



UNIVERSIDAD TÉCNICA AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO MECÁNICO**

TEMA:

**“ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO DE LA DESCARBONIZACIÓN A
LARGO PLAZO (2010-2050) DEL SECTOR RESIDENCIAL DEL
ECUADOR, USANDO DATOS DE LOS IMPULSORES DE DEMANDA DE
ENERGÍA A UNA ALTA RESOLUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL”**

Autor: Dennis Mauricio Copara Allauca

Tutor: Ing. Mg. Cristian Fabián Pérez Salinas

AMBATO - ECUADOR
Enero – 2022

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Trabajo Experimental, previo a la obtención del Título de Ingeniero Mecánico, con el tema: **“ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO DE LA DESCARBONIZACIÓN A LARGO PLAZO (2010-2050) DEL SECTOR RESIDENCIAL DEL ECUADOR, USANDO DATOS DE LOS IMPULSORES DE DEMANDA DE ENERGÍA A UNA ALTA RESOLUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL”**, elaborado por el Sr. Dennis Mauricio Copara Allauca, portador de la cédula de ciudadanía: C.I. 050333168-8, estudiante de la Carrera de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente Trabajo Experimental es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Esta concluido en su totalidad.

Ambato, enero 2022

Ing. Mg. Cristian Fabián Pérez Salinas

TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, **Dennis Mauricio Copara Allauca**, con C.I. 050333168-8 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente Trabajo Experimental con el tema **“ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO DE LA DESCARBONIZACIÓN A LARGO PLAZO (2010-2050) DEL SECTOR RESIDENCIAL DEL ECUADOR, USANDO DATOS DE LOS IMPULSORES DE DEMANDA DE ENERGÍA A UNA ALTA RESOLUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL”**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, enero 2022



Dennis Mauricio Copara Allauca

C.I: 050333168-8

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo Experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo Experimental, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, enero 2022



Dennis Mauricio Copara Allauca

C.I: 0503331688

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Trabajo Experimental, realizado por el estudiante Dennis Mauricio Copara Allauca de la Carrera de Ingeniería Mecánica bajo el tema: **“ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO DE LA DESCARBONIZACIÓN A LARGO PLAZO (2010-2050) DEL SECTOR RESIDENCIAL DEL ECUADOR, USANDO DATOS DE LOS IMPULSORES DE DEMANDA DE ENERGÍA A UNA ALTA RESOLUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL”**.

Ambato, enero 2022

Para constancia firman:

Ing. Mg. Christian Byron Castro Miniguano
Miembro Calificador

Ing. Mg. César Hernán Arroba Arroba
Miembro Calificador

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico con mucho respeto a Dios, por darme la vida y ser guía durante toda mi formación profesional.

A mis padres Leonel y Elvia, quienes incondicionalmente me brindaron su amor y apoyo incondicional para culminar con mis estudios universitarios. A ellos, que no escatimaron esfuerzo alguno para darme siempre lo mejor, su dedicación nunca permitió que me rinda durante el transcurso de mi carrera.

A mis hermanos Mireya, Marlon, Kerly, que con sus consejos y enseñanzas me motivaron para poder cumplir con mis metas.

Dennis Copara

AGRADECIMIENTO

Por medio de estas líneas quiero expresar mi agradecimiento a todas las personas que me brindaron su ayuda para lograr culminar la presente investigación.

A mis queridos padres, que siempre han estado en los momentos buenos y difíciles. A mis hermanos, familia y amigos, que constantemente me dedicaron palabras de motivación para seguir adelante.

A la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, quien me acogió y formó como persona y profesional. Agradecer a todos los docentes por haber impartido sus conocimientos y experiencias.

Mi gratitud a mis tutores de tesis, el Ing. Mg. Cristian Pérez Salinas y el Ing. Diego Moya por ser el guía durante el desarrollo de mi trabajo experimental, ya que gracias a sus enseñanzas logré conseguir la culminación de este.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xvi
RESUMEN.....	xviii
ABSTRACT	xix
CAPITULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Antecedentes Investigativos	1
1.1.1. Antecedentes	1
1.1.2. Justificación	2
1.2. Objetivos.....	3
1.2.1. Objetivo General.....	3
1.2.2. Objetivos Específicos	3
1.3. Fundamentación Teórica	4
1.3.1. Contaminación y cambio climático	4
1.3.2. Descarbonización.....	5
1.3.2.1. Factores que afectan el comportamiento de la inversión en descarbonización	6
1.3.3. Energía, sociedad y ambiente	6
1.3.3.1. Crecimiento de la demanda de energía	7
1.3.3.2. Consumo de energía en el sector residencial	8
1.3.3.3. Sectores emisores y descarbonizables.....	9
1.3.4. Análisis técnico.....	10
1.3.5. Análisis económico.....	10
1.3.6. Sistemas de Información Geográfica (SIG).....	10

1.3.6.1. Resolución espacial.....	13
1.3.6.2. Resolución temporal.....	13
1.3.7. Las vías socioeconómicas compartidas (SSP)	13
1.3.7.1. SSP1: Sostenibilidad (tomar el camino verde)	14
1.3.7.2. SSP2: Mitad del camino.....	14
1.3.7.3. SSP3: Rivalidad regional	15
1.3.7.4. SSP4: Desigualdad	15
1.3.7.5. SSP5: Desarrollo impulsado por combustibles fósiles	15
1.3.8. Impulsores de la demanda de energía.....	16
1.3.8.1. Producto Interno Bruto.....	16
1.3.8.2. Población.....	17
1.3.8.3. Índice de Desarrollo Humano (IDH).....	17
1.3.9. Modelado Basado en Agentes (MBA).....	18
1.3.9.1. Los agentes y sus atributos.....	19
1.3.10. Modelo de Evaluación Integrado (MEI).....	20
1.3.10.1. Entorno de Simulación de Sistemas de Energía Modular (MUSE)	21
1.3.10.2. Módulo del Sector Residencial (MSR)	22
1.3.11. Capacidad Instalada	23
1.3.12. Demanda de energía.....	23
1.3.13. Consumo de energía.....	23
1.3.14. Suministro de energía	24
1.3.15. Eficiencia Energética	24
1.3.16. Valor Actual Neto (VAN).....	24
1.3.17. Gastos de Capital (CAPEX)	24
1.3.17.1. CAPEX de mantenimiento.....	24
1.3.17.2. CAPEX de crecimiento.....	24
1.3.18. Gastos operacionales (OPEX)	24
1.3.19. Costo Estandarizado de Electricidad (LCOE)	25
1.3.20. Costo Anual Equivalente (EAC).....	25
1.3.21. Costos de Emisiones	25
1.3.22. Costos Fijos.....	25
1.3.23. Costos Variables	25
1.3.24. Costos de Combustibles.....	25

CAPITULO II	26
METODOLOGÍA	26
2.1. Diseños de la investigación	26
2.2. Enfoque.....	26
2.3. Métodos	27
2.3.1. Método teórico	27
2.3.2. Método cuantitativo	27
2.3.3. Métodos de análisis y síntesis	28
2.3.4. Método de la modelación	28
2.4. Población y muestra	28
2.4.1. Población.....	28
2.4.2. Muestra y muestreo	29
2.5. Técnicas de recolección de datos	30
2.6. Instrumentos de recolección de datos.....	31
2.7. Técnicas de procesamiento de datos.....	31
2.8. Herramientas para procesamiento de datos	31
2.9. Materiales	32
2.9.1. Computador.....	32
2.9.2. Software QGIS, R-Studio y sus paquetes	32
2.10. Diagrama de la metodología general	33
2.11. Hipótesis de estudio.....	37
2.11.1. Señalamiento de variables de la hipótesis.....	37
2.11.2. Operacionalización de las variables.....	38
2.11.2.1. Variable Dependiente.....	38
2.11.2.2. Variable Independiente	38
2.12. Plan de recolección y calibración de información.....	39
2.12.1. Recolección y calibración de la población espacio-temporal a 1 km ² 40	
2.12.2. Recolección y calibración del Producto Interno Bruto (PIB) espacio- temporal a 1km ²	41
2.12.3. Recolección y calibración del Índice de Desarrollo Humano (IDH) 41	
2.12.4. Proyección de la población del Ecuador 2020-2050	46
2.12.5. Proyección del Producto Interno Bruto 2020-2050.....	47

2.12.6. Caracterización de los agentes de consumo energético en el sector residencial del Ecuador basados en una encuesta y Sistema Geográficos de Información.	47
2.12.7. Simulación MUSE.....	51
CAPITULO III.....	54
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	54
3.1. Resultados Obtenidos	54
3.1.1. Población ecuatoriana calibrada y distribuida espacialmente a una resolución de 1km ² entre el 2010 y 2020.....	54
3.1.2. Producto Interno Bruto ecuatoriano calibrado y distribuido espacialmente a una resolución de 1km ² entre el 2010 y 2020.	55
3.1.3. Producto Interno Bruto Per Cápita ecuatoriano calibrado y distribuido espacialmente a una resolución de 1km ² entre el 2010 y 2020.	56
3.1.4. Índice de Desarrollo Humano ecuatoriano calibrado y distribuido espacialmente a una resolución de 1km ² entre el 2010 y 2020.	58
3.1.5. Interpretación de los resultados de la encuesta.	59
3.1.6. Identificación y ubicación geográfica de los agentes	140
3.1.7. Modelo basado en agentes caracterizado mediante encuesta	141
3.1.8. Validación de la demanda de energía en el sector residencial en el Ecuador actual y el largo plazo entre 2010 y 2050.....	142
3.1.9. Proyecciones de la población y el producto interno bruto del Ecuador a largo plazo 2010-2100 basado en trayectorias socioeconómicas compartidas (SSP).....	144
3.1.10. Tecnologías y combustibles para el calentamiento de espacios.	147
3.1.11. Resultados de la simulación energética en MUSE para el calentamiento de espacios en hogares del sector residencial.	154
3.2. Verificación de Hipótesis	171
CAPÍTULO IV.....	174
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	174
4.1. Conclusiones.....	174
4.2. Recomendaciones	176
BIBLIOGRAFÍA.....	177
ANEXOS.....	184

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. La evolución de la temperatura media global en °C [11].	5
Figura 2. Implicaciones de diferentes enfoques para calcular las emisiones agregadas de gases de efecto invernadero en un camino hacia cero emisiones [11].	5
Figura 3. Sectores de Energía [15].	6
Figura 4. Intensidad energética (BEP/ miles USD 2007) [7].	7
Figura 5. Evolución de la demanda de energía por sector [7].	8
Figura 6. Consumo de energía por fuente [7].	8
Figura 7. Evolución de las emisiones de GEI por actividad [7].	9
Figura 8. Emisiones de GEI por fuente (%) [7].	9
Figura 9. Esquema de componentes de un SIG [23].	11
Figura 10. Modelos vectorial y ráster [23].	11
Figura 11. Entorno de trabajo en Software QGIS.	12
Figura 12. Entorno de trabajo del Software R.	12
Figura 13. Resolución Espacial: (a)1m, (b)10m, (c)30m, (d)250m [23].	13
Figura 14. Desafíos socioeconómicos para la adaptación y mitigación [25].	14
Figura 15. Modelo de Evaluación Integrado [35].	21
Figura 16. Regiones MUSE [35].	21
Figura 17. Equilibrio energético MUSE [35].	22
Figura 18. Integración de MSR e interacción con el Algoritmo de Compensación del Mercado (ACM) [3].	23
Figura 19. Recolección y tabulación de los impulsores de la demanda de energía en el sector residencial.	40
Figura 20: Metodología modelado basado en agentes en el sector residencial.	47
Figura 21. Diagrama de simulación MUSE.	51
Figura 22. Densidad Poblacional [69].	54
Figura 23. Densidad Poblacional en Guayaquil.	55
Figura 24. Producto Interno Bruto.	55
Figura 25. Producto Interno Bruto Per Cápita.	56
Figura 26. Producto Interno Bruto Per Cápita en Quito.	57
Figura 27. Índice de Desarrollo Humano.	58
Figura 28. Índice de Desarrollo Humano en Azuay.	59

Figura 29. Distribución porcentual de rangos de edad en las que se encuentra la población en las diferentes clases de ingreso.....	60
Figura 30. Distribución porcentual de las ocupaciones por clases de ingreso.....	63
Figura 31. Distribución porcentual de las encuestas recolectadas por provincia y clases de ingresos.....	68
Figura 32. Distribución porcentual del número de cantones encuestados en cada provincia.....	70
Figura 33. Distribución porcentual del número de los integrantes del hogar por clases de ingreso.....	72
Figura 34. Distribución porcentual del nivel de educación del integrante del hogar con mayor ingreso.....	74
Figura 35. Distribución porcentual del número de niños en el hogar por clases de ingreso.....	76
Figura 36. Distribución porcentual del número de adultos de un hogar por clases de ingreso.....	78
Figura 37. Distribución porcentual de los ingresos máximos de un hogar por clases de ingreso.....	80
Figura 38. Distribución porcentual de la zona de vivienda por clases de ingreso.....	81
Figura 39. Distribución porcentual del tipo de vivienda por clases de ingreso.....	84
Figura 40. Distribución porcentual del tipo de propiedad por clases de ingreso.....	86
Figura 41. Distribución porcentual de tecnología de ventilación por clases de ingreso.....	90
Figura 42. Distribución porcentual de tecnología de calefacción por clases de ingreso.....	93
Figura 43. Distribución porcentual de tecnología de calentamiento de agua por clases de ingreso.....	97
Figura 44. Distribución porcentual de tecnologías para cocinar por clases de ingreso.....	100
Figura 45. Distribución porcentual de factura mensual de menor consumo de luz eléctrica por clases de ingreso.....	102
Figura 46. Distribución porcentual de la factura mensual de mayor consumo de luz de luz eléctrica por clases de ingreso.....	104

Figura 47. Distribución porcentual del pago mensual del consumo de tanques de gas doméstico por clases de ingreso.....	106
Figura 48. Distribución porcentual del costo de mantenimiento de tecnología por clases de ingreso.....	108
Figura 49. Distribución porcentual de la factura de instalación de tecnología por clases de ingreso.....	110
Figura 50. Distribución porcentual de las características a considerar al adquirir o renovar un sistema o equipo de calefacción y/o ventilación para su hogar por clases de ingreso.	112
Figura 51. Distribución porcentual del tiempo adecuado para instalación de un sistema de calefacción por clases de ingreso.	114
Figura 52. Distribución porcentual del tiempo adecuado para instalación de un sistema de ventilación por clases de ingreso.....	116
Figura 53. Distribución porcentual de los objetivos al modernizar un equipo de calefacción y ventilación por clases de ingreso.	126
Figura 54. Distribución porcentual de los objetivos al considerar adquirir un equipo de calefacción y/o ventilación nuevos por clases de ingreso.	137
Figura 55. Distribución porcentual de las estrategias de decisión por clases de ingreso.....	140
Figura 56. Identificación y ubicación de los agentes por clases de ingreso.....	140
Figura 57. Demanda de energía eléctrica 2010-2050.....	143
Figura 58. Relación proyecciones de Borja y MUSE.	143
Figura 59. Escenarios SSP de proyecciones de la población.	144
Figura 60. Escenarios SSP de proyección del Producto Interno Bruto.....	145
Figura 61. Demanda de energía por usos finales.	154
Figura 62. Demanda de energía por calentamiento de espacios en hogares.	155
Figura 63. Comparación del suministro de energía en usos finales en el sector residencial.	156
Figura 64. Comparación del suministro de energía para el calentamiento de espacios en hogares del sector residencial.....	158
Figura 65. Comparación del consumo de energía de tecnologías en el calentamiento de espacios en hogares del sector residencial.	160

Figura 66. Comparación de las emisiones de CO ₂ por el uso de energía para el calentamiento de espacios en hogares del sector residencial.	162
Figura 67. Comparación del consumo de combustible para el calentamiento de espacios en hogares del sector residencial.	164
Figura 68. Comparación del consumo de electricidad para el calentamiento de espacios en hogares del sector residencial.	166
Figura 69. Comparación del consumo de energía por tecnología para el calentamiento de espacios en hogares del sector residencial.	168
Figura 70. Comparación de los costos de capital por tecnología para el calentamiento de espacios en hogares del sector residencial.	170
Figura 71. Valor crítico del coeficiente de correlación [86].	173

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Enfoques para el cálculo del PIB [27].	17
Tabla 2. Definición de agentes [3].	19
Tabla 3. Distribución de las encuestas enfocadas en los impulsores socioeconómicos y demográficos.	30
Tabla 4. Operacionalización de la variable dependiente.	38
Tabla 5. Operacionalización de la variable independiente.	39
Tabla 6. Caracterización de la agente basada en los hallazgos de la encuesta.	48
Tabla 7. Rangos de edad en las que se encuentra la población en las diferentes clases de ingreso.	59
Tabla 8. Ocupaciones por clases de ingreso.	61
Tabla 9. Número de encuestas recolectadas en cada provincia por las clases de ingreso.	64
Tabla 10. Distribución porcentual del número de cantones encuestados en cada provincia.	68
Tabla 11. Integrantes del hogar de la familia por clases de ingreso.	70
Tabla 12. Nivel de educación del integrante con mayor ingreso en el hogar.	72
Tabla 13. Número de niños en el hogar por clases de ingreso.	75
Tabla 14. Número de integrantes adultos de un hogar por clases de ingreso.	77
Tabla 15. Ingresos mensuales por clases de ingreso.	79
Tabla 16. Zona de vivienda familiar por clases de ingreso.	80
Tabla 17. Tipo de vivienda por clases de ingreso.	82
Tabla 18. Tipo de propiedad por clases de ingreso.	85
Tabla 19. Tecnología de ventilación por clases de ingreso.	87
Tabla 20. Tecnología de calefacción por clases de ingreso.	91
Tabla 21. Tecnología de calentamiento de agua por clases de ingreso.	94
Tabla 22. Tecnología para cocinar por clases de ingreso.	98
Tabla 23. Factura mensual de menor consumo de luz eléctrica por clases de ingreso.	100
Tabla 24. Factura mensual de mayor consumo de luz de luz eléctrica por clases de ingreso.	102
Tabla 25. Pago mensual del consumo de tanques de gas doméstico por clases de ingreso.	104

Tabla 26. Costo de mantenimiento de tecnología por clases de ingreso.....	106
Tabla 27. Factura de instalación de tecnología por clases de ingreso.....	108
Tabla 28. Característica a considerar al adquirir o renovar un sistema o equipo de calefacción y/o ventilación para su hogar por clases de ingreso.....	111
Tabla 29. Tiempo adecuado para instalación de un sistema de calefacción por clases de ingreso.	113
Tabla 30. Tiempo adecuado para instalación de un sistema de ventilación por clases de ingreso.	115
Tabla 31. Característica principal al modernizar un equipo de calefacción y ventilación por clases de ingreso.....	117
Tabla 32. Característica secundaria al consideradas al modernizar un equipo de calefacción y ventilación por clases de ingreso.	120
Tabla 33. Característica terciaria al consideradas al modernizar un equipo de calefacción y ventilación por clases de ingreso.	123
Tabla 34. Característica principal al considerar adquirir un equipo de calefacción y ventilación por clases de ingreso.....	128
Tabla 35. Característica secundaria al considerar adquirir un equipo de calefacción y ventilación por clases de ingreso.....	131
Tabla 36. Característica terciaria al considerar adquirir un equipo de calefacción y ventilación por clases de ingreso.....	134
Tabla 37. Estrategia de decisión por clases de ingreso.	139
Tabla 38. Definición de agentes representativos para Ecuador.	141
Tabla 39. Demanda de energía eléctrica.	142
Tabla 40. Tecnologías para calefacción de espacios en el sector residencial.	147
Tabla 41. Combustibles para el uso en tecnologías para calefacción de espacios en el sector residencial.....	151
Tabla 42. Datos PIBpc y Emisiones de CO ₂	172
Tabla 43. Coeficiente de correlación r de Pearson mediante el software SPSS.	172

RESUMEN

Se realizó una investigación cuyo propósito fue el análisis técnico y económico de la descarbonización a largo plazo (2010-2050) del sector residencial en Ecuador, mediante impulsores de la demanda de energía a una distribución temporal por año (2010-2020) a una alta resolución espacial de 1 kilómetro cuadrado. Los impulsores fueron la densidad poblacional, el producto interno bruto (PIB) y el índice de desarrollo humano (IDH) del Ecuador.

En este estudio se aplicó el método enfocado en un modelo de evaluación integrada basado en agentes (MBA). Se utilizó como instrumento la encuesta dirigida al sector residencial relacionada al consumo energético para la caracterización de los agentes, mientras que para la calibración de datos espaciales de los impulsores de la demanda de energía se ocupó los Sistemas de Información Geográfica (SIG). El método de simulación que se utilizó es el Modular Energy Systems Simulation Environment (MUSE).

Se presentan dos tipos de resultados: la primera parte se enfocó en los datos de la distribución espacial de la densidad poblacional, el producto interno bruto, el índice de desarrollo humano, el producto interno bruto per cápita a una alta resolución espacial de 1 kilómetro cuadrado y resolución temporal anual desde 2010 al 2020. En la segunda parte se presentó los resultados generados por el simulador MUSE, mismo que muestra: el suministro, la demanda, el consumo, los combustibles, los costos de capital y las emisiones generadas por tecnología para el calentamiento de espacios en hogares del sector residencial, distribuida en 5 clases de ingresos.

Palabras claves: Descarbonización, simulación, MBA, SIG, MUSE.

ABSTRACT

The purpose of this research was the technical and economic analysis of the long-term decarbonization (2010-2050) of the residential sector in Ecuador, by means of energy demand drivers at a temporal distribution by year (2010-2020) at a high spatial resolution of 1 square kilometer. The drivers were population density, gross domestic product (GDP) and human development index (HDI) of Ecuador.

In this study, the method focused on an agent-based integrated assessment model (MBA) was applied. A survey of the residential sector related to energy consumption was used as an instrument to characterize the agents, while Geographic Information Systems (GIS) were used to calibrate the spatial data of the drivers of energy demand. The simulation method used is the Modular Energy Systems Simulation Environment (MUSE).

Two types of results are presented: the first part focused on the spatial distribution data of population density, gross domestic product, human development index, gross domestic product per capita at a high spatial resolution of 1 square kilometer and annual temporal resolution from 2010 to 2020. In the second part, the results generated by the MUSE simulator were presented, showing: supply, demand, consumption, fuels, capital costs and emissions generated by space heating technology in homes in the residential sector, distributed in 5 income classes.

Keywords: Decarbonization, simulation, MBA, GIS, MUSE.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes Investigativos

1.1.1. Antecedentes

Para efectuar este proyecto experimental, se estudió investigaciones previamente realizadas dentro y fuera del país. Actualmente existe una cantidad cada vez mayor de datos espaciales globales disponible de alta resolución que se utilizan para diversas evaluaciones. Sin embargo, los indicadores clave de desarrollo económico y humano todavía se proporcionan en bajas resoluciones tanto espaciales como temporales, principalmente a nivel nacional. También cabe destacar que todavía no se realizan investigaciones sobre la descarbonización y la proyección de la demanda de energía dentro del sector residencial, mediante modelos basado en agentes.

En el 2018 Matti Kummu [1] efectuó una investigación en la cual planteó una metodología mediante tres pasos: i) la recolección y tabulación de los datos de diferentes fuentes, ii) conversión de un dataframe a datos espaciales o vectoriales y iii) la conversión de datos vectoriales a ráster mediante el Software ArcMap 9.2. Donde se pudo ver que las estimaciones de error en la interpolación y extrapolación se proporcionan solo como indicaciones generales del nivel de confianza en los datos. El presente estudio presenta como resultados un conjunto de datos del producto interno bruto (PIB), PIB per cápita e índice de desarrollo humano (IDH) cuadrículados con una resolución de 5 minutos de arco, desde 1990 hasta 2015. Además, se presenta como resultado final el PIB total a una resolución de 30 segundos de arco para 1990, 2000 y 2015.

En el 2019 Julia Sach *et al.* [2] presenta una metodología para la estimación resuelta espacial y temporalmente de la calefacción global de espacios, el enfriamiento de espacios y calentamiento de agua. Combinando balances de energía, densidad de poblacional y datos de temperatura resueltos espacial y temporalmente para calcular estas demandas a una resolución de 1 km² para 165 países, los cuales representan el 99.96% de los consumidores mundiales de energía. Luego, aplica un algoritmo de agrupamiento de kmeans a estos datos para llegar a un conjunto de bandas de densidad de energía representativas para cada país, cada una de estas se desglosa en

demanda estacional y horaria. El resultado a escala global es el primer análisis auto consistente de estos tres usos finales de energía, desglosados en categorías de países y densidad de energía. Proporcionando información en formatos espaciales para capturar variaciones estacionales y diurnas de la demanda.

En el artículo [3] presentado por Julia Sachs *et al.* muestra una metodología enfocada en un modelo basado en agentes (MBA), el mismo que permitió obtener las características del consumidor de la energía que están relacionadas directamente a las decisiones de inversión energética. Incorpora el MBA dentro del módulo del sector residencial (MSR) en el entorno de simulación de sistemas de energía modular (MUSE). Proporciona como resultados el detalle de la demanda de energía futura en los usos finales de ventilación y calefacción de espacios, calentamiento de agua, iluminación y cocción en hogares. Permite la elección de tecnologías considerando la heterogeneidad socioeconómica y demográfica, así como los enfoques individuales.

En el artículo [4] presentado por Diego Moya *et al.* en el 2019 muestra una metodología enfocada en un modelo basado en agentes (MBA) del sector industrial caracterizada mediante una encuesta. Permitiendo obtener las características del consumidor de la energía, ya que estas están relacionadas directamente a las decisiones de inversión energética industrial. Además, incorpora el MBA dentro del entorno de simulación de sistemas de energía modular (MUSE), este sistema de evaluación integrado presenta una gama de resultados económicos y técnicos relacionados con la demanda de energía y contaminación mediante emisiones de CO₂.

1.1.2. Justificación

Los científicos a nivel mundial están trabajando para comprender el impacto potencial del consumo de energía del sector residencial, en el cambio climático y viceversa. Los edificios residenciales comprenden entre el 20% y el 40% del consumo total de energía de un país o región, dependiendo del desarrollo económico y de las características culturales y geográficas. La calefacción y la ventilación pueden representar hasta el 80% de la energía total consumida en los edificios para calentamiento de espacios, ventilación de espacios y calentamiento de agua [2], [5].

Han surgido modelos de sistemas de energía (MSE) enfocados en la ayuda a la comunidad investigadora, para la elaboración de escenarios lógicos y simular la

complejidad de los sectores energéticos de la economía global. Sin embargo, los desafíos actuales aún deben incluirse en los MSE, especialmente los desafíos de los sectores de energía de uso final (es decir, residencial, transporte e industria) [6].

Resulta de especial interés conocer los principales impulsores de demanda de energía a una alta resolución espacial y temporal, mediante un análisis técnico y económico de la descarbonización del sector residencial del Ecuador. Permitiendo adoptar medidas para garantizar el suministro energético para una demanda creciente, a nivel global pero también en numerosos países, como es el caso de Ecuador. Además, evitar el impacto ambiental negativo de la generación y uso de la energía, a su vez obliga a incrementar en el mayor grado posible la participación de las energías sostenibles y renovables en el esquema energético de cualquier comunidad como muestra el balance de energía 2020 del Ecuador [7]. La investigación busca proporcionar información que será útil a toda la comunidad educativa para mejorar el conocimiento de la descarbonización del sector residencial del Ecuador a largo plazo. El trabajo tiene una utilidad metodológica, ya que podrían realizarse futuras investigaciones que se pueden utilizar metodologías compatibles.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Analizar de forma técnica y económica de la descarbonización a largo plazo (2010-2050) del sector residencial del Ecuador, usando datos de los impulsores de demanda de energía a una alta resolución espacial y temporal.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Recolectar y calibrar datos espaciales y temporales del producto interno bruto (PIB) ecuatoriano de diferentes fuentes entre 2010 y 2020.

(Investigar set de datos del producto interno bruto (PIB), mediante fuentes nacionales y calibrarlos en datos espaciales a una resolución de 1 km²)

- Recolectar y calibrar datos de la distribución espacial de la población ecuatoriana de diferentes fuentes entre 2010 y 2020.

(Investigar set de datos de distribución espacial de la población, mediante fuentes internacionales y nacionales para calibrarlos a una resolución de 1 km²)

- Recolectar datos del índice de desarrollo humano (IDH) en el Ecuador entre 2010 y 2020.

(Investigar set de datos de los parámetros para el cálculo del índice de desarrollo humano (IDH), mediante fuentes nacionales y calibrarlos en datos espaciales 1 km²)

- Validar la proyección de la demanda de energía eléctrica en el sector residencial en el Ecuador entre los años 2010 y 2050.

(Investigar métodos para relación y validación de proyecciones del 2010 al 2050)

- Analizar el uso de tecnologías para el suministro de energía en el sector residencial.

(Realiza un análisis técnico y económico de las tecnologías de suministro de energía en el sector residencial del Ecuador desde el 2010 al 2050)

1.3. Fundamentación Teórica

1.3.1. Contaminación y cambio climático

El mundo emitió 38.02 Gigatoneladas de CO₂ en 2019 [8], siendo América Latina responsable de 1.68 Gigatoneladas de CO₂ que representa un 5% del total de contaminación a nivel mundial. Poniendo al Ecuador como responsable 0.1 % de la contaminación mundial, lo que representa el 40.54 Megatoneladas de CO₂ [5], [9]. Actualmente el objetivo principal es reducir las emisiones de efecto invernadero hasta llegar por lo menos un 40% en comparación a 1990. El propósito es llegar a un mundo climáticamente neutro, es decir con cero emisiones de gases de efecto invernadero al 2050 [5]. Una de las estrategias que se ha implementado para cumplir estos propósitos son los objetivos del Acuerdo de París, mismo que plantea mantener la temperatura media global por debajo de 2 ° C mientras se realizan esfuerzos para limitarlo a 1.5 ° C como se observa en la Figura 1 [10].

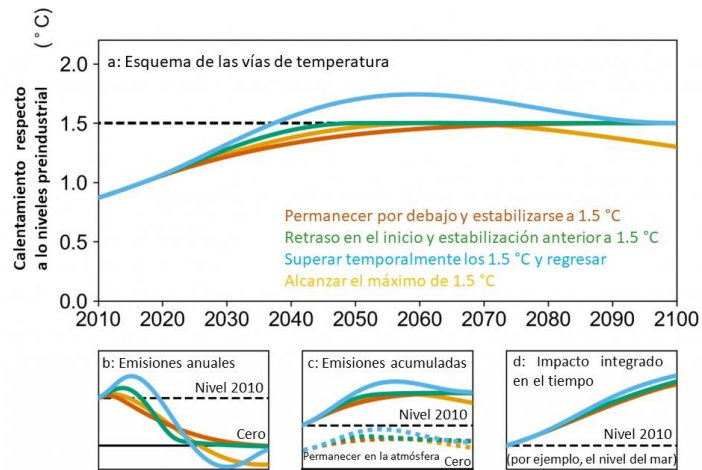


Figura 1. La evolución de la temperatura media global en °C [11].

1.3.2. Descarbonización

La descarbonización puede ser definida como el conjunto de políticas implementadas que tienen como objetivo una reducción particularmente del CO₂ y de los demás gases de efecto invernadero. La estrategia para minimizar el insumo de carbono para el metabolismo socioeconómico es sustituyéndolo con fuentes de menor contenido y tomando acciones equivalentes en el consumo de bienes y servicios [12]. Además, muchos investigadores y modelos de energía y clima orientados a las políticas siguen apegados a enfoques disciplinarios que se centran en una sola pieza del rompecabezas de la transición de bajas emisiones de carbono [13]. Las reducciones de CO₂ pueden interactuar con otras dimensiones de desarrollo como la reducción de la contaminación del aire y la mejora de la salud. Esta interacción hace que se creen modelos que muestran un camino a la mitigación y de cero emisiones como se plantean en la Figura 2 [11].

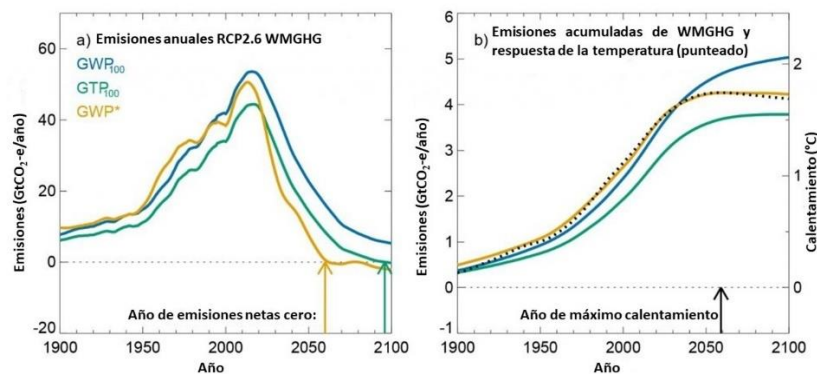


Figura 2. Implicaciones de diferentes enfoques para calcular las emisiones agregadas de gases de efecto invernadero en un camino hacia cero emisiones [11].

