aproximadamente en cada hogar se consume alrededor de 1 cilindro mensual.

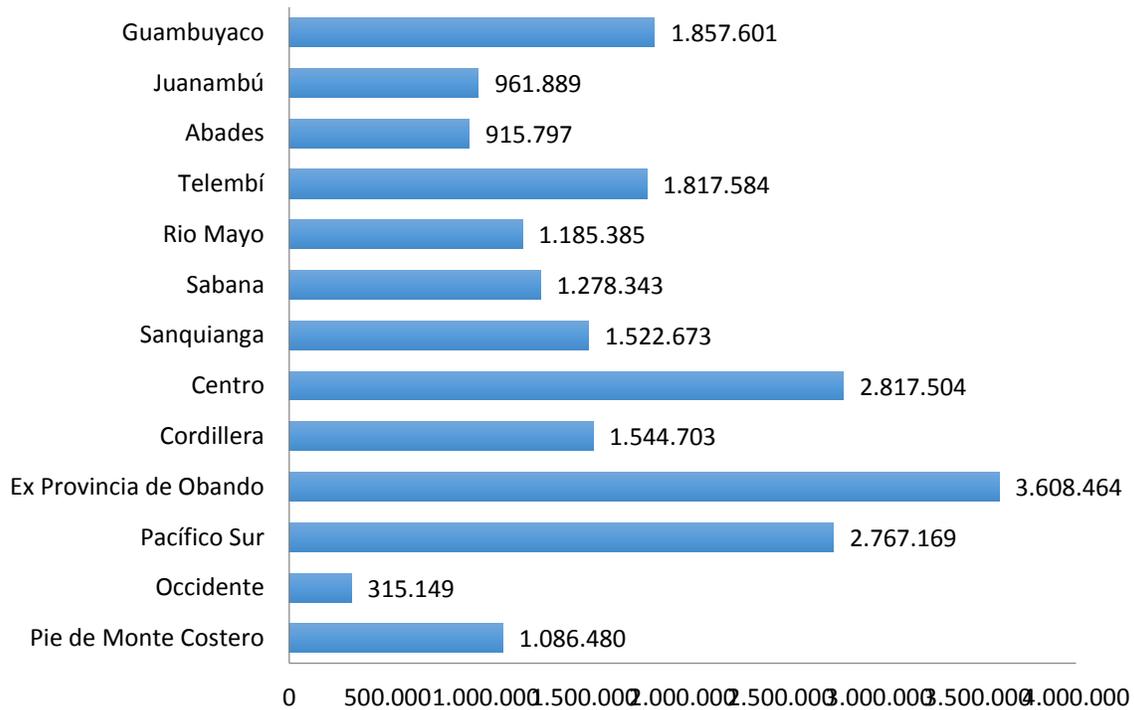
En el gráfico se puede evidenciar que la subregión de la Ex Provincia de Obando es la que más consumo de GLP realiza en el departamento, participando con un 16,65% del consumo total departamental. Le siguen las subregiones del Centro y Pacífico Sur con participaciones de 13% y 12,76% respectivamente, los consumos de GLP de las subregiones mencionadas en libras al mes son: 747.328, 583.517, 573.092 respectivamente.

Gráfico 52. Participación del consumo de GLP por subregión en el departamento de Nariño



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

Gráfico 53. Consumo de GLP por subregión en el departamento de Nariño en mega calorías al mes.



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

3.7 Voluntad y Capacidad de Pago

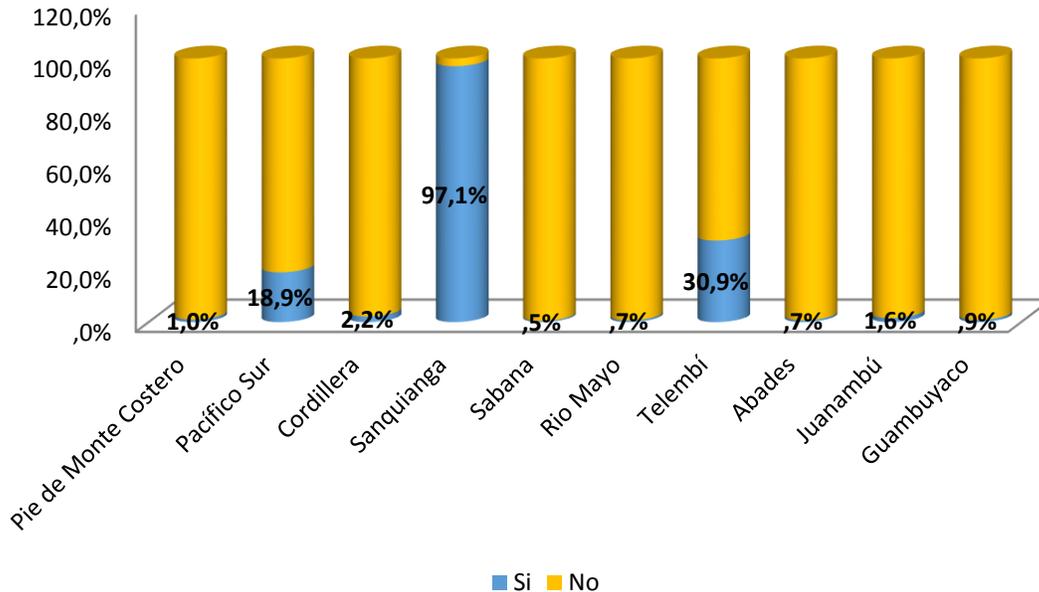
3.7.1 Voluntad de pago del servicio de energía de los usuarios de las zonas rurales del departamento de Nariño

En las encuestas de consumos y usos de energía del sector residencial se preguntó los valores mensuales pagados por el uso de energía eléctrica en las viviendas. En promedio para el año 2013, el valor pagado mensual por el servicio de energía eléctrica para las viviendas de la zona rural del departamento de Nariño que cuentan con dicho servicio es de \$22.415, Para el caso de las subregiones que tienen mayor déficit del servicio de energía eléctrica se encuentra que tienen una mayor voluntad de pago de una tarifa mensual en el caso de realizarse una instalación o fuente nueva que les provea el servicio. Este es el caso de las subregiones de Sanquianga, Telembí y Pacífico Sur en las cuales el 97,1%, 30,9% y 18,9% de las viviendas si están en disposición de pagar por el servicio.

En este caso, se puede evidenciar que en las subregiones mencionadas existe una expresión voluntaria de los beneficiarios, clientes o usuarios potenciales de un posible proyecto energético para el pago del servicio de energía eléctrica, lo cual disminuye el riesgo financiero que puede tener la evaluación de una alternativa de electrificación. El porcentaje restante de las personas de las viviendas encuestadas que no están

dispuestas a pagar por el servicio de energía eléctrica en dichas subregiones, es porque consideran que no disponen del dinero suficiente para pagar por dicho servicio.

Gráfico 54. Voluntad de pago del servicio de energía por subregión en el departamento de Nariño



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

En el gráfico anterior se puede evidenciar que en el resto de subregiones no existe en términos generales disposición a pagar una tarifa mensual por el servicio de energía. Este porcentaje tan alto se explica debido a que consideran que no necesitan el servicio, pues en la actualidad se proveen del mismo a través de la red pública u otra fuente adicional (a diferencia de las subregiones donde existe mayor déficit de energía a nivel departamental).

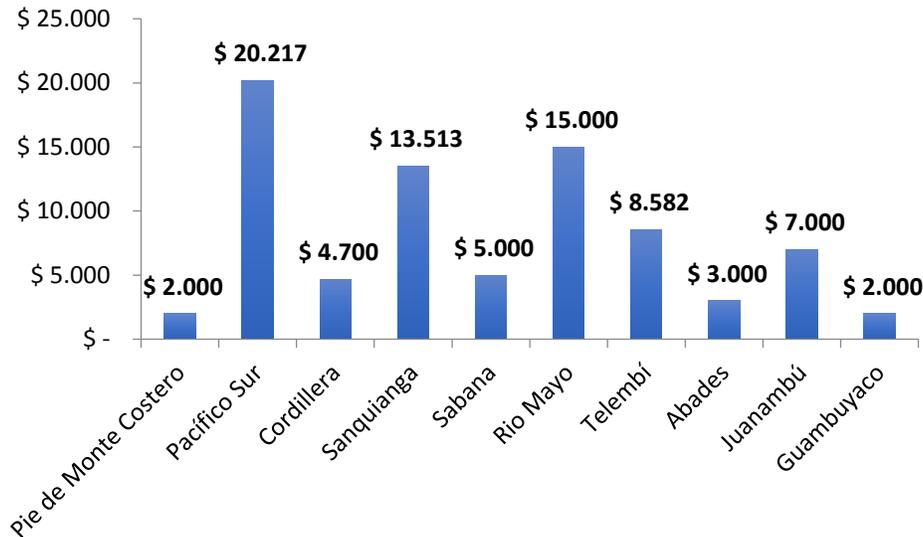
3.7.2 Capacidad de pago del servicio de energía de los usuarios de las zonas rurales del departamento de Nariño

Esta variable está estrechamente relacionada con la disponibilidad de recursos financieros que las familias pueden tener para cubrir los costos implicados en la compra de un bien o en el pago de servicios.

Pese a que no en todas las subregiones del Departamento se evidencia una alta disposición a pagar por el servicio de energía, en las viviendas encuestadas se entregaron valores de tarifas mensuales promedio que estarían en capacidad de pagar por el servicio de energía. Estas tarifas se encuentran en un rango entre un valor mínimo de \$2.000 y valor máximo de \$20.300 tal como se puede apreciar en el siguiente gráfico. Los valores reales de las tarifas pueden complementarse por el ahorro que se pueda

obtener por la implementación de una buena alternativa energética o por el incremento en los ingresos económicos cuando una alternativa energética pueda mejorar la actividad productiva de los beneficiarios.

Gráfico 55. Capacidad de pago del servicio de energía por subregión en el departamento de Nariño



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

En el gráfico anterior se nota que en las subregiones Pacífico Sur, Sanquianga, Río Mayo y Telembí se encuentran los valores de tarifas mensuales más altos. La mayor disposición a pagar por parte de los usuarios en estas subregiones se explica porque en las mismas existe un mayor déficit de cobertura del servicio de energía eléctrica o bien una dependencia alta de energías no comerciales como el uso de plantas propias o compartidas para la generación de energía eléctrica al interior de los hogares.

3.8 Consumo por proceso de acuerdo al nivel de ingresos de la población de las zonas rurales en el departamento

Con el fin de analizar el comportamiento del consumo en energía eléctrica de acuerdo al nivel de ingresos reportado por los encuestados, se encontró que existe un alto nivel de consumo en cocción para las viviendas cuyos habitantes devengan entre \$250.000 y \$500.000. Sin embargo, para niveles de ingreso más elevados desaparece el consumo por este concepto, lo que podría estar explicado por el consumo de alimentos fuera del hogar o incluso comestibles que sustituyen las diferentes comidas del día.

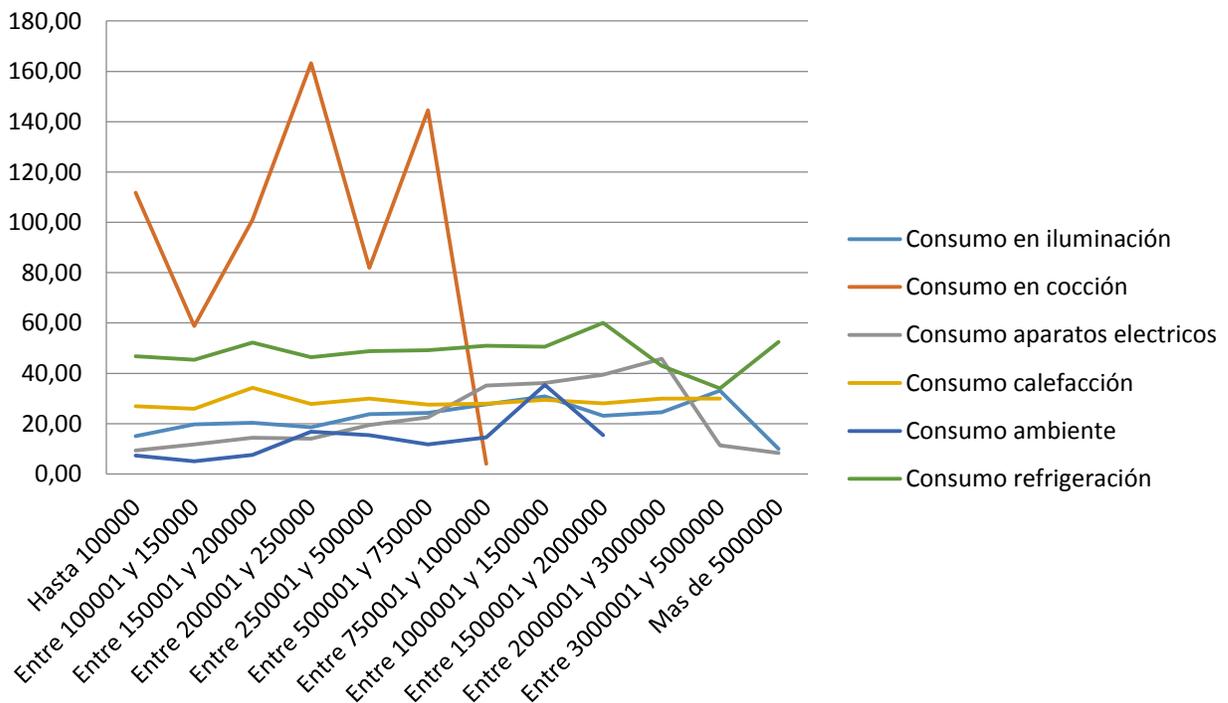
Por su parte, el consumo en calefacción y refrigeración se mantiene relativamente constante para todos los niveles de ingreso, lo que significa que su uso depende de las necesidades de los habitantes y no de sus capacidades económicas.

Finalmente, el consumo en aparatos eléctricos aumenta a medida que crece el nivel de ingresos, debido a la mayor capacidad económica, lo cual permite la adquisición de nuevos artefactos que en su mayoría funcionan con energía eléctrica. No obstante, después de los 2 millones de pesos devengados, se revierte la tendencia y se observa un decrecimiento en el consumo promedio de energía eléctrica.

El ingreso se convierte en una variable relevante después de que supera los dos salarios mínimos, en especial en la explicación del consumo de bienes conocidos como suntuarios o no necesarios. En este caso la adecuación de ambiente, puesto que su uso implica la adquisición de aparatos de gran valor, sí se tiene en cuenta las condiciones económicas en el sector rural.

En el siguiente gráfico se muestra la tendencia de los consumos de electricidad en diferentes procesos de acuerdo con el nivel de ingresos de la familia.

Gráfico 56. Consumo promedio kWh/Mes por proceso de acuerdo al nivel de ingresos en el departamento



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

3.9 Consumos de Subsistencia Eficiente en el Sector Residencial

3.9.1 Consumo Básico de Subsistencia

Considerando la definición de consumo de subsistencia de la Ley 143 del 94 y de la interpretación dada a esta definición por el estudio titulado “Consumos de Subsistencia”

realizado por Ignacio Coral M. para la CREG en 1995, se aportan criterios para la inclusión de electrodomésticos asociados a la satisfacción de necesidades básicas de consumo de energía mínimos en poblaciones localizadas en los sectores rurales en las trece subregiones del departamento de Nariño.

3.9.1.1. Inclusión de Equipos

De acuerdo con el análisis realizado sobre la tenencia de electrodomésticos, existen aparatos que los poseen más del 50% de las viviendas en cada subregión, y por lo tanto se consideran indispensables para satisfacer una necesidad básica. Los principales aparatos eléctricos que usan más del 50% de los hogares de la zona rural del departamento de Nariño son iluminación, televisor, licuadora, nevera y en algunas subregiones aparece el radio y la estufa eléctrica.

En nueve subregiones del departamento de Nariño la tenencia de algunos aparatos eléctricos como la licuadora y la nevera son bajos, no superan el 50% de viviendas. Esta situación se puede presentar por las características actuales de la oferta del servicio de energía eléctrica en la zona rural dispersa del Departamento (baja calidad y continuidad en las áreas con servicio), y también por las características propias de la economía rural que en algunas zonas impide que las personas cuenten con el poder adquisitivo necesario para adquirir el equipamiento básico para sus viviendas.

Así las cosas, en los cálculos del consumo básico de subsistencia se tendrán en cuenta equipos que son básicos en las viviendas, aunque en algunas subregiones la tenencia de dichos equipos sea menor al 50% del total de las viviendas.