1.3.2.1. Factores que afectan el comportamiento de la inversión en descarbonización

Varios estudios describen estrategias de descarbonización y analizan posibles vías para la descarbonización del sector residencial. Mediante técnicas que destacan el potencial de un aumento en el rendimiento de edificios, rediseñando el suministro de calor o aumentando la eficiencia de las tecnologías existentes. Los resultados también enfatizan la necesidad de un mejor aislamiento de todas las viviendas, junto con un aumento rápido y sustancial de la energía verde. Tras la revisión de las medidas de descarbonización, se pueden identificar cuatro estrategias principales:

- Reducir la demanda del servicio mediante un cambio de comportamiento de los habitantes (apagar las luces o desconectar los electrodomésticos).
- Aumentar la eficiencia energética del edificio (iluminación natural, aislamiento, controles).
- Tecnologías mejoradas o alternativas que satisfagan la demanda de servicios (calderas, bombas de calor, etc.).
- Adopción de tecnologías de suministro bajas en carbono (energía solar fotovoltaica) [14].

1.3.3. Energía, sociedad y ambiente



Figura 3. Sectores de Energía [15].

El área energética influye en cada aspecto del diario accionar de nuestra sociedad: residencial, industrial, comercial, alumbrado público, técnicas y no técnicas, entre otros que requieren de energía para su funcionamiento como se puede observar en la Figura 3. Adicionalmente, la dinámica con la que los residentes y negocios en el Ecuador usan este recurso ha venido variando en sintonía con el desarrollo económico y social del país [7]. El sector residencial representa el 15.7% del

consumo total de energía a nivel nacional. Los usos comunes de energía asociados con este sector incluyen calefacción de espacios, calentamiento de agua, aire acondicionado, iluminación, refrigeración, cocina y funcionamiento de una variedad de otros aparatos [16]. El consumo residencial crece claramente a medida que el gasto familiar aumenta y solo hasta los últimos cinco años se ha observado una estabilización [17].

1.3.3.1. Crecimiento de la demanda de energía

La energía puede definirse como un bien estratégico que satisface necesidades sociales, tiene incidencia directa en el aparato productivo por lo tanto es un factor fundamental para el desarrollo socioeconómico de un país. Bajo este concepto el acceso a la energía es un elemento esencial para enfrentar la pobreza, la exclusión y la desigualdad. Las formas de producción y de consumo de energía repercuten de forma directa sobre la economía, los habitantes, el medio ambiente, la geopolítica. Por tal motivo, deben ocupar un rol protagónico en el diseño e implementación de políticas de orden público [18].

La intensidad energética total es el indicador que relaciona el producto interno bruto (PIB) con el consumo energético. Como se aprecia en la Figura 4 esta intensidad se ha mantenido en una media de 1.28 BEP/miles USD (2007) en el país entre 2010 y 2020. Por su parte el promedio de la intensidad energética del sector residencial fue de 0.29 BEP/miles USD (2007) [7].

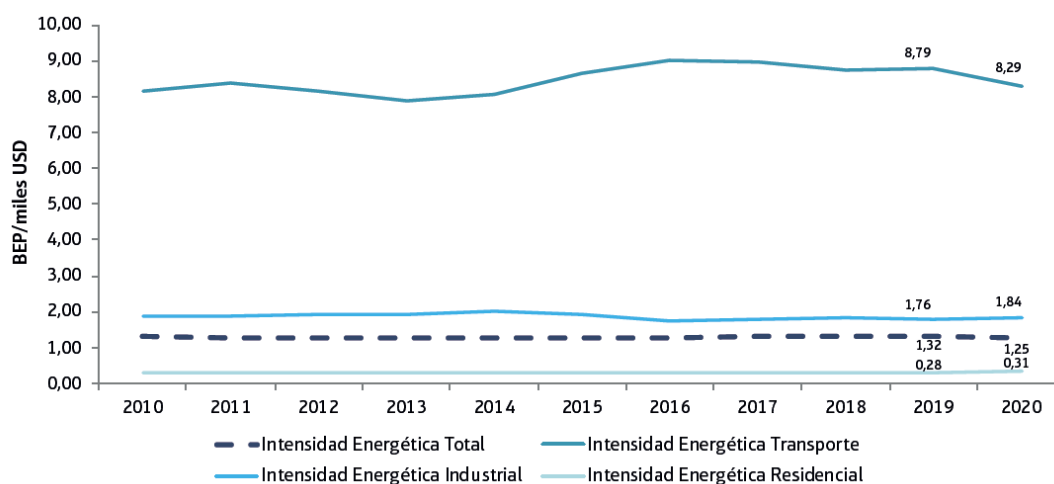


Figura 4. Intensidad energética (BEP/ miles USD 2007) [7].

La intensidad energética total del año 2020 fue de 1.25 BEP/ miles USD (2007) y tuvo un descenso de 4.9% en comparación con 2019. Cabe denotar que en el sector residencial entre 2019 y 2020 la intensidad energética aumento un 11.5% [7].

1.3.3.2. Consumo de energía en el sector residencial

En el país la demanda energética llegó a 83.1 millones BEP en 2020, incrementándose en un 14.3% con relación al 2010. La demanda de energía vino en un 15.7% del sector residencial con respecto a la energía total. La tendencia histórica muestra que el sector residencial que representa la tercera mayor de demanda con un promedio de 13 millones de BEP [7], como se puede observar en la Figura 5, que muestra la evolución de la demanda de energía por sector.

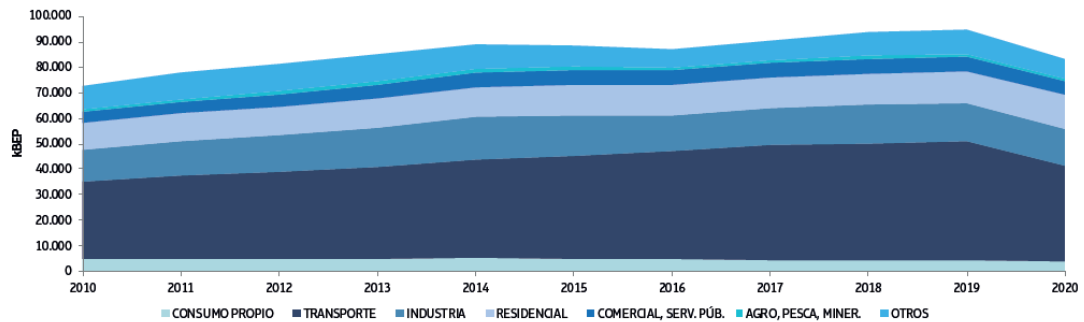


Figura 5. Evolución de la demanda de energía por sector [7].

Los 13 millones de BEP del consumo de energía por fuente en 2020 en el sector residencial se encuentra desagregados en un 0.1% en gas natural, un 9.7% en leña, 38.4% en electricidad y un 51.8% en gas licuado como se muestra en la Figura 6.

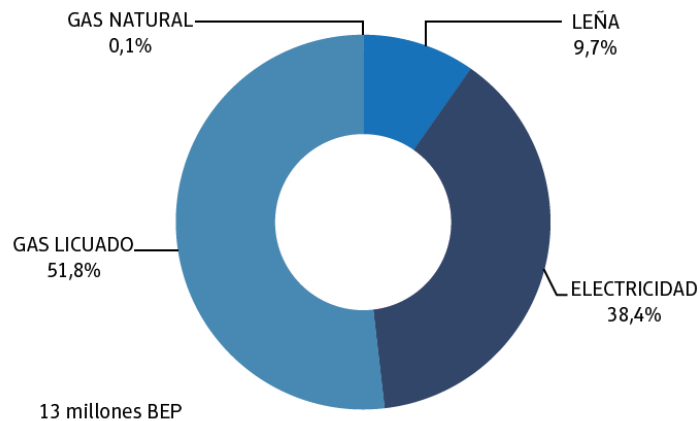


Figura 6. Consumo de energía por fuente [7].

1.3.3.3. Sectores emisores y descarbonizables

Las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) han presentado una inclinación creciente debido al elevado incremento en la demanda de energía en los últimos 11 años. Como se muestra en la Figura 7 se pasó de 35152 a 34076 kton CO₂ equivalentes en el periodo 2010-2020, lo cual representa una disminución de 3.1% en este período de tiempo [15]. En 2020 el sector residencial representa un 9.9% entre los sectores emisores de del GEI [7].

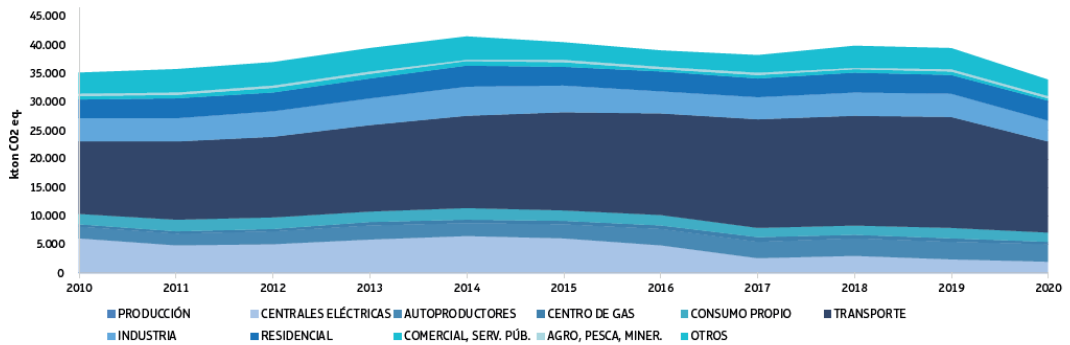


Figura 7. Evolución de las emisiones de GEI por actividad [7].

En la Figura 8 se muestra que las 34 Mton CO₂ eq. de emisiones de GEI por fuente en 2020, se encuentran desagregados en un 0.6% de gases, un 1.4% no energético, un 5.3% de petróleo, un 4.5% de gas natural, un 3.3% de leña, 3.6% en productos de caña, 10.4% de gas licuado, un 26.3 en gasolinas, 0.7% en jet fuel, un 36.7% diésel oil y un 7.1% en fuel oil [7].

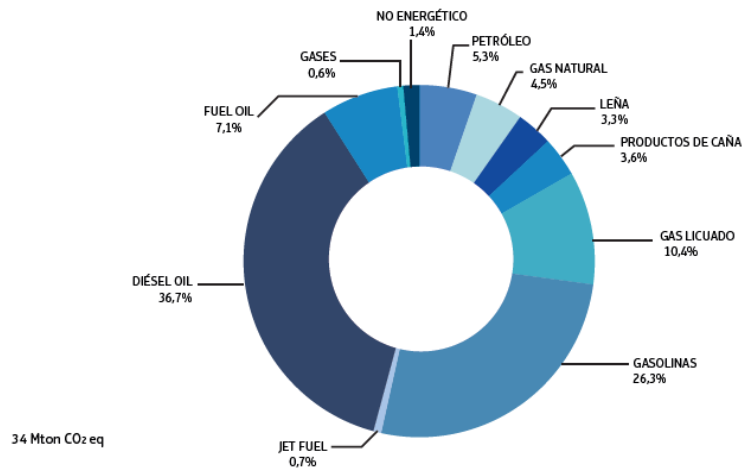


Figura 8. Emisiones de GEI por fuente (%) [7].

1.3.4. Análisis técnico

El análisis técnico es el estudio de los movimientos del mercado mediante el uso de gráficas con el propósito de predecir futuras tendencias del precio [19]. Este tipo de análisis basa sus predicciones en indicadores matemáticos fundados sobre el precio de las acciones [20]. Es la respuesta o solución de los inversores de acuerdo con su necesidad, respondiendo ni más ni menos a las siguientes preguntas: ¿dónde invertir?, ¿en qué momento? y, por lo tanto: ¿a qué precio? [21]. Y hacerlo, no a modo de preguntas, sino a modo de una metodología que es capaz de mejorar notablemente las decisiones tomadas mediante el simple azar.

1.3.5. Análisis económico

La evaluación de la situación económica y financiera existente se la conoce como análisis económico. Este análisis se centra en la identificación de la naturaleza que generan riesgos en la economía, las consecuencias del comportamiento y puntos de vista a corto y medio plazo con respecto a la propagación económica. La interacción de la demanda y la oferta en los mercados de servicios, bienes y factores relacionados están estandarizados gracias al análisis económico, ya que ayuda a la parametrización de la estabilidad de los precios [22].

1.3.6. Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Un SIG se define como un grupo de componentes informáticos vinculados como se muestra en la Figura 9, mismos que recolectan, procesan, almacenan, distribuyen y muestran la información que ayudara en el análisis de problemas, toma de decisiones y el control en distintas situaciones. El SIG es capaz de cumplir cuatro actividades: entrada, almacenamiento y recuperación, manipulación y análisis, y salida. Los SIG se especializan por trabajar con información que se encuentra georreferenciada. Dentro del mundo SIG se utilizan principalmente dos modelos: el modelo ráster y el modelo vectorial [23].



Figura 9. Esquema de componentes de un SIG [23].

- **Modelos Ráster**

El modelo ráster se define como un espacio dividido en cuadros homogéneos conocido como píxeles, cada píxel posee un valor que se identifica como variable u objeto. Este modelo considera la realidad en donde la precisión de la celda dependerá de la exactitud de los datos, se podría decir que mientras más pequeña sea la resolución se eleva la precisión de datos como se visualiza en la Figura 10 [23].

- **Modelo Vectorial**

El modelo vectorial se define como la representación de datos mediante objetos discretos (punto, líneas, polígonos). A estos objetos de les puede añadir propiedades cualitativas y cuantitativas. Los puntos están representados en un par de coordenadas conocidas como longitud y latitud. Siempre existirá una tabla asociada a este formato con sus respectivos datos como se observa Figura 10 [23].

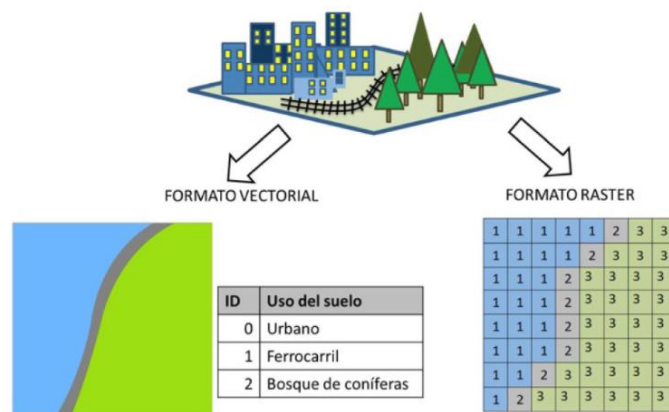


Figura 10. Modelos vectorial y ráster [23].

- **QGIS**

El Quantum GIS es un software de código libre. Mediante las bibliotecas GDAL y OGR permiten la manipulación la base de datos junto a los formatos vectoriales y ráster. El PostgreSQL y PostGIS es el soporte para la extensión espacial de este software. Es un entorno como se observa en Figura 11, muy amigable de trabajo que utiliza el SIG GRASS para una elevada potencia de análisis de datos, relacionándose con plugins desarrollados en Python y C++ [23].

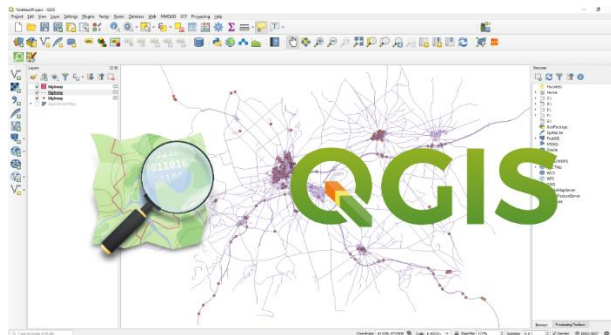


Figura 11. Entorno de trabajo en Software QGIS.

- **R y RStudio**

Se define con un lenguaje de programación que posee un entorno de ejecución de gráficos, accesibilidad a funciones del sistema con una alta capacidad de ejecutar programas. RStudio es un entorno como se puede observar en la Figura 12 que permite la programación en R, que está conformado por la consola, el script, el entorno las figuras y los archivos. Existe una gran relación entre R y los SIG, debido a que este permite el análisis de datos espaciales. Las principales características son: análisis lógico, análisis de patrones de puntos, teledetección, algoritmos de procesamiento, regresión espacial, lectura y escritura de datos espaciales, detección remota, entre otras [24].

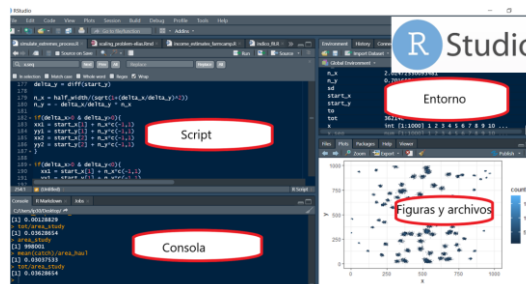


Figura 12. Entorno de trabajo del Software R.

1.3.6.1. Resolución espacial

La resolución espacial es una medida del objeto más pequeño que puede ser resuelto por el sensor o la dimensión lineal en el suelo representada por cada píxel, Un ejemplo de resolución espacial tenemos en la Figura 13 [23].

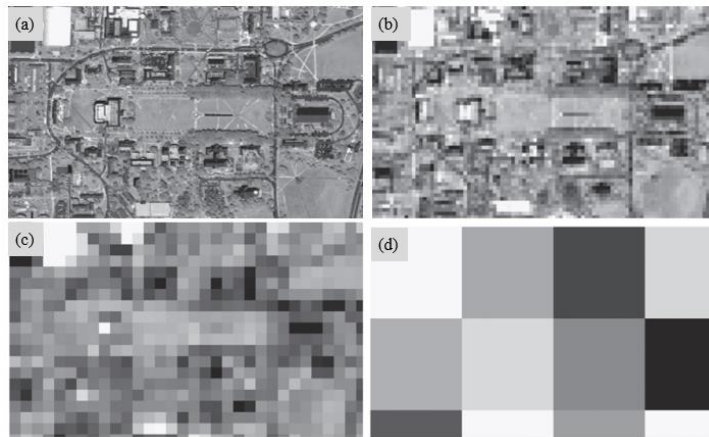


Figura 13. Resolución Espacial: (a)1m, (b)10m, (c)30m, (d)250m [23].

Cuando decimos que una imagen digital tiene una resolución espacial más alta que otra imagen, significa que la imagen está compuesta por más píxeles que la imagen de resolución espacial de menor resolución dentro de las mismas dimensiones como se observa en la Figura 13. La resolución espacial puede determinar la calidad de una imagen y describir qué tan detallado puede ser representado un objeto por la imagen [24].

1.3.6.2. Resolución temporal

La resolución temporal es una medida del ciclo repetido o la frecuencia con la que un sensor vuelve a visitar la misma parte de la superficie de la Tierra. Las características de frecuencia están determinadas por el diseño del sensor de satélite y su patrón de órbita. La resolución temporal es alta cuando el retardo de revisión es bajo y viceversa, también suele expresarse en días [23].

1.3.7. Las vías socioeconómicas compartidas (SSP)

Los SSP son nuevas maneras de comprender el cambio climático y social, mediante el desarrollo de trayectorias que modelan cinco futuros alternativos de desarrollo con

diferentes retos socioeconómicos de mitigación y adaptación como se observa en la Figura 14 [25].

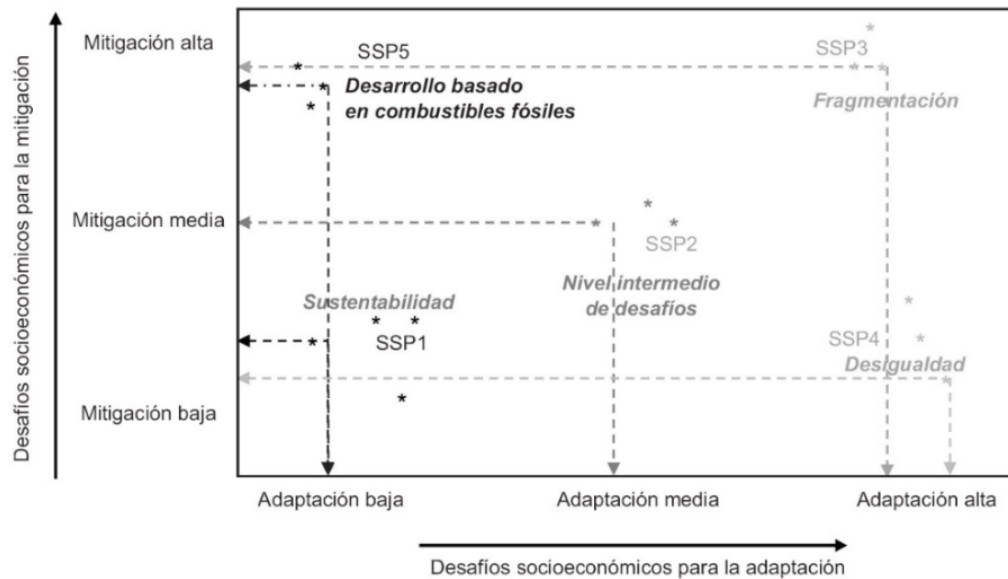


Figura 14. Desafíos socioeconómicos para la adaptación y mitigación [25].

1.3.7.1. SSP1: Sostenibilidad (tomar el camino verde)

El mundo cambia hacia un camino verde en donde sobresale la política orientada al desarrollo sostenible, enfocado en un progreso inclusivo. Considera una regulación más estricta de los contaminantes, respetando los límites ambientales percibidos. Mejora de la gestión de los problemas locales y globales. Mediante el cambio tecnológico restringe el uso de combustibles fósiles, promoviendo de esta manera la eficiencia del consumo energético y las energías renovables. El consumo está basado en una baja intensidad de recursos, energía y carbono [26].

1.3.7.2. SSP2: Mitad del camino

El mundo sigue enfocado a una economía globalizada semiabierta, el crecimiento de la población y de los ingresos es moderado, manteniendo las tendencias históricas en lo social, económico y tecnológico. La desigualdad está presente en el desarrollo y el crecimiento de los ingresos. Además, las instituciones nacionales e internacionales trabajan por un desarrollo sostenible lento y modesto. Se presenta degradación en los sistemas ambientales, disminuye la intensidad del uso y consumo de recursos y energía. Aun se depende de combustibles fósiles, pero ya existe algunas inversiones

en energías renovables. No hay restricción a utilizar recursos fósiles, lo que provoca la degradación del medio ambiente [26].

1.3.7.3. SSP3: Rivalidad regional

El nacionalismo, la competencia y la seguridad regional resurgen llevando a este mundo por un camino rocoso. Las políticas se centran en seguridad nacional, cada país tecnológico se preocupa por alcanzar los objetivos de seguridad energética y alimentaria enfocada a un desarrollo de base amplio. La transición tecnológica es lenta, con fuente de energía nacionales, junto a esto la educación y el desarrollo son apartadas de la inversión. Posee un desarrollo económico lento, donde las desigualdades empeoran con el tiempo. Se presenta un consumo intensivo de materiales junto a la elevada intensidad energética y de carbono, se genera el uso de recursos no convencionales para cumplir la demanda interna. El crecimiento poblacional es bajo en países industrializados y alto en países en vías de desarrollo. Debido a la baja preocupación en abordar cuestiones ambientales, existe grave degradación ambiental en algunas regiones [26].

1.3.7.4. SSP4: Desigualdad

En este escenario se muestra un mundo orientado a un camino dividido, la desigualdad en las oportunidades económicas y el poder político crece, lo que conlleva a una estratificación dentro y fuera de los países. Con el transcurrir el tiempo sigue creciendo la brecha entre una sociedad globalizada que ayudaba a los sectores de la economía mundial tanto en conocimiento y capital. Se puede observar una colección fragmentada de grupos de bajos ingresos y restringidos a la educación, quienes siguen trabajando con baja tecnología y más mano de obra. El desarrollo tecnológico es alto en la economía de los grupos de alta tecnología. El consumo de combustibles fósiles y de carbón y no convencionales crece, generando que los conflictos sean comunes. Las políticas ambientales se toman en cuenta en las clases de que viven en una posición media y alta [26].

1.3.7.5. SSP5: Desarrollo impulsado por combustibles fósiles

En este mundo entra la participación y relación de mercados competitivos y la innovación para un progreso tecnológico y el desarrollo sostenible. La integración de mercados globales es evidente, mientras que la salud, educación e instituciones son

considerados como ejes importantes para mejorar el capital humano y social. El impulso del desarrollo económico es muy notable junto a la explotación de recursos fósiles. La población aumenta hasta llegar a su máximo y disminuye en el siglo XXI. La gestión de los problemas ambientales funciona exitosamente, se observa una gran capacidad de gestionar con eficacia [26].

1.3.8. Impulsores de la demanda de energía

1.3.8.1. Producto Interno Bruto

El producto interno bruto (PIB) se considera como una magnitud macroeconómica que manifiesta el valor de servicios, bienes en la demanda y de su producción durante un periodo de seis meses o un año. La ecuación (1) nos muestra que es la suma de todo lo que se gasta en una determinada región y su cálculo está basado en varios enfoques que se puede observar en la Producto Interno **Bruto Per Cápita (PIBPC)**

Es una métrica que separa la producción económica por habitante de un país. Se calcula mediante la ecuación (2), misma que muestra la relación entre el valor total de todos los bienes y servicios finales formados durante un año, por la economía de una nación o país y el número de personas en ese año [27].

$$PIB_{PC} = \frac{PIB}{Población} \quad (2)$$

Tabla 1. Según el modelo de Keynes, éstos son: consumo (C), inversión (I), gasto de gobierno (G) y exportaciones menos importaciones (X-M). Cada una de estas categorías se clasifican en subclases como: gasto en alimentos, gasto de gobierno en educación, inversión en edificios [27].

$$PIB = C + I + G + (X - M) \quad (1)$$

- **Producto Interno Bruto Per Cápita (PIBPC)**

Es una métrica que separa la producción económica por habitante de un país. Se calcula mediante la ecuación (2), misma que muestra la relación entre el valor total de todos los bienes y servicios finales formados durante un año, por la economía de una nación o país y el número de personas en ese año [27].

$$PIB_{PC} = \frac{PIB}{Población} \quad (2)$$

Tabla 1. Enfoques para el cálculo del PIB [27].

I.	Enfoque de valor añadido (o producción)
Producto bruto (ventas brutas menos cambio en inventarios)- Insumos intermedios=Valor añadido para cada industria	
II.	Enfoque de ingreso (por tipo de ingreso)
Ingresos internos totales ganados=Compensación+Ingreso de alquiler+Ganancias e ingresos de los propietarios+Impuestos a la producción y las importaciones-Subsidios-Interés, pagos misceláneos-Depreciación	
III.	Enfoque de demanda final (o gastos)
Venta de producto interno a compradores=Consumo de bienes finales y servicios de los hogares+Inversión en planta, equipo y software +Gastos del gobierno en bienes y servicios Exportaciones netas de bienes y servicios (exportaciones-importaciones)	

1.3.8.2. Población

En demografía, la población es el número total de personas que viven en un lugar determinado en un momento en específico. Está determinada por los nacimientos y los fallecimientos de los individuos, así como por su esperanza de vida [28]. En el caso de Ecuador El Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) nos presenta la proyección de la población del 2010-2020 a nivel parroquial, cantonal y provincial a una resolución temporal anual.

- **Densidad Poblacional (Den_{pop})**

Estimación obtenida al dividir la población total para la diferencia entre superficie continental y las zonas no habitables [29]. Algebraicamente se expresa como se muestra en la ecuación (3).

$$Den_{pop} = \frac{No. de habitantes}{Superficie} \quad (3)$$

1.3.8.3. Índice de Desarrollo Humano (IDH)

El desarrollo humano es el proceso de ampliación de las oportunidades de las personas para que con libertad alcancen una vida larga y saludable, puedan adquirir conocimientos individuales y socialmente preciados. Además, tengan la coyuntura de obtener los recursos indispensables para gozar de un nivel de vida decente. Esto

exige que las personas dispongan de los medios pertinentes para desenvolverse en su entorno social [30].

El Índice de Desarrollo Humano (IDH) es un indicador compuesto que mide los avances promedios de un país en función de tres dimensiones básicas del desarrollo humano: longevidad, conocimiento y acceso a recursos. A través de la medición de los logros promedios de salud, educación e ingresos, el IDH ofrece un panorama más completo de la situación de un país en materia de desarrollo que el ingreso por sí solo, teniendo valores entre cero y uno. Los rangos de valores del IDH que definen el desarrollo humano de la comunidad son: alto (si su IDH es mayor o igual a 0.8), medio (si oscila entre 0.5-0.799) y bajo (si es menor o igual a 0.499) [30].

1.3.9. Modelado Basado en Agentes (MBA)

El modelado basado en agentes es un método computacional prometedor por múltiples razones. También se le considera una manera de modelar y ejecutar sistemas compuestos por agentes autónomos que interactúa entre sí y con el entorno llegando a crear comportamientos interesantes. Los elementos que conforman un modelo basado en agentes son 3: el conjunto de agentes, el entorno y el conjunto de reglas [31]. Aunque se le puede definir a los agentes de diferentes maneras hay que considerar que tienen las siguientes características esenciales:

- **Autonomía:** Se considera autónomo a un agente que puede interactuar con otros y puede acceder a la información dentro del entorno en el que habita.
- **Heterogeneidad:** Hace referencia a la diversidad de agentes que tenemos en el modelo, ya que se les programa de uno en uno con sus diferentes comportamientos.
- **Autoorganización:** Hace referencia al comportamiento organizativo que emerge de la interacción entre los agentes entre sí y con el entorno [3].

1.3.9.1. Los agentes y sus atributos

Tabla 2. Definición de agentes [3].

Atributo	Siglas en Ecu. (5)	Definición	Parámetros
Objetivos	Obj.	Es una conjugación de aspectos ambientales, económicos, tecnológicos y motivaciones personales.	<ul style="list-style-type: none"> - Eficiencia - Costos Fijos - Costos de Capital - Costos de Emisión - Costo de Consumo de Combustible - LCOE, VPN, CAE
Regla de búsqueda	RB	Una compilación de información sobre tecnologías utilizables y aptitudes de procesamiento de los tomadores de decisiones, guía al espacio de búsqueda de cada agente que posee todas las tecnologías admisibles delimitado en el sector residencial.	<ul style="list-style-type: none"> - Mismo uso final - Tecnología similar - Mismos combustibles - Tecnología actualmente existente - Madurez
Estrategias de decisión	ED	Existen dos tipos de ED: El ED de objetivo único se enfoca el objetivo principal, mientras que el ED de varios objetivos utiliza un enfoque de orden de mérito en donde las tecnologías se clasifican de acuerdo con el objetivo del agente.	<ul style="list-style-type: none"> - Suma Ponderada - Comparación léxica - Restricciones de épsilon
Tipo de tecnología	TT	Existe una distinción entre equipamiento nuevo y reequipamiento. Requiere un vínculo de cada nuevo agente con un agente de modernización para transferir su stock a un agente de modernización para posterior renovación de los activos.	<ul style="list-style-type: none"> - Nueva - Modernizada
Presupuesto	P	Se refiere al presupuesto máximo que cada agente puede destinar a la inversión en tecnología.	
Umbral de madurez	UM	Indica la participación de mercado que debe tener una tecnología antes de aparecer en el EB de un agente. Este valor varía según la apertura del agente hacia las nuevas tecnologías.	
Stock de tecnologías	ST	Capacidades tecnológicas disponibles en el año base, obtenidas mediante calibración al balance energético y datos relevados.	
Propiedad de tecnología	PT	Porcentaje de cada tecnología que posee un agente en el año base como resultado de la calibración.	
Porcentaje de población	PP	Porcentaje de la población representada por agente obtenidas de los Sistemas de Información Geográfica (SIG).	

Un agente es un grupo de personas en común con un conocimiento limitado que perciben intereses propios, beneficios económicos o estatus social. Los agentes pueden percibir aprendizaje, reproducción y adaptación, además constan de dos partes la parte de caracterización espacial y la parte de caracterización de inversiones como pueden observar en la ecuación (4) [32].

$$\text{Agente} = \{\text{Caracterización espacial}; \text{Caracterización de inversiones}\} \quad (4)$$

El principio fundamental de la clase de agentes se basa principalmente en la teoría de la racionalidad limitada, el cual muestra que todas las personas tenemos una capacidad distinta para manejar la información del mercado energético y poder tomar decisiones de inversiones siguiendo sus propias rutas. Para describir los comportamientos de inversión de la población de una determinada región, estos agentes están equipados con un cierto conjunto de atributos que se presentan en la ecuación (5), los mismos que se definen en la Tabla 2 [4].

$$A = \{\text{Obj.}; \text{RB}; \text{ED}; \text{TT}; \text{P}; \text{UM}; \text{ST}; \text{PT}; \text{PP}\} \quad (5)$$

1.3.10. Modelo de Evaluación Integrado (MEI)

Modelo científico que intenta vincular las principales características de la sociedad y la economía con la biosfera y la atmósfera en un marco de modelado [33], como se observa en la Figura 15. En esencia los MEI son simulaciones por computadora que representan interacciones complejas y retroalimentaciones a largo plazo entre el sistema socioeconómico (incluidas las políticas climáticas) y el sistema natural, las cuales están diseñadas explícitamente para informar sobre la formulación de políticas climáticas. Los modelos varían en gran medida en su estructura, detalle y tipo de preguntas de política que están diseñados para abordar. Se hace una distinción importante entre: (a) MEI detallados basados en procesos, que forman la base de las evaluaciones del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) de las vías de transformación hacia los objetivos de temperatura y (b) MEI de costo-beneficio altamente agregados que estiman los niveles óptimos de mitigación en relación con los costos económicos del clima [34].

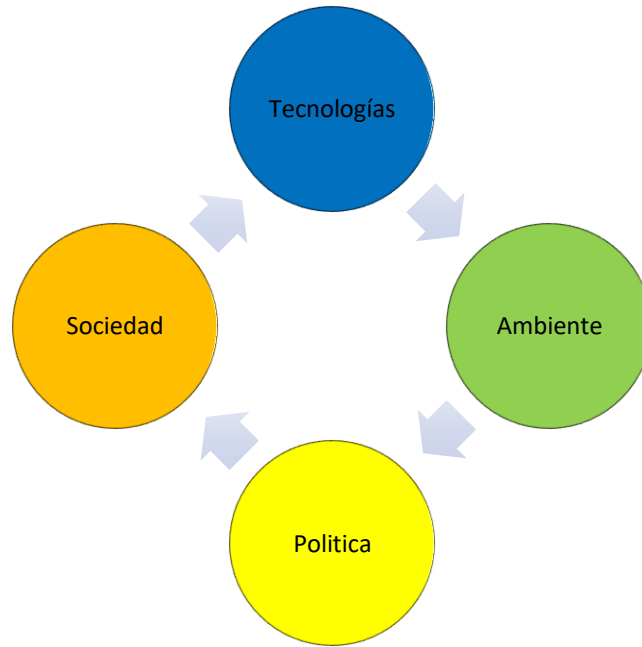


Figura 15. Modelo de Evaluación Integrado [35].

1.3.10.1. Entorno de Simulación de Sistemas de Energía Modular (MUSE)

MUSE es un modelo basado en datos que genera proyecciones a largo plazo del mercado de la energía, permitiendo identificar las vías plausibles de la transición de los sistemas energéticos hacia una economía baja en carbono y las tecnologías que la integran. También se le considera como un modelo de todo el sistema energético a escala global (es decir, incluidos los sectores de demanda, transformación / conversión y suministro) y se divide en 28 regiones que se muestran en la Figura 16 [14].



Figura 16. Regiones MUSE [35].

MUSE se ha construido utilizando un enfoque de simulación, junto con una previsión imperfecta para modelar la toma de decisiones de los inversores en el mundo real. Este marco permite la modelización sectorial y por tanto el uso de la metodología más adecuada para cada sector energético. Además de ofrecer una nueva perspectiva sobre las transiciones del sistema energético, el MUSE está diseñado para permitir un análisis transparente y flexible de todos los sectores del mercado energético en su conjunto o por separado. También incluye todas las fuentes de emisiones de CO₂ y muestra las complejas relaciones dentro del sistema energético entre la tecnología, la economía y el impacto en el medio ambiente [35].

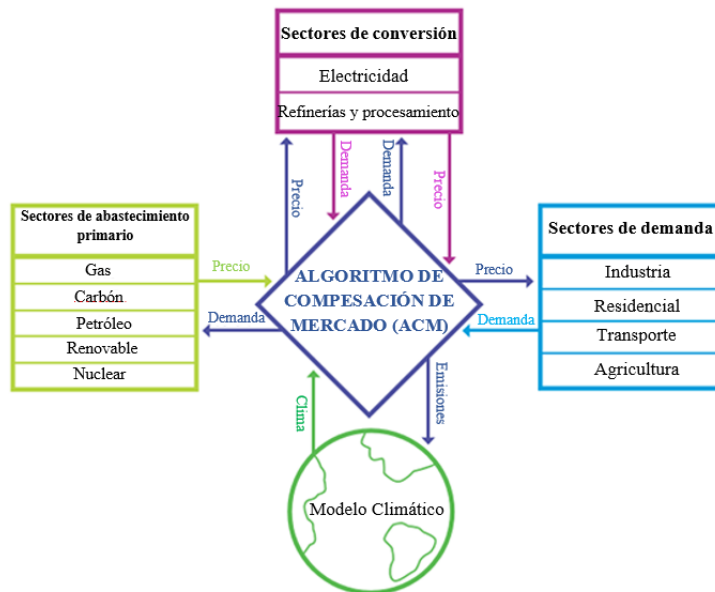


Figura 17. Equilibrio energético MUSE [35].

El equilibrio energético de MUSE viene dado por el algoritmo de compensación de mercado (ACM) que conecta todas las partes del modelo y es responsable del flujo de información entre todos los sectores como se observa en la Figura 17. El ACM itera entre todos los módulos del sector hasta que se logre un equilibrio del sistema en precio y cantidad para cada producto energético [3].

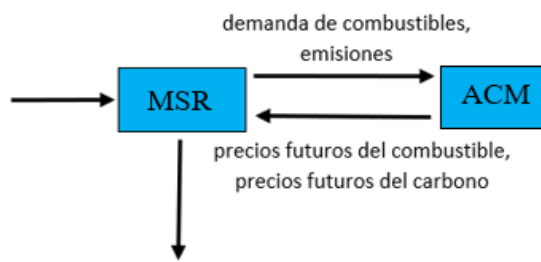
1.3.10.2. Módulo del Sector Residencial (MSR)

Tiene como objetivo simular el consumo de energía final futuro basado en decisiones de inversión que representan el comportamiento de los consumidores reales en el mercado, desagregadas en 28 regiones globales y temporalmente resueltas en 30 porciones de tiempo por año. Para tener en cuenta la actitud de las personas hacia las

tecnologías y los cambios tecnológicos, el MSR aplica un enfoque de abajo hacia arriba para la caracterización de la tecnología, basado en el costo unitario de la tecnología, la eficiencia, la vida útil y las emisiones. Incluye 64 tecnologías diferentes para proporcionar iluminación, ventilación y calefacción de espacios, electrodomésticos y calentamiento de agua. El MSR se implementa como un enfoque de simulación de dos pasos como se puede observar en la Figura 18 [3].

Insumos exógenos:

- Motores de la macroeconomía
- Supuestos sobre políticas
- Costo por tipo de activo
- Eficiencias por tipo de activo
- Emisiones ambientales por tipo de activo
- Eficiencias por tipo de activo
- Restricciones operativas por tipo de activo
- Stock existente y perfil de retiro por tipo de activo



Salidas específicas:

- CAPEX agregado
- OPEX agregado
- Producción por tipo de activo
- Emisiones por tipo de activo
- Capacidad por tipo de activo

Figura 18. Integración de MSR e interacción con el Algoritmo de Compensación del Mercado (ACM) [3].

1.3.11. Capacidad Instalada

Es la potencia total medidas en Watt de las tecnologías instaladas que se conectarán a la instalación eléctrica de un hogar, independientemente si serán encendidas o no. La carga instalada sirve para contratar los servicios de verificación [36].

1.3.12. Demanda de energía

Es la potencia total máxima en Watt de las tecnologías que pueden estar encendidos al mismo tiempo un hogar. La carga demandada es utilizada para contratar los servicios de suministros de energía [37].

1.3.13. Consumo de energía

Es la multiplicación de la carga demanda por el tiempo de duración de dicha demanda. El consumo es utilizado para la facturación en cada periodo [36].

1.3.14. Suministro de energía

Comprende el conjunto de medios y elementos útiles para la generación, el transporte y la distribución de la energía eléctrica [37].

1.3.15. Eficiencia Energética

Es el aprovechamiento óptimo de energía, mediante una excelente calidad obteniendo los bienes, servicios y realizar las mismas actividades sin desperdiciar la energía. La eficiencia se la determina mediante el cociente del suministro de electricidad y el consumo de energía del combustible [36].

1.3.16. Valor Actual Neto (VAN)

Es un criterio que permite establecer la rentabilidad de un proyecto. El VAN considera el tipo de interés que comúnmente es igual a la tasa de inflación. Si el VAN tiene un valor positivo es rentable realizar la inversión, en cambio si es negativo no es rentable la inversión [38].

1.3.17. Gastos de Capital (CAPEX)

Hace referencia a las inversiones imprescindibles previas durante un periodo de tiempo para el funcionamiento del negocio. Los ejemplos más claros son: inversión previa, inversión en infraestructura, inversión en equipos y las deudas adquiridas [39].

1.3.17.1. CAPEX de mantenimiento

Está relacionada con la inversión continua que una empresa tiene que hacer para mantener su actividad [39].

1.3.17.2. CAPEX de crecimiento

Engloba las inversiones no recurrentes que las empresas realizan para lograr un crecimiento [39].

1.3.18. Gastos operacionales (OPEX)

Es dinero que se invierte en servicios o productos de operación y desarrollo. Los ejemplos más claros son; gastos por ventas, publicidad, materia prima, renta de equipos, pagos de servicios y los gastos administrativos [39].

1.3.19. Costo Estandarizado de Electricidad (LCOE)

Es el valor del costo total actual de construir y operar una instalación generadora de energía a lo largo de toda su vida útil. Permite analizar y comparar los costos de generación de diferentes proyectos que pueden usar distintas tecnologías, considerando que utilizan una unidad en común. Se calcula mediante la relación entre el total de costos del proyecto y el total de la energía eléctrica generada [40].

1.3.20. Costo Anual Equivalente (EAC)

Es el costo anual de poseer, operar y dar mantenimiento a una tecnología durante toda la vida útil. Es utilizado para la evaluación de inversión de una tecnología o un proyecto [41].

1.3.21. Costos de Emisiones

Las emisiones de gases contaminantes se derivan del uso de la energía de diferentes fuentes. La combustión de estos combustibles genera emisiones de gases contaminante, la cantidad de emisión se determina por la clase de combustible utilizado, debido a que cada combustible posee un factor de emisión [36].

1.3.22. Costos Fijos

Son los que permanecen constantes durante un rango relevante de tiempo o actividad. Sin importar si cambia el volumen, como sería el caso de los sueldos, la depreciación en línea recta y el alquiler de un edificio [42].

1.3.23. Costos Variables

Son los que cambian en relación directa con una actividad o volumen dado. Dicha actividad puede ser referida a producción o ventas: la materia prima cambia de acuerdo con la función de producción y las comisiones de acuerdo con las ventas [42].

1.3.24. Costos de Combustibles

El valor de los diferentes combustibles está ligado al precio internacional, el cual varía en función a leyes de demanda y oferta. También está relacionado a su fuente de extracción, conversión y exportación [42].

CAPITULO II

METODOLOGÍA

Generalidades

En 2014, Navarro en [43] argumenta que la metodología es un conjunto de procedimientos que estudia los diferentes tipos de métodos, los mismos que permiten el cumplimiento de los propósitos de la investigación científica, debido a que estas requieren de conocimientos y habilidades específicas. En otras palabras, se podría definirse como el estudio o selección de un método a aplicarse, para la recolección, análisis e interpretación de resultados en todas las disciplinas que se relacionan a situaciones a nuestro alcance.

2.1. Diseños de la investigación

Como punto de partida considerando que el objetivo de estudio será el análisis de forma técnica y económica de la descarbonización a largo plazo del sector residencial del Ecuador, usando datos de los impulsores de demanda de energía a una alta resolución espacial y temporal se recurrirá a un diseño experimental. Considerando que los resultados obtenidos servirán como una referencia de experimentación para futuras inversiones energéticas sustentables en tecnologías para el calentamiento y ventilación de espacios en hogares, calentamiento de agua, cocción y electrodomésticos dentro del sector residencial.

En 2014, Castillo y Olivares en [44] nos menciona que el diseño experimental, es un estudio que permite la manipulación de una o varias variables independientes para el análisis de las variables dependientes. En este tipo de diseño el incremento de variables, sujetos, datos recolectados generan una mayor complejidad en el análisis. Es evidente que se debe reducir esta complejidad, esto se lo realiza mediante límites, de esta manera se podrá tener un control, aleatoriedad y comparación de las variables.

2.2. Enfoque

El presente trabajo será diseñado bajo el planteamiento metodológico del enfoque cuantitativo, ya que este enfoque nos permitirá el análisis de los fenómenos y leyes de la naturaleza, como es en el caso de este trabajo de investigación que recolectará y

calibrará datos demográficos y económicos, adaptándose mejor a las características y necesidades de la investigación.

En 2014, Castillo y Olivares en [44] menciona que el enfoque cuantitativo pretende medir la realidad que se investiga, esta realidad no debe ser social, ya que no es aplicable en este ámbito. Este modelo busca probar la hipótesis, examina la realidad objetiva, las técnicas de recolección de datos estandarizados, utiliza estadísticas, puede generalizar los resultados. Las investigaciones cuantitativas están relacionadas con las ciencias naturales, ya que estas estudian los fenómenos y leyes de la naturaleza.

2.3.Métodos

2.3.1. Método teórico

De acuerdo con el propósito de esta investigación se ha optado por utilizar los métodos teóricos de la investigación científica, ya que este método permitirá descubrir en el objeto de investigación las relaciones esenciales y las cualidades fundamentales, no detectables de manera sensorial. Por ello se apoya básicamente en los procesos de abstracción, análisis, síntesis, inducción y deducción. La investigación teórica tiene como finalidad la concepción de las grandes teorías que son el fundamento de determinadas ciencias tales como las matemáticas y la física. El trabajo del investigador puede realizarse con papel y lápiz y las hipótesis planteadas se construyen sobre conceptos y son invenciones del intelecto humano [45].

2.3.2. Método cuantitativo

El método será de vital importancia ya que en esta investigación los datos de los impulsores como son la población, producto interno bruto (PIB) y el índice de desarrollo humano, se manipularán.

El método cuantitativo consiste en contrastar hipótesis desde el punto de vista probabilístico y, en caso de ser aceptadas y demostradas en circunstancias distintas, a partir de ellas elaborar teorías generales. La estadística dispone de instrumentos cuantitativos para contrastar estas hipótesis y aceptarlas o rechazarlas con una seguridad determinada [46].

2.3.3. Métodos de análisis y síntesis

Se ha seleccionado el método de análisis y síntesis debido a que la investigación está enfocada en un análisis técnico-económico de la descarbonización de la proyección de los años 2020-2050.

Análisis y síntesis son dos actividades simétricamente contrapuestas, el análisis significa disolución, descomposición en partes, en cambio la síntesis compone o forma un todo con elementos diversos. En el análisis se parte del todo. La razón lo estudia y discierne sus partes y se formula de manera separada cada uno de sus elementos. En la síntesis en cambio se parte de elementos diversos, la razón descubre sus relaciones se termina con la integración de los elementos en un solo conjunto o sistema conceptual [47].

2.3.4. Método de la modelación

Se ha optado por el método de modelación ya que se utilizará un modelo basado en agentes para las decisiones de inversión energética en el sector residencial, puesto que es un proceso que nos permitirá predecir la respuesta mediante las variaciones de los parámetros como son los impulsores de demanda energética sin tener que ejecutar el proceso en la realidad una vez se tenga calibrado los datos de estos impulsores.

La modelación es el método mediante el cual se crean abstracciones con el objetivo de explicar la realidad. El modelo como sustituto del objeto de investigación es semejante a él, existiendo una correspondencia objetiva entre el modelo y el objeto, siendo el investigador quien elabora dicho modelo. El modelo es el eslabón entre el sujeto y el objeto intermedio [48].

2.4. Población y muestra

2.4.1. Población

Es la colectividad que conforman a todos los elementos de estudio que poseen las características que deseamos estudiar, se podría conocer también como el conjunto total al que se desea realizar una descripción [49].

La población de estudio considerada en esta investigación es finita y son los 17510643 habitantes de Ecuador para el cálculo de la muestra.

2.4.2. Muestra y muestreo

La muestra está definida por Salazar en [49] como un subconjunto de la población o que forman parte de una misma población, seleccionadas para obtener conclusiones que serán referidas a la población total.

En este trabajo se utilizará el método de muestreo probabilístico, que se determina según la ecuación (6). El tamaño de muestra depende de tres aspectos:

- 1) Error permitido
- 2) Nivel de confianza estimado
- 3) Carácter finito de la población

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{E^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q} \quad (6)$$

Donde:

n: Número de elementos de la muestra

N: Número de elementos de la población o universo

p/q: Probabilidades con las que se presenta el fenómeno.

Z: Valor crítico correspondiente al nivel de confianza elegido; siempre se opera con valor zeta 2, luego $Z=2$.

E: Margen de error permitido (determinado por el responsable del estudio)

Cuando el valor de *p* y de *q* sean desconocidos o cuando la encuesta abarque diferentes aspectos en los que estos valores pueden ser desiguales, es conveniente tomar el caso más adecuado, utilizaremos el valor de $p=0.5$ (50%).

Para el cálculo del tamaño de muestra se realizan las siguientes consideraciones:

n: 600

N: 17510643

p: 50 %

q: 50 %

Z: 1,96 con un nivel de confianza de 95%

E=4%

$$n = \frac{(17510643) * (1,96)^2 * (0,5) * (0,5)}{(0,04)^2 * (17510643 - 1) + (1,96)^2 * (0,5) * (0,5)}$$
$$n = 600$$

Las 600 muestras para la encuesta se distribuirán como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Distribución de las encuestas enfocadas en los impulsores socioeconómicos y demográficos.

Cod.	CLIMA		POBLACIÓN		PRODUCTO INTERNO BRUTO				
					Nivel Socioeconómico				
	Región:	No. de encuestas	Provincia:	Número de encuestas	Bajo (D) 14.9%	Medio Bajo (C-) 49.20%	Medio Típico (C+) 22.80%	Medio Alto (B) 11.20%	Alto (A) 1.9%
1	Sierra	237	Azuay	30	4	14	6	4	2
2			Bolívar	10	1	4	2	2	1
3			Cañar	10	1	4	2	2	1
4			Carchi	10	1	4	2	2	1
5			Cotopaxi	17	2	8	4	2	1
6			Chimborazo	18	2	8	5	2	1
10			Imbabura	16	2	7	4	2	1
11			Loja	18	2	8	4	3	1
17			Pichincha	88	13	43	20	10	2
18			Tungurahua	20	2	9	5	3	1
8			Costa	293	Esmeraldas	22	3	10	5
13	Manabí	54			8	26	12	7	1
12	Los Ríos	32			4	15	8	4	1
24	Santa Elena	14			2	6	3	2	1
9	Guayas	130			19	63	30	15	3
23	Santo Domingo	16			2	7	4	2	1
7	El Oro	25			3	12	5	3	2
14	Oriente	60	Morona Santiago	10	1	4	2	2	1
15			Napo	10	1	4	2	2	1
22			Orellana	10	1	4	2	2	1
16			Pastaza	10	1	4	2	2	1
21			Sucumbíos	10	1	4	2	2	1
19			Zamora Chinchipe	10	1	4	2	2	1
20	Insular	10	Galápagos	10	1	4	2	2	1
Total		600		600	78	276	135	82	29

2.5. Técnicas de recolección de datos

Se ha seleccionado la técnica de la encuesta online debido a que es necesario recolectar criterios de la población para la parametrización y caracterización de los agentes de las diferentes provincias del Ecuador. Puesto a que es una técnica que

permite considerar los criterios de inversión energética de la población que conforma el sector residencial de acuerdo con una clasificación espacial específica.

La encuesta es un método que utiliza un conjunto de procedimientos estandarizados de investigación para recolectar y analizar una serie de datos de una muestra de casos representativa de una población [4].

2.6. Instrumentos de recolección de datos

Un instrumento de recolección de datos es un recurso que permite al investigador obtener información de un fenómeno o personas, el cuestionario se ocupara en esta investigación, el que se define como un instrumento estandarizado que utilizamos en la recolección de datos durante el trabajo de investigación de campo [50].

El instrumento que se utilizara en este trabajo de investigación es el cuestionario, el mismo que será elaborado en Microsoft Forms. Las preguntas que se elaborarán son preguntas cerradas vinculadas a drivers con los parámetros que permitan caracterizar a los agentes del MBA como datos de entrada del simulador MUSE.

2.7. Técnicas de procesamiento de datos

Técnicas de procesamiento de datos, consiste en la recolección de los datos primarios de entrada, que son evaluados y ordenados, para obtener información útil, que luego serán analizados por el usuario final, para que pueda tomar decisiones o realizar acciones que estime conveniente [51].

La técnica que se utilizará en el procesamiento de los datos será la estadística descriptiva que consistirá en conjunto de procedimientos que tienen por objeto presentar masas de datos por medio de tablas y gráficos.

La estadística descriptiva es la ciencia encargada de organizar, reunir y comunicar información numérica, con el fin de deducir características y comportamientos de un grupo específico. Permite diferentes tipos de análisis como son las medidas de tendencia central, las medidas de dispersión y las medidas de distribución [51].

2.8. Herramientas para procesamiento de datos

Las herramientas para procesamiento de datos es un medio que permite registrar o medir la información obtenida. Una vez inscrita se realiza la tabulación de estos datos, estas herramientas han aumentado en estos últimos años, lo cual genera un acople en el mercado mundial. Para esta selección se debe considerar varios factores,

lo principal es determinar si están orientados a generar resultados de alto rendimiento y si están capacitados para usar dichas herramientas tecnológicas [51].

Para llevar a cabo la calibración y distribución de datos espaciales se utilizó los sistemas de información geográfica QGIS y R-Studio. Mientras que para el procesamiento y la tabulación de datos que se obtuvo del cuestionario en este proyecto se utilizará los siguientes recursos: Microsoft Office Excel, el software de programación de análisis estadístico R y el software estadístico Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) para Windows.

2.9. Materiales

2.9.1. Computador

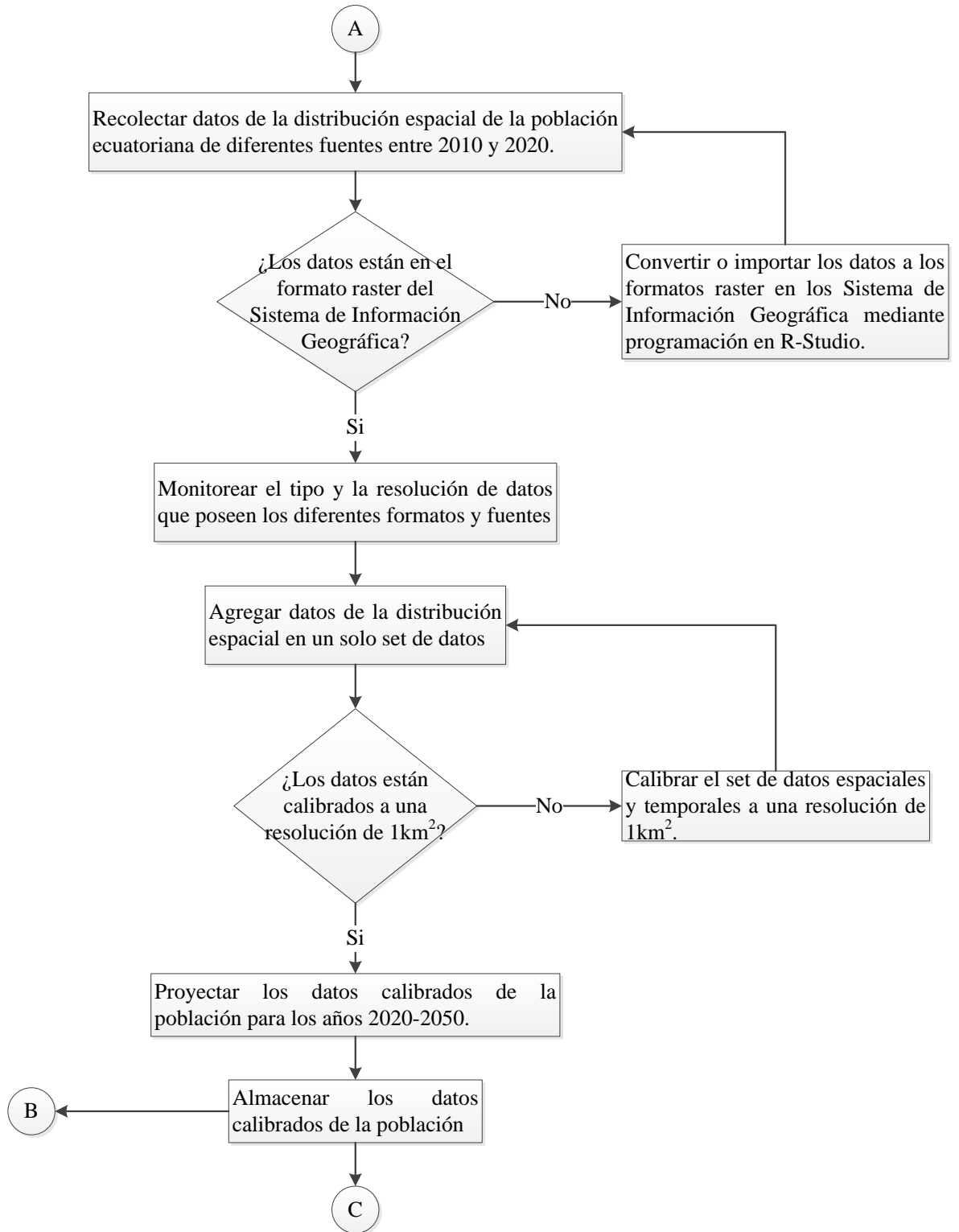
16Gb en RAM, 2Tb disco duro

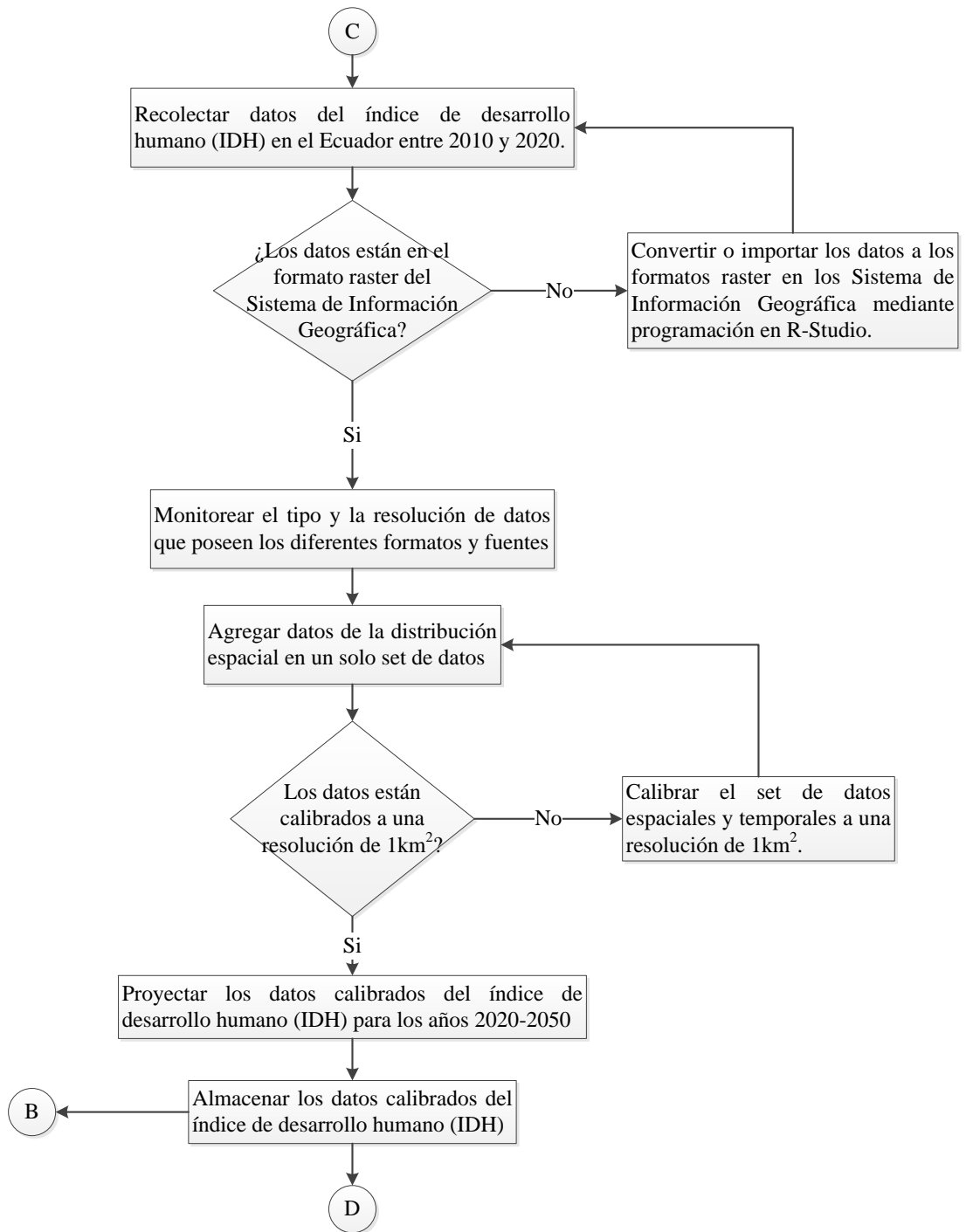
2.9.2. Software QGIS, R-Studio y sus paquetes

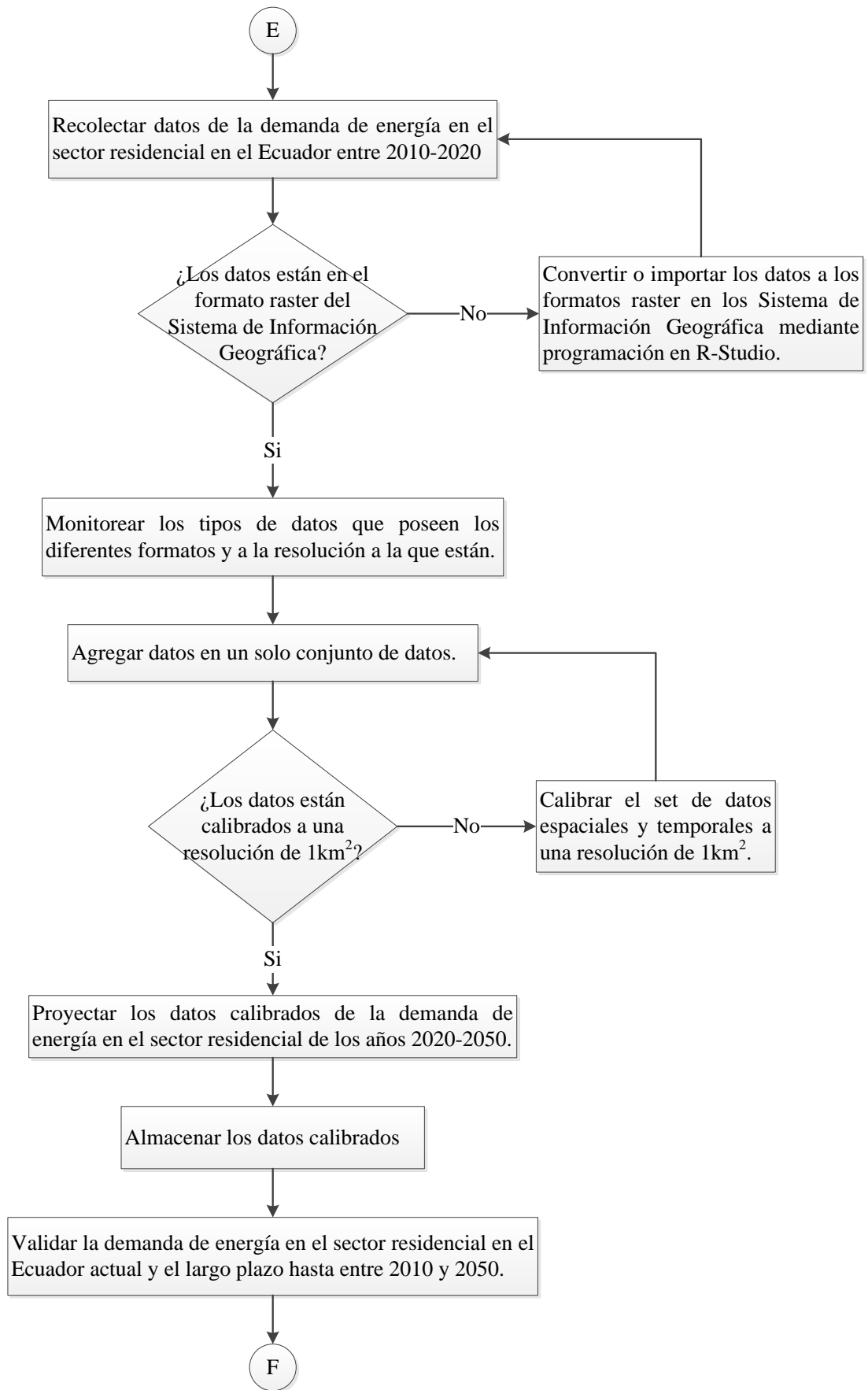
Para la investigación se utilizaron las librerías de:

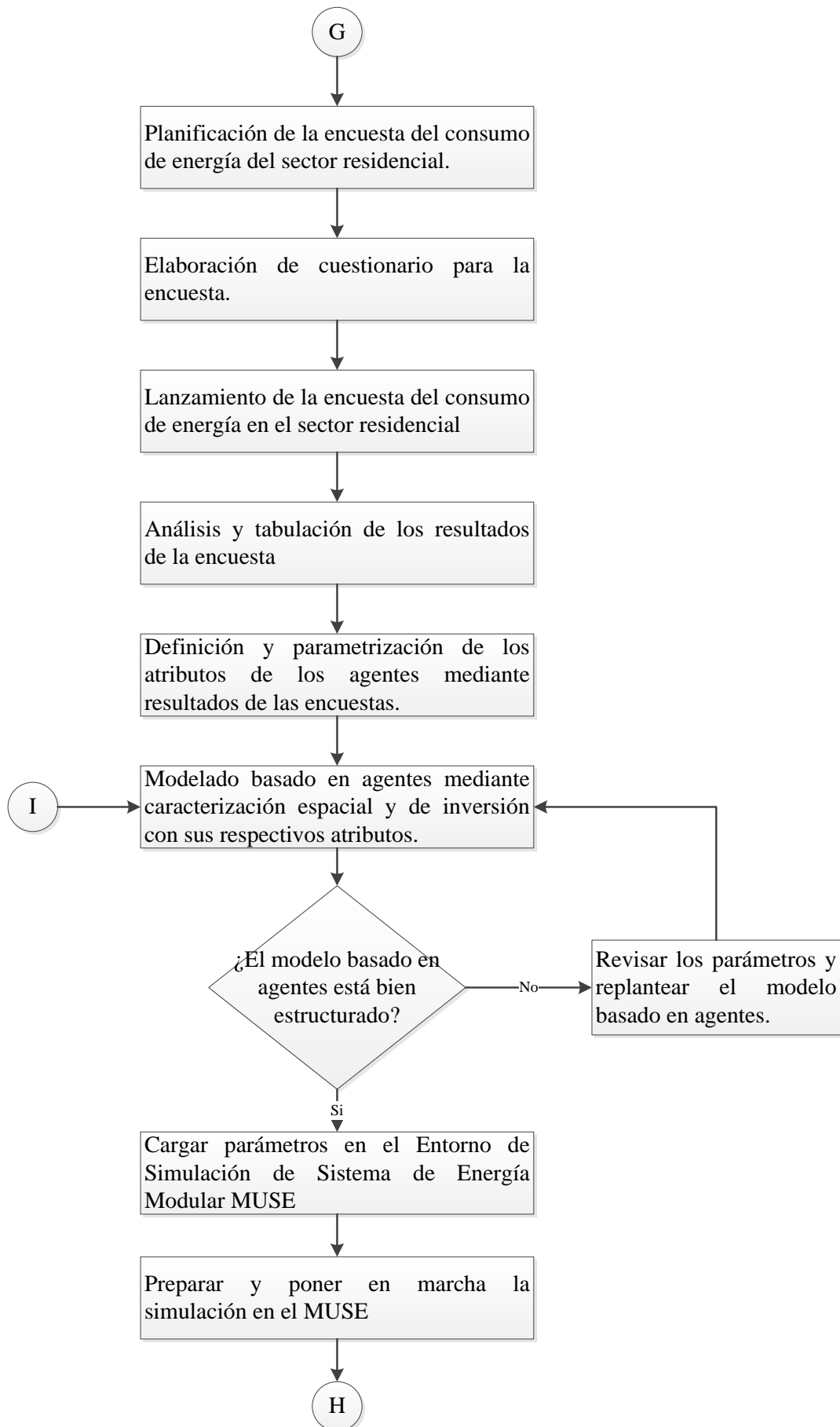
(ncdf4), (raster), (rgdal), (dplyr), (tmap), (RColorBrewer), (raster), (rasterVis), (rgdal), (sp), (sf), (latticeExtra), (maps), (mapdata), (maptools), (viridis), (colorspace), (dichromat), (GISTools), (colorRamps).