Tabla 7. Aparatos eléctricos en más del 50% de los hogares en cada subregión y en el departamento

| Subregión | Pie de Monte Costero | Occidente | Pacífico Sur | Ex Provincia de Obando | Cordillera | Centro | Sanquianga |
|-----------|----------------------|-------------|------------------|-------------------------------------|-------------|-----------------|--------------------------------|
| Equipos | Iluminación | Iluminación | Iluminación | Iluminación | Iluminación | Televisor | Iluminación |
| | Licuadora | Televisor | Televisor | Televisor | Televisor | Iluminación | Televisor |
| | Televisor | Licuadora | Licuadora | Licuadora* | Nevera | Licuadora | Licuadora* |
| | Nevera | Nevera | Nevera | Nevera** | Licuadora | Nevera* | Nevera* |
| | | | Estufa Eléctrica | | | | |
| | | | | *44% viviendas. **28% viviendas. | | *19% viviendas. | *38% viviendas ** viviendas |

| Subregión | Sabana | Río Mayo | Telembí | Abades | Juanambú | Guambuyaco | Dpto. Nariño |
|-----------|-----------------|-------------------------------------|-------------|-------------|-----------------|-------------|-------------------|
| Equipos | Iluminación | Televisor | Iluminación | Iluminación | Iluminación | Televisor | Iluminación |
| | Televisor | Iluminación | Televisor | Televisor | Televisor | Iluminación | Televisor |
| | Licuadaora | Licuadaora* | Licuadaora | Licuadaora | Licuadaora | Licuadaora | Licuadaora |
| | Radio | Nevera** | Nevera | Radio | Nevera* | Nevera* | Nevera* |
| | Nevera* | | | Nevera* | | | |
| | *44% viviendas. | *44% viviendas. **13% viviendas. | | *viviendas. | *24% viviendas. | *viviendas. | *38,4% viviendas. |

Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

3.9.1.2. Análisis del consumo de subsistencia

Para analizar el consumo de subsistencia acorde con la Ley, se calcula el consumo promedio mensual de energía eléctrica para cada subregión, considerando el parque de electrodomésticos que usa más del 50% de las viviendas de cada subregión y asumiendo que los electrodomésticos funcionan correctamente. Para el cálculo se consideran los resultados de la encuesta sobre tenencia de equipos, número de equipos por vivienda en cada subregión, tiempo de uso y capacidad.

Posteriormente al cálculo del consumo de subsistencia se estima el consumo de energía promedio mensual para el sector residencial para luego asumir medidas de ahorro y uso eficiente por parte de los usuarios. Estas medidas tienen que ver con la sustitución de una fracción de las luminarias incandescentes por LFC's o lámparas ahorradoras y una mejora tecnológica en la nevera.

Las siguientes tablas muestran el detalle del cálculo del consumo básico de subsistencia en cada subregión y finalmente en el departamento.

Consumo de subsistencia de energía eléctrica para la Subregión Pie de Monte Costero

| Equipo | Capacidad | Capacidad | Número | Unidad | Servicio | Unidad | Subtotal Consumo (kWh/mes) | Consumo (kWh/mes) |
|---------------------------------------|------------------|------------------|---------------|-----------------------|-----------------|---------------|-----------------------------------|--------------------------|
| Iluminación | | | | | | | | 23,4 |
| Incandescente | | 100 W | 3 | Puntos de iluminación | 2,28 | hr/día | 20,5 | |
| LFC | | 20 W | 3 | Puntos de iluminación | 1,59 | hr/día | 2,9 | |
| Licuada | | 350 W | 1 | | 3 | min/día | | 0,53 |
| Televisor | 21" | 70 W | 1 | | 3,12 | hr/día | | 6,55 |
| Nevera | 9ft | 200 W | 1 | | 7 | hr/día | | 42,00 |
| Total CBS Pie de Monte Costero | | | | | | | | 72,46 |

Consumo de subsistencia de energía eléctrica para la Subregión Occidente

| Equipo | Capacidad | Capacidad | Número | Unidad | Servicio | Unidad | Subtotal Consumo (kWh/mes) | Consumo (kWh/mes) |
|--------------------------------------|------------------|------------------|---------------|-----------------------|-----------------|---------------|-----------------------------------|--------------------------|
| Iluminación | | | | | | | | 20,1 |
| Incandescente | | 60 W | 3 | Puntos de iluminación | 3,73 | hr/día | 20,1 | |
| Televisor | 21" | 70 W | 1 | | 2,52 | hr/día | | 5,29 |
| Licuada | | 350 W | 1 | | 2,4 | min/día | | 0,42 |
| Nevera | 9 ft | 200 W | 1 | | 7 | hr/día | | 42,00 |
| Total CBS Subregión Occidente | | | | | | | | 67,85 |

Consumo de subsistencia de energía eléctrica para la Subregión Pacífico Sur

| Equipo | Capacidad | Capacidad | Número | Unidad | Servicio | Unidad | Subtotal Consumo (kWh/mes) | Consumo (kWh/mes) |
|---|-------------|-----------|--------|--------|-----------------------|--------|----------------------------|-------------------|
| Iluminación | | | | | | | | 16,7 |
| Incandescente | | 60 | W | 3 | Puntos de iluminación | 3,09 | hr/día | 16,7 |
| Televisor | 21" | 200 | W | 1 | | 4,4 | hr/día | 26,40 |
| Licuada | | 350 | W | 1 | | 1,32 | min/día | 0,23 |
| Nevera | 9ft | 200 | W | 1 | | 7 | hr/día | 42,00 |
| Estufa Eléctrica | 2 hornillas | 1200 | W | 1 | | 3,65 | hr/día | 131,40 |
| Total CBS Subregión Pacífico Sur | | | | | | | | 216,72 |

Consumo de subsistencia de energía eléctrica para la Subregión Exprovincia de Obando

| Equipo | Capacidad | Capacidad | Número | Unidad | Servicio | Unidad | Subtotal Consumo (kWh/mes) | Consumo (kWh/mes) |
|---|-----------|-----------|--------|--------|-----------------------|--------|----------------------------|-------------------|
| Iluminación | | | | | | | | 34,2 |
| Incandescente | | 100 | W | 3 | Puntos de iluminación | 3,8 | hr/día | 34,2 |
| Televisor | 21" | 70 | W | 1 | | 1,66 | hr/día | 3,49 |
| Licuada | | 350 | W | 1 | | 3 | min/día | 0,53 |
| Nevera | 9ft | 200 | W | 1 | | 7 | hr/día | 42,00 |
| Total CBS Subregión Ex Provincia de Obando | | | | | | | | 80,21 |

Consumo de subsistencia de energía eléctrica para la Subregión Cordillera

| Equipo | Capacidad | Capacidad | Número | Unidad | Servicio | Unidad | Subtotal Consumo (kWh/mes) | Consumo (kWh/mes) |
|---------------------------------------|-----------|-----------|--------|--------|-----------------------|--------|----------------------------|-------------------|
| Iluminación | | | | | | | | 10,6 |
| Incandescente | | 60 | W | 3 | Puntos de iluminación | 1,97 | hr/día | 10,6 |
| Televisor | 21" | 70 | W | 1 | | 1,97 | hr/día | 4,14 |
| Nevera | 9ft | 200 | W | 1 | | 7 | hr/día | 42,00 |
| Licuadaora | | 350 | W | 1 | | 8,82 | min/día | 1,54 |
| Total CBS Subregión Cordillera | | | | | | | | 58,32 |

Consumo de subsistencia de energía eléctrica para la Subregión Centro

| Equipo | Capacidad | Capacidad | Número | Unidad | Servicio | Unidad | Subtotal Consumo (kWh/mes) | Consumo (kWh/mes) |
|-----------------------------------|-----------|-----------|--------|--------|-----------------------|--------|----------------------------|-------------------|
| Iluminación | | | | | | | | 17,7 |
| Incandescente | | 60 | W | 3 | Puntos de iluminación | 3,28 | hr/día | 17,7 |
| Televisor | 21" | 70 | W | 1 | | 2,46 | hr/día | 5,17 |
| Licuadaora | | 350 | W | 1 | | 3,12 | min/día | 0,55 |
| Nevera | 9ft | 250 | W | 1 | | 7 | hr/día | 52,50 |
| Total CBS Subregión Centro | | | | | | | | 75,92 |

Consumo de subsistencia de energía eléctrica para la Subregión Sanquianga

| Equipo | Capacidad | Capacidad | Número | Unidad | Servicio | Unidad | Subtotal Consumo (kWh/mes) | Consumo (kWh/mes) |
|---------------------------------------|-----------|-----------|--------|-----------------------|----------|---------|----------------------------|-------------------|
| Iluminación | | | | | | | | 10,2 |
| Incandescente | | 60 W | 2 | Puntos de iluminación | 2,82 | hr/día | 10,2 | |
| Televisor | 21" | 70 W | 1 | | 2,07 | hr/día | | 4,35 |
| Nevera | 9ft | 200 W | 1 | | 7 | hr/día | | 42,00 |
| Licuadaora | | 350 W | 1 | | 3 | min/día | | 0,53 |
| Total CBS Subregión Sanquianga | | | | | | | | 57,02 |

Consumo de subsistencia de energía eléctrica para la Subregión Sabana

| Equipo | Capacidad | Capacidad | Número | Unidad | Servicio | Unidad | Subtotal Consumo (kWh/mes) | Consumo (kWh/mes) |
|-----------------------------------|-----------|-----------|--------|-----------------------|----------|---------|----------------------------|-------------------|
| Iluminación | | | | | | | | 14,7 |
| Incandescente | | 60 W | 3 | Puntos de iluminación | 2,72 | hr/día | 14,7 | |
| Televisor | 21" | 50 W | 1 | | 2,49 | hr/día | | 3,74 |
| Licuadaora | | 350 W | 1 | | 2,18 | min/día | | 0,38 |
| Radio | | 25 W | 1 | | 1,98 | hr/día | | 1,49 |
| Nevera | 9ft | 200 W | 1 | | 7 | hr/día | | 42,00 |
| Total CBS Subregión Sabana | | | | | | | | 62,29 |

Consumo de subsistencia de energía eléctrica para la Subregión Río Mayo

| Equipo | Capacidad | Capacidad | Número | Unidad | Servicio | Unidad | Subtotal Consumo (kWh/mes) | Consumo (kWh/mes) |
|-------------------------------------|-----------|-----------|--------|--------|-----------------------|--------|----------------------------|-------------------|
| Iluminación | | | | | | | | 7,5 |
| Incandescente | | 50 | W | 3 | Puntos de iluminación | 1,66 | hr/día | 7,5 |
| Televisor | 21" | 60 | W | 1 | | 2,1 | hr/día | 3,78 |
| Licuadaora | | 350 | W | 1 | | 4,2 | min/día | 0,74 |
| Nevera | 9ft | 250 | W | 1 | | 7 | hr/día | 52,50 |
| Total CBS Subregión Río Mayo | | | | | | | | 64,49 |

Consumo de subsistencia de energía eléctrica para la Subregión Telembí

| Equipo | Capacidad | Capacidad | Número | Unidad | Servicio | Unidad | Subtotal Consumo (kWh/mes) | Consumo (kWh/mes) |
|------------------------------------|-----------|-----------|--------|--------|-----------------------|--------|----------------------------|-------------------|
| Iluminación | | | | | | | | 19,8 |
| Incandescente | | 60 | W | 3 | Puntos de iluminación | 3,66 | hr/día | 19,8 |
| Televisor | 21" | 70 | W | 1 | | 1,65 | hr/día | 3,47 |
| Licuadaora | | 350 | W | 1 | | 1,614 | min/día | 0,28 |
| Nevera | 9ft | 200 | W | 1 | | 7 | hr/día | 42,00 |
| Total CBS Subregión Telembí | | | | | | | | 65,51 |

Consumo de subsistencia de energía eléctrica para la Subregión Abades

| Equipo | Capacidad | Capacidad | Número | Unidad | Servicio | Unidad | Subtotal Consumo (kWh/mes) | Consumo (kWh/mes) |
|-----------------------------------|-----------|-----------|--------|-----------------------|----------|---------|----------------------------|-------------------|
| Iluminación | | | | | | | | 10,9 |
| Incandescente | | 60 W | 2 | Puntos de iluminación | 3,02 | hr/día | 10,9 | |
| Televisor | 21" | 70 W | 1 | | 2,17 | hr/día | | 4,56 |
| Licuada | | 350 W | 1 | | 3,60 | min/día | | 0,63 |
| Radio | | 40 W | 1 | | 1,44 | hr/día | | 1,73 |
| Nevera | 9ft | 200 W | 1 | | 7 | hr/día | | 42,00 |
| Total CBS Subregión Abades | | | | | | | | 59,79 |

Consumo de subsistencia de energía eléctrica para la Subregión Juanambú

| Equipo | Capacidad | Capacidad | Número | Unidad | Servicio | Unidad | Subtotal Consumo (kWh/mes) | Consumo (kWh/mes) |
|-------------------------------------|-----------|-----------|--------|-----------------------|----------|---------|----------------------------|-------------------|
| Iluminación | | | | | | | | 13,8 |
| Incandescente | | 60 W | 3 | Puntos de iluminación | 2,55 | hr/día | 13,8 | |
| Televisor | 21" | 70 W | 1 | | 1,94 | hr/día | | 4,07 |
| Licuada | | 350 W | 1 | | 4,80 | min/día | | 0,84 |
| Nevera | 9ft | 200 W | 1 | | 7 | hr/día | | 42,00 |
| Total CBS Subregión Juanambú | | | | | | | | 60,68 |

Consumo de subsistencia de energía eléctrica para la Subregión Guambuyaco

| Equipo | Capacidad | Capacidad | Número | Unidad | Servicio | Unidad | Subtotal Consumo (kWh/mes) | Consumo (kWh/mes) |
|---------------------------------------|-----------|-----------|--------|-----------------------|----------|---------|----------------------------|-------------------|
| Iluminación | | | | | | | | 13,8 |
| Incandescente | | 60 W | 3 | Puntos de iluminación | 2,55 | hr/día | 13,8 | |
| Televisor | 21" | 70 W | 1 | | 1,94 | hr/día | | 4,07 |
| Licuadaora | | 350 W | 1 | | 4,2 | min/día | | 0,74 |
| Nevera | 9ft | 200 W | 1 | | 7 | hr/día | | 42,00 |
| Total CBS Subregión Guambuyaco | | | | | | | | 60,58 |

Consumo de subsistencia de energía eléctrica para el Departamento de Nariño

| Equipo | Capacidad | Capacidad | Número | Unidad | Servicio | Unidad | Subtotal Consumo (kWh/mes) | Consumo (kWh/mes) |
|---|-----------|-----------|--------|-----------------------|----------|---------|----------------------------|-------------------|
| Iluminación | | | | | | | | 16,2 |
| Incandescente | | 60 W | 3 | Puntos de iluminación | 3 | hr/día | 16,2 | |
| Televisor | 21" | 70 W | 1 | | 2 | hr/día | | 4,20 |
| Licuadaora | | 350 W | 1 | | 1,80 | min/día | | 0,32 |
| Nevera | 9ft | 200 W | 1 | | 7 | hr/día | | 42 |
| Total CBS Departamento de Nariño | | | | | | | | 62,72 |

En resumen, el consumo básico de subsistencia para las trece subregiones del Departamento de Nariño se presenta en la Tabla 8 y en el gráfico 57.

Tabla 8. Consumo básico de subsistencia por subregiones

| Subregión | Consumo Básico de Subsistencia (kWh/mes) |
|------------------------|---|
| Pacífico Sur | 216,72 |
| Ex Provincia de Obando | 80,21 |
| Centro | 75,92 |
| Pie de Monte Costero | 72,46 |
| Occidente | 67,85 |
| Telembí | 65,51 |
| Río Mayo | 64,49 |
| Sabana | 62,29 |
| Juanambú | 60,68 |
| Guambuyaco | 60,58 |
| Los Abades | 59,79 |
| Cordillera | 58,32 |
| Sanquianga | 57,02 |

Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

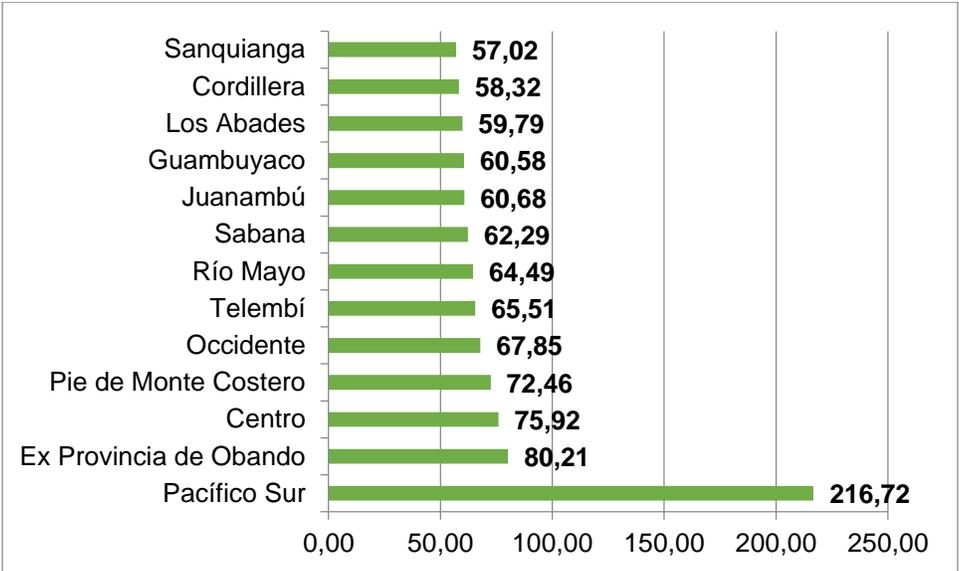
Los consumos básicos de subsistencia de doce subregiones del Departamento se encuentran en un rango entre 57,02 kWh/mes y 80,21 kWh/mes, el único caso que no responde a esta dinámica es el de la subregión Pacífico Sur la cual presenta un consumo de 216,72 kWh/mes.