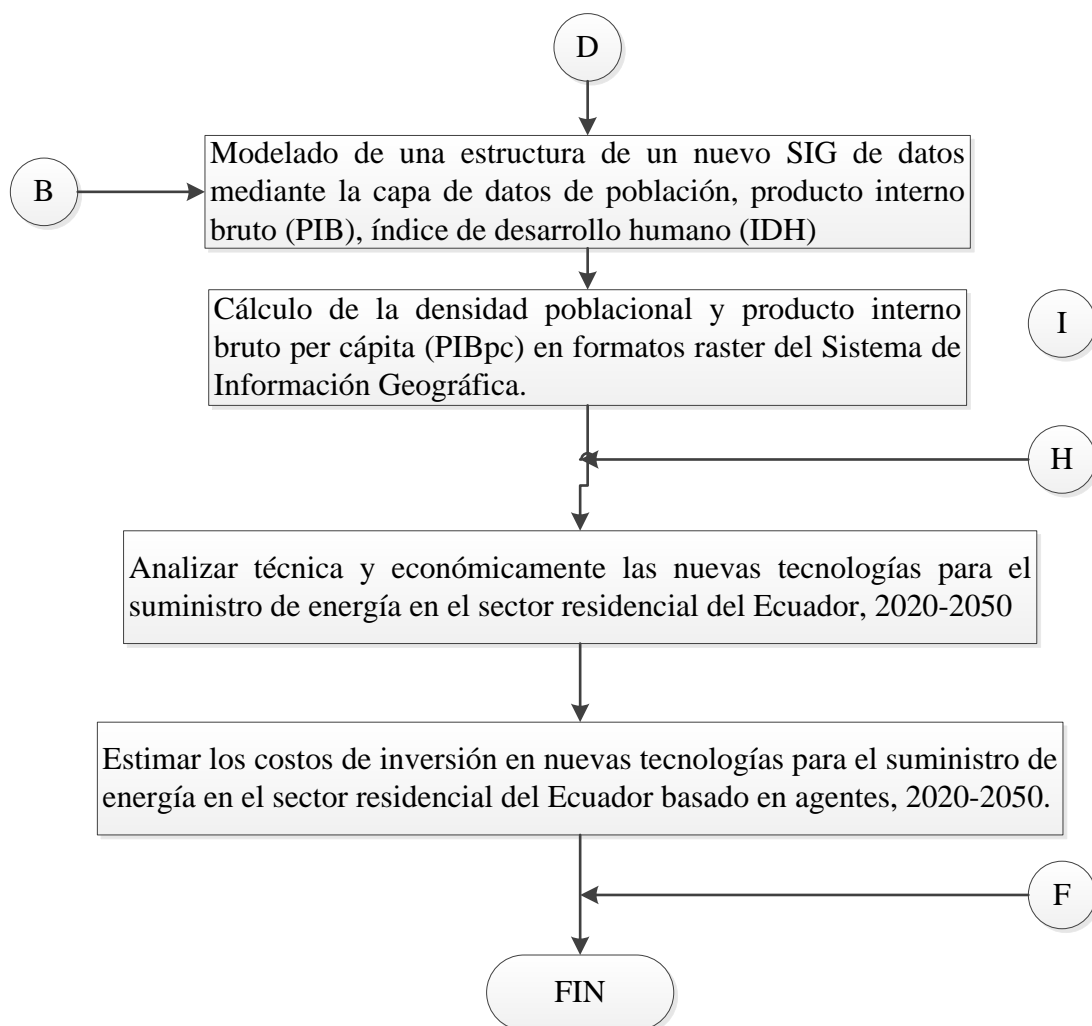
2.10. Diagrama de la metodología general











2.11. Hipótesis de estudio

La recopilación y calibración de datos de los impulsores de demanda de energía a una alta resolución espacial y temporal permitirá el análisis técnico y económico de la descarbonización a largo plazo (2010-2050) del sector residencial del Ecuador a una resolución de 1km².

2.11.1. Señalamiento de variables de la hipótesis

Variable Dependiente

La descarbonización del sector residencial del Ecuador.

Variable Independiente

Datos de los impulsores de demanda de energía.

2.11.2. Operacionalización de las variables

2.11.2.1. Variable Dependiente

La descarbonización del sector residencial del Ecuador.

Tabla 4. Operacionalización de la variable dependiente.

Concepto	Categoría	Indicador	Ítems	Técnicas e Instrumentos
Se realizará un cálculo de la distribución espacial y temporal mediante el programa R-Studio que permita realizar el análisis técnico económico de la descarbonización del sector residencial del Ecuador.	Programación	Relación de datos	Plantilla de datos calibrados	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Hojas de registro ✓ Procedimiento adecuado
		Resultados	Hoja de resultados	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Informe
	Análisis	Método MUSE	Criterios de uso de tecnologías de suministros de energías	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Hojas de registro ✓ Manuscritos científicos
		Conclusión	Escritura de manuscrito	

2.11.2.2. Variable Independiente

Datos de los impulsores de demanda de energía.

Tabla 5. Operacionalización de la variable independiente.

Concepto	Categoría	Indicador	Ítems	Técnicas e Instrumentos
Los datos registrados por las entidades públicas nacionales (Instituto Nacional de Estadística y Censos, Banco Central del Ecuador) e Internacionales como el Banco Mundial, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.	Población	Datos de la distribución espacial de la población.	- Datos ráster anual 2010-2020. - Datos por parroquia anual 2010-2020.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Recopilación de datos. ✓ Calibración de datos. ✓ Ingreso de datos en el software R-Studio.
	Producto Interno Bruto (PIB)	Datos espaciales y temporales del PIB	- Datos por parroquia anual 2010-2020.	
	Índice de Desarrollo Humano (IDH).	Datos del IDH	- Datos anual 2010-2020	

2.12. Plan de recolección y calibración de información

Los datos de alta resolución espacial son indispensables para múltiples análisis y evaluaciones. Por lo cual es beneficioso adoptar datos para las unidades administrativas provinciales, cantonales y parroquiales. Con este fin, se presenta un conjunto de datos plurianuales para la población, el producto interno bruto (PIB), producto interno bruto per cápita (PIBpc) y el índice de desarrollo humano (IDH). Para el cálculo y conversión en las celdas cuadrada tipo ráster se utiliza la metodología mostrada en la Figura 19, a una distribución temporal y espacial desde 2010 a 2020 anualmente a una resolución de 1 km².

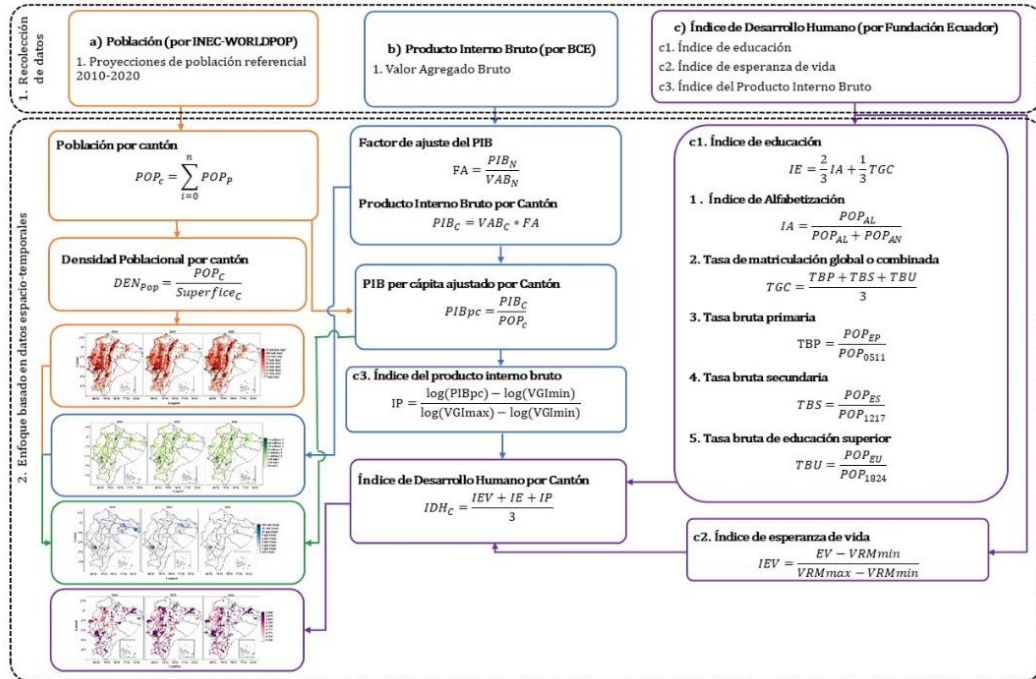


Figura 19. Recolección y tabulación de los impulsores de la demanda de energía en el sector residencial.

2.12.1. Recolección y calibración de la población espacio-temporal a 1 km²

El conjunto de datos del número estimado de personas por celda de la cuadrícula de la población de Ecuador se encuentra disponible en [52] de base de datos espacial de la población humana por conteo y densidad poblacional de WorlPop. El conjunto se encuentra disponible para descarga en formato Geotiff y ASCII XYZ con una resolución espacial aproximadamente 1km y resolución temporal anual de 2000 hasta 2020. La proyección demográfica está basada en el Sistema de Coordenadas Geográficas, WSG84. Las unidades son el número de personas por píxel. El enfoque es la redistribución asimétrica basada en el bosque aleatorio.

El conjunto de datos de proyecciones referenciales de población se encuentra disponible en [53] para descarga en formato Excel con una resolución espacial a nivel nacional, provincia, cantón, parroquia y resolución temporal anual de 2010 hasta 2020. La proyección demográfica está basada en la metodología [54] del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).

2.12.2. Recolección y calibración del Producto Interno Bruto (PIB) espacio-temporal a 1km²

El Banco Central del Ecuador no realiza el cálculo del producto interno bruto a nivel de cantones y parroquias. Sin embargo, proporciona el valor agregado bruto (VAB) en miles de dólares por cantones que se encuentra en [55], proporcionados en formato Excel con una resolución espacial a nivel nacional, provincia, cantón y resolución temporal anual de 2010 hasta 2019. La metodología para la estimación usada para las cuentas cantonales se encuentra en el boletín de información estadística económica mensual [56] del Banco Central del Ecuador. No obstante, por la falta de un PIB cantonal, en el informe Illingworth [57] se calculó uno aplicando un “*factor de ajuste*” mediante la ecuación (7). Este factor de ajuste se multiplicó el VAB nacional (VAB_N) para obtener PIB nacional (PIB_N).

$$FA = \frac{PIB_N}{VAB_N} \quad (7)$$

Donde:

FA= Factor de ajuste

PIB_N= Producto interno bruto nacional

PIB_N=Producto interno bruto nacional

De la misma forma este factor fue utilizado para convertir el VAB cantonal (VAB_C) en una estimación del PIB cantonal mediante la ecuación (8).

$$PIB_C = VAB_C * FA \quad (8)$$

Donde:

VAB_C= Valor agregado bruto cantonal

PIB_C=Producto interno bruto cantonal

FA= Factor de ajuste

2.12.3. Recolección y calibración del Índice de Desarrollo Humano (IDH)

Para estimar el índice de desarrollo humano se recopiló los datos necesarios para el cálculo, mediante la metodología empleada por Illingworth presentada por la Fundación Ecuador [30].

- **Cálculo del índice de educación**

Como se muestra en la Figura 19 el primer parámetro para el cálculo del IDH es el índice de educación. Para esto fue necesario el cálculo de cinco subparámetros como son: el índice de alfabetización, tasa de matriculación global, tasa bruta primaria, tasa bruta secundaria y tasa bruta de educación superior.

En primer lugar, se calculó el índice de alfabetización, mediante datos recolectados en un compendio de datos de la tasa de analfabetismo, población de 5 a 11 años, 12 a 17 años y 18 a 24 años, el cual está disponible para su descarga en formato xlsx en el sitio web del Sistema Nacional de Información creado a base del censo del Instituto Nacional de Información INEC del año 2010 [58]. Este compendio se encuentra en una resolución espacial a nivel nacional, provincial, cantonal y parroquial.

Una vez que se recolectados y calibrados los datos, se procedió a realizar los respectivos cálculos de la población alfabetizada y analfabetizada con la ecuación (9) y la ecuación (10) respectivamente.

$$POP_{AL} = POP_{AL10} - POP_{AL10-n} \quad (9)$$

$$POP_{AN} = POP_{ANL10} + POP_{AL10-n} \quad (10)$$

Donde:

POP_{AL} = Población alfabetizada

POP_{ANL} = Población la analfabetizada

POP_{AL10} = Población la alfabetizada en 2010

POP_{AN10-n} = Población alfabetizada entre 2010 y n año

Posteriormente se procedió a realizar los respectivos cálculos del índice de alfabetización (IA) con la ecuación (11).

$$IA = \frac{POP_{AL}}{POP_{AL} + POP_{AN}} \quad (11)$$

Donde:

IA = Índice de alfabetización

POP_{AL} = Población alfabetizada

POP_{AN} = Población la analfabetizada

Para el cálculo de la tasa global combinada se recopiló el conjunto de datos de población asistente a establecimientos de nivel primario (POP_{EP}), secundario (POP_{ES}) y alfabetización. Estos datos se encuentran tabulados y están disponibles para descarga en formato xlsx en una resolución espacial a nivel nacional, provincial, cantonal, parroquial y una resolución temporal anual de 2009 hasta 2020 en el sitio web del Ministerio de Educación y la SENESCYT [59].

Así mismo se recolectó los datos de población asistente a establecimientos de nivel superior (POP_{EU}), matriculados por cantón de origen. Los mismos están disponibles para descarga en formato xlsx a una resolución espacial provincial, cantonal y resolución temporal anual de 2015 a 2018. Estos datos se encuentran tabulados la Dirección Nacional de Gestión de la Información (DNIGI), con base en los registros administrativos del Sistema Nacional de Información de Educación Superior (SIIES), entre otras fuentes. [60].

Como primer paso se calculó la índice tasa bruta primaria, mediante la ecuación (12).

$$TBP = \frac{POP_{EP}}{POP_{0511}} \quad (12)$$

Donde:

TBP = Tasa bruta primaria

POP_{EP} = Población asistente a establecimientos de nivel primario

POP_{0511} = Población que se encuentran en un rango de edad entre 5 y 12 años

Como segundo paso se procedió a realizar el cálculo de la tasa bruta secundaria, mediante la ecuación (13).

$$TBS = \frac{POP_{ES}}{POP_{1217}} \quad (13)$$

Donde:

TBS = Tasa bruta secundaria

POP_{EP} = Población asistente a establecimientos de nivel secundario

POP_{0511} = Población que se encuentran en un rango de edad entre 12 y 17 años

Como tercer paso se calculó la tasa bruta de educación superior, mediante la ecuación (14) respectivamente.

$$TBU = \frac{POP_{EU}}{POP_{1824}} \quad (14)$$

Donde:

TBU= Tasa bruta universitaria

POP_{EU}= Población asistente a establecimientos universitarios

POP₁₈₂₄= Población que se encuentran en un rango de edad entre 18 y 24 años

Como cuarto paso se calculó la tasa de matriculación global mediante la ecuación (15(15)).

$$TGC = \frac{TBP + TBS + TBU}{3} \quad (15)$$

Donde:

TGC= Tasa global combinada

TBP= Tasa bruta primaria

TBS= Tasa bruta secundaria

TBU= Tasa bruta universitaria

Finalmente se calculó el índice de educación, aplicando la ecuación (16).

$$IE = \frac{2}{3}IA + \frac{2}{3}TGC \quad (16)$$

Donde:

IE= Índice de educación

IA= Índice de alfabetización

TGC= Tasa bruta global combinada de matriculación

- **Cálculo del índice de índice de esperanza de vida**

Para este cálculo se recogió el conjunto de datos de la esperanza de vida al nacer que se encontró en el compendio estadístico del Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC [61]. Estos datos se encuentran tabulados en resolución espacial a nivel de provincia y resolución temporal anual de 2010 hasta 2020. Considerando que el valor máximo de referencia mundial (VRM_{max}) es igual a 85 años y el valor mínimo

de referencia mundial (VRM_{min}) es igual a 25 años que se encuentra establecido en el informe de la Fundación Ecuador [62]. Se calculó el índice de esperanza de vida (IEV) mediante la ecuación (17).

$$IEV = \frac{EV - VRM_{min}}{VRM_{max} - VRM_{min}} \quad (17)$$

Donde:

IEV = Índice de esperanza de vida

EV = Esperanza de vida al nacer

VRM_{max} = Valor máximo de referencia mundial

VRM_{min} = Valor mínimo de referencia mundial

- **Cálculo del índice del producto interno bruto**

Para estimar el índice del producto interno bruto fue necesario el cálculo de los siguientes subparámetros: la población cantonal y el producto interno bruto. También se consideró que el valor máximo de referencia mundial (VMR_{max}) con un valor igual a 40000 y el valor mínimo de referencia mundial (VMR_{min}) con un valor igual a 100 que se encuentra establecido en el informe de Fundación Ecuador [63].

En primer lugar, se recopiló el conjunto de datos del número estimado de personas del conteo poblacional de Ecuador, mismo que se encuentra distribuidas parroquialmente, disponible en el sitio web de la base de datos del Sistema Nacional de Información (SNI), que fueron elaborados por la Secretaría Técnica Planifica Ecuador (STPE) [64]. Fue necesario sumar la población de cada parroquia para establecerla a nivel cantonal, mediante la ecuación (18).

$$POP_C = \sum_{i=0}^n POP_P \quad (18)$$

Donde:

POP_C = Población cantonal

POP_P = Población parroquial

Considerando que ya se calculó el PIB con la ecuación (8) se procedió a calcular el producto interno bruto per cápita ajustado, mediante la ecuación (19).

$$PIB_{pc} = \frac{PIB_C}{POP_C} \quad (19)$$

Donde:

PIB_{pc} = *Producto interno bruto per cápita ajustado*

PIB_C = *Producto interno bruto*

POP_C = *Población cantonal*

Finalmente se procede a calcular el índice de producto interno bruto mediante la ecuación (20).

$$IP = \frac{\log(PIB_{pc}) - \log(VMR_{min})}{\log(VMR_{max}) - \log(VMR_{min})} \quad (20)$$

Donde:

PIB_{pc} = *Producto interno bruto per cápita ajustado*

VMR_{min} = *Valor mínimo de referencia mundial*

VMR_{max} = *Valor máximo de referencia mundial*

Una vez calculado los tres parámetros se procedió a calcular el índice de desarrollo humano cantonal mediante la ecuación **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

$$IDH_C = \frac{IE + IEV + IP}{3} \quad (21)$$

Donde:

IDH_C = *Índice de desarrollo humano*

IE = *Índice de educación*

IEV = *Índice de esperanza de vida*

IP = *Índice de producto interno bruto*

2.12.4. Proyección de la población del Ecuador 2020-2050

Las proyecciones de población se determinaron mediante el planteamiento de escenarios futuros de crecimiento de la población a nivel de país, desarrollados como parte de los escenarios socioeconómicos compartidos (SSP) y las podemos encontrar en el sitio web del Instituto Internacional de Análisis de Sistemas Aplicados (IIASA)

[65]. Hay información adicional disponible a través de la base de datos SSP del en la base de datos acumulados en [66].

2.12.5. Proyección del Producto Interno Bruto 2020-2050

Las proyecciones de población se determinaron mediante el planteamiento de escenarios futuros de crecimiento del producto interno bruto a nivel de país, desarrollados como parte de los escenarios socioeconómicos compartidos (SSP) y las podemos encontrar en el sitio web del Instituto Internacional de Análisis de Sistemas Aplicados (IIASA) [65].

2.12.6. Caracterización de los agentes de consumo energético en el sector residencial del Ecuador basados en una encuesta y Sistema Geográficos de Información.

El enfoque dentro del MUSE está relacionado en una descripción precisa de toma de decisiones e inversión dentro de una región geográfica del sector de estudio [1]. Por tanto, para el análisis de este estudio se separa la metodología en 4 secciones: (1) Revisión de la literatura sobre caracterización en agentes; (2) Desarrollo de la Encuesta; (3) Clasificación y ubicación de agentes basados en encuestas y SIG; (4) Caracterización de los agentes, como se muestra en el diagrama de la Figura 20.

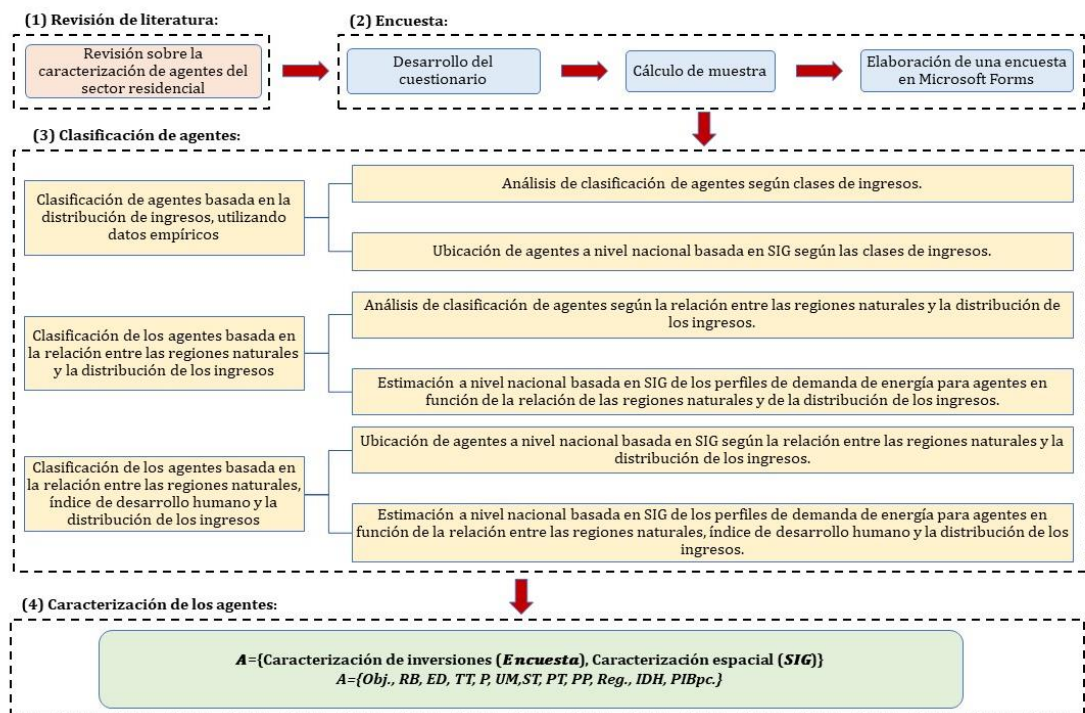


Figura 20: Metodología modelado basado en agentes en el sector residencial.

(1) Revisión de la literatura para el diseño de cuestionario y encuesta

El artículo de Sachs [2] es fundamental para el diseño del cuestionario y encuesta, debido a que el estudio está relacionado con el sector residencial en el cual presenta un modelo basado de agentes para las decisiones de inversión energética. Además, presenta un modelo óptimo en comparación a los demás, debido a que permite recolectar características del comportamiento del consumidor relacionado con la decisión de inversión. El propósito de la encuesta fue comprender el estado actual del consumo de energía en los hogares del Ecuador. También se realizó una evaluación cuantitativa de los sectores y activos participantes. Finalmente se realizó una evaluación cualitativa de los factores que estaban influyendo en la toma de decisiones de inversión en el sector residencial.

(2) Encuesta

- **Diseño de las preguntas en base a los atributos del MUSE.**

Tabla 6. Caracterización de la agente basada en los hallazgos de la encuesta.

Atributo del agente	En Ecu. (1)	Parametrización del agente basado en los agentes	Formulación de preguntas de encuesta.
Objetivos	Obj.	-Emisiones. -Costo de consumo de combustible. -Eficiencia. -CAE con alta tasa de descuento. -CAE con tasa de descuento intermedia. -CAE con baja tasa de descuento.	Pregunta 21 Pregunta 22
Regla de Búsqueda	RB	-Similar -Tipo de Combustible -Existente -Todas	Pregunta 19
Estrategia de Decisión	ED	-Lexicográfico -Suma ponderada -Épsilon-Restricción	Pregunta 23
Stock de Tecnologías	ST	Se consideran las tecnologías actuales existentes.	Pregunta 13 Pregunta 14 Pregunta 15 Pregunta 16
Porcentaje de Población	PP	Este valor representa el total de personas que se encuentran en un cierto sector, clasificados en grupos mediante un análisis espacial.	Sistemas de Información Geográfica (SIG).

El cuestionario incluye preguntas que se encuentran relacionados al consumo de energía en el sector residencial basándose en los atributos presentados en la Tabla 2.

En una primera parte se recolectó información sobre la ubicación de la residencia del encuestado (provincia y cantón).

En una segunda parte se recolectó datos con características generales (rango de edad, número de integrantes adultos y niños que componen la familia).

En una tercera parte se recolecta información relacionadas con las características educacionales y económicas (ocupación, nivel de educación, rango de salario mensual).

En una cuarta parte se recogió los datos de la vivienda (zona de residencia, tipo de vivienda y propiedad).

En una quinta parte se solicitó que proporcionen detalles técnicos sobre los activos existentes relacionados con el calentamiento de espacios, ventilación de espacios, calentamiento de agua y cocción.

En una sexta parte se recolectó información de los detalles comerciales relacionados con los precios del combustible y los impuestos (facturas de consumo de luz eléctrica y consumo de tanques de gas doméstico).

En la parte final fue necesario recabar información de cuestiones involucradas con la voluntad y estrategias de decisión al modernizar o adquirir un sistema o equipo de calefacción y ventilación.

Como se puede observar en la Tabla 6 para las reglas de búsqueda de tecnologías para la inversión. Se pidió a los encuestados que seleccionen una de las alternativas que consideraría al modernizar y adquirir las tecnologías, entre las cuales se considera: (1) similar, (2) todas, (3) existente, (4) tipo de combustible. También para la toma de decisiones de inversión, se solicitó a los encuestados participantes que indicaran los tres criterios más importantes entre ocho opciones que se utilizaban comúnmente para realizar una inversión: (1) eficiencia, (2) costos de capital, (3) costo actual equivalente (CAE) con alta tasa de descuento, (4) CAE con tasa de descuento intermedio, (5) CAE con baja tasa de descuento, (6) emisiones, (7) costos fijos; (8) costo de consumo de combustible. Por último, para las estrategias de decisión de inversión, se solicitó a los encuestados que indicaran una de las tres estrategias de decisión que se utilizan comúnmente: (1) Lexicográfico, (2) Suma ponderada y (3) Épsilon-R restricción. Cada parámetro de la definición del agente está

delimitado por un grupo de respuestas del cuestionario. Como puede verse en la Tabla 6, las preguntas están diseñadas para obtener las principales características de los inversores con el fin de definir los parámetros que se requieren en la definición del agente.

(3) Clasificación de los agentes

- **Parametrización de los agentes del escenario 1.**

El producto interno bruto per cápita (PIBpc) es el principal impulsor de demanda de energía, por el cual se considera en el escenario 1. Se estratifica el PIB pc en cinco regiones espaciales basadas en clases socioeconómicas que presentan en su informe el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). Los parámetros caracterizados son: clase A, clase B, clase C+, clase C- y la clase E. El informe realiza un análisis de comparación en múltiples parámetros: características de las viviendas, tecnología, educación, economía y bienes entre las cinco clases socioeconómicas [67]. Heredia en su investigación [68] relaciona el producto interno bruto per cápita y las clases socioeconómicas. Esta relación nos proporciona la información para segmentar estas cinco regiones espacialmente y relacionarlas con los parámetros de la encuesta realizada.

Para lo cual en esta investigación se segmentó la población de la clase de ingreso ECU1 perciben un ingreso mensual per cápita mayor a 3000 \$. La población de la clase de ingreso ECU2 perciben rango de ingreso mensual per cápita entre 1000-3000 \$. La población que representa la clase de ingreso ECU3 percibe un salario mensual per cápita entre 500-1000 \$. La población que representa la clase de ingreso ECU4 percibe un salario mensual per cápita entre 200-500 \$. Finalmente, la población que representa la clase de ingreso ECU5 percibe un salario mensual per cápita menor a 200 \$.

(4) Caracterización espacial y de inversiones de los atributos de los agentes mediante los SIG y la encuesta.

El modelado basado en agentes está conformado por la caracterización espacial y la caracterización de inversiones.

La caracterización espacial se basa en la categorización mediante los Sistemas de Información Geográfico de los impulsores de demanda energía, mismos que se convirtieron de formatos ráster a formatos shapefile. Este shapefile permitió extraer el porcentaje de población por cada región de clasificación de acuerdo con la categorización del escenario 1. Los resultados de las encuestas nos permiten realizar caracterizaciones con los atributos de inversión que contienen las respuestas de las encuestas.

2.12.7. Simulación MUSE

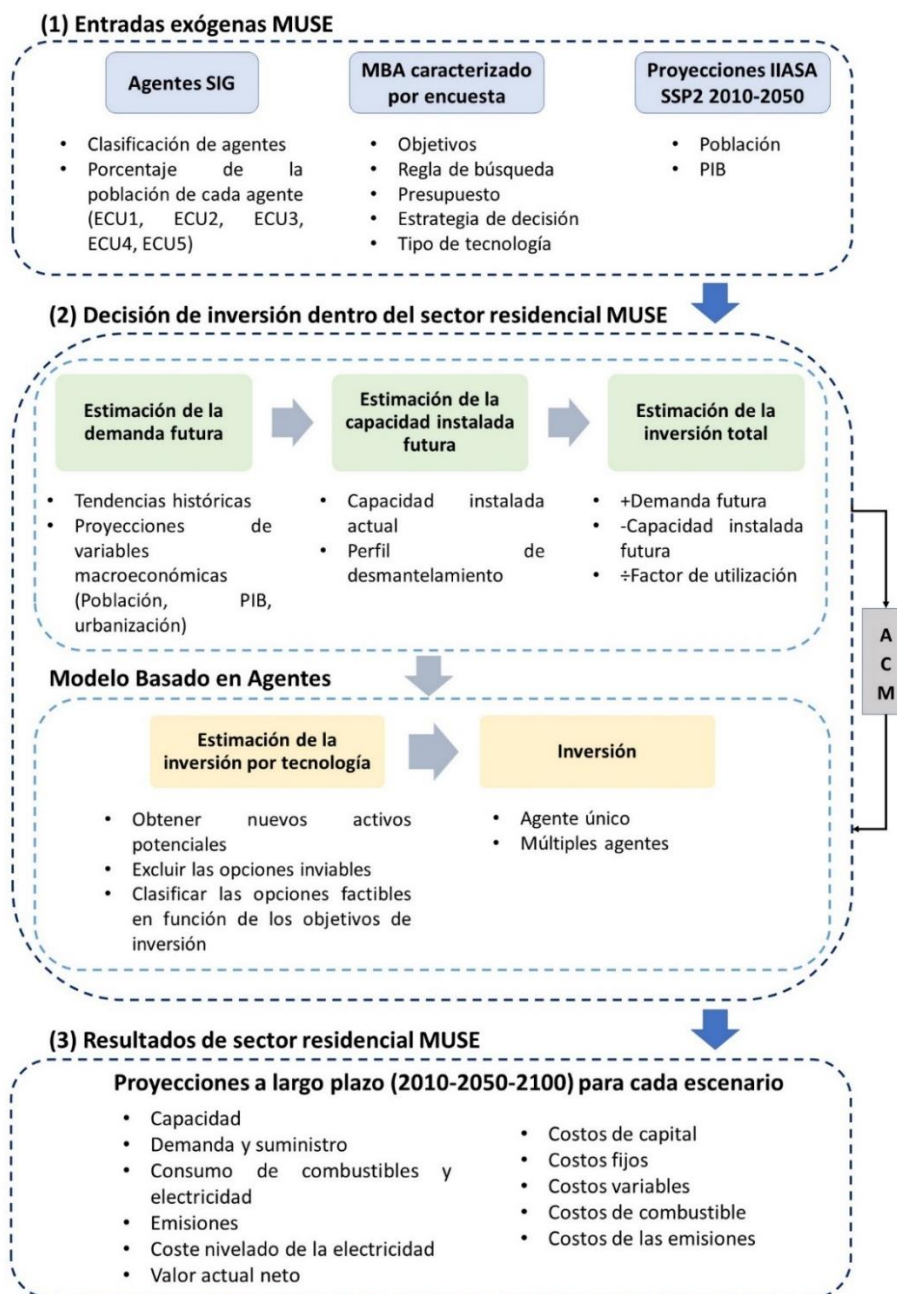


Figura 21. Diagrama de simulación MUSE.

La Figura 21 nos muestra el proceso general de simulación MUSE para la proyección de 2010-2050 de la demanda de energía del sector residencial en el Ecuador, para lo cual se estratifica en 3 etapas de simulación: (1) Entradas exógenas MUSE, (2) Decisión de inversión dentro del sector residencial MUSE, (3) Resultados de sector residencial MUSE.

(1) Entradas exógenas MUSE

Las entradas exógenas se refieren a las variables externas del MUSE, que se requieren implementar como parámetros iniciales dentro del simulador, en el presente estudio se consideró tres tipos de entradas.

La primera entrada exógena está relacionada a los agentes SIG, mismos que se encuentran clasificadas en cinco clases de ingresos (ECU1, ECU2, ECU3, ECU4, ECU5), esta clasificación permitió establecer el porcentaje de población para cada agente que se debe implementar en la simulación.

La segunda entrada exógena está enfocada al MBA caracterizada mediante encuesta, dentro de este modelo podemos encontrar los objetivos, la regla de búsqueda, presupuesto, estrategia de decisión y tipo de tecnología para la respectiva caracterización.

Finalmente, como tercera entrada exógena tenemos a las proyecciones de la población y el PIB enfocadas a un modelo SSP2 entre el 2010 y 2050 emitidas por el IIASA.

(2) Decisión de inversión dentro del sector residencial MUSE

Una vez que se introduce de las entradas exógenas en el MUSE, mediante un algoritmo de compensación de mercado (ACM) realiza la simulación. el mismo que presenta cinco procesos.

El primer proceso se basa en la estimación de la demanda futura, esta proyección se enfoca en las tendencias históricas de las variables macroeconómicas.

El segundo proceso procede a la estimación de la capacidad instalada futura tomando en cuenta la capacidad instalada actual y la transición de la capacidad del tipo de energía generada.

El tercer proceso se realiza la estimación de la inversión total, en el cual considera la demanda futura, capacidad instalada futura y el factor de utilización.

El cuarto proceso considera la estimación de la inversión por tecnología, analizando las opciones viables e inviables para obtener nuevos activos potenciales en función de los parámetros establecidos en el MBA.

Finalmente, el quinto proceso considera si la inversión de agente único y otro para los agentes múltiples.

(3) Resultados de sector residencial MUSE.

Una vez se realizó la simulación MUSE, se emite una serie de resultados relacionados a las proyecciones a largo plazo (2010-2050-2100) para cada escenario. Entre estos resultados se presentan: la capacidad instalada, demanda y suministro, consumo de combustibles y electricidad, emisiones, costo nivelado de electricidad (LCOE), valor actual neto (VAN), costos de capital, costos fijos, costos variables, costos de combustibles y el costo de emisiones, mismos que serán analizados.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados Obtenidos

3.1.1. Población ecuatoriana calibrada y distribuida espacialmente a una resolución de 1km² entre el 2010 y 2020.

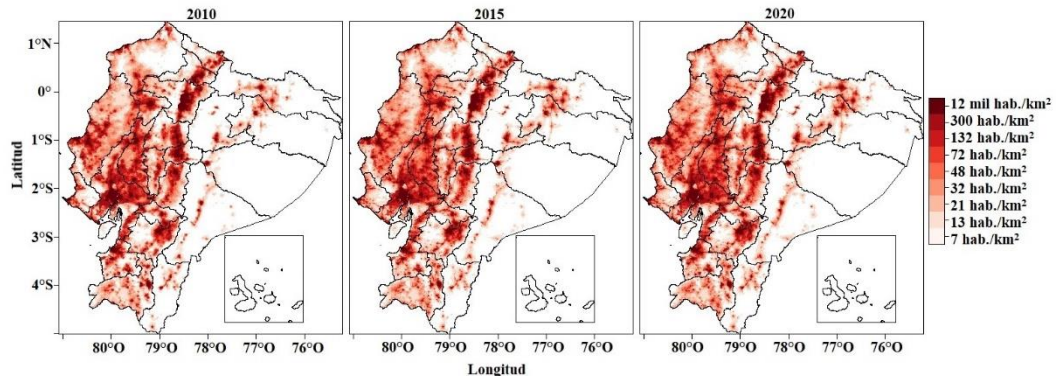


Figura 22. Densidad Poblacional [69].

La Figura 22 mediante los Sistemas de Información Geográfica emitida por WorldPop, revela el comportamiento de la distribución espacial y temporal de la densidad poblacional del Ecuador por lustros de 2010 a 2020. En el año 2010 presenta una densidad poblacional máxima de 8.5 mil hab./km², para el año 2015 se registra un incremento máximo de 9.8 mil hab./km² y finalmente para el 2020 el crecimiento es notorio alcanzando un máximo de 12 mil hab./km². Las concentraciones de densidad poblacional máximas se ubican en las regiones Costa y Sierra, especialmente en las áreas urbanas de las provincias de Pichincha y Guayas. El desarrollo económico y empresarial que se prestan en estas dos grandes provincias hace que las personas migren y se acumulen en las áreas urbanas, en busca de un futuro mejor económica y profesionalmente.

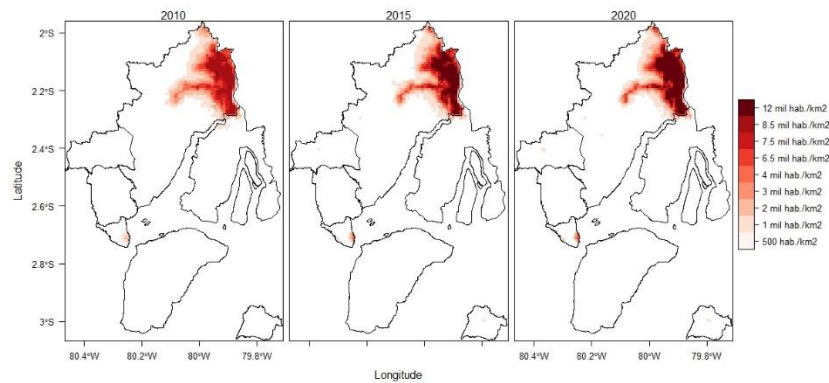


Figura 23. Densidad Poblacional en Guayaquil.

La Figura 23 presenta lúcidamente el comportamiento de la densidad poblacional en la ciudad de Guayaquil por lustros desde el 2010 hasta 2020. Esta ciudad que pertenece a la provincia de Guayas y representa a una de las ciudades más pobladas de Ecuador. En el año 2010 presenta una densidad poblacional máxima de 8.5 mil hab./km², para el año 2015 se registra un incremento máximo de 9.8 mil hab./km² y finalmente para el 2020 el crecimiento es notorio alcanzando un máximo de 12 mil hab./km². Es indispensable mencionar que en 2020 existió pérdida de vidas a consecuencia de la pandemia COVID19, pero esto represento un porcentaje muy reducido a comparación del total de la población del país. La concentración en esta ciudad se acumula en las áreas urbanas debido a la posición comercial en la que se encuentra.

3.1.2. Producto Interno Bruto ecuatoriano calibrado y distribuido espacialmente a una resolución de 1km² entre el 2010 y 2020.

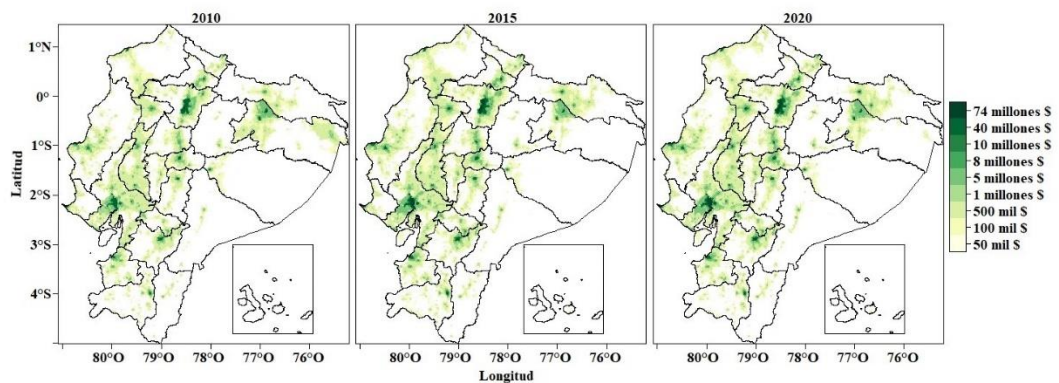


Figura 24. Producto Interno Bruto.

La Figura 24 representa el comportamiento del Producto Interno Bruto (PIB) de los años más cruciales en Ecuador desde 2010 al 2020. Es notorio el comportamiento en las distintas zonas del Ecuador, en donde se puede observar que en la mayor parte crece y en ciertas zonas decrece el PIB. Se puede notar que el mayor desarrollo económico del PIB este concentrado en las provincias del Pichincha, Guayas y Orellana bordeando los 40 a 74 millones \$. El PIB más bajo se encuentra distribuido casi en todas las provincias del Ecuador variando entre 50 a 100 mil \$ anuales.

3.1.3. Producto Interno Bruto Per Cápita ecuatoriano calibrado y distribuido espacialmente a una resolución de 1km² entre el 2010 y 2020.

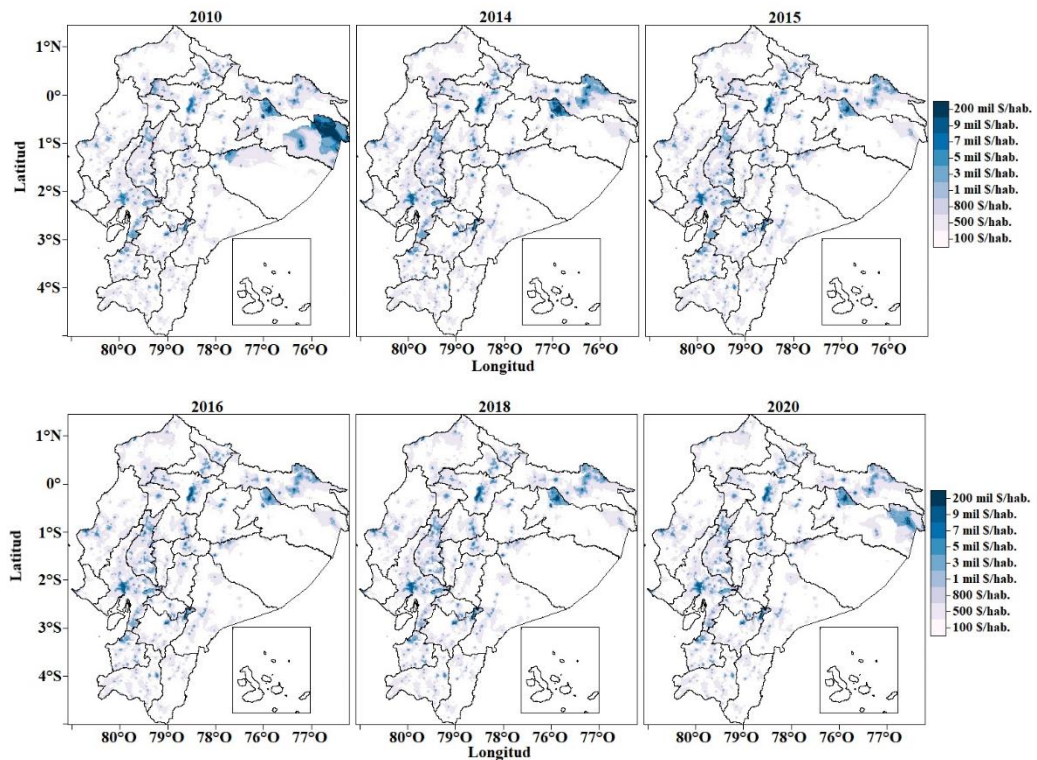


Figura 25. Producto Interno Bruto Per Cápita.

La Figura 25 representa el comportamiento del Producto Interno Bruto Per Cápita de los años más cruciales en Ecuador desde 2010 al 2020. Es notorio el decrecimiento debido al impacto en la economía, debido a tres grandes crisis consecutivas que se generó en esta década: en el 2016 se generó el terremoto de gran escala en la zona costera de Ecuador, el segundo fue el paro Nacional en Octubre de 2019 y el último es la pandemia COVID-19. Estas circunstancias dieron paso a un fuerte decrecimiento en la economía ecuatoriana en esta última década. Esta caída muestra

que el país no está avanzando, el desempleo crece y existe una caída en la demanda y por ende las ventas en las empresas han disminuido. El Orellana, Galápagos y Sucumbíos son las tres principales provincias del Ecuador en donde se genera mayor riqueza per cápita. Estas provincias durante esta década han sufrido abruptos cambios en esta década, en vista de que a medida que algunas provincias el PIB per cápita crece, en otras disminuye debido a las diferencias entre el desarrollo y tecnológico en estas provincias.

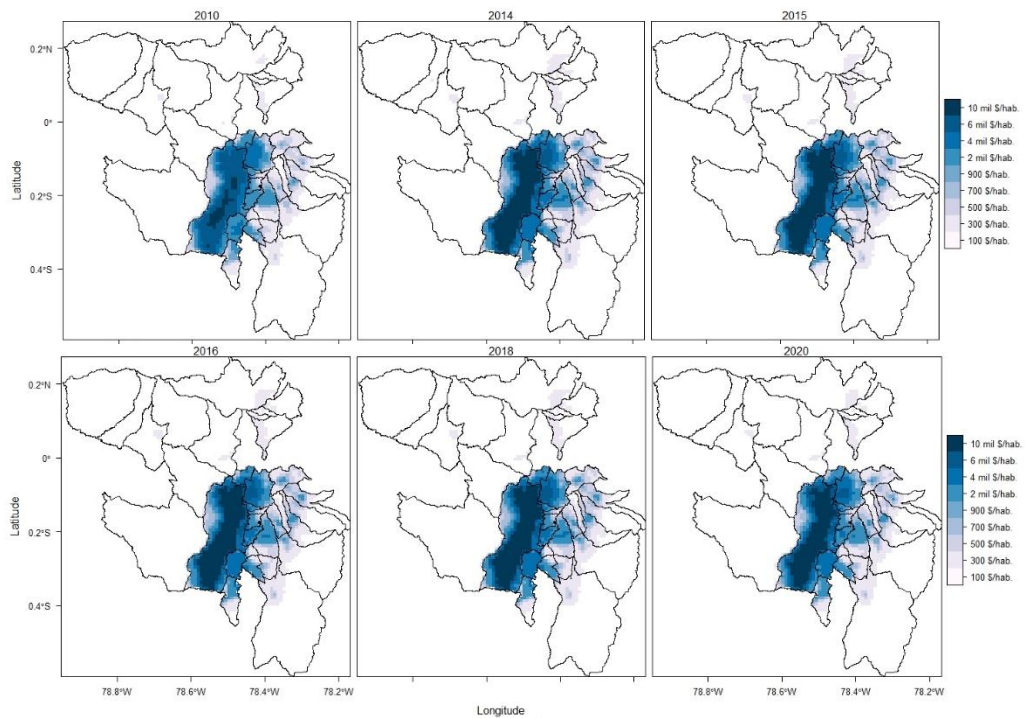


Figura 26. Producto Interno Bruto Per Cápita en Quito.

La Figura 26 compara el comportamiento Producto Interno Bruto Per Cápita del cantón Quito por años. Se puede observar un decrecimiento, esto se debe a la gran incidencia que tiene uno de los principales cantones en la economía del país. La figura nos permite mirar el grado de bienestar de las diferentes parroquias del cantón y la concentración de este. También nos permite realizar comparaciones entre el progreso económico por habitante en los diferentes años del 2010 a 2020. La mayor concentración se encuentra en las parroquias de Quito, Pifo y Pitag como se observa.

3.1.4. Índice de Desarrollo Humano ecuatoriano calibrado y distribuido espacialmente a una resolución de 1km² entre el 2010 y 2020.

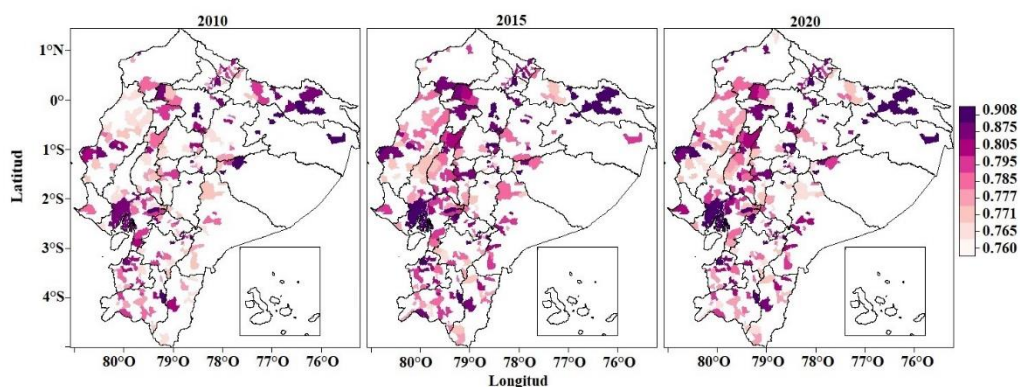


Figura 27. Índice de Desarrollo Humano.

La Figura 27 nos muestra el comportamiento del Índice de Desarrollo Humano por lustros desde el 2010 al 2020, permite observar claramente donde está concentrado el desarrollo y donde está ausente. Basándonos en los rangos que establece Illingworth en la metodología presentada en su informe [30] de valores del IDH. Si el índice es mayor o igual 0.8 se encuentra en un nivel alto, si oscila entre 0.5 y 0.799 se encuentra en un nivel medio, si es menor o igual a 0.499 se encuentra en un nivel de desarrollo bajo. Podemos adicionar que los cantones con mayor desarrollo se pueden observar de un color violeta oscuro, el mismo que se va reduciendo según disminuya la escala de color para los diferentes cantones del Ecuador. Cabe destacar que en la gráfica es muy notorio la caída del desarrollo en algunos cantones y posteriormente vuelve a incrementarse, esto se produce por las variaciones que tiene la economía y otros factores del país para estos años. Los cantones con mayor desarrollo humano son: Sevilla de Oro en la provincia de Azuay, La Joya de los Sachas en la provincia de Orellana, Rumiñahui y Quito en la provincia de Pichincha y Guayaquil en la provincia del Guayas.

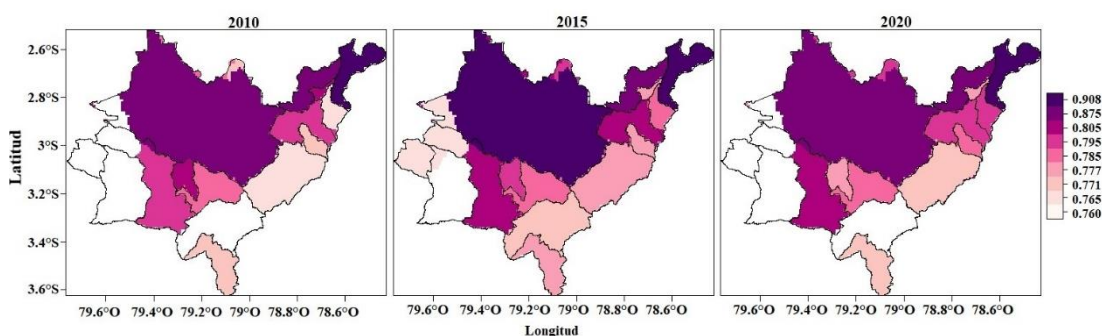


Figura 28. Índice de Desarrollo Humano en Azuay.

La Figura 28 permite visualizar el Índice de Desarrollo Humano por lustros desde el 2010 al 2020 en la Provincia de Azuay. En donde podemos observar el incremento del índice entre el 2010 a 2015 pero por las condiciones desfavorables tubo una caída en los factores que se consideran para el cálculo del índice de desarrollo humano y a consecuencia de esto el índice decayó para el 2020. Sin embargo, hay que considerar a los cantones Cuenca, Sevilla de Oro y Santa Isabel presentan un desarrollo alto.

3.1.5. Interpretación de los resultados de la encuesta.

Luego de haber procesado la información obtenida de las encuestas aplicadas a los habitantes del sector residencial del Ecuador, se presenta los siguientes resultados clasificados por cinco clases de ingresos considerados como agente para la simulación en MUSE:

1. ¿En qué rango de edad se encuentra?

Tabla 7. Rangos de edad en las que se encuentra la población en las diferentes clases de ingreso.

		Clases_Ingreso					Total	
		ECU1	ECU2	ECU3	ECU4	ECU5		
Rango_Edad	18-28 años	Recuento	9	89	242	268	133	741
		% del total	0,6%	5,9%	16,1%	17,9%	8,9%	49,4%
	Más de 28 años	Recuento	88	163	172	249	87	759
		% del total	5,9%	10,9%	11,5%	16,6%	5,8%	50,6%
Total		Recuento	97	252	414	517	220	1500
		% del total	6,5%	16,8%	27,6%	34,5%	14,7%	100,0%

Análisis

La Tabla 7 muestra la distribución porcentual de los rangos de edad de 1500 encuestados clasificados por clases de ingreso:

Dentro del 6.5% que representa la población encuestada de la clase ECU1: un 5.87% mencionan que tienen más de 28 años, mientras que un 0.60% manifiestan que se encuentran en un rango de 18-28 años.

En cuanto a el 16.8% que representa la población encuestada de la clase ECU2: un 10.87% mencionan que tienen más de 28 años, mientras que un 5.93% manifiestan que se encuentran en un rango de 18-28 años.

Dentro del 27.6% que representa la población encuestada de la clase ECU3: el 16.13% mencionan que se encuentran en un rango de 18-28 años, mientras que el 11.47% manifiestan que tienen más de 28 años.

En cuanto a los 34.5% que representa la población encuestada de la clase ECU4: el 17.87% mencionan que se encuentran en un rango de 18-28 años, mientras que el 16.60% manifiestan que tienen más de 28 años.

Dentro de los 14.7% que representa la población encuestada de la clase ECU5: el 8.87% mencionan que se encuentran en un rango de 18-28 años, mientras que el 5.80% manifiestan que tienen más de 28 años.

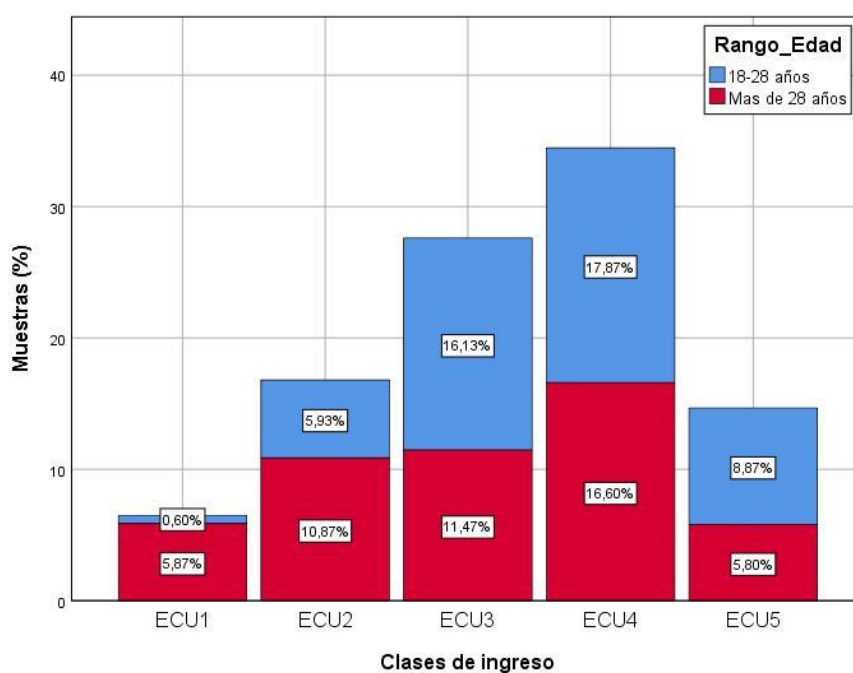


Figura 29. Distribución porcentual de rangos de edad en las que se encuentra la población en las diferentes clases de ingreso.

Interpretación

La Figura 29 interpreta que la mayor parte de la población de las clases de ingreso ECU1 y ECU2 se encuentran en una edad mayor a 28 años, mientras que la mayor parte de la población de las clases de ingreso ECU3, ECU4 y ECU5 se encuentran en un rango de edad de 18-28 años. Las clases de ingreso dependen del progreso académico y económico mientras transcurren sus años de vida.

2. ¿Cuál es su ocupación actual?

Tabla 8. Ocupaciones por clases de ingreso.

Ocupación		Clases_Ingreso					Total
		ECU1	ECU2	ECU3	ECU4	ECU5	
Administrativo	Recuento	0	4	14	19	1	38
	% del total	0,0%	0,3%	0,9%	1,3%	0,1%	2,5%
Agricultura_silvicultura_y_la_pesca	Recuento	1	1	10	41	19	72
	% del total	0,1%	0,1%	0,7%	2,7%	1,3%	4,8%
Artesanales_y_afines	Recuento	0	6	10	69	49	134
	% del total	0,0%	0,4%	0,7%	4,6%	3,3%	8,9%
Ciencia_e_ingeniería	Recuento	36	81	76	28	5	226
	% del total	2,4%	5,4%	5,1%	1,9%	0,3%	15,1%
Estudiante	Recuento	5	56	154	191	83	489
	% del total	0,3%	3,7%	10,3%	12,7%	5,5%	32,6%
Fuerzas_armadas_y_policia	Recuento	1	8	17	4	3	33
	% del total	0,1%	0,5%	1,1%	0,3%	0,2%	2,2%
Gerentes	Recuento	37	18	9	2	0	66
	% del total	2,5%	1,2%	0,6%	0,1%	0,0%	4,4%
Ocupaciones_elementales	Recuento	0	2	3	46	34	85
	% del total	0,0%	0,1%	0,2%	3,1%	2,3%	5,7%
Operadores_y_ensambladores	Recuento	0	3	7	10	8	28
	% del total	0,0%	0,2%	0,5%	0,7%	0,5%	1,9%
Personal_de_institución_pública	Recuento	9	39	54	23	13	138
	% del total	0,6%	2,6%	3,6%	1,5%	0,9%	9,2%
Servicio_y_ventas	Recuento	1	8	18	71	4	102
	% del total	0,1%	0,5%	1,2%	4,7%	0,3%	6,8%
Técnicos_y_asociados	Recuento	7	26	42	13	1	89
	% del total	0,5%	1,7%	2,8%	0,9%	0,1%	5,9%
Total	Recuento	97	252	414	517	220	1500
	% del total	6,5%	16,8%	27,6%	34,5%	14,7%	100,0%

Análisis

La Tabla 8 muestra la distribución porcentual de las ocupaciones de 1500 encuestados clasificados por clases de ingreso:

Dentro del 6.5% que representa la población encuestada de la clase ECU1: el 2.5% expresan que trabajan como gerentes, el 2.4% comunican que laboran en el ámbito de la ciencia e ingeniería, 0.6% exponen que laboran como personal de institución pública, el 0.5% manifiestan que trabajan en ámbitos técnicos y asociados, 0.3% plantean que son estudiantes, el 0.1% explican que se dedica a la agricultura y pesca, el 0.1% comentan que laboran en las fuerzas armadas y policía, el 0.1% anuncian que trabajan en el ámbito de servicio y ventas.

Dentro del 16.8% que representa la población encuestada de la clase ECU2: el 5.4% expresan que laboran en el ámbito de la ciencia e ingeniería, el 3.7% comunican que son estudiantes, el 2.6% exponen laboran como personal de institución pública, el 1.7% manifiestan que se encuentran laborando como técnicos y asociados, el 1.2% plantean que ocupan cargos de gerentes, el 0.5% explican que trabajan en las fuerzas armadas y policía, el 0.5% comentan que laboran en el ámbito de servicio y ventas, el 0.4% anuncian que laboran en ámbitos artesanales y afines, el 0.3% expresan que trabajan en el ámbito administrativo, el 0.2% comunican que trabajan de operadores y ensambladores de plantas y máquinas, el 0.1% exponen que trabajan en la agricultura, silvicultura y la pesca, el 0.1% manifiestan que se encuentran laborando en ocupaciones elementales.

Dentro del 27.6% que representa la población encuestada de la clase ECU3: el 10.3% expresan que son estudiantes, el 5.1 % comunican que laboran en el ámbito de la ciencia e ingeniería, el 3.6% exponen que laboran como personal de institución pública, el 2.8% manifiestan que se encuentran laborando como técnicos y asociados, el 1.2% plantean que laboran en el ámbito de servicio y ventas, el 1.1% explican que trabajan en las fuerzas armadas y policía, el 0.9% comentan que trabajan en el ámbito administrativo, el 0.7% anuncian que trabajan en la agricultura, silvicultura y la pesca, el 0.7% expresan que laboran en ámbitos artesanales y afines, el 0.6% comunican que ocupan cargos de gerentes, 0.5% anuncian que trabajan de operadores y ensambladores de plantas y máquinas, el 0.2% expresan que se encuentran laborando en ocupaciones elementales.

Dentro del 34.5% que representa la población encuestada de la clase ECU4: el 12.7% expresan que son estudiantes, el 4.6% comunican que laboran en ámbitos artesanales y afines, el 4.7% exponen que laboran en el ámbito de servicio y ventas, el 3.1% manifiestan que se encuentran laborando en ocupaciones elementales, el 2.7% plantean que trabajan en la agricultura, silvicultura y la pesca, el 1.9% explican que laboran en el ámbito de la ciencia e ingeniería, el 1.5% comentan que laboran como personal de institución pública, el 0.9% anuncian que se encuentran laborando como técnicos y asociados, el 1.3% expresan que trabajan en el ámbito administrativo, el 0.7% comunican que trabajan de operadores y ensambladores de plantas y máquinas, el 0.3% exponen que trabajan en las fuerzas armadas y policía, el 0.1% manifiestan que ocupan cargos de gerentes.