Lo que explica el alto nivel de consumo en la subregión Pacífico Sur es la importancia que tiene la estufa eléctrica como un equipo básico en las viviendas de esta subregión, esta dinámica se explica porque la principal fuente de energía para las actividades de cocción es la energía eléctrica debido a los altos costos que tiene el G.L.P en la subregión Pacífico Sur. En la actualidad los costos aproximados del G.L.P en los municipios de la subregión Pacífico Sur son mayores en un 60% más de los costos del G.L.P en la subregión Centro del departamento de Nariño¹⁸.

¹⁸ En la actualidad mientras que en el municipio de Pasto un cilindro de G.L.P de 33 libras cuesta \$37.300 en el municipio de Tumaco cuesta \$56.000. Dicho fenómeno ha generado que se incremente el consumo de energía como sustituto del G.L.P y también que se incremente el contrabando de cilindros de G.L.P desde el Ecuador.

Las subregiones que presentan menores consumos básicos de subsistencia como la subregión Sanquianga (57,02 kWh/mes), Cordillera (58,32 kWh/mes) y Abades (59,79 kWh/mes), son a su vez subregiones que en el departamento de Nariño presentan porcentajes altos de Necesidades Básicas Insatisfechas – NBI y mayores índices de ruralidad – IR. Ante estas dinámicas territoriales, se alude que los bajos niveles de consumos de energía arrojados en el estudio se deben a que los usuarios de la zona rural de estas subregiones afrontan condiciones territoriales y socioeconómicas específicas como la falta del servicio en la actualidad, baja densidad poblacional, aislamiento geográfico y niveles altos de pobreza que no han posibilitado que los usuarios de estas subregiones satisfagan sus necesidades mediante la energía eléctrica como forma de energía final.

Gráfico 57. Consumo Básico de Subsistencia (kWh/mes) por subregiones del departamento de Nariño



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

Tomando esta misma metodología, en términos generales para el departamento de Nariño se tiene un consumo básico de subsistencia de 62,72kWh/mes.

3.10 Consumo promedio de energía eléctrica actual, y medidas de uso eficiente en el sector residencial

A continuación se presenta el consumo promedio actual de energía eléctrica del sector residencial en el departamento de Nariño teniendo en cuenta una estimación de los aparatos eléctricos necesarios en los procesos de iluminación, refrigeración, cocción y otros aparatos eléctricos. Teniendo en cuenta los resultados de las encuestas, la Tabla 9 muestra el consumo reportado de los procesos mencionados anteriormente.

Con base en los resultados que genere el consumo promedio actual en una vivienda se comparan con el consumo promedio que se obtendría aplicando medidas de eficiencia energética. Las medidas de eficiencia energética que se proponen para el departamento de Nariño contempla los equipos existentes en cada vivienda y se considera la sustitución de equipos actuales por más eficientes manteniendo el mismo tiempo de servicio que se consume actualmente.

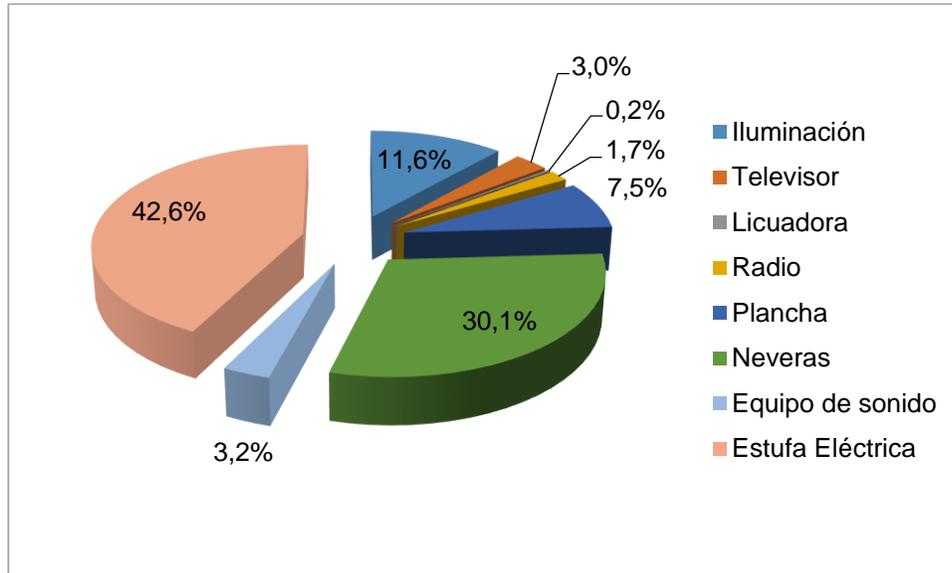
Tabla 9. Consumo mensual de electricidad por equipos sector residencial

| Nariño Sector Residencial | Consumo (kWh/mes) | Participación por equipos de electricidad |
|----------------------------------|--------------------------|--|
| Iluminación | 16,2 | 11,6% |
| Televisor | 4,20 | 3,0% |
| Licadora | 0,32 | 0,2% |
| Radio | 2,40 | 1,7% |
| Plancha | 10,50 | 7,5% |
| Neveras | 42,00 | 30,1% |
| Equipo de sonido | 4,50 | 3,2% |
| Estufa Eléctrica | 59,40 | 42,6% |
| Total | 139,52 | 100% |

Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

El consumo promedio actual para una vivienda del departamento de Nariño es de 139,52 kWh/mes, donde la mayor participación la obtiene la estufa eléctrica con un 42,6%, en segundo lugar se encuentra la nevera con un 30,1%, en tercer lugar la iluminación con un 11,6%. Los tres aparatos mencionados representan el 85% de la participación en el consumo promedio de los hogares tal como se puede evidenciar en el siguiente gráfico.

Gráfico 58. Participación de equipos en el consumo de las viviendas del sector residencial



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

3.10.1 Consumo *actual* de energía eléctrica del sector residencial del Departamento de Nariño

En la Tabla 11 se muestra una desagregación del consumo promedio actual considerando los equipos eléctricos empleados, sus características y sus tiempos de uso.

3.10.2 Consumo *eficiente* de energía eléctrica del sector residencial del Departamento de Nariño

Las medidas de eficiencia que se tendrían en cuenta para el sector residencial son el cambio de luminarias incandescente por luminarias ahorradoras, el cambio en neveras eficientes en el consumo de energía y el cambio de las estufas eléctricas por estufas que utilicen GLP como fuente de energía a través de la ampliación de la cobertura del servicio en las zonas rurales del departamento de Nariño.

En la Tabla 12 se calculan los consumos eficientes teniendo en cuenta las siguientes medidas de eficiencia

Tabla 10. Medidas de eficiencia energética para el sector residencial del departamento de Nariño

| Equipo | Medida a implementar en el Departamento de Nariño Sector Residencial |
|-------------|--|
| Iluminación | Cambio de incandescentes de 60 W por LFC 15 W |

| | |
|------------------|---|
| Refrigeración | Nevera actual por nevera tipo A, cambio de 200W a 100 W y en tipo de uso. |
| Estufa Eléctrica | Eliminación del uso de la estufa eléctrica, |

Medida No. 1. Cambio de incandescentes de 60 W por LFC 15 W: Se propone un cambio de luminaria incandescente por LFC, ya que el consumo de potencia de la luminaria LFC es bajo, representando un ahorro del 75% del consumo actual generado por la luminaria incandescente de 60W. Adicionalmente, la luminaria LFC tiene una mayor vida útil. Se plantea que si bien a regulación de tensión eléctrica no es la óptima en las zonas rurales del departamento de Nariño, los niveles de tensión no bajan de un nivel de 100W, de otro lado la luminaria LFC se daña bajo el mismo principio de una luminaria incandescente, cuando el filamento de tungsteno se quema a causa de varias repeticiones en el encendido y apagado, además una condición para que la luminaria LFC se apague es que los niveles de tensión se encuentren por debajo de 90W teniendo en cuenta lo anterior, se justifica el cambio de incandescentes de 60 W por LFC 15 W como una estrategia de consumo eficiente (Revelo, 2012).

Medida No. 2. Nevera actual por nevera tipo A, cambio de 200W a 100 W y en tipo de uso: Se propone el cambio de la nevera actual más común en las viviendas residenciales de las zonas rurales del departamento de Nariño, que es de 200W de potencia y 9ft³ de capacidad por una nevera con las siguientes características técnicas. Tipo de refrigerador: TOP MOUNT con energía puntuada A+ e. Volumen nominal bruto: 334 Lts, Capacidad (ℓ / pies cúbicos) - Bruta según ISO: 334 Lts o 11 ft³ ¹⁹, potencia 100W.

Medida No. 3. Eliminación del uso de la estufa eléctrica: Esta estrategia se lograría siempre y cuando se mejore el acceso y la cobertura del gas propano en las zonas rurales del departamento de Nariño. Esta medida de eficiencia exige la implementación de una política subsidiaria para que los precios de venta del GLP para el consumidor final de algunas zonas rurales no sean tan altos, tal como lo han manifestado autoridades públicas del Departamento (Gobernación de Nariño, 2013). Si no se aplican estas medidas, no sería factible proponer esta estrategia de uso eficiente porque ocurriría lo que actualmente sucede en el municipio de Tumaco, los altos costos del G.L.P impulsan a un mayor uso de la estufa eléctrica en las viviendas.

Con las medidas de eficiencia energética explicadas anteriormente se obtiene una reducción del consumo de energía eléctrica de 139,52 kWh/mes a 44,02 kWh/mes, una reducción de 95,5 kWh/mes, que representa el 68,44% del consumo actual.

Esta reducción del consumo corresponde en un 74,6% a medidas de iluminación, 57,1% a refrigeración y la eliminación del uso de la estufa eléctrica, el cual se logra con políticas subsidiarias para mejorar el acceso a gas propano en zonas rurales.

¹⁹ Nevera tipo comercial. Disponible en <http://www.lg.com/co/neveras/lg-GM-C402QLDC-top-mount>.

Tabla 11. Consumo actual de energía eléctrica del sector residencial del departamento de Nariño

| Nariño | Capacidad | Capacidad | Número | Unidad | Servicio | Unidad | Subtotal Consumo (kWh/mes) | Consumo (kWh/mes) |
|---|------------|-----------|--------|-----------------------|----------|---------|----------------------------|-------------------|
| Iluminación | | | | | | | | 16,2 |
| Incandescente | | 60 W | 3 | Puntos de iluminación | 3 | hr/día | 16,2 | |
| Televisor | 21" | 70 W | 1 | | 2 | hr/día | | 4,20 |
| Licuada | | 350 W | 1 | | 1,80 | min/día | | 0,32 |
| Radio | | 40 W | 1 | | 2 | hr/día | | 2,40 |
| Plancha | | 1000 W | 1 | | 21 | min/día | | 10,50 |
| Neveras | 9ft | 200 W | 1 | | 7 | hr/día | | 42,00 |
| Equipo de sonido | | 75 W | 1 | | 2 | hr/día | | 4,50 |
| Estufa Eléctrica | 1 hornilla | 600 W | 1 | | 3,3 | hr/día | | 59,40 |
| Total Consumo Promedio Actual Departamento de Nariño | | | | | | | | 139,52 |

Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

Tabla 12. Consumo eficiente de energía eléctrica del sector residencial del departamento de Nariño

| Nariño | Capacidad | Capacidad | Número | Unidad | Servicio | Unidad | Subtotal Consumo (kWh/mes) | Consumo (kWh/mes) |
|---|-----------|-----------|--------|-----------------------|----------|---------|----------------------------|-------------------|
| Iluminación | | | | | | | | 4,1 |
| LFC | | 15 W | 3 | Puntos de iluminación | 3 | hr/día | 4,1 | |
| Televisor | 21" | 70 W | 1 | | 2 | hr/día | | 4,20 |
| Licuada | | 350 W | 1 | | 1,80 | min/día | | 0,32 |
| Radio | | 40 W | 1 | | 2 | hr/día | | 2,40 |
| Plancha | | 1000 W | 1 | | 21 | min/día | | 10,50 |
| Neveras | 11ft | 100 W | 1 | | 6 | hr/día | | 18,00 |
| Equipo de sonido | | 75 W | 1 | | 2 | hr/día | | 4,50 |
| Total Consumo Eficiente Departamento de Nariño | | | | | | | | 44,02 |

Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

3.10.3 Inversión inicial de las medidas de eficiencia energética para el sector residencial del departamento de Nariño

Tabla 14. Costo empleado de equipos requeridos para implementar las medidas de eficiencia energética

| Equipo | Medida a implementar en el Departamento de Nariño Sector Residencial | Costo Unitario (\$) |
|---|---|----------------------------|
| Iluminación | Cambio de incandescentes de 60 W por LFC 15 W | \$ 18.000 |
| Refrigeración | Nevera actual por nevera tipo A, cambio de 200W a 100 W y en tipo de uso. | \$1.000.000 |
| Inversión Inicial Sector Residencial | | \$1.018.000 |

La inversión inicial para adquirir los equipos necesarios para implementar las medidas No.1 y No.2 de eficiencia energética suman un total de \$1.018.000. A continuación se evidencia los totales y porcentajes de ahorro tanto en kWh/mes como en dinero. Para el cálculo del ahorro en dinero se tiene en cuenta el costo unitario de prestación del servicio de energía eléctrica tarifas para usuarios regulados en el departamento de Nariño²⁰.

²⁰ Costo al 26 de febrero de 2014 otorgado por Centrales Eléctricas de Nariño –CEDENAR.

Tabla 15. Medidas de eficiencia energética sector residencial

| Reemplazo De -----> A | Unidades | Reducción consumo | | Valor de Ahorro Mes | | Inversión | Vida Útil | Beneficio/Costo | VNA | TIR | Periodo Recuperación Meses |
|---|----------|-------------------|--------|---------------------|--------|--------------|-----------|-----------------|-----------------|--------|----------------------------|
| | | kWh/mes | % | \$ | % | | Meses | | \$ | % | |
| Incandescentes de 60 W >LFC 15 W | 3 | 12,2 | 33,7% | \$ 2.242 | 33,7% | \$ 18.000 | 96 | 8,3 | \$ 117.549 | 149% | 8,03 |
| Nevera 200W > 100 W y en tipo de uso. | 1 | 24 | 66,3% | \$ 4.410 | 66,3% | \$ 1.000.000 | 120 | 0,19 | \$ - 809.256 | -10% | 226,8 |
| | 4 | 36,2 | 100,0% | \$ 6.651 | 100,0% | \$ 1.018.000 | | 0,50 | -457.971,21 | -5,03% | 153,06 |
| Supuestos Tasa de Descuento 12% Tarifa de energía \$183,73 | | | | | | | | | | | |

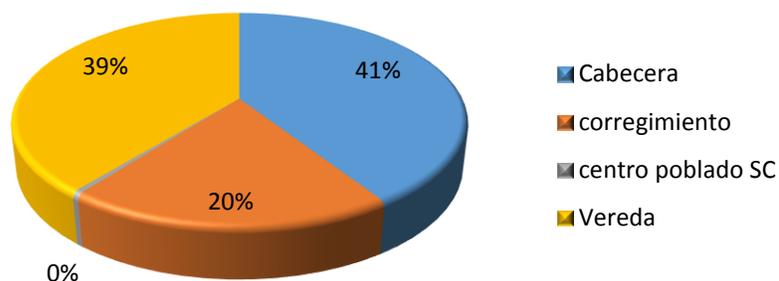
La evaluación realizada a cada una de las alternativas de eficiencia energética planteadas indica que solo la medida de sustitución de luminaria incandescente por luminaria LFC es viable y con un tiempo de recuperación de 8 meses.

4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL SECTOR COMERCIAL EN EL ÁREA RURAL DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO

4.1 Caracterización de las empresas

El 41% de las empresas se encuentran ubicadas en las Cabeceras Municipales, mientras el 31% se ubican en veredas. La preferencia por las Cabeceras puede explicarse debido a la mayor dotación de elementos necesarios para su correcto funcionamiento tales como vías de comunicación y transporte y servicios públicos.