Dentro del 14.7% que representa la población encuestada de la clase ECU5: el 5.5% expresan que son estudiantes, el 3.3% comunican que laboran en ámbitos artesanales y afines, el 2.3% exponen que se encuentran laborando en ocupaciones elementales, el 1.3% manifiestan que trabajan en la agricultura, silvicultura y la pesca, el 0.9% plantean que laboran como personal de institución pública, el 0.5% explican que trabajan de operadores y ensambladores de plantas y máquinas, el 0.3% comentan que laboran en el ámbito de la ciencia e ingeniería, el 0.3% anuncian que laboran en el ámbito de servicio y ventas, el 0.2% expresan que trabajan en las fuerzas armadas y policía, el 0.1% comunican que se encuentran laborando como técnicos y asociados, el 0.1% expresan que trabajan en el ámbito administrativo.

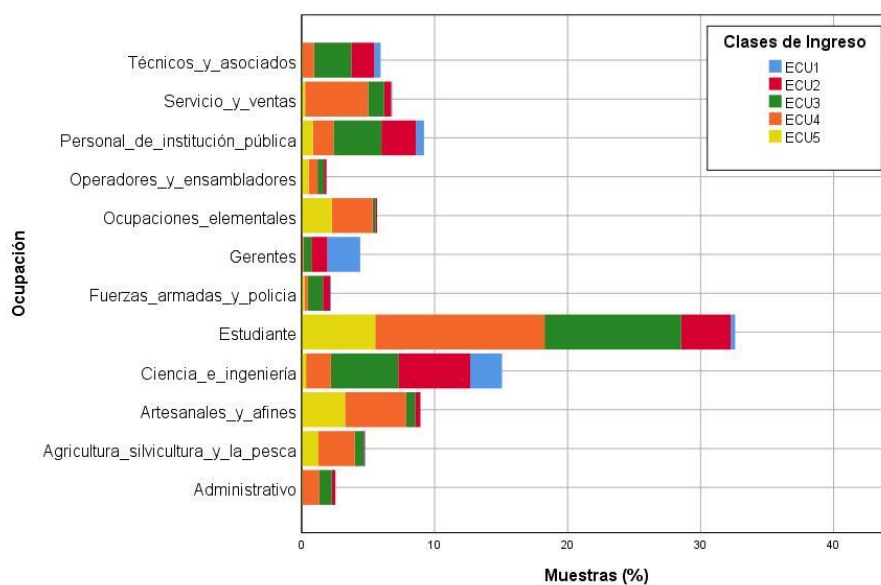


Figura 30. Distribución porcentual de las ocupaciones por clases de ingreso.

Interpretación

La Figura 30 interpreta que la mayor parte de la población de la clase de ingreso ECU1 ocupan puestos de gerencia, ciencia e ingeniería, lo cual ratificaría que pertenezcan a esta clase, debido a que su preparación y puesto laboral perciben ingresos de nivel alto. En la clase ECU2 y ECU3 poseen una estrecha relación ya que se puede denotar que en ambas clases la mayor parte de la población son estudiantes, se dedica a la ciencia e ingeniería o trabajan en una institución pública lo cual reafirmaría que pertenezcan a estas clases, debido a que su preparación y puesto laboral les permiten percibir ingresos de nivel medio alto y medio respectivamente. En la clase ECU4 y ECU5 tienen una estrecha relación ya que se puede denotar que en ambas clases la mayor parte de la población son estudiantes, se dedican al servicio, ventas, trabajos artesanales, afines u otras ocupaciones elementales lo cual ratificarían que pertenezcan al nivel de ingreso de esta clase, debido a que su preparación y puesto laboral perciben ingresos de nivel medio bajo y bajo respectivamente. Las clases de ingreso están estrechamente relacionadas con las ocupaciones de cada persona, debido a que mientras mayor sea el cargo que ocupen, mayores serán los ingresos que perciban.

3. Provincia:

Tabla 9. Número de encuestas recolectadas en cada provincia por las clases de ingreso.

Provincia		Clases_Ingreso					Total
		ECU1	ECU2	ECU3	ECU4	ECU5	
Azuay	Recuento	2	11	17	24	8	62
	% del total	0,1%	0,7%	1,1%	1,6%	0,5%	4,1%
Bolívar	Recuento	3	4	8	14	6	35
	% del total	0,2%	0,3%	0,5%	0,9%	0,4%	2,3%
Cañar	Recuento	3	4	5	10	3	25
	% del total	0,2%	0,3%	0,3%	0,7%	0,2%	1,7%
Carchi	Recuento	3	4	10	6	4	27
	% del total	0,2%	0,3%	0,7%	0,4%	0,3%	1,8%
Chimborazo	Recuento	3	13	17	14	4	51
	% del total	0,2%	0,9%	1,1%	0,9%	0,3%	3,4%
Cotopaxi	Recuento	2	15	51	55	19	142
	% del total	0,1%	1,0%	3,4%	3,7%	1,3%	9,5%
El Oro	Recuento	4	4	9	12	4	33
	% del total	0,3%	0,3%	0,6%	0,8%	0,3%	2,2%
Esmeraldas	Recuento	3	5	6	16	15	45

	% del total	0,2%	0,3%	0,4%	1,1%	1,0%	3,0%
Galápagos	Recuento	4	10	9	4	5	32
	% del total	0,3%	0,7%	0,6%	0,3%	0,3%	2,1%
Guayas	Recuento	4	15	30	63	20	132
	% del total	0,3%	1,0%	2,0%	4,2%	1,3%	8,8%
Imbabura	Recuento	3	14	8	18	4	47
	% del total	0,2%	0,9%	0,5%	1,2%	0,3%	3,1%
Loja	Recuento	3	6	9	10	7	35
	% del total	0,2%	0,4%	0,6%	0,7%	0,5%	2,3%
Los Ríos	Recuento	3	9	28	24	24	88
	% del total	0,2%	0,6%	1,9%	1,6%	1,6%	5,9%
Manabí	Recuento	4	7	13	31	12	67
	% del total	0,3%	0,5%	0,9%	2,1%	0,8%	4,5%
Morona Santiago	Recuento	4	4	7	4	4	23
	% del total	0,3%	0,3%	0,5%	0,3%	0,3%	1,5%
Napó	Recuento	4	5	6	12	7	34
	% del total	0,3%	0,3%	0,4%	0,8%	0,5%	2,3%
Orellana	Recuento	5	8	6	15	4	38
	% del total	0,3%	0,5%	0,4%	1,0%	0,3%	2,5%
Pastaza	Recuento	5	8	10	11	6	40
	% del total	0,3%	0,5%	0,7%	0,7%	0,4%	2,7%
Pichincha	Recuento	12	35	51	57	13	168
	% del total	0,8%	2,3%	3,4%	3,8%	0,9%	11,2%
Santa Elena	Recuento	3	4	4	10	6	27
	% del total	0,2%	0,3%	0,3%	0,7%	0,4%	1,8%
Santo Domingo de los Tsáchilas	Recuento	4	10	13	12	6	45
	% del total	0,3%	0,7%	0,9%	0,8%	0,4%	3,0%
Sucumbíos	Recuento	4	5	10	9	4	32
	% del total	0,3%	0,3%	0,7%	0,6%	0,3%	2,1%
Tungurahua	Recuento	8	47	76	81	31	243
	% del total	0,5%	3,1%	5,1%	5,4%	2,1%	16,2%
Zamora Chinchipe	Recuento	4	5	11	5	4	29
	% del total	0,3%	0,3%	0,7%	0,3%	0,3%	1,9%
Total	Recuento	97	252	414	517	220	1500
	% del total	6,5%	16,8%	27,6%	34,5%	14,7%	100,0%

Análisis

La Tabla 9 muestra la distribución porcentual de las encuestas recolectadas por provincia de un total de 1500 encuestados clasificados por clases de ingreso:

En la clase ECU1 de un total de 6.5%: el 0.8% de la población encuestada pertenecen a la provincia de Pichincha, el 0.5% de la población encuestada pertenecen a la provincia de Tungurahua, el 0.3% de la población encuestada pertenecen a las provincias de Galápagos, El Oro, Guayas, Manabí, Morona Santiago, Napó,

Orellana, Pastaza, Santo Domingo, Sucumbíos y Zamora Chinchipe cada una, el 0.2% de la población encuestada pertenecen a la provincia de Bolívar, Cañar, Carchi, Chimborazo, Esmeraldas, Imbabura, Loja, Los Ríos y Santa Elena cada una, 0.1 % de la población encuestada pertenecen a las provincias de Azuay y Cotopaxi cada una.

En la clase ECU2 de un total de 16.80%: el 3.1% de la población encuestada pertenecen a la provincia de Tungurahua, el 2.3% de la población encuestada pertenecen a la provincia de Pichincha, el 1 % de la población encuestada pertenecen a las provincias de Cotopaxi y Guayas cada una, el 0.9% de la población encuestada pertenecen a las provincias de Imbabura y Chimborazo cada una, el 0.7% de la población encuestada pertenecen a las provincias de Galápagos, Azuay y Santo Domingo cada una, el 0.6% de la población encuestada pertenecen a la provincia de Los Ríos, el 0.5% de la población encuestada pertenecen a las provincias de Manabí, Orellana y Pastaza cada una, el 0.4% de la población encuestada pertenecen a la provincia de Loja, el 0.3% de la población encuestada pertenecen a las provincias de Bolívar, Cañar, Carchi, El Oro, Esmeraldas, Morona Santiago, Napo, Santa Elena, Sucumbíos y Zamora Chinchipe cada una.

En la clase ECU3 de un total de 27.6%: 5.1% de la población encuestada pertenecen a la provincia de Tungurahua, 3.4% de la población encuestada pertenecen a las provincias de Cotopaxi y Pichincha cada una, 2% de la población encuestada pertenecen a la provincia de Guayas, 1.9% de la población encuestada pertenecen a la provincia de Los Ríos, 1.1% de la población encuestada pertenecen a las provincias de Azuay y Chimborazo cada una, 0.9% de la población encuestada pertenecen a las provincias de Manabí y Santo Domingo cada una, 0.7% de la población encuestada pertenecen a las provincias de Sucumbíos, Zamora Chinchipe, Carchi y Pastaza cada una, 0.6% de la población encuestada pertenecen a las provincias El Oro, Galápagos y Loja cada una, 0.5% de la población encuestada pertenecen a las provincias de Bolívar, Imbabura y Morona Santiago cada una, 0.4% de la población encuestada pertenecen a las provincias de Napo, Orellana y Esmeraldas cada una, 0.3% de la población encuestada pertenecen a las provincias de Cañar y Santa Elena.

En la clase ECU4 de un total de 34.5%: 5.4% de la población encuestada pertenecen a la provincia de Tungurahua, 4.2% de la población encuestada pertenecen a la

provincia de Guayas, 3.8% de la población encuestada pertenecen a la provincia de Pichincha, 3.7% de la población encuestada pertenecen a la provincia de Cotopaxi, 2.1% de la población encuestada pertenecen a la provincia de Manabí, 1.6% de la población encuestada pertenecen a las provincias de Azuay y Los Ríos cada una, 1.2% de la población encuestada pertenecen a la provincia de Imbabura, 1.1% de la población encuestada pertenecen a la provincia de Esmeraldas, 1% de la población encuestada pertenecen a la provincia de Orellana, 0.9% de la población encuestada pertenecen a las provincias de Bolívar y Chimborazo cada una, 0.8% de la población encuestada pertenecen a las provincias de Napo, El Oro y Santo Domingo cada una, 0.7% de la población encuestada pertenecen a las provincias de Cañar, Loja, Pastaza y Santa Elena cada una, 0.6% de la población encuestada pertenecen a la provincia de Sucumbíos, 0.4% de la población encuestada pertenecen a la provincia de Carchi, 0.3% de la población encuestada pertenecen a las provincias de Galápagos, Morona Santiago y Zamora Chinchipe cada una.

En la clase ECU5 de un total de 14.7%: 2.1% de la población encuestada pertenecen a la provincia de Tungurahua, 1.6% de la población encuestada pertenecen a la provincia de Los Ríos, 1.33% de la población encuestada pertenecen a la provincia de Guayas, 1.3% de la población encuestada pertenecen a la provincia de Cotopaxi, 1% de la población encuestada pertenecen a la provincia de Esmeraldas, 0.9% de la población encuestada pertenecen a la provincia de Pichincha, 0.8% de la población encuestada pertenecen a la provincia de Manabí, 0.5% de la población encuestada pertenecen a las provincias de Azuay, Loja y Napo cada una, 0.4% de la población encuestada pertenecen a las provincias de Bolívar, Pastaza, Santa Elena y Santo Domingo cada una, 0.3% de la población encuestada pertenecen a la provincia de Carchi, Chimborazo, El Oro, Galápagos, Imbabura, Morona Santiago, Orellana, Sucumbíos y Zamora Chinchipe cada una, 0.2% de la población encuestada pertenecen a la provincia de Cañar.

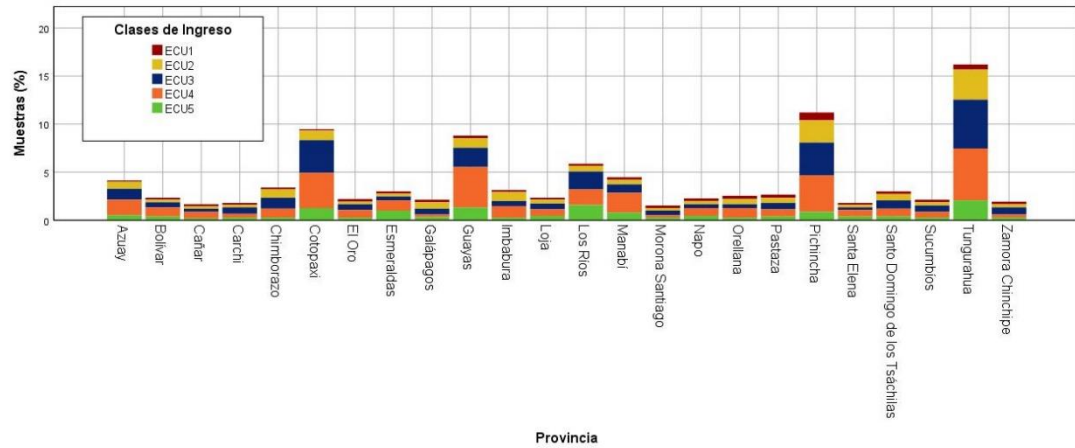


Figura 31. Distribución porcentual de las encuestas recolectadas por provincia y clases de ingresos.

Interpretación

La Figura 31 interpreta que la encuesta llegó a todos los rincones de las 24 provincias del Ecuador que pertenecen a las clases de ingreso ECU1, ECU2, ECU3, ECU4 y ECU5, esto es muy importante debido a que se cuenta con información que engloba diferentes criterios, ya que cada provincia se caracteriza de diferente manera, también hay que recalcar que el número de encuestas está distribuido en relación con el porcentaje de población en cada provincia.

4. Cantón

Tabla 10. Distribución porcentual del número de cantones encuestados en cada provincia.

Provincia	Recuento	% del total
Azuay	13	7.18%
Bolívar	7	3.87%
Cañar	7	3.87%
Carchi	6	3.31%
Chimborazo	7	3.87%
Cotopaxi	6	3.31%
El Oro	7	3.87%
Esmeraldas	6	3.31%
Galápagos	3	1.66%
Guayas	16	8.84%
Imbabura	6	3.31%
Loja	8	4.42%
Los Ríos	13	7.18%
Manabí	15	8.29%

Morona Santiago	9	4.97%
Napo	5	2.76%
Orellana	4	2.21%
Pastaza	4	2.21%
Pichincha	8	4.42%
Santa Elena	4	2.21%
Santo Domingo de los Tsáchilas	2	1.10%
Sucumbíos	7	3.87%
Tungurahua	9	4.97%
Zamora Chinchipe	9	4.97%
Total	181	100%

Análisis

La Tabla 10 nos muestra la distribución porcentual del número de cantones encuestados en cada provincia de un total de 181 cantones: Del total el 8.84% de los cantones encuestados pertenecen a la provincia de Guayas, el 8.29% de los cantones encuestados pertenecen a la provincia de Manabí, el 7.18% de los cantones encuestados pertenecen a las provincias de Azuay y Los Ríos cada uno, el 4.97% de los cantones encuestados pertenecen a las provincias de Morona Santiago, Tungurahua y Zamora Chinchipe cada una, el 4.42% de los cantones encuestados pertenecen a las provincias de Loja y Pichincha, el 3.87% de los cantones encuestados pertenecen a las provincias de Bolívar, Cañar, Chimborazo, El Oro y Sucumbíos, el 3.31% de los cantones encuestados pertenecen a las provincias de Carchi, Cotopaxi, Esmeraldas e Imbabura, el 2.76% de los cantones encuestados pertenecen a la provincia Napo, el 2.21% de los cantones encuestados pertenecen a las provincias Orellana, Pastaza y Santa Elena, 1.66% de los cantones encuestados pertenecen a la provincia Galápagos y el 1.10% de los cantones encuestados pertenecen a la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

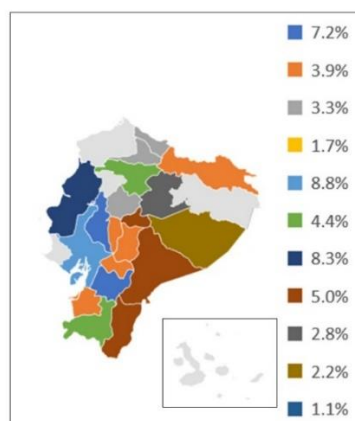


Figura 32. Distribución porcentual del número de cantones encuestados en cada provincia.

Interpretación

La Figura 32 interpreta que la encuesta llegó a una gran cantidad de cantones, se puede notar que la mayor parte de cantones encuestados pertenecen a las provincias de Manabí, Guayas, Azuay, Los Ríos, Morona Santiago y Zamora Chinchipe que conforman las provincias más importantes del Ecuador para el alcance de la encuesta sobre el consumo de energía en el sector residencial, estas provincias también pertenecen a las regiones con mayor población en el Ecuador.

5. ¿Cuántas personas viven en su hogar (en la cantidad debe incluirse usted)?

Tabla 11. Integrantes del hogar de la familia por clases de ingreso.

Integrantes_Hogar		Clases_Ingreso					Total
		ECU1	ECU2	ECU3	ECU4	ECU5	
1 persona	Recuento	6	15	12	24	21	78
	% del total	0,4%	1,0%	0,8%	1,6%	1,4%	5,2%
2 personas	Recuento	39	36	64	85	39	263
	% del total	2,6%	2,4%	4,3%	5,7%	2,6%	17,5%
3 personas	Recuento	21	72	106	138	69	406
	% del total	1,4%	4,8%	7,1%	9,2%	4,6%	27,1%
4 personas	Recuento	18	82	120	140	39	399
	% del total	1,2%	5,5%	8,0%	9,3%	2,6%	26,6%
5 personas	Recuento	9	29	69	82	28	217
	% del total	0,6%	1,9%	4,6%	5,5%	1,9%	14,5%
6 o más personas	Recuento	4	18	43	48	24	137
	% del total	0,3%	1,2%	2,9%	3,2%	1,6%	9,1%
Total	Recuento	97	252	414	517	220	1500
	% del total	6,5%	16,8%	27,6%	34,5%	14,7%	100,0%

Análisis

La Tabla 11 muestra la distribución porcentual del número de los integrantes del hogar por clases de ingreso de un total de 1500 encuestados:

Dentro del 6.5% que representa la población encuestada de la clase ECU1: 2.6% mencionan que su familia está integrada por 2 personas, 1.4% mencionan que su familia está integrada por 3 personas, 1.2% mencionan que su familia está integrada por 4 personas, 0.6% mencionan que su familia está integrada por 5 personas, 0.4% mencionan que su familia está integrada por 1 persona, 0.3% mencionan que su familia está integrada por 6 o más personas.

Dentro del 16.8% que representa la población encuestada de la clase ECU2: 5.5% mencionan que su familia está integrada por 4 personas, 4.8% mencionan que su familia está integrada por 3 personas, 2.4% mencionan que su familia está integrada por 2 personas, 1.9% mencionan que su familia está integrada por 5 personas, 1.2% mencionan que su familia está integrada por 6 o más personas, 1% mencionan que su familia está integrada por 1 persona.

Dentro del 27.6% que representa la población encuestada de la clase ECU3: 8% mencionan que su familia está integrada por 4 personas, 7.1% mencionan que su familia está integrada por 3 personas, 4.6% mencionan que su familia está integrada por 5 personas, 4.3% mencionan que su familia está integrada por 2 personas, 2.9% mencionan que su familia está integrada por 6 o más personas, 0.8% mencionan que su familia está integrada por 1 persona.

Dentro del 34.5% que representa la población encuestada de la clase ECU4: 9.3% mencionan que su familia está integrada por 4 personas, 9.2% mencionan que su familia está integrada por 3 personas, 5.7% mencionan que su familia está integrada por 2 personas, 5.5% mencionan que su familia está integrada por 5 personas, 3.2% mencionan que su familia está integrada por 6 o más personas, 1.6 % mencionan que su familia está integrada por 1 persona.

Dentro del 14.7% que representa la población encuestada de la clase ECU5: 4.6% mencionan que su familia está integrada por 3 personas, 2.6% mencionan que su familia está integrada por 2 personas, 2.6% mencionan que su familia está integrada por 4 personas, 1.9% mencionan que su familia está integrada por 5 personas, 1.6%

mencionan que su familia está integrada por 6 o más personas, 1.4% mencionan que su familia está integrada por 1 persona.

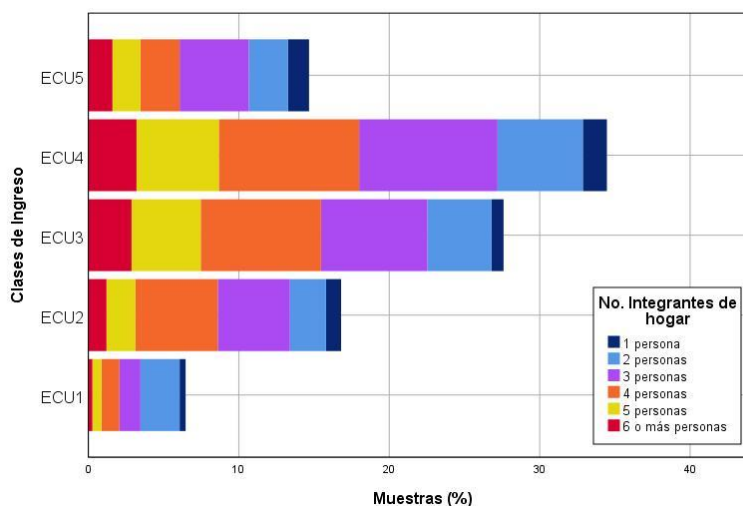


Figura 33. Distribución porcentual del número de los integrantes del hogar por clases de ingreso.

Interpretación

La Figura 33 interpreta que la mayor parte de los hogares de la clase de ingreso ECU1 están conformadas por 2 personas, mientras que la mayor parte de los hogares de las clases de ingreso ECU2, ECU3 y ECU4 están conformados por 4 personas, en tanto la mayor parte de los hogares de la clase de ingreso ECU5 están conformados por 3 personas. El número de integrantes de un hogar está vinculada directamente a las etapas de desarrollo académico y económico del mismo, debido a que mientras más personas del hogar se encuentren trabajando existen mayores ingresos en el hogar.

6. ¿Cuál es el nivel de educación de los integrantes de su familia?

Tabla 12. Nivel de educación del integrante con mayor ingreso en el hogar.

Nivel_educación_Ingreso_máximo		Clases_Ingreso	Clases_Ingreso					Total
			ECU1	ECU2	ECU3	ECU4	ECU5	
Postgrado	Recuento		61	65	38	10	1	175
	% del total		4,1%	4,3%	2,5%	0,7%	0,1%	11,7%
Pregrado	Recuento		33	143	200	120	38	534
	% del total		2,2%	9,5%	13,3%	8,0%	2,5%	35,6%
Primaria	Recuento		1	10	58	95	84	248
	% del total		0,1%	0,7%	3,9%	6,3%	5,6%	16,5%
Secundaria	Recuento		2	34	118	292	97	543
	% del total		0,1%	2,3%	7,9%	19,5%	6,5%	36,2%
Total	Recuento		97	252	414	517	220	1500
	% del total		6,5%	16,8%	27,6%	34,5%	14,7%	100,0%

Análisis

La Tabla 12 muestra la distribución porcentual del nivel de educación del integrante con mayor ingreso en el hogar, clasificada por clases de ingreso de un total de 1500 encuestados:

Dentro del 6.5% que representa la población encuestada de la clase ECU1: el 4.1% terminaron o están cursando un postgrado, el 2.2% terminaron el pregrado, el 0.1% ha logrado terminar la educación primaria y el 0.1% terminaron la educación secundaria.

Dentro del 16.8% que representa la población encuestada de la clase ECU2: el 9.5% terminaron el pregrado, el 4.3% terminaron o están cursando un postgrado, el 2.3% terminaron la educación secundaria y el 0.7% ha logrado terminar la educación primaria.

Dentro del 27.6% que representa la población encuestada de la clase ECU3: el 13.3% terminaron el pregrado, el 7.9% terminaron la educación secundaria, el 3.9% ha logrado terminar la educación primaria y el 2.5% terminaron o están cursando un postgrado.

Dentro del 34.5% que representa la población encuestada de la clase ECU4: el 19.5% terminaron la educación secundaria, el 8% terminaron el pregrado, el 6.3% ha logrado terminar la educación primaria y el 0.7% terminaron o están cursando un postgrado.

Dentro del 14.7% que representa la población encuestada de la clase ECU5: el 6.5% terminaron la educación secundaria, el 5.6% ha logrado terminar la educación primaria, el 2.5% terminaron el pregrado y el 0.1% terminaron o están cursando un postgrado.

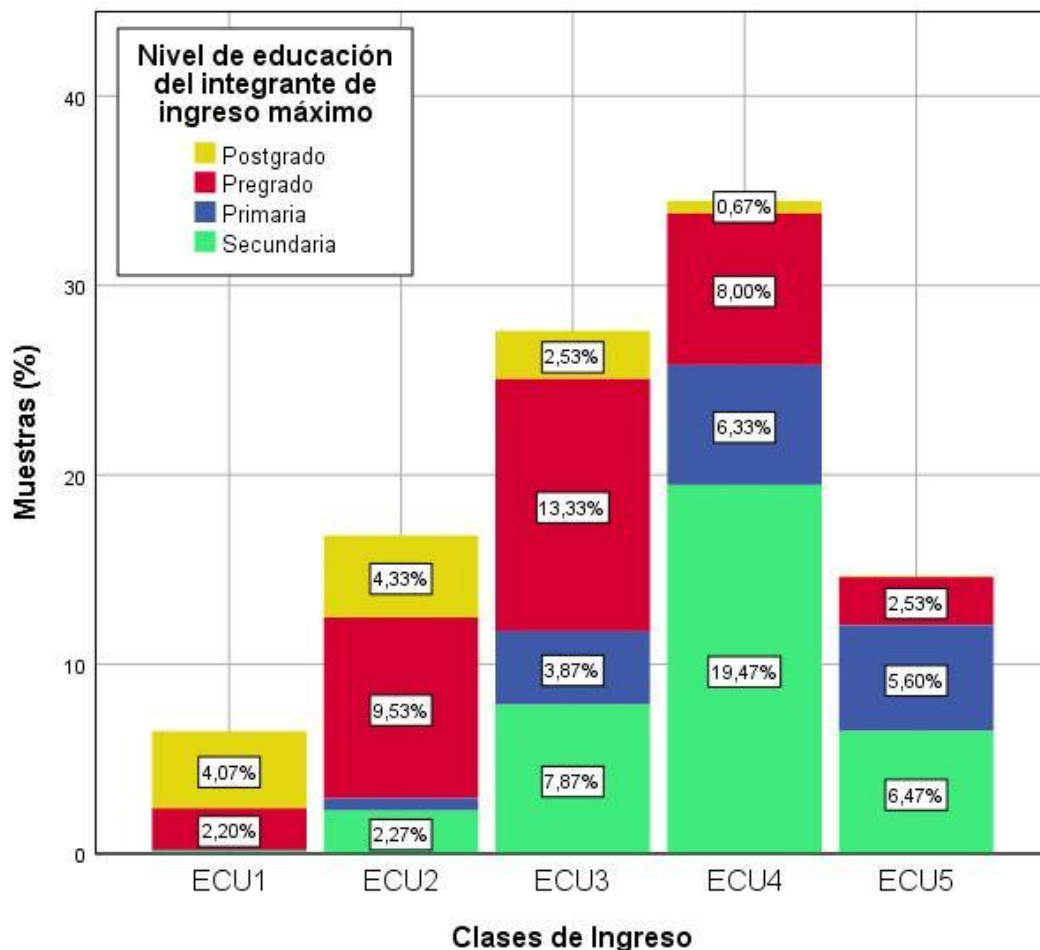


Figura 34. Distribución porcentual del nivel de educación del integrante del hogar con mayor ingreso.

Interpretación

La Figura 34 interpreta que la mayor parte de la población de la clase de ingreso ECU1 tienen un título de postgrado, mientras que la mayor parte de la población de las clases de ingreso ECU2 y ECU3 tienen un título de pregrado. En tanto que la mayor parte de la población de las clases de ingreso ECU4 y ECU5 tienen un título de primaria y secundaria. El nivel de educación y las clases de ingreso que percibe cada persona están relacionados directamente, debido a que mientras se posea niveles de educación altos tienen mayor posibilidad de trabajos estables. Esto a su vez hace que perciban ingresos más altos que las personas con menos niveles de educación.

7. ¿Cuántos niños existen en su hogar (personas que viven juntas menores a 18 años)?

Tabla 13. Número de niños en el hogar por clases de ingreso.

No_niños	Clases_Ingreso		Clases_Ingreso					Total
			ECU1	ECU2	ECU3	ECU4	ECU5	
1 niño	Recuento	28	95	144	171	69	507	
	% del total	1,9%	6,3%	9,6%	11,4%	4,6%	33,8%	
2 niños	Recuento	24	46	75	110	41	296	
	% del total	1,6%	3,1%	5,0%	7,3%	2,7%	19,7%	
3 niños	Recuento	1	5	14	25	11	56	
	% del total	0,1%	0,3%	0,9%	1,7%	0,7%	3,7%	
4 niños	Recuento	0	1	0	7	5	13	
	% del total	0,0%	0,1%	0,0%	0,5%	0,3%	0,9%	
5 niños	Recuento	0	0	0	1	0	1	
	% del total	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	
6 o más niños	Recuento	0	1	1	2	2	6	
	% del total	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,4%	
No hay niños	Recuento	44	104	180	201	92	621	
	% del total	2,9%	6,9%	12,0%	13,4%	6,1%	41,4%	
Total	Recuento	97	252	414	517	220	1500	
	% del total	6,5%	16,8%	27,6%	34,5%	14,7%	100,0%	

Análisis

La Tabla 13 muestra la distribución porcentual de 1500 encuestados sobre el número de niños en el hogar por clases de ingreso:

Dentro del 6.5% que representa la población encuestada de la clase ECU1: 2.9% mencionan que en su familia mencionan no hay niños, el 1,9% mencionan que en su familia existe 1 niño, 1.6 % mencionan que en su familia hay 2 niños y el 0.1 % mencionan que en su familia existen 3 niños.

Dentro del 16.8% que representa la población encuestada de la clase ECU2: el 6.9% mencionan que en su familia no hay niños, el 6.3% mencionan que en su familia existe 1 niño, el 3.1% expresan que en su familia viven 2 niños, el 0.3% comentan que en su familia hay 3 niños y el 0.1 % plantean que en su familia existen 4 niños.

Dentro del 27.6% que representa la población encuestada de la clase ECU3: 12% anuncian que en su familia no hay niños, el 9.6 % mencionan que en su familia vive

1 niño, el 5% expresan que en su familia existen 2 niños, el 0.9 % exponen que en su familia existen 3 niños y el 0.1% comentan que en su familia viven 6 o más niños.

Dentro del 34.5% que representa la población encuestada de la clase ECU4: 13.4% explican que en su familia no hay niños, el 11.4% mencionan que en su familia hay 1 niño, 7.3% exponen que en su familia existen 2 niños, 1.7% comentan que en su familia hay 3 niños, 0.5% manifiestan que en su familia viven 4 niños, 0.1% plantean que en su familia viven 5 niños y el 0.1% mencionan que en su familia existen 6 o más niños.

Dentro del 14.7% que representa la población encuestada de la clase ECU5: el 6.1% manifiestan que en su familia no hay niños, el 4.6% mencionan que en su familia 1 niño, 2.7% expresan que en su familia hay 2 niños, 0.7% comunican que en su familia existen 3 niños, 0.3% exponen que en su familia viven 4 niños y el 0.1% enuncian que en su familia 6 o más niños.