Gráfico 9. Ubicación de las empresas a nivel departamental

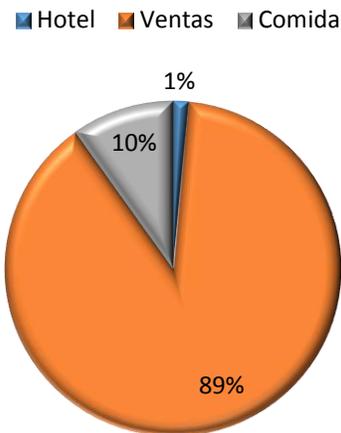


Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

De acuerdo con el informe de Coyuntura Económica Regional del año 2012, la economía de Nariño está basada principalmente en el sector servicios, seguido del comercio²¹. Lo anterior se confirma al evidenciar que en el sector rural del departamento el 89% de las empresas se dedican a las ventas, un 10% a comida y un 1% a hotelería.

²¹ Banco de la República. Informe de Coyuntura Económica Regional: Nariño. 2012.

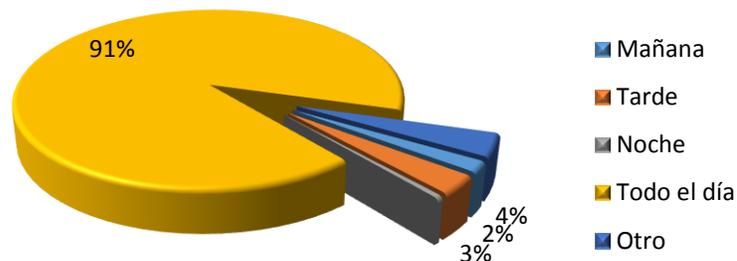
Gráfico60. Tipo de empresa en el departamento



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

La jornada laboral en las empresas nariñenses en su gran mayoría (91%) corresponde a todo el día, mientras solo algunas realizan sus labores durante media jornada.

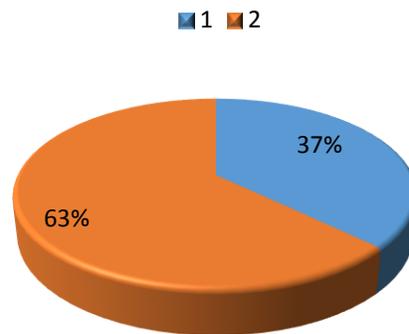
Gráfico 61. Jornada de trabajo



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

El inmueble dedicado a la realización de actividades empresariales en la zona rural del departamento en un 63% además lugar de residencia para sus propietarios o familias, mientras sólo el 37% de los inmuebles se dedican de manera exclusiva a la actividad comercial. Esto da cuenta del tamaño reducido de los negocios y que existe una alta probabilidad de que se encuentren en el sector informal.

Gráfico 62. Uso del inmueble en el comercial para el departamento



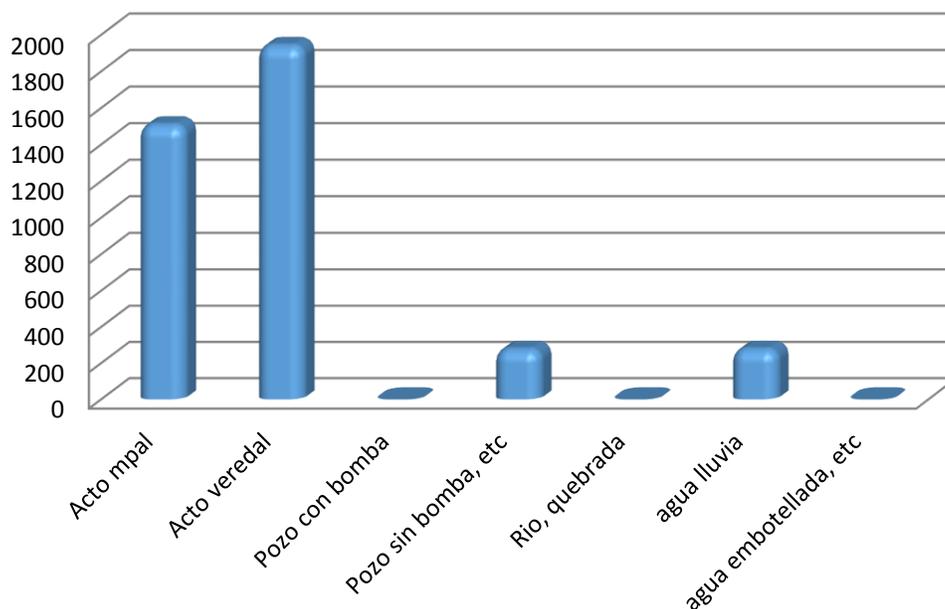
Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

El acceso a servicios tales como acueducto, alcantarillado, electricidad y telecomunicaciones es un elemento determinante de la competitividad y rentabilidad de las empresas ya que incide en los costos, formas de producción y satisfacción de los clientes.

4.2 Acceso a servicios públicos

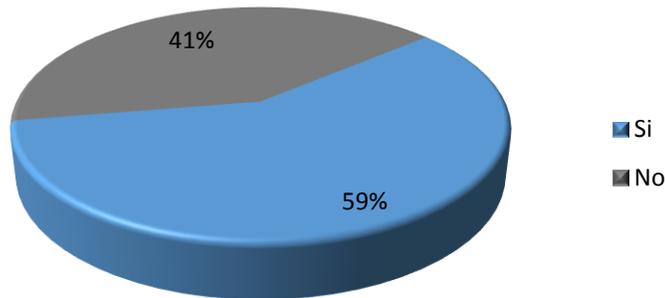
La mayoría de empresas en la zona rural del departamento cuentan con el servicio de acueducto veredal o municipal, sin embargo existen algunas de ellas que deben abastecerse mediante pozo sin bomba o desde un río o quebrada.

Gráfico 63. Fuente agua para el consumo humano en el sector comercial del departamento de Nariño



Aunque el servicio de acueducto es relativamente accesible, no ocurre lo mismo en el caso de alcantarillado, debido a que el 41% de las empresas ubicadas en el sector rural carecen de este servicio.

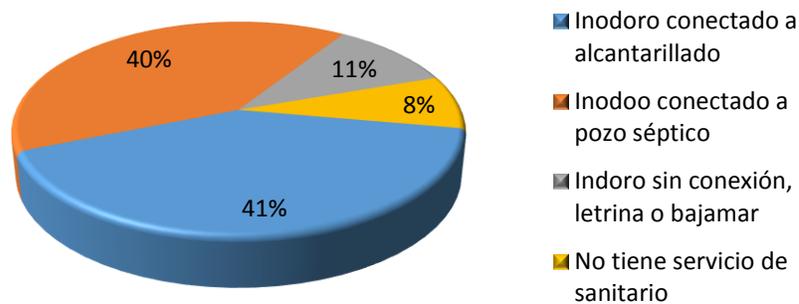
Gráfico 64. Servicio de alcantarillado en el sector comercial del departamento de Nariño



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

El 81% de los establecimientos comerciales cuentan con un inodoro adecuado, ya que se encuentra conectado a alcantarillado o a pozo séptico, lo que sugiere adecuadas condiciones de higiene en estos lugares.

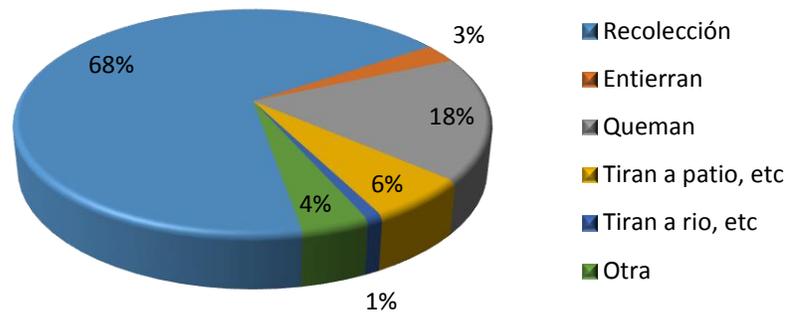
Gráfico 65. Tipo de sanitario en el sector comercial del departamento de Nariño



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

Por otra parte, el 68% de los inmuebles en el sector comercial cuentan con el servicio de recolección de basuras, sin embargo el 18% recurren a la quema de residuos y el 6% los tiran a un patio o similares, situación preocupante debido a que estos establecimientos por su naturaleza generan mayor cantidad de desechos que las viviendas.

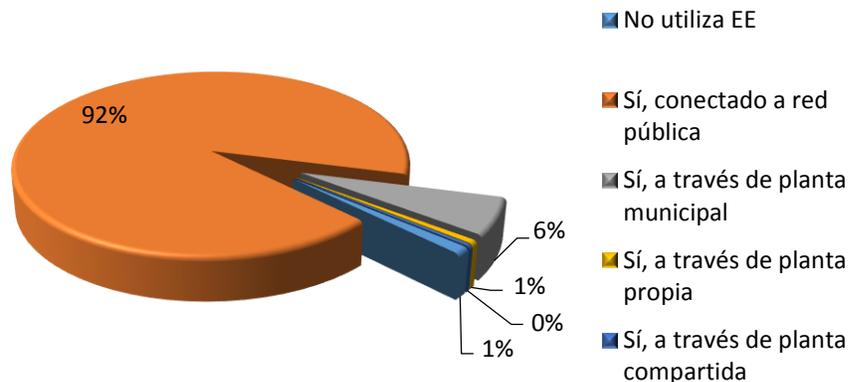
Gráfico 66. Forma de eliminación de basuras en el sector comercial departamento de Nariño - Zona Rural



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

Uno de los servicios fundamentales para el adecuado funcionamiento de una empresa en la zona rural como urbana, es el acceso a energía eléctrica, debido a que permite el uso de diferentes maquinarias y herramientas necesarias para el buen desempeño de las actividades, por esta razón, existe solo un 1,2% de los establecimientos que no cuentan con el servicio, mientras el 92% si tiene acceso a él, y un 7,2% obtiene electricidad a través de planta propia, municipal o compartida.

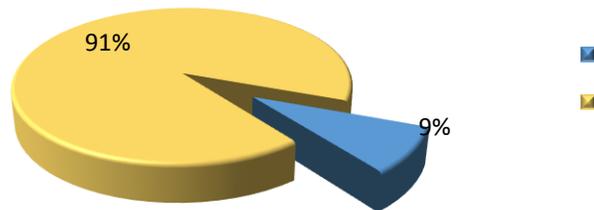
Gráfico 67. Acceso a servicio de energía eléctrica



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

Si bien el servicio de telefonía fija ha presentado un constante desuso en las viviendas durante los últimos años, según algunos estudios continúa siendo una forma eficiente y económica de comunicación para las empresas, sin embargo, en la zona rural del departamento sólo un 9% de ellas cuentan con este servicio.

Gráfico 68. Empresas que cuentan con el servicio de teléfono fijo en el departamento de Nariño

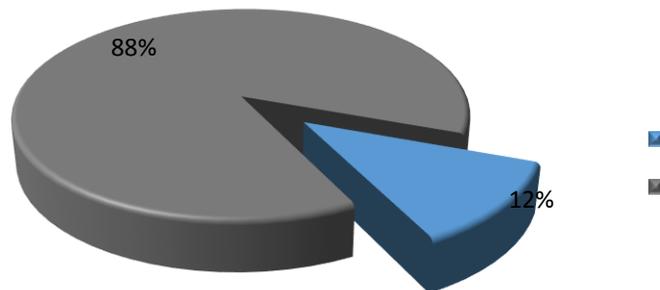


Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

En el caso de la telefonía móvil, sucede lo contrario al servicio de teléfono fijo, ya que el 94% de las empresas sí hacen uso del último, lo cual da cuenta de la tendencia de la telefonía fija a ser remplazada por otras formas de comunicación como la celular.

Actualmente la conexión a internet es utilizada por muchas empresas como una forma de comunicación, publicidad y comercialización, sin embargo en la zona rural del departamento de Nariño sólo el 12% cuenta con acceso a la red, lo que puede reducir la competitividad de las empresas rurales e incidir en el desaprovechamiento de oportunidades.

Gráfico 69. Empresas que cuentan con el servicio de internet en el departamento de Nariño



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

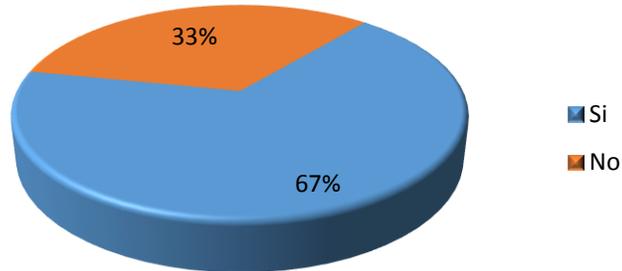
Finalmente, cabe señalar que ninguna de las empresas utiliza equipos de comunicación.

4.3 Caracterización del consumo energético por fuentes y usos

El uso de una nevera o refrigerador es muy importante para los establecimientos comerciales como los que predominan en la zona rural del departamento de Nariño,

especialmente si se dedican a la comercialización de bienes perecederos. Sin embargo, una tercera parte de las empresas no cuenta con esta herramienta.

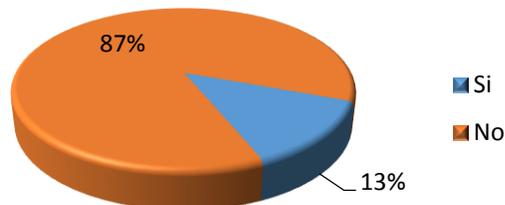
Gráfico 70. Uso de nevera o refrigerador en el departamento de Nariño



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

Respecto al uso de ventilador o equipos de aire acondicionado, se encontró que el 13% de las empresas cuentan con este tipo de artefactos, proporción considerablemente mayor que en el caso de las viviendas, en las cuales solo un 3% hace uso de ellos.

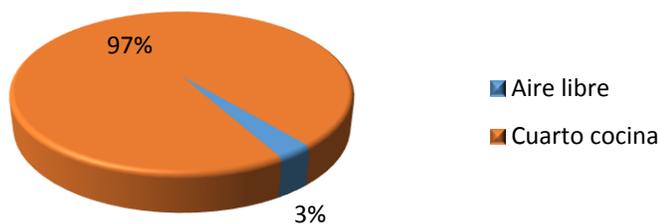
Gráfico 71. Uso de aire acondicionado o ventilador en el departamento



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

Teniendo en cuenta que la mayoría de las empresas son también lugares de habitación, se debe resaltar que es necesario realizar la preparación de alimentos, la cual en un 97% se lleva a cabo en un cuarto o cocina destinado específicamente para este fin.

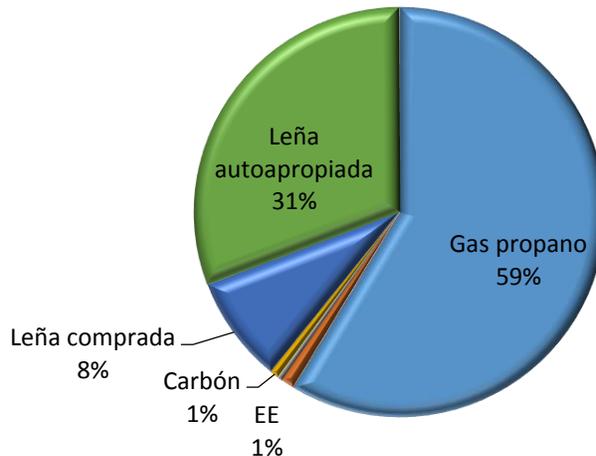
Gráfico 72. Lugar donde se preparan los alimentos



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

Respecto al combustible utilizado para cocinar en las empresas, se encontró que predomina el gas propano con un 59%, seguido de la leña autoapropiada en un 31%.

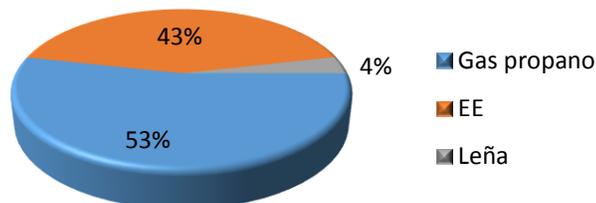
Gráfico 73. Combustible principal usado para cocinar en el departamento de Nariño



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

En el caso de uso de hornos, las empresas prefieren emplear aquellos que funcionan con gas propano en un 53%, seguido de aquellos que requieren energía eléctrica con el 43%.

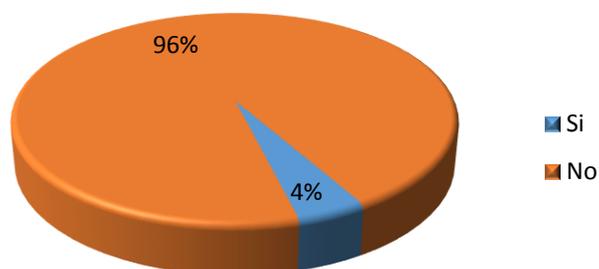
Gráfico 74. Tipo de combustible utilizado para el horno en el departamento de Nariño



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

De los establecimientos que emplean hornos eléctricos, el 96% lo hace para la preparación de alimentos, mientras el 4% restante lo utiliza para otras actividades propias de su quehacer como empresa.

Gráfico 75. Uso de horno eléctrico para preparación de alimentos en el departamento de Nariño



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

4.4 Consumo energético por fuente y usos

En cuanto al consumo energético del sector comercial se encuentra explicado en su mayoría por los aparatos eléctricos²² con una representación del 41% del consumo total, seguido del proceso de cocción con el 37%, y con menor representación refrigeración e iluminación. Dentro de este consumo el proceso de calentamiento de agua no presenta participación.

En mega calorías el consumo total del sector es de 11.552.198 Mcal/Mes, y un consumo per cápita día de 31, 48 Mcal. La fuente energética que más aporta a este consumo total por sector está la eléctrica con una representación del 65%, seguido de gas licuado de petróleo y la leña y con un porcentaje menor el carbón.

Tabla 16. Consumo por fuente en Megacalorías del sector comercial

| | Energía Eléctrica Mcal Mes | Leña Mcal Mes | GLP Mcal Mes | Carbón Mcal Mes | Consumo Total Mcal/ Mes | Consumo per cápita Mcal / Día |
|---------------------|-------------------------------|------------------|-----------------|--------------------|----------------------------|----------------------------------|
| TOTAL NARIÑO | 7.019.986 | 83.545 | 3.695.958 | 6.494 | 10.805.982 | 44,11 |

4.5 Consumo Promedio de Energía Eléctrica Actual y Medidas de Uso Eficiente en el Sector Comercial - Ventas

A continuación se presenta el consumo promedio actual de energía eléctrica en el sector comercial, específicamente para las empresas dedicadas a las ventas, ya que son las

²² Los aparatos eléctricos de los cuales se reportó consumo en el sector comercial fueron: Televisores, DVD, radio, equipo de sonido, Cafetera, olla arrocera, lavadora, secadora de cabello, aparatos electrónicos como computadores, impresoras, Modem, UPS y caja registradora.

empresas más representativas dentro del sector comercial de las zonas rurales del Departamento.

La participación de las empresas que se dedican a las ventas es de 89%, una participación mayor a la que tienen las empresas que se dedican a la actividad comercial de comidas, la cual es de un 10% y a la participación de los hoteles que tienen una participación de un 1%.

Sobre el sector comercial se adoptan las medidas de eficiencia energética en base a los equipos que actualmente usan en la mayoría de los establecimientos comerciales dedicados a las ventas, como se detalla en la siguiente tabla.

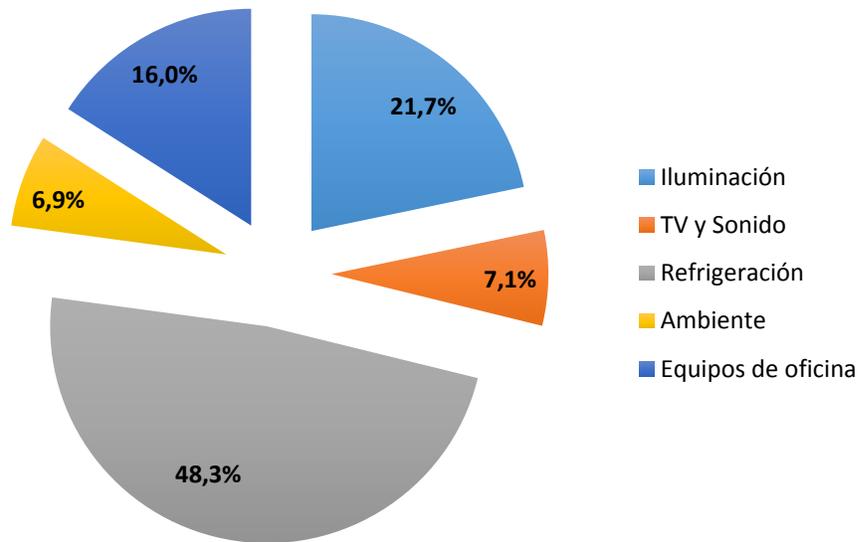
Tabla 17. Consumo mensual de electricidad por equipos sector comercial – ventas

| Nariño Sector Comercial - Ventas | Consumo (kWh/mes) | Participación por equipos de electricidad |
|---|--------------------------|--|
| Iluminación | 37,8 | 21,7% |
| TV y Sonido | 12,35 | 7,1% |
| Refrigeración | 84,00 | 48,3% |
| Ambiente | 12,00 | 6,9% |
| Equipos de oficina | 27,77 | 16,0% |
| Total | 173,9 | 100,0% |

Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

El consumo promedio actual para una empresa comercial dedicada a las ventas en el departamento de Nariño es de 173,9 kWh/mes, en donde la mayor participación lo obtiene el consumo destinado a la refrigeración con un 48,3%, en segundo lugar se encuentra el consumo destinado a la iluminación con un 21,7%, en tercer lugar se ubica el consumo destinado a los equipos de oficina con un 16%, en cuarto y quinto lugar se encuentran los consumos destinados a la TV y sonido y al ambiente, con una participación de 7,1% y 6,9% respectivamente. Esta división se puede observar en el Gráfico .

Gráfico 76. Participación de equipos en el consumo de las viviendas del sector comercial - ventas



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

4.5.1 Consumo *actual* de energía eléctrica del sector comercial - ventas, rural del Departamento de Nariño

En la Tabla 18 se muestra una desagregación del consumo promedio actual considerando los equipos eléctricos empleados, sus características y sus tiempos de uso.

4.5.2 Consumo *eficiente* de energía eléctrica del sector comercial - ventas del Departamento de Nariño

Las medidas de eficiencia energética para el sector comercial –ventas consisten en el cambio de luminarias incandescentes por luminarias ahorradoras y el reemplazo de congeladores convencionales por congeladores eficientes tipo A.

Tabla 18. Consumo actual de energía eléctrica del sector comercial - ventas del departamento de Nariño

| Nariño | Capacidad | Capacidad | Número | Unidad | Servicio | Unidad | Subtotal Consumo (kWh/mes) | Consumo (kWh/mes) |
|--|-----------|-----------|--------|-----------------------|----------|---------|----------------------------|-------------------|
| Iluminación | | | | | | | | 37,8 |
| Incandescente | | 60 W | 3 | Puntos de iluminación | 3 | hr/día | 16,2 | |
| LFC | | 25 W | 4 | Puntos de iluminación | 4 | hr/día | 12,0 | |
| Fluorescente | T8 | 40 W | 2 | Puntos de iluminación | 4 | hr/día | 9,6 | |
| TV y Sonido | | | | | | | | 12,35 |
| Televisor | 21" | 70 W | 1 | | 3 | hr/día | | 6,30 |
| Equipo de sonido | | 75 W | 1 | | 1 | hr/día | | 2,25 |
| Radio | | 40 W | 1 | | 3 | hr/día | | 3,60 |
| DVD | | 25 W | 1 | | 16,2 | min/día | | 0,20 |
| Refrigeración | | | | | | | | 84,00 |
| Congeladores | 17ft | 400 W | 1 | | 7 | hr/día | | 84,00 |
| Ambiente | | | | | | | | 12,00 |
| Ventiladores | | 100 W | 1 | | 4 | hr/día | | 12,00 |
| Equipos de oficina | | | | | | | | 27,77 |
| Computadores | | 300 W | 1 | | 3 | hr/día | | 27,00 |
| Impresora | | 150 W | 1 | | 10,2 | min/día | | 0,77 |
| Total Consumo Promedio Eficiente del sector Comercial-Ventas Departamento de Nariño | | | | | | | | 173,92 |

Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

Tabla 19. Consumo eficiente de energía eléctrica del sector comercial - ventas del departamento de Nariño

| Nariño | Capacidad | Capacidad | Número | Unidad | Servicio | Unidad | Subtotal Consumo (kWh/mes) | Consumo (kWh/mes) |
|--|-----------|-----------|--------|--------|-----------------------|--------------|----------------------------|-------------------|
| Iluminación | | | | | | | | 23,6 |
| LFC | | 25 | W | 3 | Puntos de iluminación | 3 hr/día | 6,8 | |
| LFC | | 25 | W | 4 | Puntos de iluminación | 4 hr/día | 12,0 | |
| LED | T8 | 20 | W | 2 | Puntos de iluminación | 4 hr/día | 4,8 | |
| TV y Sonido | | | | | | | | 12,35 |
| Televisor | 21" | 70 | W | 1 | | 3 hr/día | | 6,30 |
| Equipo de sonido | | 75 | W | 1 | | 1 hr/día | | 2,25 |
| Radio | | 40 | W | 1 | | 3 hr/día | | 3,60 |
| DVD | | 25 | W | 1 | | 16,2 min/día | | 0,20 |
| Refrigeración | | | | | | | | 21,00 |
| Congeladores | 17ft | 100 | W | 1 | | 7 hr/día | | 21,00 |
| Ambiente | | | | | | | | 12,00 |
| Ventiladores | | 100 | W | 1 | | 4 hr/día | | 12,00 |
| Equipos de Oficina | | | | | | | | 27,77 |
| Computadores | | 300 | W | 1 | | 3 hr/día | | 27,00 |
| Impresora | | 150 | W | 1 | | 10,2 min/día | | 0,77 |
| Total Consumo Promedio Eficiente del sector Comercial-Ventas Departamento de Nariño | | | | | | | | 96,67 |

Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

En la siguiente tabla se especifican los reemplazos de equipos para analizar el consumo eficiente del sector de ventas rurales.

Tabla 20. Medidas de eficiencia energética para el sector comercial - ventas del departamento de Nariño

| Equipo | Medida a implementar en el Departamento de Nariño Sector Comercial - Ventas |
|---------------|--|
| Iluminación | Cambio de incandescentes de 60 W por LFC 25 W Cambio de lámparas tubulares T8 de 40 W por lámparas LED T8 de 20W. |
| Refrigeración | Congelador actual por congelador eficiente tipo A++, cambio de 400W a 100 W. |

Medida No. 1. Cambio de incandescentes de 60 W por LFC 25 W: Se propone un cambio de luminaria incandescente por LFC, ya que el consumo de potencia de la luminaria LFC es bajo, tiene una mayor vida útil, se daña bajo el mismo principio de una luminaria incandescente que es cuando el filamento de tungsteno se quema a causa de varias repeticiones en el encendido y apagado (Revelo, 2012).

Medida No. 2. Cambio de lámparas tubulares T8 de 40 W por lámparas LED T8 de 20W: Se propone un cambio de luminaria tubular T8 por LED debido a que estas últimas poseen entre un 80-90% más eficacia, por lo tanto consume un 80-90% menos electricidad que una bombilla corriente, poseen larga vida, ya que la vida media de una lámpara LED es de 100,000 horas, frente a las 1000 de una bombilla estándar, son ecológicas porque no contienen tungsteno como las bombillas normales, y no emiten calor a diferencia de una bombilla estándar²³.

Medida No. 3. Congelador actual por congelador eficiente tipo A, cambio de 400W a 100 W.: Se propone el cambio del congelador actual del sector ventas de las zonas rurales del departamento de Nariño que tiene una potencia de 400W por un congelador con las siguientes características técnicas. Potencia de conexión 100W. Tipo de congelador con clase A++ que representa un consumo de un 25% menos que clase A+. Volumen: 296 Lts²⁴. Poder de congelación: 20 kg/24 horas. Consumo de energía: 225 kWh/año.

²³ Véase beneficios luminarias LED en: <http://62.43.189.190/gc/ckeditor/ckfinder/userfiles/11/files/ILUMINACION.pdf>. Consultado el 24 de marzo 2014.

²⁴ Congelador tipo comercial. Disponible en <http://www.bosch-home.es/productos/electrodomesticos-eficientes/congeladores-de-bajo-consumo/GSN33VW30.html?source=browse>

Las medidas de eficiencia energética resultan en una reducción del consumo de energía eléctrica de 173,92 kWh/mes a 96,67 kWh/mes, una reducción de 77,25 kWh/mes que representa 44,4% del consumo actual.

Esta reducción del consumo corresponde 75% a medidas en refrigeración y 37,6% a medidas en iluminación. En otras palabras, el uso de los congeladores es en donde estos negocios tienen un mayor potencial de ahorro de energía. Los detalles del cálculo de los consumos eficientes se relacionan en las Tablas 21 y 22.

4.5.3 Inversión inicial de las medidas de eficiencia energética para el sector comercial - ventas del departamento de Nariño

Tabla 21. Costo empleado de equipos requeridos para implementar las medidas de eficiencia energética

| Equipo | Medida a implementar en el Departamento de Nariño Sector Comercial – Ventas | Costo Unitario (\$) |
|--|--|----------------------------|
| Iluminación | Cambio de incandescentes de 60 W por LFC 15 W | \$ 24.000 |
| | Cambio de lámparas tubulares T8 de 40 W por lámparas LED T8 de 20W. | \$ 40.000 |
| Refrigeración | Congelador actual por congelador eficiente tipo A++, cambio de 400W a 100 W. | \$1.600.000 |
| Inversión Inicial Sector Comercial - Ventas | | \$1.664.000 |

La inversión inicial para adquirir los equipos necesarios para implementar las medidas No.1 ,2 y 3 de eficiencia energética suman un total de \$1.664.000. A continuación se presentan los totales y porcentajes de ahorro tanto en kWh/mes como en dinero. Para el cálculo del ahorro en dinero se tiene en cuenta el costo unitario de prestación del servicio de energía eléctrica tarifas para usuarios regulados en el departamento de Nariño²⁵.

²⁵ Costos al 26 de febrero de 2014 otorgado por Centrales Eléctricas de Nariño –CEDENAR.

Tabla 22. Medidas de eficiencia energética sector comercial – ventas

| Reemplazo | Unidades | Reducción consumo | | Valor de Ahorro Mes | | Inversión | Vida Útil | Beneficio/Costo | VNA | TIR | Periodo Recuperación Meses |
|---|----------|-------------------|-------------|---------------------|---------------|---------------------|-----------|-----------------|-------------------|---------------|----------------------------|
| | | kWh/mes | % | \$ | % | | Meses | | \$ | % | |
| Incandescentes de 60 W >LFC 25 W | 3 | 9,4 | 12,2% | \$ 3.627 | 12,2% | \$ 24.000 | 96 | 10,1 | \$ 194.805 | 181% | 6,62 |
| Tubulares T8 de 40 W > lámparas LED T8 de 20W. | 2 | 4,8 | 6,2% | \$ 1.852 | 6,2% | \$ 40.000 | 96 | 3,09 | \$ 74.703 | 125% | 21,6 |
| Congelador actual 400W > congelador tipo A++ 100 W. | 1 | 63 | 81,6% | \$ 24.311 | 81,6% | \$ 1.600.000 | 120 | 0,74 | \$ 219.784 | 17% | 65,8 |
| | 6 | 77,2 | 100% | \$ 29.791 | 100,0% | \$ 1.664.000 | | 1,37 | 546.399,73 | 23,43% | 55,86 |

| |
|-----------------------|
| Supuestos |
| Tasa de Descuento 12% |
| Tarifa de \$385,89 |

La evaluación realizada a cada una de las alternativas de eficiencia energética planteadas indica que las tres medidas son factibles tanto de manera individual como aplicando las tres estrategias en simultáneo, los tiempos de recuperación de la inversión inicial son de 7, 22 y 66 meses respectivamente. Aplicando las tres estrategias se recuperaría la inversión inicial en un periodo de 56 meses.

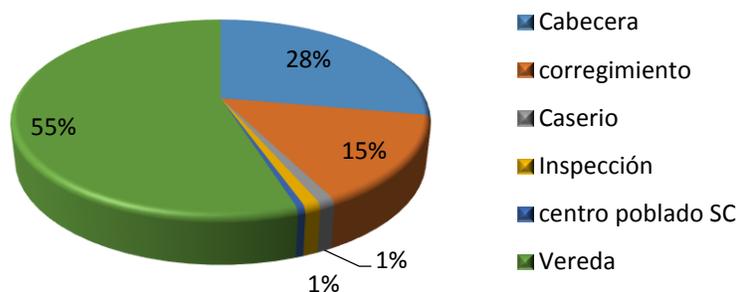
5. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL SECTOR INSTITUCIONAL EN EL ÁREA RURAL DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO

5.1 Caracterización de las instituciones

El 55% de las instituciones del sector rural del departamento de Nariño se encuentran ubicadas en las veredas, mientras que el 28% se ubican en las cabeceras municipales.

Cabe resaltar que en los últimos años el Ministerio de Educación Nacional ha apostado por una política Educativa para el sector rural, que incluye la creación de un mayor número de escuelas en esta zona, especialmente en las veredas, con el fin de mitigar problemáticas como la deserción estudiantil y el trabajo infantil. Como resultado del trabajo de campo se aprecia que el sector institucional está esencialmente compuesto por instituciones educativas, que representan un 63% del total de las instituciones encuestadas.