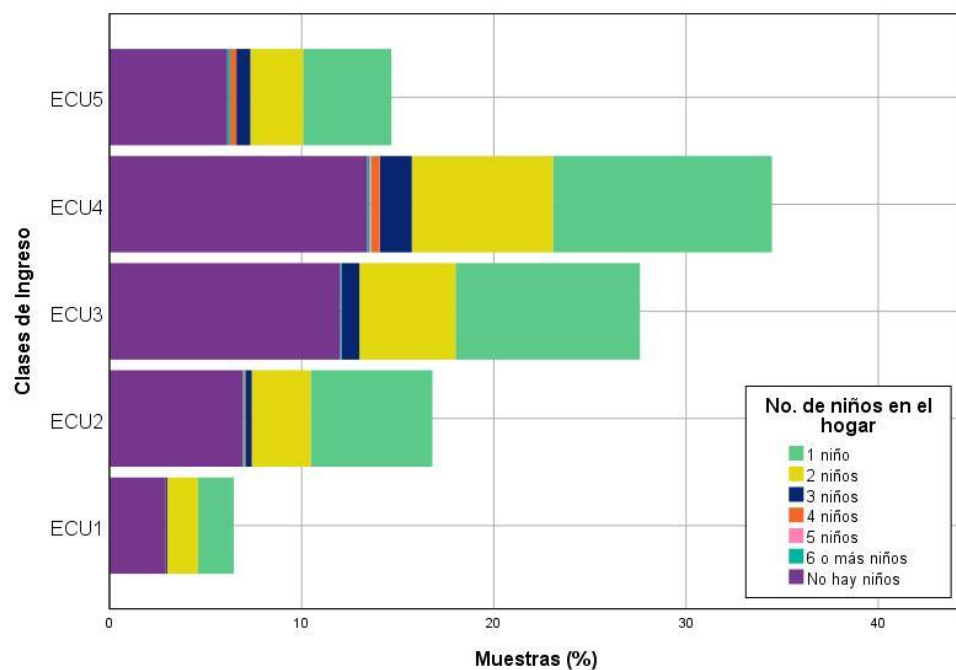


Figura 35. Distribución porcentual del número de niños en el hogar por clases de ingreso.

Interpretación

La Figura 35 interpreta que la mayor parte de la población de la clase de ingreso ECU1 no tienen niños en sus hogares, mientras que la mayor parte de la población de las clases de ingreso ECU2 y ECU3 tienen de 1 a 2 niños en sus hogares, en tanto que la mayor parte de la población de las clases de ingreso ECU4 y ECU5 tienen de

1 a 4 niños en sus hogares. El número de niños de un hogar está vinculada directamente a las etapas de desarrollo de la familia económica y académicamente, mientras mayor número de hijos existe menor posibilidad de un progreso familiar.

8. ¿Cuántos adultos existen en su hogar (personas que viven juntas mayores a 18 años)?

Tabla 14. Número de integrantes adultos de un hogar por clases de ingreso.

No_adultos			Clases_Ingreso					Total
			ECU1	ECU2	ECU3	ECU4	ECU5	
1 adulto	Recuento	6	22	33	54	38	153	
	% del total	0,4%	1,5%	2,2%	3,6%	2,5%	10,2%	
2 adultos	Recuento	63	109	168	263	108	711	
	% del total	4,2%	7,3%	11,2%	17,5%	7,2%	47,4%	
3 adultos	Recuento	17	54	81	99	52	303	
	% del total	1,1%	3,6%	5,4%	6,6%	3,5%	20,2%	
4 adultos	Recuento	7	48	93	56	14	218	
	% del total	0,5%	3,2%	6,2%	3,7%	0,9%	14,5%	
5 adultos	Recuento	3	11	30	28	3	75	
	% del total	0,2%	0,7%	2,0%	1,9%	0,2%	5,0%	
6 o más adultos	Recuento	1	8	9	17	5	40	
	% del total	0,1%	0,5%	0,6%	1,1%	0,3%	2,7%	
Total	Recuento	97	252	414	517	220	1500	
	% del total	6,5%	16,8%	27,6%	34,5%	14,7%	100,0%	

Análisis

La Tabla 14 muestra la distribución porcentual de 1500 encuestados sobre el número de adultos de un hogar por clases de ingreso:

Dentro del 6.5% que representa la población encuestada de la clase ECU1: el 4.2% expresan que en su familia viven 2 adultos, el 1.1% exponen que en su familia existen 3 adultos, el 0.5 % comentan que en su familia viven 4 adultos, el 0.4% mencionan que en su familia existe 1 adulto, el 0.2% mencionan que en su familia existen 5 adultos y el 0.1 % manifiestan que en su familia viven 6 o más adultos.

Dentro del 16.8% que representa la población encuestada de la clase ECU2: el 7.3 % exponen que en su familia viven 2 adultos, el 3.6 % declaran que en su familia existen 3 adultos, el 3.2 % comentan que en su familia viven 4 adultos, el 1.5 %

mencionan que en su familia vive 1 adulto, 0.7 % mencionan que en su familia existen 5 adultos y el 0.5 % manifiestan que en su familia viven 6 o más adultos.

Dentro del 27.6% que representa la población encuestada de la clase ECU3: 11.2% expresan que en su familia viven 2 adultos, el 6.2% enuncian que en su familia viven 4 adultos, el 5.4% comunican que en su familia viven 3 adultos, el 2.2% mencionan que en su familia vive 1 adulto, el 2 % declaran que en su familia viven 5 adultos y el 0.6% manifiestan que en su familia viven 6 o más adultos.

Dentro del 34.5% que representa la población encuestada de la clase ECU4: el 17.5% comunican que en su familia viven 2 adultos, el 6.6% exponen que en su familia viven 3 adultos, el 3.7% enuncian que en su familia viven 4 adultos, el 3.60 % mencionan que en su familia vive 1 adulto, el 1.87 % declaran que en su familia viven 5 adultos y el 1.1% comentan que en su familia viven 6 o más adultos.

Dentro del 14.7% que representa la población encuestada de la clase ECU5: el 7.2% comunican que en su familia viven 2 adultos, el 3.5% exponen que en su familia viven 3 adultos, el 2.5% mencionan que en su familia vive 1 adulto, el 0.9% enuncian que en su familia viven 4 adultos, el 0.3% manifiestan que en su familia viven 6 o más adultos y el 0.2% comentan que en su familia viven 5 adultos.

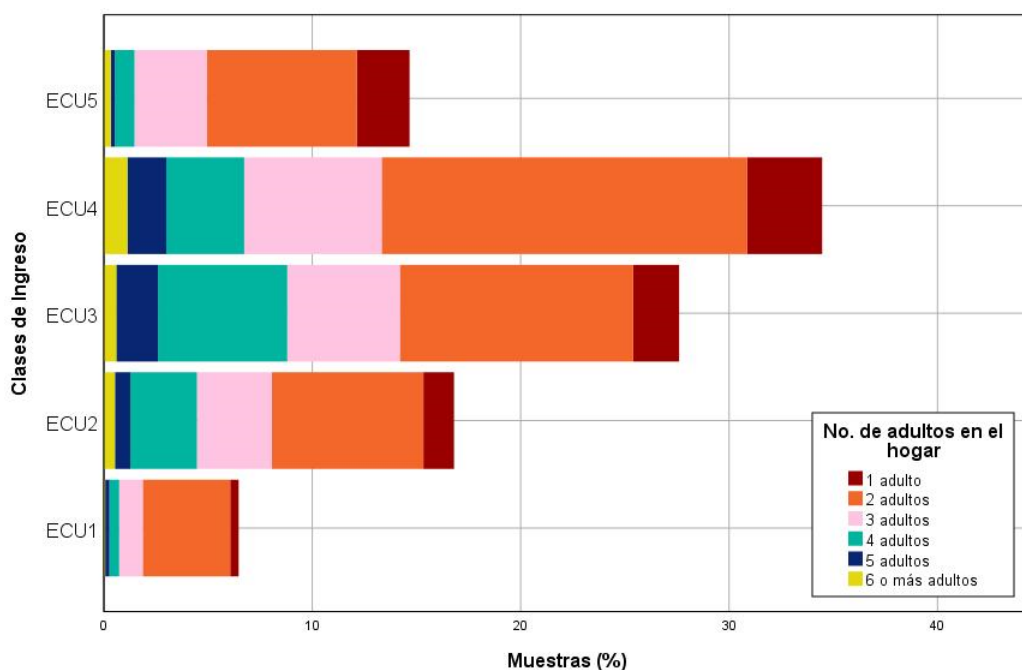


Figura 36. Distribución porcentual del número de adultos de un hogar por clases de ingreso.

Interpretación

La Figura 36 interpreta que la mayor parte de la población de la clase de ingreso ECU1 tienen 2 adultos en sus hogares, mientras que la mayor parte de la población de las clases de ingreso ECU2 y ECU3 tienen de 2 a 4 adultos en sus hogares, en tanto que la mayor parte de la población de las clases de ingreso ECU4 y ECU5 tienen de 2 a 3 adultos en sus hogares. El número de adultos de un hogar está vinculada directamente a las etapas de desarrollo de la familia tanto económica como académicamente, mientras mayor número de adultos existe mayor es posibilidad de un progreso familiar.

9. ¿Cuál es el rango de salarios mensuales de cada adulto con un ingreso fijo en su familia?

Tabla 15. Ingresos mensuales por clases de ingreso.

		Clases_Ingreso					Total	
		ECU1	ECU2	ECU3	ECU4	ECU5		
Ingreso_mensual_máximo	1000-3000 \$	Recuento	0	252	0	0	0	252
		% del total	0,0%	16,8%	0,0%	0,0%	0,0%	16,8%
	200-500 \$	Recuento	0	0	0	517	0	517
		% del total	0,0%	0,0%	0,0%	34,5%	0,0%	34,5%
	500-1000 \$	Recuento	0	0	414	0	0	414
		% del total	0,0%	0,0%	27,6%	0,0%	0,0%	27,6%
	Más de 3000 \$	Recuento	97	0	0	0	0	97
		% del total	6,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	6,5%
	Menos de 200 \$	Recuento	0	0	0	0	220	220
		% del total	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	14,7%	14,7%
Total		Recuento	97	252	414	517	220	1500
		% del total	6,5%	16,8%	27,6%	34,5%	14,7%	100,0%

Análisis

La Tabla 15 muestra la distribución porcentual de 1500 encuestados clasificados por los ingresos máximos de los hogares. La clase ECU1 un 6.5% mencionan que su ingreso mensual es más de \$3000. La clase ECU2 un 16.8% manifiestan que su ingreso mensual es de \$1000-3000. La clase ECU3 un 27.6% comentan que su ingreso mensual es de \$500-1000. La clase ECU4 un 34.5% manifiestan que su ingreso mensual es de \$200-500. La clase ECU5 un 14.7% plantean que su ingreso mensual es menos de \$200.

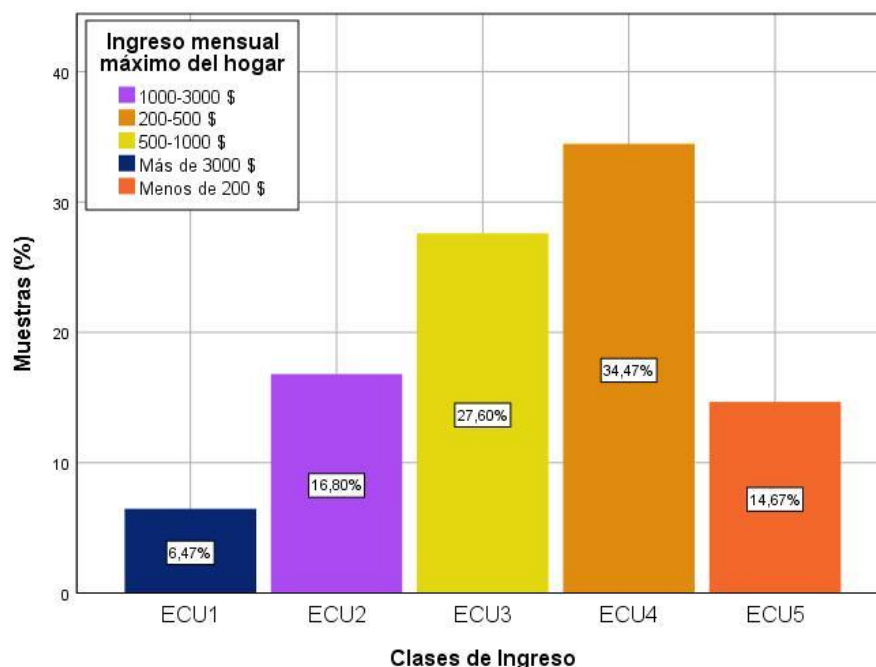


Figura 37. Distribución porcentual de los ingresos máximos de un hogar por clases de ingreso.

Interpretación

La Figura 37 interpreta que la mayor población se encuentra concentrado en las clases de ingreso ECU3 y ECU4, seguido por las clases de ingreso ECU2 y ECU5, y la mínima parte de la población se encuentra concentrado en la clase ECU1.

10. ¿En qué zona vive su familia?

Tabla 16. Zona de vivienda familiar por clases de ingreso.

Zona_de_vivienda			Clases_Ingreso					Total
			ECU1	ECU2	ECU3	ECU4	ECU5	
Rural	Recuento	1	12	61	134	116	324	
	% del total	0,1%	0,8%	4,1%	8,9%	7,7%	21,6%	
Suburbana	Recuento	20	52	106	189	61	428	
	% del total	1,3%	3,5%	7,1%	12,6%	4,1%	28,5%	
Urbana	Recuento	76	188	247	194	43	748	
	% del total	5,1%	12,5%	16,5%	12,9%	2,9%	49,9%	
Total	Recuento	97	252	414	517	220	1500	
	% del total	6,5%	16,8%	27,6%	34,5%	14,7%	100,0%	

Análisis

La Tabla 16 muestra la distribución porcentual de 1500 encuestados sobre la zona de vivienda por clases de ingreso:

Dentro del 6.5% que representa la población encuestada de la clase ECU1: el 5.1% exponen que habitan en el área urbana, el 1.3% comunican que residen en el área suburbana y el 0.1% mencionan que viven en el área rural.

Dentro del 16.8% que representa la población encuestada de la clase ECU2: el 12.5% exponen que residen en el área urbana, el 3.5% comunican que residen en el área suburbana y el 0.8% mencionan que viven en el área rural.

Dentro del 27.6% que representa la población encuestada de la clase ECU3: el 16.5% manifiestan que habitan en el área urbana, el 7.1% expresan que residen en el área suburbana y el 4.1% mencionan que viven en el área rural.

Dentro del 34.5% que representa la población encuestada de la clase ECU4: el 12.9% anuncian que habitan en el área urbana, el 12.6% comentan que residen en el área suburbana y el 8.9% mencionan que viven en el área rural.

Dentro del 14.7% que representa la población encuestada de la clase ECU5: el 7.7% mencionan que viven en el área rural, el 4.1% comentan que residen en el área suburbana y el 2.9% explican que habitan en el área urbana.

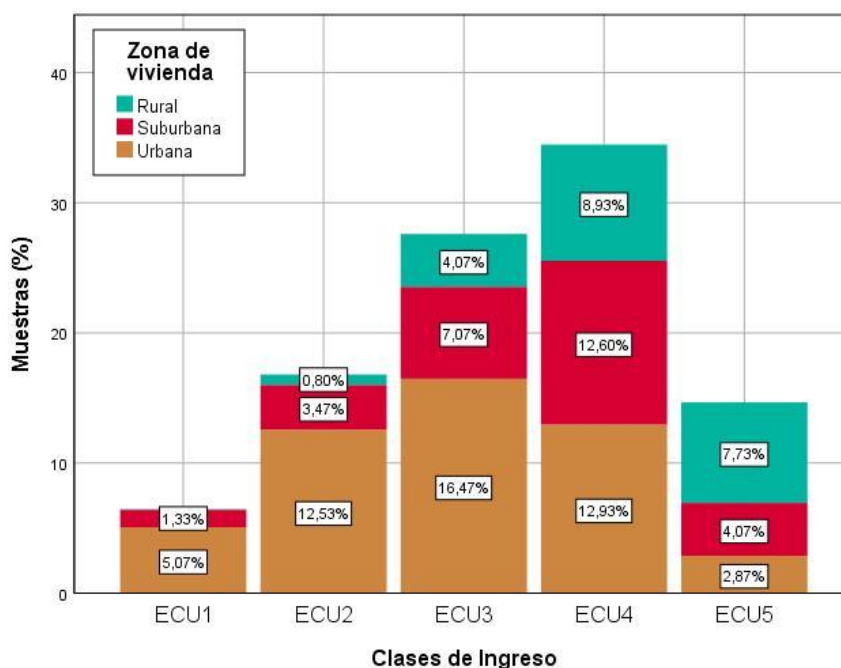


Figura 38. Distribución porcentual de la zona de vivienda por clases de ingreso.

Interpretación

La Figura 38 interpreta que la mayor parte de la población de las clases de ingreso ECU1 y ECU2 viven en la zona urbana, mientras que la mayor parte de la población de las clases de ingreso ECU3 y ECU4 viven entre la zona urbana y la suburbana, en tanto que la mayor parte de la población de las clases de ingreso ECU5 viven en la zona rural. Las clases de ingreso ayudan a determinar la zona de vivienda, debido a que en la zona urbana hay condiciones de trabajos con mayores posibilidades de ingresos altos mientras que si la zona rural las posibilidades de ingresos altos son bajos, la mayor parte se dedican a la agricultura.

11. ¿En qué tipo de vivienda habita su familia?

Tabla 17. Tipo de vivienda por clases de ingreso.

Tipo_de_vivienda		Clases_Ingreso					Total
		ECU1	ECU2	ECU3	ECU4	ECU5	
Casa Unifamiliar	Recuento	68	172	293	343	124	1000
	% del total	4,5%	11,5%	19,5%	22,9%	8,3%	66,7%
Choza	Recuento	0	0	0	0	8	8
	% del total	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,5%	0,5%
Conjunto Residencial	Recuento	16	24	24	22	1	87
	% del total	1,1%	1,6%	1,6%	1,5%	0,1%	5,8%
Cuarto(s) en casa de inquilinato	Recuento	0	2	6	35	10	53
	% del total	0,0%	0,1%	0,4%	2,3%	0,7%	3,5%
Edificio (3-6 pisos en total)	Recuento	4	15	24	18	2	63
	% del total	0,3%	1,0%	1,6%	1,2%	0,1%	4,2%
Edificio (más de 7 pisos en total)	Recuento	1	1	10	1	0	13
	% del total	0,1%	0,1%	0,7%	0,1%	0,0%	0,9%
Edificio Multifamiliar	Recuento	8	34	31	43	10	126
	% del total	0,5%	2,3%	2,1%	2,9%	0,7%	8,4%
Mediagua	Recuento	0	1	9	20	29	59
	% del total	0,0%	0,1%	0,6%	1,3%	1,9%	3,9%
Otra vivienda Particular	Recuento	0	3	15	17	26	61
	% del total	0,0%	0,2%	1,0%	1,1%	1,7%	4,1%
Rancho	Recuento	0	0	2	18	10	30
	% del total	0,0%	0,0%	0,1%	1,2%	0,7%	2,0%
Total	Recuento	97	252	414	517	220	1500
	% del total	6,5%	16,8%	27,6%	34,5%	14,7%	100,0%

Análisis

La Tabla 17 muestra la distribución porcentual de 1500 encuestados sobre el tipo de vivienda por clases de ingreso:

Dentro del 6.5% que representa la población encuestada de la clase ECU1: el 4.5% mencionan que viven en una casa unifamiliar, el 1.1% comunican que residen en un conjunto residencial, el 0.5% exponen que habitan en un edificio multifamiliar, el 0.3% manifiestan que residen en un edificio residencial urbano de poca altura y el 0.1% comentan que viven en un edificio residencial urbano de gran altura.

Dentro del 16.8% que representa la población encuestada de la clase ECU2: el 11.5% mencionan que viven en una casa unifamiliar, el 2.3% comentan que viven en un edificio multifamiliar, el 1.6% comunican que habitan en un conjunto residencial, el 1% manifiestan que residen en un edificio residencial urbano de poca altura, el 0.2% exponen que habitan en otra vivienda particular, el 0.1% exponen que habitan en cuartos en casa de inquilinato, el 0.1% anuncian que residen en un edificio residencial urbano de gran altura y el 0.1% expresan que viven en una mediagua.

Dentro del 27.6% que representa la población encuestada de la clase ECU3: el 19.5% mencionan que viven en una casa unifamiliar, el 2.1% comentan que viven en un edificio multifamiliar, el 1.6% expresan que residen en un conjunto residencial, el 1.6% manifiestan que habitan en un edificio residencial urbano de poca altura, 1% explican que residen en otra vivienda particular, el 0.7% anuncian que residen en un edificio residencial urbano de gran altura, 0.6% plantean que viven en una mediagua, el 0.4% declaran que habitan en cuartos en casa de inquilinato y el 0.1% mencionan que habitan en un rancho.

Dentro del 34.5% que representa la población encuestada de la clase ECU4: el 22.9% mencionan que viven en una casa unifamiliar, el 2.8% exponen que viven en un edificio multifamiliar, el 2.3% comunican que habitan en cuartos en casa de inquilinato, el 1.5% expresan que residen en un conjunto residencial, 1.33% manifiestan que viven en una mediagua, el 1.2% comentan que habitan en un edificio residencial urbano de poca altura, 1.2% explican que habitan en un rancho, 1.1% plantean que residen en otra vivienda particular y el 0.1% declaran que residen en un edificio residencial urbano de gran altura.

Dentro del 14.7% que representa la población encuestada de la clase ECU5: el 8.3% mencionan que viven en una casa unifamiliar, 1.9% plantean que viven en una mediagua, 1.7% explican que residen en otra vivienda particular, el 0.7% expresan que habitan en un rancho, el 0.7% exponen que viven en cuartos en casa de inquilinato, el 0.7% comentan que residen en un edificio multifamiliar, el 0.5% expresan que residen en una choza, el 0.1% comunican que habitan en un conjunto residencial y el 0.1% manifiestan que habitan en un edificio residencial urbano de poca altura.

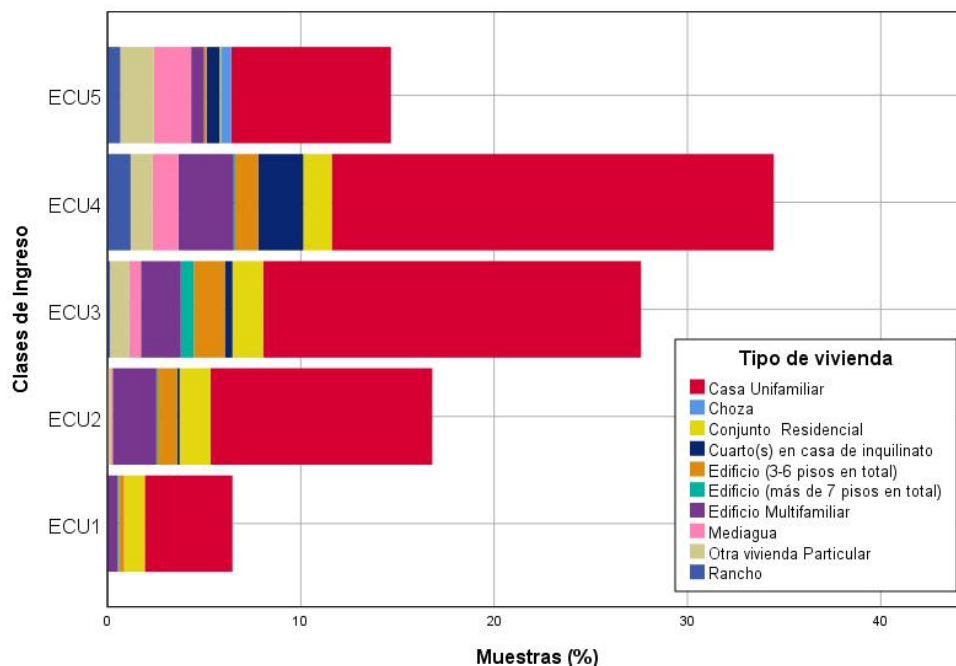


Figura 39. Distribución porcentual del tipo de vivienda por clases de ingreso.

Interpretación

La Figura 39 interpreta que la mayor parte de la población de las clases de ingreso ECU1 habitan en casas unifamiliares, conjunto residencial y edificio multifamiliar. Mientras que la mayor parte de la población de las clases de ingreso ECU2 habitan en casas unifamiliares, conjunto residencial, edificio multifamiliar y edificio (3-6 pisos en total). En tanto que la mayor parte de la población de las clases de ingreso ECU3 habitan en casas unifamiliares, conjunto residencial, edificio multifamiliar, edificio (3-6 pisos en total) y otro tipo de viviendas particulares. Mientras que la mayor parte de la población de las clases de ingreso ECU4 habitan en casas unifamiliares, edificio multifamiliar, cuartos en casas de inquilinato o rancho. En

tanto que la mayor parte de la población de las clases de ingreso ECU5 habitan en casa unifamiliar, mediagua y otras viviendas particulares. Las clases de ingreso está relacionado con el tipo de vivienda que puede adquirir las personas, mientras mayor sean los ingresos, mayor es la oportunidad de tener un hogar propio, digno y con lujos.

12. ¿En qué tipo de propiedad se ubica la casa de su familia?

Tabla 18. Tipo de propiedad por clases de ingreso.

Tipo_de_propiedad		Clases_Ingreso					Total
		ECU1	ECU2	ECU3	ECU4	ECU5	
Arrendada	Recuento	1	36	60	131	43	271
	% del total	0,1%	2,4%	4,0%	8,7%	2,9%	18,1%
Prestada	Recuento	4	7	23	36	35	105
	% del total	0,3%	0,5%	1,5%	2,4%	2,3%	7,0%
Propia_heredada	Recuento	6	20	33	43	37	139
	% del total	0,4%	1,3%	2,2%	2,9%	2,5%	9,3%
Propia_pagada	Recuento	70	148	226	258	92	794
	% del total	4,7%	9,9%	15,1%	17,2%	6,1%	52,9%
Propia_pagando	Recuento	16	41	72	49	13	191
	% del total	1,1%	2,7%	4,8%	3,3%	0,9%	12,7%
Total	Recuento	97	252	414	517	220	1500
	% del total	6,5%	16,8%	27,6%	34,5%	14,7%	100,0%

Análisis

La Tabla 18 muestra la distribución porcentual de 1500 encuestados sobre tipo de propiedad por clases de ingreso:

Dentro del 6.5% que representa la población encuestada de la clase ECU1: el 4.7% manifiestan que su vivienda está ubicada en una propiedad propia y totalmente pagada, el 1.1% declaran que su vivienda está ubicada en una propiedad propia y está pagando, el 0.4% comunican que su vivienda está ubicada en una propiedad propia, el 0.3% expresan que su vivienda está ubicada en una propiedad prestada y el 0.1 % mencionan que su vivienda está ubicada en una propiedad arrendada.

Dentro del 16.8% que representa la población encuestada de la clase ECU2: el 9.9% comentan que su vivienda está ubicada en una propiedad propia y totalmente pagada, el 2.7% comunican que su vivienda está ubicada en una propiedad propia y está pagando, el 2.4% mencionan que su vivienda está ubicada en una propiedad

arrendada, el 1.3% exponen que su vivienda está ubicada en una propiedad propia y el 0.5% expresan que su vivienda está ubicada en una propiedad prestada.

Dentro del 27.6% que representa la población encuestada de la clase ECU3: 15.1% comentan que su vivienda está ubicada en una propiedad propia y totalmente pagada, el 4.8% exponen que su vivienda está ubicada en una propiedad propia y está pagando, el 4% mencionan que su vivienda está ubicada en propiedad arrendada, el 2.2% comunican que su vivienda está ubicada en una propiedad propia y el 1.5% expresan que su vivienda está ubicada en una propiedad prestada.

Dentro del 34.5% que representa la población encuestada de la clase ECU4: 17.2% comentan que su vivienda está ubicada en una propiedad propia y totalmente pagada, el 8.7% mencionan que su vivienda está ubicada en propiedad arrendada, 3.3% exponen que su vivienda está ubicada en una propiedad propia y está pagando, el 2.9% comunican que su vivienda está ubicada en una propiedad propia y el 2.4% expresan que su vivienda está ubicada en una propiedad prestada.

Dentro del 14.7% que representa la población encuestada de la clase ECU5: el 6.1% explican que su vivienda está ubicada en una propiedad propia y totalmente pagada, el 2.9% mencionan que su vivienda está ubicada en propiedad arrendada, el 2.5% exponen que su vivienda está ubicada en una propiedad propia, el 2.3% expresan que su vivienda está ubicada en una propiedad prestada y el 0.9% manifiestan que su vivienda está ubicada en una propiedad propia y está pagando.

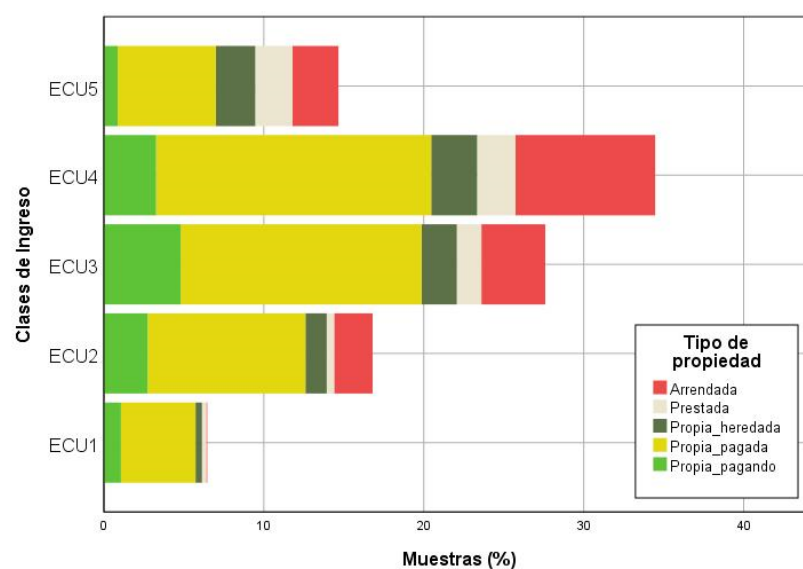


Figura 40. Distribución porcentual del tipo de propiedad por clases de ingreso.

Interpretación

La Figura 40 interpreta que la mayor parte de la población de la clase de ingreso ECU1 tienen su propiedad propia y otros se encuentran en pago. Mientras que la mayor parte de la población de la clase de ingreso ECU2 tienen su propiedad propia, otros se encuentran en pago y una parte es arrendada. En tanto que la mayor parte de la población de las clases de ingreso ECU3, ECU4 y ECU5 tienen su propiedad propia, otros se encuentran en pago, heredada y arrendada. El tipo de propiedad está relacionado con la clase de ingreso que mientras más alto sea los ingresos tiene mayor posibilidad tener un tipo de propiedad propia y en pago, en contraste a esto si los ingresos son bajos no logran pagar una propiedad por lo cual solo les alcanza para arrendarla.

13. ¿Qué equipos o sistemas se utilizan en su hogar para ventilación de espacios?

Tabla 19. Tecnología de ventilación por clases de ingreso.

Tecnología		Clases_ingreso					Total	
		ECU1	ECU2	ECU3	ECU4	ECU5		
Ventilación	Aire acondicionado fijo_VH	Recuento	43	56	58	38	5	200
		% del total	2,5%	3,3%	3,4%	2,2%	0,3%	11,8%
	Aire acondicionado portatil_VH	Recuento	24	21	15	11	0	71
		% del total	1,4%	1,2%	0,9%	0,6%	0,0%	4,2%
	Aire acondicionado solar_VH	Recuento	0	1	5	0	1	7
		% del total	0,0%	0,1%	0,3%	0,0%	0,1%	0,4%
	Enfriadores de aire_VH	Recuento	7	6	7	0	1	21
		% del total	0,4%	0,4%	0,4%	0,0%	0,1%	1,2%
	Ninguno_VH	Recuento	38	143	258	321	181	941
		% del total	2,2%	8,4%	15,2%	18,9%	10,7%	55,5%
	Otros_VH	Recuento	1	8	11	13	8	41
		% del total	0,1%	0,5%	0,6%	0,8%	0,5%	2,4%
	Refrigeración bioclimática_VH	Recuento	0	1	4	4	1	10
		% del total	0,0%	0,1%	0,2%	0,2%	0,1%	0,6%
	Refrigeración evaporativa_VH	Recuento	0	2	2	3	0	7
		% del total	0,0%	0,1%	0,1%	0,2%	0,0%	0,4%
	Sistema aerotérmico de ventilación_VH	Recuento	2	2	0	0	0	4
		% del total	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%
	Ventilación mecánica o inteligente_VH	Recuento	5	1	0	2	0	8
		% del total	0,3%	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%	0,5%
	Ventiladores_VH	Recuento	40	65	101	151	27	384
		% del total	2,4%	3,8%	6,0%	8,9%	1,6%	22,7%
Total		Recuento	160	306	461	543	224	1694
		% del total	9,4%	18,1%	27,2%	32,1%	13,2%	100,0%

Análisis

La Tabla 19 muestra la distribución porcentual del uso de las tecnologías de ventilación por clases de ingreso:

Dentro del 9.4% que representa la población encuestada de la clase ECU1: el 2.5 % mencionan que en su hogar para ventilación de espacios utilizan aire acondicionado fijo, el 2.45% expresan que en su hogar para ventilación de espacios utilizan ventiladores, el 2.2% comentan que en su hogar para ventilación de espacios no utilizan ningún tipo de tecnología, el 1.4% comunican que en su hogar para ventilación de espacios utilizan aire acondicionado portátil, el 0.4% exponen que en su hogar para ventilación de espacios utilizan enfriadores de aire, el 0.3% explican que en su hogar para ventilación de espacios utilizan ventilación mecánica o inteligente, el 0.1% expresan que en su hogar para ventilación de espacios utilizan sistema aerotérmico de ventilación y el 0.1% manifiestan que en su hogar para ventilación de espacios utilizan otro tipo de tecnología.