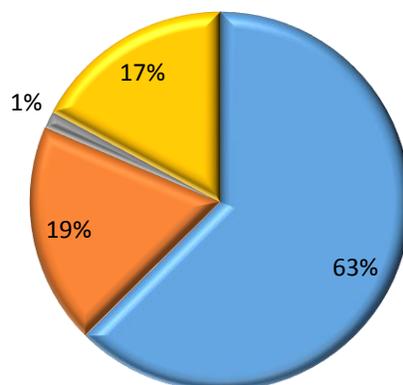
Gráfico 77. Ubicación de las instituciones a nivel departamental



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

Gráfico 78. Tipo de institución en el departamento

■ Educativa ■ Salud ■ Financiera ■ Otra



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

En promedio trabajan cerca de 12 personas por institución, en su mayoría en una jornada laboral corresponde a la mañana con una representación del 49%, seguido de todo el día con el 42% del total de instituciones encuestadas, mientras solo algunas realizan sus labores durante media jornada.

Tabla 23. Cantidad promedio de personal que labora en instituciones rurales

| Cuántas personas trabajan en la institución | | | | | |
|---|--------|--------|-------------------|----------|----------|
| Media | Mínimo | Máximo | Desviación típica | Recuento | N válido |
| 12 | 1 | 210 | 22 | 2662 | 2445 |

Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

La mayoría de los inmuebles es de uno exclusivo para las labores propias de la institución, tan solo el 15% se utilizan además de estas actividades como lugar de residencia.

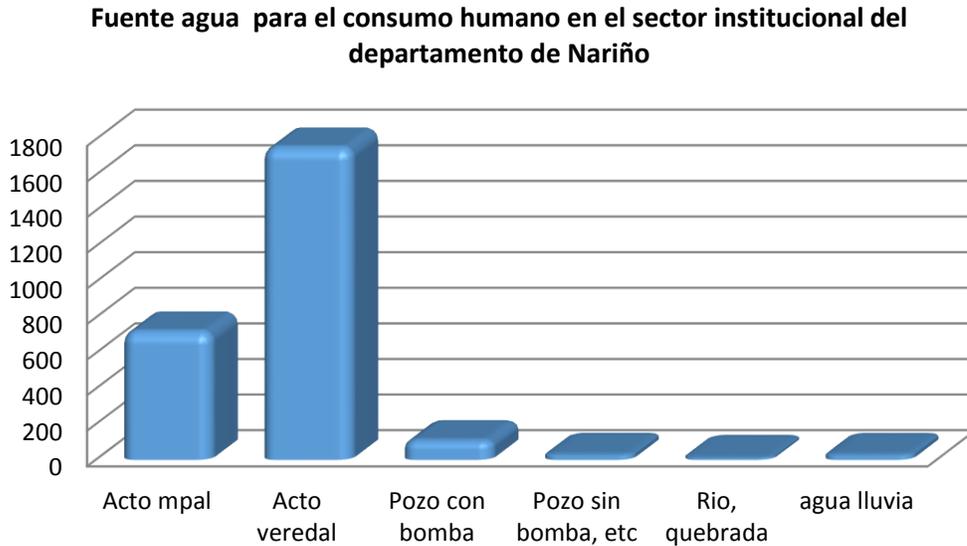
5.2 Acceso a servicios públicos

El acceso a servicios tales como acueducto, alcantarillado, electricidad y telecomunicaciones permite la competitividad y el buen desarrollo de la función de las instituciones. En este sentido, las encuestas arrojaron información interesante.

Al igual que en los otros sectores el acceso al servicio de agua potable para el consumo humano proviene del acueducto veredal o municipal. En lo que respecta al servicio de

alcantarillado el 56% de las instituciones no cuentan con él, lo que dificulta las condiciones de salubridad.

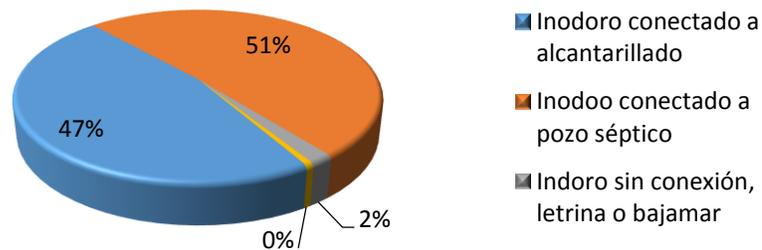
Gráfico 79. Fuente agua para el consumo humano en el sector institucional del departamento de Nariño



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

El 51% de las instituciones cuentan con un inodoro conectado a pozo séptico, mientras que el 47% tienen un inodoro conectado a alcantarillado, lo que sugiere que el tratamiento de las aguas negras no es el más adecuado, que teniendo presente los tipos de institución, pueden afectar su normal funcionamiento.

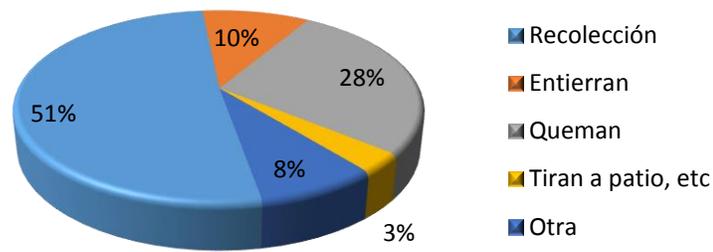
Gráfico 80. Tipo de sanitario en el sector institucional del departamento de Nariño



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

En el caso de la eliminación de basuras el 51% de las instituciones cuentan con el servicio de recolección de basuras, el 28% queman los residuos, el 10% los entierran y el restante recurre a otro tipo de prácticas, lo que permite establecer una fuente de residuos para su utilización en proyectos productivos propios de cada institución.

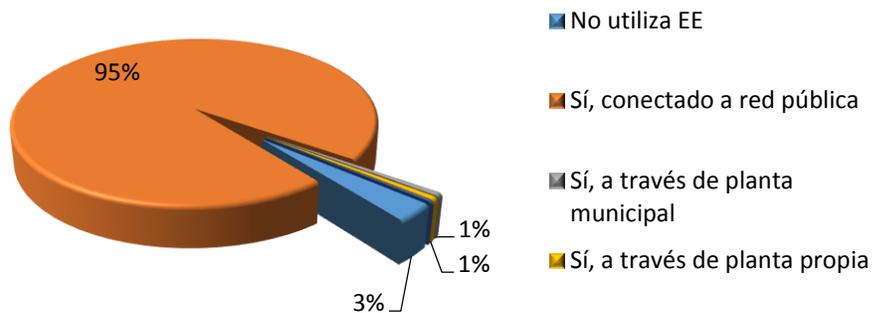
Gráfico 81. Forma de eliminación de basuras en el sector institucional departamento de Nariño



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

En lo que respecta a energía eléctrica se encontró que el 95% de las instituciones cuentan con energía eléctrica conectadas a la red pública. En promedio las instituciones del departamento cuentan con el servicio 3 días a la semana, con un promedio de pago de \$40.400 por el servicio al mes.

Gráfico 82. Disponibilidad del servicio de energía eléctrica en instituciones rurales



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

En lo que respecta a comunicación se identificó que el 100% de las instituciones del departamento no cuentan con equipo de comunicaciones y el 88% no cuentan con el servicio de internet, situación que se torna de gran importancia teniendo en cuenta que la mayoría de instituciones son educativas. La falta de acceso a las nuevas TIC's amplía las brechas de desigualdad entre la población infantil de la zona rural y la zona urbana, lo cual hace que sus posibilidades de inserción laboral se vean reducidas.

Gráfico 83. Instituciones que cuentan con el servicio de internet en el departamento de Nariño

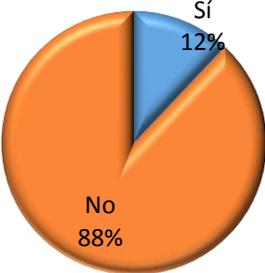


Gráfico 84. Instituciones que cuentan con el servicio de teléfono fijo en el sector institucional del departamento de Nariño

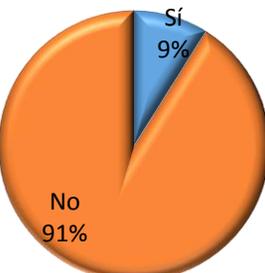
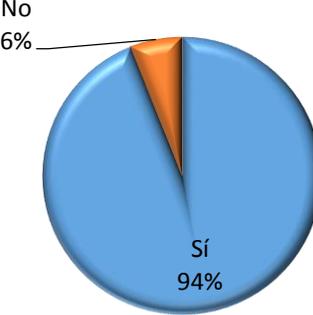


Gráfico 85. Instituciones que cuentan con teléfono celular en el departamento de Nariño



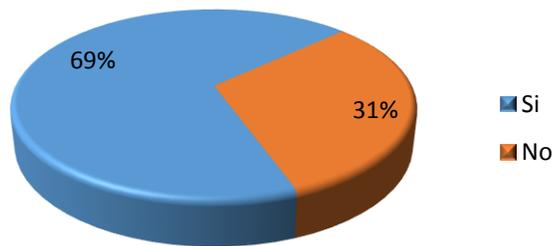
Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

En el caso de la telefonía fija el 91% de las instituciones cuentan con el servicio, mientras que en la telefonía celular al igual que en el sector comercial el 94% de las instituciones cuentan con este servicio.

5.3 Caracterización del consumo energético

En el sector institucional el uso de nevera o refrigerador se da en un 69%, dentro de este proceso se encontró que existen equipos como neveras, nevecones, cavas, cuartos fríos, congeladores entre otros, sin embargo el consumo está explicado en su mayoría por las neveras.

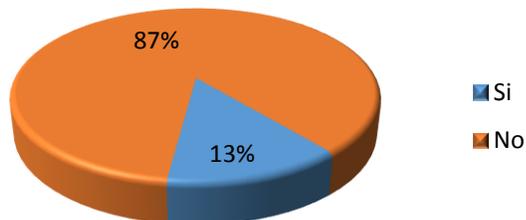
Gráfico 86. Uso de nevera o refrigerador en el sector institucional del departamento de Nariño



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

En lo que respecta a adecuación de ambiente el consumo mensual es del 177.470 kWh, uno de los más bajos dentro del consumo por proceso en el sector institucional, lo cual se explica debido a que solo el 9% de las instituciones usan ventilador o equipos de aire acondicionado.

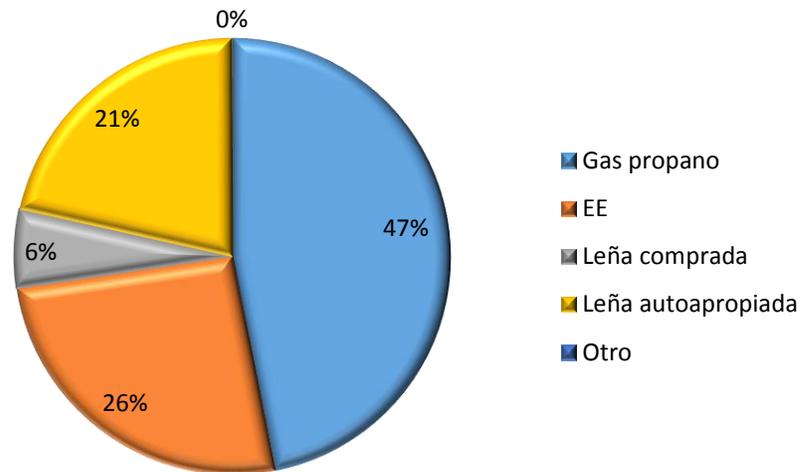
Gráfico 87. Uso de aire acondicionado o ventilador en el sector institucional del departamento de Nariño



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

El total de las instituciones tienen como lugar de preparación de los alimentos un cuarto para uso exclusivo de esta actividad, siendo el combustible principal el gas propano con el 47%, seguido de la energía eléctrica con el 26%, y al igual que en los demás sectores la leña auto apropiada es una fuente energética de gran importancia con el 21% del consumo total como combustible para cocinar. Con una menor representación se encuentra la leña comprada.

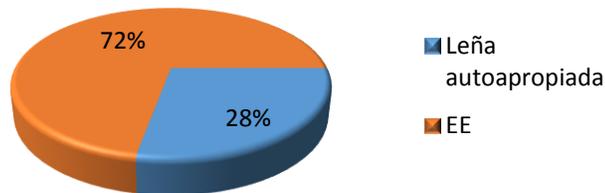
Gráfico 88. Combustible principal usado para cocinar en el sector institucional del departamento de Nariño



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

Dentro de los aparatos eléctricos utilizados para preparar los alimentos en el sector institucional no se encontraron estufas eléctricas y con muy poca representación se usan hornos eléctricos (9%). Siendo la energía eléctrica la fuente principal para su uso con un 72%, seguido de la leña auto apropiada con el porcentaje restante.

Gráfico 89. Tipo de combustible utilizado para el horno en el sector institucional del departamento de Nariño



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

En el sector residencial no se encontró consumo en estufas eléctricas y con una poca representación apenas del 9% se usan hornos eléctricos. En términos generales la energía eléctrica sigue siendo la fuente principal en el proceso de cocción con un 72%, seguido de la leña auto apropiada con el porcentaje restante.

5.4 Consumo energético por fuentes y usos

En el caso del sector institucional se incluye como un proceso el consumo en aparatos médicos. Utilizando como unidad de medida las megacalorías, el consumo total al mes del sector es de 258.348.526 Mcal, con un promedio de 265,931 Mcal per cápita día.

Al igual que en el sector comercial la mayoría del consumo lo explican los aparatos eléctricos con una representación del 95%, seguido de iluminación con el 4%. Cabe resaltar que solo se presenta como fuente de energía la electricidad, donde el promedio de consumo por institución de 111383,04 kWh/Mes, y reportan un pago aproximadamente de \$40.431 al mes.

5.5 Consumo Promedio de Energía Eléctrica Actual y Medidas de Uso Eficiente en el Sector Institucional -Educativo

En esta sección se presenta el consumo promedio actual de energía eléctrica en el sector institucional, específicamente para las instituciones educativas, ya que son las más representativas dentro del sector institucional en las zonas rurales del Departamento.

La participación de las instituciones educativas dentro del sector institucional es de 63%, una participación mayor a la que tienen las instituciones que se dedican a la salud, la cual es de un 19%, mientras que la participación de otras instituciones es de 17% y la participación de las instituciones financieras es de 1%.

Sobre el sector institucional – educativo se adoptan las medidas de eficiencia energética en base a los equipos que actualmente usan en la mayoría de las instituciones educativas. La Tabla presenta un resumen de los aparatos que se utilizan en mayor cantidad en las instituciones rurales.

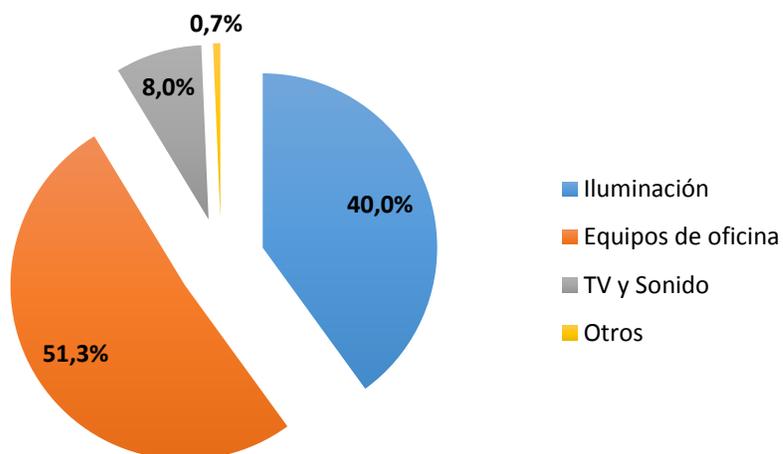
Tabla 24. Consumo mensual de electricidad por equipos sector institucional – educativo

| Nariño Sector Institucional - Educativo | Consumo (kWh/mes) | Participación por equipos de electricidad |
|--|--------------------------|--|
| Iluminación | 97,2 | 40,0% |
| Equipos de oficina | 124,68 | 51,3% |
| TV y Sonido | 19,49 | 8,0% |
| Otros | 1,62 | 0,7% |
| Total | 243,0 | 100,0% |

El consumo promedio actual para una institución educativa en el departamento de Nariño es de 243 kWh/mes, donde la mayor participación lo obtiene del consumo destinado a equipos de oficina con un 51,3%, en segundo lugar se encuentra el consumo destinado a la iluminación con un 40%, en tercer lugar se ubica el consumo destinado a la TV y sonido

con un 8% y en cuarto lugar se encuentran otros consumos con una participación de 0,7%, tal como se puede evidenciar en el Gráfico

Gráfico 90. Participación de equipos en el consumo de las instituciones del sector educativo



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

5.5.1 Consumo *actual* de energía eléctrica del sector institucional - educativo del Departamento de Nariño

En la Tabla 25 se muestra una clasificación del consumo promedio actual considerando los equipos eléctricos empleados, sus características y sus tiempos de uso.

Tabla 25. Consumo actual de energía eléctrica del sector institucional - educativo del departamento de Nariño

| Nariño | Capacidad | Capacidad | Número | Unidad | Servicio | Unidad | Subtotal Consumo (kWh/mes) | Consumo (kWh/mes) |
|--|-----------|-----------|--------|-----------------------|----------|---------|----------------------------|-------------------|
| Iluminación | | | | | | | | 97,2 |
| Incandescente | | 60 W | 6 | Puntos de iluminación | 2 | hr/día | 21,6 | |
| LFC | | 25 W | 6 | Puntos de iluminación | 4 | hr/día | 18,0 | |
| Fluorescente | T8 | 40 W | 8 | Puntos de iluminación | 6 | hr/día | 57,6 | |
| Equipos de Oficina | | | | | | | | 124,68 |
| Computadores | | 300 W | 5 | | 2 | hr/día | | 90,00 |
| Impresoras | | 150 W | 1 | | 1 | hr/día | | 4,50 |
| Modem | | 20 W | 1 | | 8 | hr/día | | 4,8 |
| Servidores | | 180 W | 1 | | 1,8 | hr/día | | 9,72 |
| Swicth | | 12 W | 1 | | 6 | hr/día | | 2,16 |
| UPS | | 300 W | 1 | | 1,5 | hr/día | | 13,5 |
| TV y Sonido | | | | | | | | 19,49 |
| Televisor | 21" | 70 W | 1 | | 24 | min/día | | 0,84 |
| Equipo de sonido | | 75 W | 1 | | 6,6 | min/día | | 14,85 |
| Radio | | 40 W | 1 | | 3 | hr/día | | 3,60 |
| DVD | | 25 W | 1 | | 16,2 | min/día | | 0,20 |
| Otros | | | | | | | | 1,62 |
| Otros aparatos eléctricos | | 400 W | 1 | | 8,1 | min/día | | 1,62 |
| Total Consumo Promedio Actual del sector Institucional-Educativo Departamento de Nariño | | | | | | | | 242,99 |

Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

Tabla 26. Consumo eficiente de energía eléctrica del sector institucional - educativo del departamento de Nariño

| Nariño | Capacidad | Capacidad | Número | Unidad | Servicio | Unidad | Subtotal Consumo (kWh/mes) | Consumo (kWh/mes) |
|---|-----------|-----------|--------|-----------------------|----------|---------|----------------------------|-------------------|
| Iluminación | | | | | | | | 55,8 |
| LFC | | 25 W | 6 | Puntos de iluminación | 2 | hr/día | 9,0 | |
| LFC | | 25 W | 6 | Puntos de iluminación | 4 | hr/día | 18,0 | |
| LED | T8 | 20 W | 8 | Puntos de iluminación | 6 | hr/día | 28,8 | |
| Equipos de Oficina | | | | | | | | 124,68 |
| Computadores | | 300 W | 5 | | 2 | hr/día | | 90,00 |
| Impresoras | | 150 W | 1 | | 1 | hr/día | | 4,50 |
| Modem | | 20 W | 1 | | 8 | hr/día | | 4,8 |
| Servidores | | 180 W | 1 | | 1,8 | hr/día | | 9,72 |
| Switch | | 12 W | 1 | | 6 | hr/día | | 2,16 |
| UPS | | 300 W | 1 | | 1,5 | hr/día | | 13,5 |
| TV y Sonido | | | | | | | | 19,49 |
| Televisor | 21" | 70 W | 1 | | 24 | min/día | | 0,84 |
| Equipo de sonido | | 75 W | 1 | | 6,6 | min/día | | 14,85 |
| Radio | | 40 W | 1 | | 3 | hr/día | | 3,60 |
| DVD | | 25 W | 1 | | 16,2 | min/día | | 0,20 |
| Otros | | | | | | | | 1,62 |
| Otros aparatos eléctricos | | 400 W | 1 | | 8,1 | min/día | | 1,62 |
| Total Consumo Promedio Eficiente del sector Institucional-Educativo Departamento de Nariño | | | | | | | | 201,59 |

Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

5.5.2 Consumo *eficiente* de energía eléctrica del sector institucional - educativo del Departamento de Nariño

Las medidas de eficiencia energética para el sector institucional - educativo consisten en el cambio de luminarias incandescentes por luminarias LED y LFC, como se presenta en la siguiente tabla de sustituciones recomendadas.

Tabla 27. Medidas de eficiencia energética para el sector institucional - educativo del departamento de Nariño

| Equipo | Medida a implementar en el Departamento de Nariño Sector Institucional - Educativo |
|---------------|--|
| Iluminación | Cambio de incandescentes de 60 W por LFC 25 W Cambio de lámparas tubulares T8 de 40 W por lámparas LED T8 de 20W. |

Las medidas de eficiencia energética resultan en una reducción del consumo de energía eléctrica de 242,99 kWh/mes a 201,59 kWh/mes, una reducción de 41,4 kWh/mes que representa 17% del consumo actual. Esta reducción del consumo corresponde 42,5% a medidas en iluminación. Las Tablas 28 y 29 presentan el cálculo detallado del consumo eficiente en el sector institucional.

5.5.3 Inversión inicial de las medidas de eficiencia energética para el sector institucional – educativo del departamento de Nariño

Tabla 28. Costo empleado de equipos requeridos para implementar las medidas de eficiencia energética

| Equipo | Medida a implementar en el Departamento de Nariño Institucional – Educativo | Costo Unitario (\$) |
|---|--|----------------------------|
| Iluminación | Cambio de incandescentes de 60 W por LFC 15 W | \$ 48.000 |
| | Cambio de lámparas tubulares T8 de 40 W por lámparas LED T8 de 20W. | \$ 160.000 |
| Inversión Inicial Sector Institucional - Educativo | | \$208.0000 |

La inversión inicial para adquirir los equipos necesarios para implementar las medidas No.1 y 2 de eficiencia energética suman un total de \$208.000. A continuación se presentan los totales y porcentajes de ahorro tanto en kWh/mes como en dinero. Para el

cálculo del ahorro en dinero se tiene en cuenta el costo unitario de prestación del servicio de energía eléctrica tarifas para usuarios regulados en el departamento de Nariño²⁶.

²⁶ Costos al 26 de febrero de 2014 otorgado por Centrales Eléctricas de Nariño –CEDENAR.

Tabla 29. Medidas de eficiencia energética sector institucional – educativo

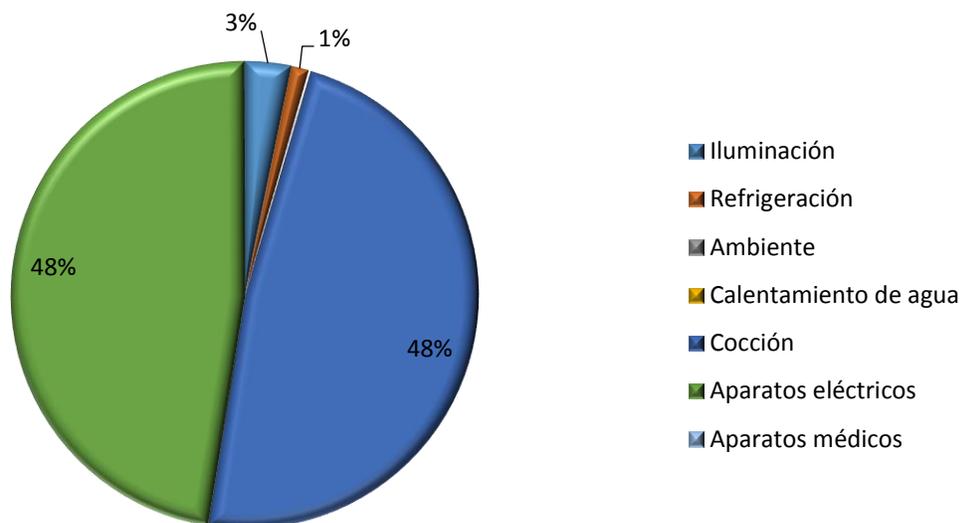
| Reemplazo | Unidades | Reducción consumo | | Valor de Ahorro Mes | | Inversión | Vida Útil | Beneficio/Costo | VNA | TIR | Periodo Recuperación Meses |
|---|-----------|-------------------|-------------|---------------------|---------------|-------------------|-----------|-----------------|-------------------|---------------------|----------------------------|
| | | kWh/mes | % | \$ | % | | Meses | | \$ | % | |
| Incandescentes de 60 W >LFC 25 W | 6 | 12,6 | 30,4% | \$ 4.052 | 30,4% | \$ 48.000 | 96 | 5,6 | \$ 198.676 | 101% | 11,85 |
| Tubulares T8 de 40 W > lámparas LED T8 de 20W. | 8 | 28,8 | 69,6% | \$ 9.261 | 69,6% | \$ 160.000 | 96 | 3,86 | \$ 409.219 | 68% | 17,3 |
| | 14 | 41,4 | 100% | \$ 13.313 | 100,0% | \$ 208.000 | | 4,86 | 716.942,61 | 331,1 4% | 15,62 |
| Supuestos Tasa de Descuento 12% Tarifa de energía \$321,57 | | | | | | | | | | | |

La evaluación realizada a cada una de las alternativas de eficiencia energética planteadas indica que las tres medidas son factibles tanto de manera individual como aplicando las tres estrategias de manera conjunta, los tiempos de recuperación de la inversión inicial son de 12, 17 y 16 meses respectivamente. Aplicando las tres estrategias simultáneamente se recuperaría la inversión inicial en un periodo de 16 meses.

6. COMPARATIVOS DE CONSUMO ENERGÉTICO POR FUENTES Y USOS EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO

Al analizar los tres sectores identificados en el departamento de Nariño se puede establecer que el consumo total del departamento de Nariño en mega calorías al mes es de 536.389.703, donde el mayor aporte proviene del proceso de cocción y aparatos eléctricos, cada uno con el 48% del consumo total.

Gráfico 91. Consumo total del departamento por uso en Mcal/mes



Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

Como era de esperarse, el mayor consumo por unidad de muestreo es el sector industrial, y si se tiene en cuenta la fuente de energía, es la leña la que mayor aporte hace al consumo del departamento.

Por otra parte evaluando solo el consumo de energía eléctrica se obtuvo como consumo total de los tres sectores 319.367.058 KWh/Mes, siendo el sector institucional el que más consume (por los aparatos eléctricos), posteriormente se encuentra el sector residencial (por la iluminación) y por último el sector comercial, que al igual que el institucional, presenta mayor consumo por electrodomésticos. En los tres sectores los televisores CRT toman gran importancia al igual que los aparatos utilizados para el proceso de refrigeración.

En la tabla 30 se pueden apreciar las diferencias entre los consumos de energía eléctrica de los tres sectores, junto con los procesos más significativos que determinan el consumo final.

Tabla 30. Consumo de energía eléctrica por sector y proceso en Nariño

| Consumo energía eléctrica por proceso en kWh/mes | | | | | | | |
|---|----------------------|-----------------|------------------------------|----------------|----------------------------|-------------------------|------------------------|
| Iluminación | Refrigeración | Ambiente | Calentamiento de agua | Cocción | Aparatos eléctricos | Aparatos médicos | Consumo kWh/Mes |
| SECTOR INSTITUCIONAL | | | | | | | |
| 8.465.613 | 1.180.862 | 177.470 | 19.296 | 16.249 | 286.359.752 | 238.962 | 296.458.204 |
| SECTOR RESIDENCIAL | | | | | | | |
| 5.066.357 | 4.899.569 | 92.297 | 419.069 | 332.813 | 3.935.975 | | 14.746.079 |
| SECTOR COMERCIAL | | | | | | | |
| 1.040.068 | 1.137.004 | 117.236 | 10.860 | 331.284 | 5.526.323 | | 8.162.774 |

Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

7. INDICADORES ENERGÉTICOS DEL DESARROLLO SOSTENIBLE

El desarrollo sostenible es comprendido como el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad para que futuras generaciones puedan satisfacer sus propias necesidades. En la ejecución de ese tipo de desarrollo, es un objetivo fundamental que la población cuente con un servicio de energía adecuado y asequible como pilar para alcanzar el bienestar social y económico de la población, como una condición para disminuir los niveles de pobreza y mejorar la calidad de vida de la comunidad.

Particularmente para contextos rurales, el acceso a la energía a través del uso de tecnología sostenible, es tan solo un medio a través del cual se pretende lograr una buena salud, mejores niveles de vida, energía sostenible y un medio ambiente que reciba menos riesgos y desechos.

A manera de información que permita debatir y comprender el tema energético con el desarrollo sostenible, en esta sección se presentan algunos indicadores básicos del conjunto de indicadores energéticos del desarrollo sostenible (IEDS) realizados en el marco del Plan de Energización Rural Sostenible para el departamento de Nariño –PERSN. Los indicadores se encuentran estructurados en dimensiones, temas y subtemas de conformidad con el marco conceptual empleado por la Comisión de Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible.

El cálculo y aproximación de los indicadores propuestos a continuación se realizaron teniendo en cuenta la información que arrojó el sistema de encuestas de consumo y usos de energía como un insumo para el Sistema de Información para el Plan de Energización Rural Sostenible – SIPERSN. En las siguientes tablas se encontrarán nueve indicadores, clasificados en tres dimensiones (social, económica y ambiental) que se subdividen a su vez en 4 temas y 7 subtemas.

7.1 Dimensión Social

La disponibilidad de energía tiene una repercusión directa sobre la pobreza, las oportunidades de empleo, la educación, la transición demográfica, la contaminación en ambientes cerrados y la salud, y posee implicaciones relacionadas con el género y la edad. Dependiendo de los niveles de pobreza de los territorios, por ejemplo, se requieren más horas para disponer de la leña o demás fuentes primarias para preparar la comida y calentarse en los hogares. Las mujeres participan en gran medida de dicha actividad, dedicando gran parte de su tiempo, en otras situaciones cuando en el comercio se puede adquirir carbón que absorbe una parte importante de ingreso mensual de las familias. Adicionalmente, el equipamiento y ventilación inadecuada implican que esos combustibles quemados dentro de la casa, pueden originar un alto nivel de enfermedades y muertes, debido a la contaminación atmosférica y los incendios que se pueden presentar.

Los ejemplos ilustrados sirven para explicar el tema de Equidad dentro del ámbito social. La equidad social es uno de los pilares del desarrollo sostenible que incluye la imparcialidad y universalidad con que se distribuyen los recursos energéticos, se facilita el acceso a los

sistemas de energía y se formulan tarifas de precios para garantizar la asequibilidad, considerando la energía como un servicio al alcance de todos y con precios justos.

Los indicadores de equidad incluyen los subtemas de accesibilidad, asequibilidad y disparidades, explicados y calculados con los datos de las encuestas residenciales en la Tabla 31 y Tabla 3232.

Tabla 31. Indicadores sociales en el tema de equidad, subtemas accesibilidad y asequibilidad.

| Tema | Subtema | Subregión | Indicador Energético | | Descripción |
|------------|---------------|------------------------|----------------------|-------------|--|
| Equidad | Accesibilidad | Pie de Monte Costero | SOC1 | 2,9% | Porcentaje de viviendas sin electricidad o energía comercial, o muy dependientes de energías no comerciales. |
| | | Occidente | | 0,0% | |
| | | Pacífico Sur | | 7,5% | |
| | | Ex Provincia de Obando | | 0,6% | |
| | | Cordillera | | 4,7% | |
| | | Centro | | 0,0% | |
| | | Sanquianga | | 30,9% | |
| | | Sabana | | 1,5% | |
| | | Río Mayo | | 1,4% | |
| | | Telembí | | 32,8% | |
| | | Abades | | 1,5% | |
| | | Juanambú | | 1,1% | |
| | | Guambuyaco | | 0,9% | |
| | Asequibilidad | Pie de Monte Costero | SOC2 | \$ 23.344,7 | Ingresos por vivienda mensual dedicado al pago de electricidad |
| | | Occidente | | \$ 13.005,4 | |
| | | Pacífico Sur | | \$ 48.432,1 | |
| | | Ex Provincia de Obando | | \$ 16.178,3 | |
| | | Cordillera | | \$ 14.172,4 | |
| | | Centro | | \$ 21.179,7 | |
| | | Sanquianga | | \$ 10.666,7 | |
| | | Sabana | | \$ 14.481,2 | |
| | | Río Mayo | | \$ 17.756,7 | |
| | | Telembí | | \$ 72.535,2 | |
| Abades | | \$ 9.097,6 | | | |
| Juanambú | | \$ 14.434,7 | | | |
| Guambuyaco | \$ 16.115,0 | | | | |

Tabla 32. Indicadores en tema de equidad, subtema disparidades.

| Tema | Subtema | Indicador energético | Descripción | Nivel de Ingresos/ Subregión | Pie de Monte Costero | Occidente | Pacífico Sur | Ex Provincia de Obando | Cordillera | Centro | Sanquianga |
|---------|--------------|----------------------|--|------------------------------|----------------------|-----------|--------------|------------------------|------------|--------|------------|
| Equidad | Disparidades | SOC3 | Uso promedio de energía en los hogares por grupo de ingresos kWh/mes | Hasta 100000 | 48,01 | 39,93 | 86,28 | 27,45 | 36,93 | 42,25 | 27,08 |
| | | | | Entre 100001 y 150000 | 57,82 | 46,86 | 60,04 | 41,83 | 44,00 | 36,42 | 28,75 |
| | | | | Entre 150001 y 200000 | 88,53 | 67,40 | 60,42 | 59,31 | 60,18 | 58,85 | 27,69 |
| | | | | Entre 200001 y 250000 | 80,28 | 48,34 | 80,51 | 42,53 | 57,77 | 37,59 | 37,32 |
| | | | | Entre 250001 y 500000 | 132,46 | 68,51 | 87,55 | 95,45 | 76,61 | 68,03 | 43,79 |
| | | | | Entre 500001 y 750000 | 114,23 | 88,54 | 108,02 | 74,21 | 78,52 | 72,62 | 62,21 |
| | | | | Entre 750001 y 1000000 | 115,71 | 109,75 | 107,71 | 132,40 | 76,83 | 117,07 | 45,89 |
| | | | | Entre 1000001 y 1500000 | 244,87 | 79,17 | 108,70 | 135,28 | 102,96 | 118,62 | 36,00 |
| | | | | Entre 1500001 y 2000000 | | | 139,81 | | 123,07 | | |
| | | | | Entre 2000001 y 3000000 | 94,09 | | | 176,49 | 36,63 | | |
| | | | | Entre 3000001 y 5000000 | | | | | 128,15 | 69,85 | 53,42 |
| | | | | Más de 5000000 | | | | 22,80 | 65,45 | | |

| Tema | Subtema | Indicador energético | Descripción | Nivel de Ingresos/Subregión | Sabana | Río Mayo | Telembí | Abades | Juanambú | Guambuyaco |
|----------------|--------------|----------------------|--|-----------------------------|--------|----------|---------|--------|----------|------------|
| Equidad | Disparidades | SOC3 | Uso promedio de energía en los hogares por grupo de ingresos kWh/mes | Hasta 100000 | 45,28 | 24,99 | 40,99 | 31,35 | 30,29 | 32,45 |
| | | | | Entre 100001 y 150000 | 51,89 | 29,24 | 64,59 | 24,27 | 38,72 | 70,39 |
| | | | | Entre 150001 y 200000 | 39,83 | 67,71 | 70,60 | 37,33 | 34,92 | 55,48 |
| | | | | Entre 200001 y 250000 | 45,56 | 67,06 | 60,46 | 50,58 | 45,34 | 64,92 |
| | | | | Entre 250001 y 500000 | 60,17 | 66,14 | 76,25 | 49,85 | 64,42 | 89,63 |
| | | | | Entre 500001 y 750000 | 83,37 | 56,15 | 89,25 | 51,68 | 90,11 | 158,90 |
| | | | | Entre 750001 y 1000000 | 72,26 | 124,99 | 117,24 | 85,64 | 116,08 | 115,97 |
| | | | | Entre 1000001 y 1500000 | 74,12 | 129,77 | 132,66 | 75,52 | 69,95 | 154,57 |
| | | | | Entre 1500001 y 2000000 | 140,71 | 132,34 | 88,00 | 73,82 | 94,54 | 193,93 |
| | | | | Entre 2000001 y 3000000 | | 134,12 | | 133,45 | | |
| | | | | Entre 3000001 y 5000000 | | | | | 39,37 | |
| Más de 5000000 | | | | | | | | | | |

Fuente: Encuestas de consumos y usos de energía PERS – 2013.

7.2 Dimensión Económica

Las economías dependen de un suministro de energía seguro y adecuado para avanzar en los distintos sectores productivos que se desarrollen en una región. Todos los sectores de la economía – residencial, comercial, transporte, servicios y agricultura – exigen servicios de energías más modernos, dichos servicios deben ser eficientes para afrontar el desarrollo socioeconómico a nivel local, elevando la productividad y promoviendo la generación local de ingresos.

Los indicadores económicos aquí presentados se ubican en el tema de Patrones de Uso y a su vez se subdividen en dos subtemas Uso Global y Ahorro. La Tabla , presenta el cálculo de los indicadores para cada subregión.

Tabla 33. Indicadores económicos, tema de patrones de uso, subtemas de uso global y ahorro.

| Tema | Subtema | Subregión | Indicador Energético | | Descripción |
|-----------------|------------------------|------------------------|----------------------|-------|--|
| Patrones de Uso | Uso Global | Pie de Monte Costero | ECO1 | 7,63 | Uso de energía per cápita/día en mega calorías en todos los procesos |
| | | Occidente | | 12,13 | |
| | | Pacífico Sur | | 3,97 | |
| | | Ex Provincia de Obando | | 7,85 | |
| | | Cordillera | | 7,07 | |
| | | Centro | | 8,49 | |
| | | Sanquianga | | 9,94 | |
| | | Sabana | | 9,08 | |
| | | Río Mayo | | 10,40 | |
| | | Telembí | | 6,17 | |
| | | Abades | | 8,70 | |
| | | Juanambú | | 7,62 | |
| | | Guambuyaco | | 9,06 | |
| | | Pie de Monte Costero | | ECO2 | |
| | Occidente | 0,44 | | | |
| | Pacífico Sur | 0,70 | | | |
| | Ex Provincia de Obando | 0,41 | | | |
| | Cordillera | 0,45 | | | |
| | Centro | 0,48 | | | |
| | Sanquianga | 0,28 | | | |

| | | | | | | |
|------------|------------|------------------------|------------------------|-----------------|-----------------|--|
| | | Sabana | | 0,41 | | |
| | | Río Mayo | | 0,41 | | |
| | | Telembí | | 0,53 | | |
| | | Abades | | 0,34 | | |
| | | Juanambú | | 0,40 | | |
| | | Guambuyaco | | 0,51 | | |
| | | Pie de Monte Costero | ECO3 | 5,584 | | Uso de energía por consumo de leña per cápita/día en mega calorías |
| | | Occidente | | 11,495 | | |
| | | Pacífico Sur | | 2,402 | | |
| | | Ex Provincia de Obando | | 6,776 | | |
| | | Cordillera | | 5,968 | | |
| | | Centro | | 7,258 | | |
| | Sanquianga | 9,154 | | | | |
| | Sabana | 7,986 | | | | |
| | Río Mayo | 9,603 | | | | |
| | Telembí | 4,895 | | | | |
| | Abades | 8,041 | | | | |
| | Juanambú | 6,873 | | | | |
| | Guambuyaco | 7,204 | | | | |
| | Ahorro | ADCL [\$] | Pie de Monte Costero | \$ | 115.030.588,2 | Ahorro Disminución Consumo Leña [\$] |
| | | | Occidente | \$ | 604.752.941,2 | |
| | | | Pacífico Sur | \$ | 357.274.752,9 | |
| | | | Ex Provincia de Obando | \$ | 1.659.603.043,8 | |
| | | | Cordillera | \$ | 627.325.725,6 | |
| | | | Centro | \$ | 959.113.833,1 | |
| Sanquianga | | | \$ | 1.314.772.051,6 | | |
| Sabana | | | \$ | 683.113.209,2 | | |
| Río Mayo | | | \$ | 1.234.395.011,5 | | |
| Telembí | | | \$ | 538.273.817,0 | | |
| Abades | | | \$ | 1.104.270.222,2 | | |
| Juanambú | | | \$ | 1.016.497.254,6 | | |
| Guambuyaco | | | \$ | 443.358.608,7 | | |

7.3 Dimensión Ambiental

La producción, distribución y consumo de energía generan presiones sobre el ambiente a nivel local, regional y nacional. Los impactos ambientales dependen en gran medida de la forma como se produce y se utiliza la energía, de la combinación de combustibles, la estructura de los sistemas energéticos. Las emisiones de gases procedentes de la quema de combustibles fósiles contaminan la atmosfera. Las grandes hidroeléctricas pueden causar el encenagamiento de las aguas. Las turbinas eólicas pueden desfigurar un hermoso paisaje y la recogida de leña para actividades en los hogares acarrea la deforestación y la desertificación.

Los indicadores ambientales aquí presentados se dividen en el tema de Tierra y Atmosfera y a su vez se subdividen en dos subtemas Bosques y Cambio Climático. El cálculo se presenta en la Tabla 34.

Tabla 34. Indicadores ambientales, temas tierra y atmósfera, subtemas bosques y cambio climático

| Tema | Subtema | Subregión | Indicador Energético | | Descripción | Indicador Energético | |
|------------|---------|------------------------|----------------------------|-------------------|---|----------------------|--|
| Tierra | Bosques | Pie de Monte Costero | VLNCA [m ³] | 22323,21 | Volumen Leña No Consumida por Año [m ³] | 15,53 | Volumen Leña No Consumida por Año por vivienda [m ³] |
| | | Occidente | | 74860,72 | | 9,90 | |
| | | Pacífico Sur | | 36585,36 | | 8,19 | |
| | | Ex Provincia de Obando | | 184195,80 | | 8,88 | |
| | | Cordillera | | 68010,65 | | 8,67 | |
| | | Centro | | 138653,96 | | 11,57 | |
| | | Sanquianga | | 148447,70 | | 9,03 | |
| | | Sabana | | 72093,28 | | 8,44 | |
| | | Río Mayo | | 135420,20 | | 8,78 | |
| | | Telembí | | 58378,05 | | 8,68 | |
| | | Abades | | 104288,07 | | 7,56 | |
| | | Juanambú | | 90454,21 | | 7,12 | |
| | | Guambuyaco | | 49239,14 | | 8,88 | |
| | | Nariño | | 1182950,36 | | 8,88 | |
| | | Pie de Monte Costero | HCCL | 73,67 | Hectáreas consumidas como leña | 0,05 | Hectáreas consumidas como leña por vivienda |
| | | Occidente | | 247,04 | | 0,03 | |
| | | Pacífico Sur | | 120,73 | | 0,03 | |
| | | Ex Provincia de Obando | | 607,85 | | 0,03 | |
| | | Cordillera | | 224,44 | | 0,03 | |
| | | Centro | | 457,56 | | 0,04 | |
| | | Sanquianga | | 489,88 | | 0,03 | |
| | | Sabana | | 237,91 | | 0,03 | |
| | | Río Mayo | | 446,89 | | 0,03 | |
| | | Telembí | | 192,65 | | 0,03 | |
| | | Abades | | 344,15 | | 0,02 | |
| | | Juanambú | | 298,50 | | 0,02 | |
| Guambuyaco | 162,49 | 0,03 | | | | | |

| | | | | | | | |
|-----------|------------------|------------------------|------------------|-----------------------|---|-------------|---|
| | | Nariño | | 3903,74 | | 0,03 | |
| | | Pie de Monte Costero | AMAmt | \$ 10.048.874 | Ahorro en mitigación ambiental por menor tala | | |
| | | Occidente | | \$ 33.698.826 | | | |
| | | Pacífico Sur | | \$ 16.469.034 | | | |
| | | Ex Provincia de Obando | | \$ 82.916.413 | | | |
| | | Cordillera | | \$ 30.615.243 | | | |
| | | Centro | | \$ 62.415.588 | | | |
| | | Sanquianga | | \$ 66.824.272 | | | |
| | | Sabana | | \$ 32.453.052 | | | |
| | | Río Mayo | | \$ 60.959.898 | | | |
| | | Telembí | | \$ 26.279.094 | | | |
| | | Abades | | \$ 46.945.656 | | | |
| | | Juanambú | | \$ 40.718.291 | | | |
| | | Guambuyaco | | \$ 22.165.180 | | | |
| | | Nariño | | \$ 532.509.422 | | | |
| Atmosfera | Cambio Climático | Pie de Monte Costero | | DPCO2 [TonCO2] | | 6538,47 | Disminución Producción de CO2 [TonCO2] |
| | | Occidente | 21926,70 | | 2,90 | | |
| | | Pacífico Sur | 10715,85 | | 2,40 | | |
| | | Ex Provincia de Obando | 53950,95 | | 2,60 | | |
| | | Cordillera | 19920,32 | | 2,54 | | |
| | | Centro | 40611,75 | | 3,39 | | |
| | | Sanquianga | 43480,33 | | 2,65 | | |
| | | Sabana | 21116,12 | | 2,47 | | |
| | | Río Mayo | 39664,58 | | 2,57 | | |
| | | Telembí | 17098,93 | | 2,54 | | |
| | | Abades | 30545,98 | | 2,21 | | |
| | | Juanambú | 26494,04 | | 2,09 | | |
| | | Guambuyaco | 14422,14 | | 2,60 | | |
| | | Nariño | 346486,16 | | 2,60 | | |

8. BIBLIOGRAFÍA

DANE (2013). Proyecciones de población a nivel nacional, departamental y municipal.

Fajardo, Darío (2013). Análisis de sostenibilidad e indicadores en proyectos de soluciones energéticas. PERS. Universidad de Nariño.

Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO (2014). "1. UWET - Terminología Unificada Sobre Dendroenergía". En: Depósito de documentos de la FAO, disponible en: <http://www.fao.org/docrep/008/j0926s/j0926s06.htm>. Consultada Febrero 11 de 2014.

Gobernación de Nariño (2012). Plan de desarrollo departamental 2012 – 2015 "Nariño Mejor".

Gobernación de Nariño (2013). "Tumaco será piloto en la implementación de política subsidiaria al gas propano". Disponible en: http://narino.gov.co/historico/index.php?option=com_content&view=article&id=4326:tumaco-sera-piloto-en-la-implementacion-de-politica-subsidiaria-al-gas-propano&catid=1&Itemid=633. Consultado 20 de marzo de 2014.

OIEA, (2008). "Indicadores energéticos del desarrollo sostenible: directrices y metodologías". IAEA, AIE, EUROSTAT.

Organización Latinoamericana de Energía – OLADE (2004). Guía M-5. Metodología de conversión de unidades, SIEN.

Organización Latinoamericana de Energía – OLADE (2004). Guía M-3: Metodología de Inventario de Gases de Efecto Invernadero, SIEN.

Organización Latinoamericana de Energía - OLADE, (2005). "Metodología para la inclusión de Variables Sociales en la Formulación, Ejecución y Administración de Proyectos de Energía Rural".

PERS (2013). Encuestas de consumos y usos de energía – Sector Residencial. Universidad de Nariño, UPME, IPSE.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD (2011). Colombia rural razones para la esperanza. Informe Nacional de Desarrollo Humano 2011. Bogotá: INDH PNUD, septiembre.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD. (2013). Informe sobre Desarrollo Humano 2013. El ascenso del sur: Progreso humano en un mundo diverso. New York: PNUD.

Resolución No. 023 (2001, 20 de Febrero). Comisión de Regulación de Energía y Gas. Bogotá.

Revelo, Javier (2012). "Diseño de técnicas de control para corrección del factor de potencia en lámparas fluorescentes compactas y lámparas de LEDs", Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Colombia.

Unidad de Planeación Minero Energética – UPME (2007). Balances Energéticos 1975 – 2006. Ministerio de Minas y Energía. Bogotá.

Unidad de Planeación Minero Energética - UPME (2010). Plan indicativo de expansión de cobertura de energía eléctrica 2010-2014. Ministerio de Minas y Energía. Bogotá.

**Plan de Energización Rural Sostenible para
el Departamento de Nariño
(PERS-NARIÑO)**

Convenio Interinstitucional 110 de 2012

Universidad de Nariño

José Edmundo Calvache
RECTOR

Andrés Pantoja
COORDINADOR TÉCNICO PERS

Darío Fajardo
COORDINADOR ADMINISTRATIVO PERS

**Unidad de Planeación Minero Energética
(UPME)**

Ángela Cadena
DIRECTORA GENERAL

Olga Leandra Rey
COORDINADORA TÉCNICA PERS

Brenda Roncancio
COORDINADORA ADMINISTRATIVA PERS

**USAID, Programa de Energías Limpias para
Colombia (CCEP)**

José Eddy Torres
DIRECTOR GENERAL
COORDINADOR TÉCNICO PERS

Catalina Álvarez
SUBDIRECTORA
COORDINADORA ADMINISTRATIVA PERS

**Instituto de Planificación y Promoción de
Soluciones Energéticas para las Zonas no
Interconectadas (IPSE)**

Carlos Neira
DIRECTOR

Jairo Quintero
COORDINADOR TÉCNICO PERS