Dentro del 18.1% que representa la población encuestada de la clase ECU2: el 8.4% comentan que en su hogar para ventilación de espacios no utilizan ningún tipo de tecnología, el 3.8% manifiestan que en su hogar para ventilación de espacios utilizan ventiladores, el 3.3% mencionan que en su hogar para ventilación de espacios utilizan aire acondicionado fijo, el 1.2% expresan que en su hogar para ventilación de espacios utilizan aire acondicionado portátil, el 0.5% manifiestan que en su hogar para ventilación de espacios utilizan otro tipo de tecnología, el 0.4% exponen que en su hogar para ventilación de espacios utilizan enfriadores de aire, el 0.1% expresan que en su hogar para ventilación de espacios utilizan refrigeración evaporativa, el 0.1% comunican que en su hogar para ventilación de espacios utilizan sistema aerotérmico de ventilación, el 0.1% comunican que en su hogar para ventilación de espacios utilizan aire acondicionado solar, el 0.1% explican que en su hogar para ventilación de espacios utilizan ventilación bioclimática y el 0.1% exponen que en su hogar para ventilación de espacios utilizan ventilación mecánica o inteligente.

Dentro del 27.2% que representa la población encuestada de la clase ECU3: el 15.2% comentan que en su hogar para ventilación de espacios no utilizan ningún tipo de tecnología, el 6% expresan que en su hogar para ventilación de espacios utilizan ventiladores, el 3.4% mencionan que en su hogar para ventilación de espacios

utilizan aire acondicionado fijo, el 0.9% expresan que en su hogar para ventilación de espacios utilizan aire acondicionado portátil, el 0.6% manifiestan que en su hogar para ventilación de espacios utilizan otro tipo de tecnología, el 0.4% exponen que en su hogar para ventilación de espacios utilizan enfriadores de aire, el 0.3% comunican que en su hogar para ventilación de espacios utilizan aire acondicionado solar, el 0.2% explican que en su hogar para ventilación de espacios utilizan ventilación bioclimática y el 0.1% expresan que en su hogar para ventilación de espacios utilizan refrigeración evaporativa.

Dentro del 32.1% que representa la población encuestada de la clase ECU4: el 18.9% comentan que en su hogar para ventilación de espacios no utilizan ningún tipo de tecnología, el 8.9% expresan que en su hogar para ventilación de espacios utilizan ventiladores, el 2.2% mencionan que en su hogar para ventilación de espacios utilizan aire acondicionado fijo, el 0.8% manifiestan que en su hogar para ventilación de espacios utilizan otro tipo de tecnología, el 0.6% expresan que en su hogar para ventilación de espacios utilizan aire acondicionado portátil, el 0.2% expresan que en su hogar para ventilación de espacios utilizan refrigeración evaporativa, el 0.2% comunican que en su hogar para ventilación de espacios utilizan refrigeración bioclimática y el 0.1% exponen que en su hogar para ventilación de espacios utilizan ventilación mecánica o inteligente.

Dentro del 13.2% que representa la población encuestada de la clase ECU5: el 10.7% comentan que en su hogar para ventilación de espacios no utilizan ningún tipo de tecnología, el 1.6% expresan que en su hogar para ventilación de espacios utilizan ventiladores, el 0.5% manifiestan que en su hogar para ventilación de espacios utilizan otro tipo de tecnología, el 0.3% mencionan que en su hogar para ventilación de espacios utilizan aire acondicionado fijo, el 0.1% comunican que en su hogar para ventilación de espacios utilizan aire acondicionado solar, el 0.1% exponen que en su hogar para ventilación de espacios utilizan enfriadores de aire y el 0.1% explican que en su hogar para ventilación de espacios utilizan ventilación bioclimática.

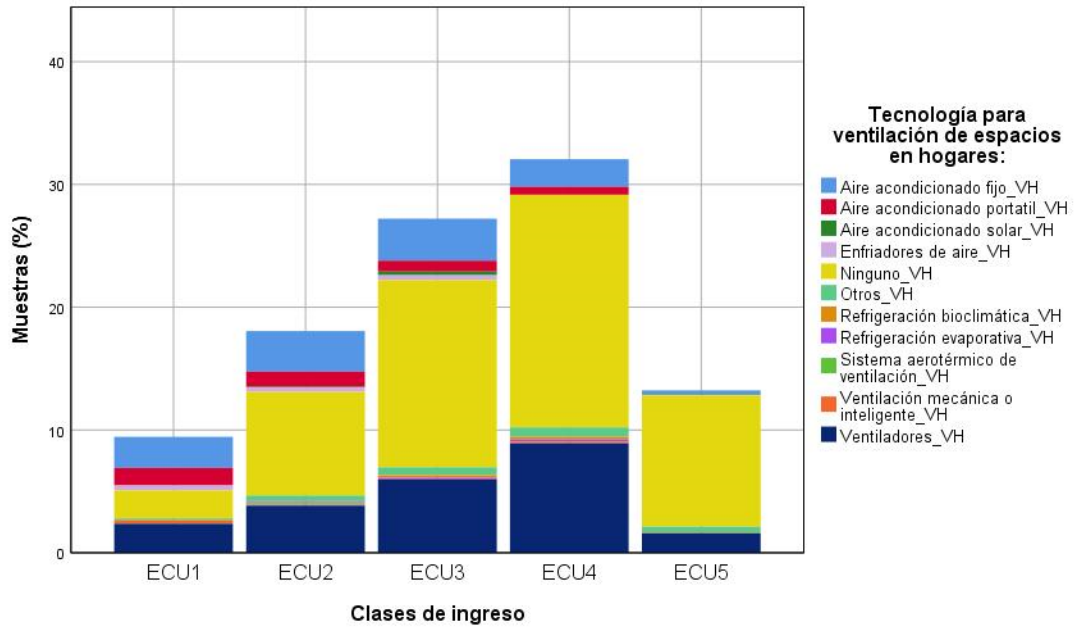


Figura 41. Distribución porcentual de tecnología de ventilación por clases de ingreso.

Interpretación

La Figura 41 interpreta que la mayor parte de la población de la clase de ingreso ECU1 tienen acceso a tecnologías como aire acondicionado fijo, ventiladores y aire acondicionado portátil. Mientras que la mayor parte de la población de la clase de ingreso ECU2 tienen acceso a tecnologías como ventiladores, aire acondicionado fijo y aire acondicionado portátil. A diferencia de la mayor parte de la población de la clase de ingreso ECU3 tienen acceso a tecnologías como ventiladores, aire acondicionado fijo y aire acondicionado portátil. En cambio, la mayor parte de la población de la clase de ingreso ECU4 tienen acceso a tecnologías como ventiladores, aire acondicionado fijo y aire acondicionado portátil. Del mismo modo la mayor parte de la población de la clase de ingreso ECU5 tienen acceso a tecnologías como ventiladores, aire acondicionado fijo y otros tipos de tecnología. La mayor parte de la población de Ecuador no cuentan con tecnologías para la ventilación de espacios lo cual nos permite impulsar la adquisición de tecnologías que beneficiarían a una transición energética sustentable.

14. ¿Qué equipos o sistemas se utilizan en su hogar para calefacción de espacios?

Tabla 20. Tecnología de calefacción por clases de ingreso.

Tecnología	Acumuladores de calor_CH	Recuento	Clases_Ingreso					Total
			ECU1	ECU2	ECU3	ECU4	ECU5	
Calefacción	Acumuladores de calor_CH	0	0	3	1	0	4	
	% del total	0,0%	0,0%	0,2%	0,1%	0,0%	0,3%	
	Bomba de Calor_CH	1	0	0	1	0	2	
	% del total	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	
	Calefacción centralizada_CH	11	11	6	6	0	34	
	% del total	0,7%	0,7%	0,4%	0,4%	0,0%	2,2%	
	Calefactores eléctricos_CH	25	40	38	20	2	125	
	% del total	1,6%	2,6%	2,5%	1,3%	0,1%	8,1%	
	Chimeneas y estufas termicas_CH	10	7	12	10	2	41	
	% del total	0,6%	0,5%	0,8%	0,6%	0,1%	2,7%	
	Emisor térmico y calor azul_CH	1	1	2	0	1	5	
	% del total	0,1%	0,1%	0,1%	0,0%	0,1%	0,3%	
	Ninguno_CH	61	196	355	473	214	1299	
	% del total	3,9%	12,7%	22,9%	30,6%	13,8%	84,0%	
	Otros_CH	2	6	7	9	4	28	
	% del total	0,1%	0,4%	0,5%	0,6%	0,3%	1,8%	
	Radiadores de agua_CH	1	0	2	0	1	4	
	% del total	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	0,3%	
	Suelo radiante eléctrico_CH	0	0	1	0	1	2	
	% del total	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	0,1%	
	Suelo térmico por agua_CH	0	1	1	1	0	3	
	% del total	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,0%	0,2%	
Total	Recuento	112	262	427	521	225	1547	
	% del total	7,2%	16,9%	27,6%	33,7%	14,5%	100,0%	

Análisis

La Tabla 20 muestra la distribución porcentual del uso de tecnologías de calefacción por clases de ingreso:

Dentro del 13.2% que representa la población encuestada de la clase ECU1: el 3.9% manifiestan que en su hogar para calefacción de espacios no utilizan ningún tipo de tecnología, el 1.6% comunican que en su hogar para calefacción de espacios utilizan calefactores eléctricos, el 0.7% expresan que en su hogar para calefacción de espacios utilizan calefacción centralizada, el 0.6% exponen que en su hogar para calefacción de espacios utilizan chimeneas y estufas térmicas, el 0.1% explican que en su hogar para calefacción de espacios utilizan otros tipos de tecnologías, el 0.1%

mencionan que en su hogar para calefacción de espacios utilizan bomba de calor, el 0.1% comentan que en su hogar para calefacción de espacios utilizan emisor térmico y calor azul y el 0.1% expresan que en su hogar para calefacción de espacios utilizan radiadores de agua.

Dentro del 16.9% que representa la población encuestada de la clase ECU2: el 12.7% manifiestan que en su hogar para calefacción de espacios no utilizan ningún tipo de tecnología, el 2.6% comunican que en su hogar para calefacción de espacios utilizan calefactores eléctricos, el 0.7% expresan que en su hogar para calefacción de espacios utilizan calefacción centralizada, el 0.5% exponen que en su hogar para calefacción de espacios utilizan chimeneas y estufas térmicas, el 0.4% explican que en su hogar para calefacción de espacios utilizan otros tipos de tecnologías, el 0.1% comentan que en su hogar para calefacción de espacios utilizan emisor térmico y calor azul, el 4.2% mencionan que en su hogar para calefacción de espacios utilizan suelo térmico de agua.

Dentro del 27.6% que representa la población encuestada de la clase ECU3: el 22.9% manifiestan que en su hogar para calefacción de espacios no utilizan ningún tipo de tecnología, el 2.5% comunican que en su hogar para calefacción de espacios utilizan calefactores eléctricos, el 0.8% exponen que en su hogar para calefacción de espacios utilizan chimeneas y estufas térmicas, el 0.5% explican que en su hogar para calefacción de espacios utilizan otros tipos de tecnologías, el 0.4% expresan que en su hogar para calefacción de espacios utilizan calefacción centralizada, el 0.2% mencionan que en su hogar para calefacción de espacios utilizan acumuladores de calor, el 0.1% comentan que en su hogar para calefacción de espacios utilizan emisor térmico y calor azul, el 0.1% expresan que en su hogar para calefacción de espacios utilizan radiadores de agua, el 0.1% menciona que en su hogar para calefacción de espacios utilizan suelo radiante eléctrico y el 0.1% expresan que en su hogar para calefacción de espacios utilizan suelo térmico por agua.

Dentro del 33.7% que representa la población encuestada de la clase ECU4: el 30.6% manifiestan que en su hogar para calefacción de espacios no utilizan ningún tipo de tecnología, el 1.3% comunican que en su hogar para calefacción de espacios utilizan calefactores eléctricos, el 0.6% exponen que en su hogar para calefacción de espacios utilizan chimeneas y estufas térmicas, el 0.6% explican que en su hogar para calefacción de espacios utilizan otros tipos de tecnologías, el 0.4% expresan que en

su hogar para calefacción de espacios utilizan calefacción centralizada, el 0.1% mencionan que en su hogar para calefacción de espacios utilizan acumuladores de calor, el 0.1% comentan que en su hogar para calefacción de espacios utilizan bomba de calor y el 0.1% expresan que en su hogar para calefacción de espacios utilizan suelo térmico por agua.

Dentro del 14.5% que representa la población encuestada de la clase ECU5: el 13.8% manifiestan que en su hogar para calefacción de espacios no utilizan ningún tipo de tecnología, el 0.3% explican que en su hogar para calefacción de espacios utilizan otros tipos de tecnologías, el 0.1% exponen que en su hogar para calefacción de espacios utilizan chimeneas y estufas térmicas, el 0.1% comentan que en su hogar para calefacción de espacios utilizan emisor térmico y calor azul, el 0.1% comunican que en su hogar para calefacción de espacios utilizan calefactores eléctricos, el 0.1% mencionan que en su hogar para calefacción de espacios utilizan radiadores de agua, el 0.89% expresan que en su hogar para calefacción de espacios utilizan suelo radiante eléctrico.

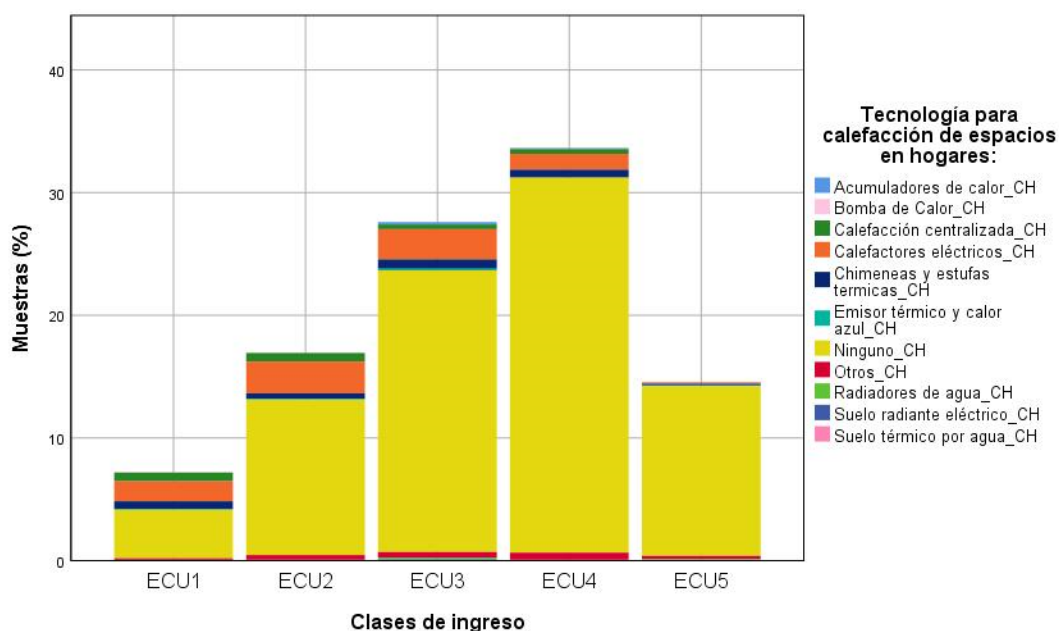


Figura 42. Distribución porcentual de tecnología de calefacción por clases de ingreso.

Interpretación

La Figura 42 interpreta que la mayor parte de la población de la clase de ingreso ECU1 tienen acceso a tecnologías como calefactores eléctricos, calefacción centralizada, chimeneas y estufas térmicas. De manera similar la mayor parte de la

población de la clase de ingreso ECU2 tienen acceso a tecnologías como calefactores eléctricos, calefacción centralizada, chimeneas y estufas térmicas. En cambio, la mayor parte de la población de la clase ECU3 tienen acceso a tecnologías como calefactores eléctricos, chimeneas y estufas térmicas. Mientras que la mayor parte de la población de la clase ECU4 tienen acceso a tecnologías como calefactores eléctricos, chimeneas y estufas térmicas. De manera similar la mayor parte de la población de la clase de ingreso ECU5 tienen acceso a tecnologías como chimeneas y estufas térmicas. La población de Ecuador no cuenta con tecnologías para la calefacción de espacios lo cual nos permite impulsar la adquisición de tecnologías que beneficiarían a una transición energética sustentable.

15. ¿Qué equipos utilizan en su hogar para calentamiento de agua?

Tabla 21. Tecnología de calentamiento de agua por clases de ingreso.

Tecnología	Clase_A	Recuento	Clases_Ingreso					Total
			ECU2	ECU3	ECU4	ECU5		
Calefón a gas_CA	Recuento	42	106	108	91	14	361	
	% del total	2,0%	5,1%	5,2%	4,3%	0,7%	17,2%	
Calefón eléctrico_CA	Recuento	15	24	31	20	5	95	
	% del total	0,7%	1,1%	1,5%	1,0%	0,2%	4,5%	
Calefón solar_CA	Recuento	6	5	7	7	2	27	
	% del total	0,3%	0,2%	0,3%	0,3%	0,1%	1,3%	
Cocina de inducción_CA	Recuento	15	22	34	27	7	105	
	% del total	0,7%	1,1%	1,6%	1,3%	0,3%	5,0%	
Ducha eléctrica_CA	Recuento	25	75	130	142	43	415	
	% del total	1,2%	3,6%	6,2%	6,8%	2,1%	19,8%	
Estufa de carbón_CA	Recuento	0	2	1	3	4	10	
	% del total	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	0,2%	0,5%	
Estufa de gas_CA	Recuento	35	101	212	306	111	765	
	% del total	1,7%	4,8%	10,1%	14,6%	5,3%	36,5%	
Estufa de leña_CA	Recuento	2	6	11	27	17	63	
	% del total	0,1%	0,3%	0,5%	1,3%	0,8%	3,0%	
Hervidor eléctrico_CA	Recuento	7	8	19	12	2	48	
	% del total	0,3%	0,4%	0,9%	0,6%	0,1%	2,3%	
No caliente el agua_CA	Recuento	8	14	29	40	50	141	
	% del total	0,4%	0,7%	1,4%	1,9%	2,4%	6,7%	
Olla a presión eléctrica_CA	Recuento	2	2	6	9	2	21	
	% del total	0,1%	0,1%	0,3%	0,4%	0,1%	1,0%	
Otros_CA	Recuento	1	5	11	14	13	44	
	% del total	0,0%	0,2%	0,5%	0,7%	0,6%	2,1%	
Total	Recuento	158	370	599	698	270	2095	
	% del total	7,5%	17,7%	28,6%	33,3%	12,9%	100,0%	

Análisis

La Tabla 21 muestra la distribución porcentual del uso de tecnologías de calentamiento de agua por clases de ingreso:

Dentro del 7.5% que representa la población encuestada de la clase ECU1: el 2.0% mencionan que en su hogar para calentamiento de agua utilizan calefón a gas, el 1.7% manifiestan que en su hogar para calentamiento de agua utilizan estufa de gas, el 1.2% comentan que en su hogar para calentamiento de agua utilizan ducha eléctrica, el 0.7% expresan que en su hogar para calentamiento de agua utilizan calefón eléctrico, el 0.7% exponen que en su hogar para calentamiento de agua utilizan cocina de inducción, 0.4% manifiestan que en su hogar no calienta agua, el 0.3% comunican que en su hogar para calentamiento de agua utilizan calefón solar, 0.3% comentan que en su hogar para calentamiento de agua utilizan hervidor eléctrico, el 0.1% expresan que en su hogar para calentamiento de agua utilizan estufa de leña y el 0.1% expresan que en su hogar para calentamiento de agua utilizan olla a presión eléctrica.

Dentro del 17.7% que representa la población encuestada de la clase ECU2: el 5.1% mencionan que en su hogar para calentamiento de agua utilizan calefón a gas, el 4.8% explican que en su hogar para calentamiento de agua utilizan estufa de gas, el 3.6% comentan que en su hogar para calentamiento de agua utilizan ducha eléctrica, el 1.1% expresan que en su hogar para calentamiento de agua utilizan calefón eléctrico, el 1.1% exponen que en su hogar para calentamiento de agua utilizan cocina de inducción, el 0.7% manifiestan que en su hogar no calienta agua, el 0.4% comentan que en su hogar para calentamiento de agua utilizan hervidor eléctrico, el 0.3% expresan que en su hogar para calentamiento de agua utilizan estufa de leña, el 0.2% comunican que en su hogar para calentamiento de agua utilizan calefón solar, 0.2% manifiestan que en su hogar para calentamiento de agua utilizan otros tipos de tecnologías, el 0.1% manifiestan que en su hogar para calentamiento de agua utilizan estufa de carbón y el 0.1% expresan que en su hogar para calentamiento de agua utilizan olla a presión eléctrica.

Dentro del 28.6% que representa la población encuestada de la clase ECU3: el 10.1% explican que en su hogar para calentamiento de agua utilizan estufa de gas, el 6.2% comentan que en su hogar para calentamiento de agua utilizan ducha eléctrica, el

5.2% mencionan que en su hogar para calentamiento de agua utilizan calefón a gas, el 1.6% exponen que en su hogar para calentamiento de agua utilizan cocina de inducción, el 1.5% expresan que en su hogar para calentamiento de agua utilizan calefón eléctrico, 1.4% manifiestan que en su hogar no calienta agua, 0.9% comentan que en su hogar para calentamiento de agua utilizan hervidor eléctrico, el 0.5% expresan que en su hogar para calentamiento de agua utilizan estufa de leña, 0.5% manifiestan que en su hogar para calentamiento de agua utilizan otros tipos de tecnologías, el 0.3% comunican que en su hogar para calentamiento de agua utilizan calefón solar y el 0.3% expresan que en su hogar para calentamiento de agua utilizan olla a presión eléctrica.

Dentro del 33.3% que representa la población encuestada de la clase ECU4: el 14.6% explican que en su hogar para calentamiento de agua utilizan estufa de gas, el 6.8% comentan que en su hogar para calentamiento de agua utilizan ducha eléctrica, el 4.3% mencionan que en su hogar para calentamiento de agua utilizan calefón a gas, 1.9% manifiestan que en su hogar no calienta agua, el 1.3% exponen que en su hogar para calentamiento de agua utilizan cocina de inducción, el 1.3% expresan que en su hogar para calentamiento de agua utilizan estufa de leña, el 1.0% expresan que en su hogar para calentamiento de agua utilizan calefón eléctrico, 0.7% manifiestan que en su hogar para calentamiento de agua utilizan otros tipos de tecnologías, 0.6% comentan que en su hogar para calentamiento de agua utilizan hervidor eléctrico, 0.4% expresan que en su hogar para calentamiento de agua utilizan olla a presión eléctrica, el 0.3% comunican que en su hogar para calentamiento de agua utilizan calefón solar y el 0.1% manifiestan que en su hogar para calentamiento de agua utilizan estufa de carbón.

Dentro del 12.9% que representa la población encuestada de la clase ECU5: el 5.3% explican que en su hogar para calentamiento de agua utilizan estufa de gas, 2.4% manifiestan que en su hogar no calienta agua, el 2.1% comentan que en su hogar para calentamiento de agua utilizan ducha eléctrica, el 0.8% expresan que en su hogar para calentamiento de agua utilizan estufa de leña, el 0.7% mencionan que en su hogar para calentamiento de agua utilizan calefón a gas, 0.6% manifiestan que en su hogar para calentamiento de agua utilizan otros tipos de tecnologías, el 0.3% exponen que en su hogar para calentamiento de agua utilizan cocina de inducción, el 0.2% expresan que en su hogar para calentamiento de agua utilizan calefón eléctrico,

el 0.2% manifiestan que en su hogar para calentamiento de agua utilizan estufa de carbón, el 0.1% comunican que en su hogar para calentamiento de agua utilizan calefón solar, 0.1% comentan que en su hogar para calentamiento de agua utilizan hervidor eléctrico y el 0.1% expresan que en su hogar para calentamiento de agua utilizan olla a presión eléctrica.

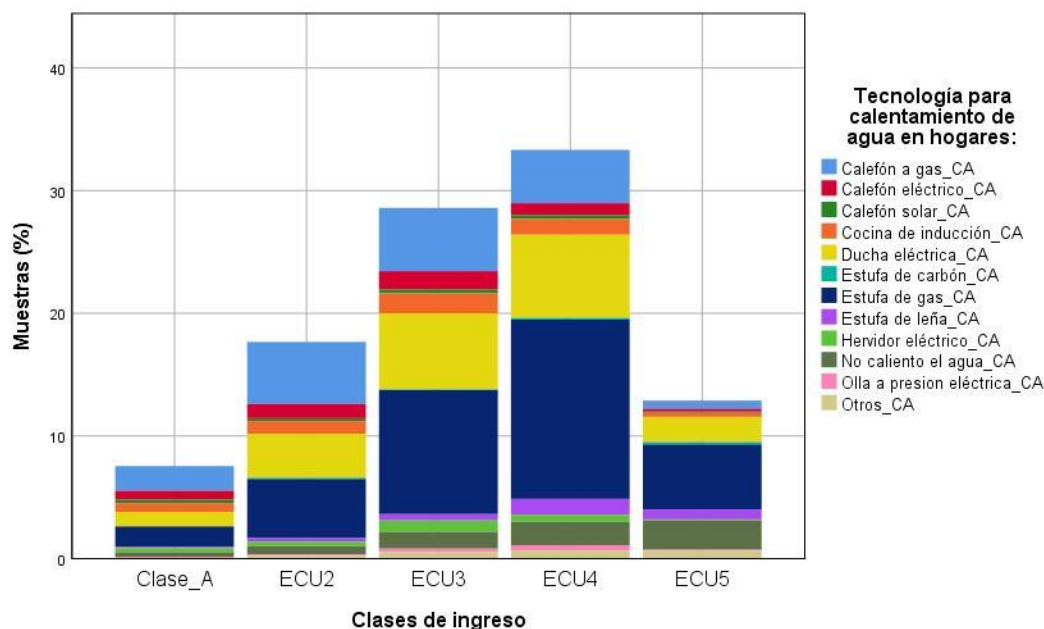


Figura 43. Distribución porcentual de tecnología de calentamiento de agua por clases de ingreso.

Interpretación

La Figura 43 interpreta que la mayor parte de la población de la clase de ingreso ECU1 tienen acceso a tecnologías como calefón a gas, estufa de gas y ducha eléctrica. De manera similar la mayor parte de la población de la clase de ingreso ECU2 tienen acceso a tecnologías como calefón a gas, estufa de gas y ducha eléctrica. En cambio, la mayor parte de la población de la clase ECU3 tienen acceso a tecnologías como estufa de gas, ducha eléctrica y calefón a gas. Mientras que la mayor parte de la población de la clase ECU4 tienen acceso a tecnologías como estufa de gas, ducha eléctrica y calefón a gas. De manera similar la mayor parte de la población de la clase de ingreso ECU5 tienen acceso a tecnologías como estufa de gas y ducha eléctrica. La mayor parte de la población de Ecuador cuentan con tecnologías que usan como combustible el glp para el calentamiento de agua lo cual nos permite observar que es necesario impulsar la adquisición de tecnologías con otros tipos de combustibles menos perjudiciales que beneficiarían a una transición

energética sustentable. También se puede observar que mientras mayor sean sus ingresos tiende a tener mayor acceso a una variedad de tecnologías.

16. ¿Cuáles son los equipos que utilizan en su hogar para cocinar?

Tabla 22. Tecnología para cocinar por clases de ingreso.

Tecnología		Clases_Ingreso					Total
		ECU1	ECU2	ECU3	ECU4	ECU5	
Cocina de inducción_CO	Recuento	41	60	71	45	11	228
	% del total	2,2%	3,2%	3,8%	2,4%	0,6%	12,3%
Estufa de carbón_CO	Recuento	6	6	5	9	4	30
	% del total	0,3%	0,3%	0,3%	0,5%	0,2%	1,6%
Estufa de gas_CO	Recuento	82	212	363	468	196	1321
	% del total	4,4%	11,4%	19,6%	25,2%	10,6%	71,2%
Estufa de leña_CO	Recuento	3	6	21	55	38	123
	% del total	0,2%	0,3%	1,1%	3,0%	2,0%	6,6%
Hervidor eléctrico_CO	Recuento	11	14	13	4	3	45
	% del total	0,6%	0,8%	0,7%	0,2%	0,2%	2,4%
No cocino_CO	Recuento	1	1	6	2	1	11
	% del total	0,1%	0,1%	0,3%	0,1%	0,1%	0,6%
Olla a presión eléctrica_CO	Recuento	11	9	9	11	3	43
	% del total	0,6%	0,5%	0,5%	0,6%	0,2%	2,3%
Otros_CO	Recuento	8	6	13	18	10	55
	% del total	0,4%	0,3%	0,7%	1,0%	0,5%	3,0%
Total	Recuento	163	314	501	612	266	1856
	% del total	8,8%	16,9%	27,0%	33,0%	14,3%	100,0%

Análisis

La Tabla 22 Figura 43 muestra la distribución porcentual del uso de tecnologías para cocción por clases de ingreso:

Dentro del 8.8% que representa la población encuestada de la clase ECU1: el 4.4% comunican que en su hogar para cocción utilizan estufa de gas, el 2.2% mencionan que en su hogar para cocción utilizan cocina de inducción, el 0.6% comentan que en su hogar para cocción utilizan hervidor eléctrico, el 0.6% explican que en su hogar para cocción utilizan olla a presión eléctrica, el 0.4% expresan que en su hogar para cocción utilizan otro tipo de tecnologías, el 0.3% expresan que en su hogar para cocción utilizan estufa de carbón, el 0.2% exponen que en su hogar para cocción utilizan estufa de leña y el 0.1% manifiestan que no cocinan.

Dentro del 16.9% que representa la población encuestada de la clase ECU2: el 11.4% comunican que en su hogar para cocción utilizan estufa de gas, el 3.2% mencionan

que en su hogar para cocción utilizan cocina de inducción, el 0.8% comentan que en su hogar para cocción utilizan hervidor eléctrico, el 0.5% explican que en su hogar para cocción utilizan olla a presión eléctrica, el 0.3% expresan que en su hogar para cocción utilizan otro tipo de tecnologías, el 0.3% expresan que en su hogar para cocción utilizan estufa de carbón, el 0.3% exponen que en su hogar para cocción utilizan estufa de leña y el 0.1% manifiestan que no cocinan.

Dentro del 27.0% que representa la población encuestada de la clase ECU3: el 19.6% comunican que en su hogar para cocción utilizan estufa de gas, el 3.8% mencionan que en su hogar para cocción utilizan cocina de inducción, el 1.1% exponen que en su hogar para cocción utilizan estufa de leña, el 0.7% comentan que en su hogar para cocción utilizan hervidor eléctrico, el 0.7% expresan que en su hogar para cocción utilizan otro tipo de tecnologías, el 0.5% explican que en su hogar para cocción utilizan olla a presión eléctrica, el 0.3% manifiestan que no cocinan, el 0.3% expresan que en su hogar para cocción utilizan estufa de carbón.

Dentro del 33.0% que representa la población encuestada de la clase ECU4: el 25.2% comunican que en su hogar para cocción utilizan estufa de gas, el 3.0% exponen que en su hogar para cocción utilizan estufa de leña, el 2.4% mencionan que en su hogar para cocción utilizan cocina de inducción, el 1.0% expresan que en su hogar para cocción utilizan otro tipo de tecnologías, el 0.6% explican que en su hogar para cocción utilizan olla a presión eléctrica, el 0.5% expresan que en su hogar para cocción utilizan estufa de carbón, el 0.2% comentan que en su hogar para cocción utilizan hervidor eléctrico y el 0.1% manifiestan que no cocinan.

Dentro del 14.3% que representa la población encuestada de la clase ECU5: el 10.6% comunican que en su hogar para cocción utilizan estufa de gas, el 2.0% exponen que en su hogar para cocción utilizan estufa de leña, el 0.6% mencionan que en su hogar para cocción utilizan cocina de inducción, el 0.5% expresan que en su hogar para cocción utilizan otro tipo de tecnologías, el 0.2% expresan que en su hogar para cocción utilizan estufa de carbón, el 0.2% comentan que en su hogar para cocción utilizan hervidor eléctrico, el 0.2% explican que en su hogar para cocción utilizan olla a presión eléctrica y el 0.1% manifiestan que no cocinan.

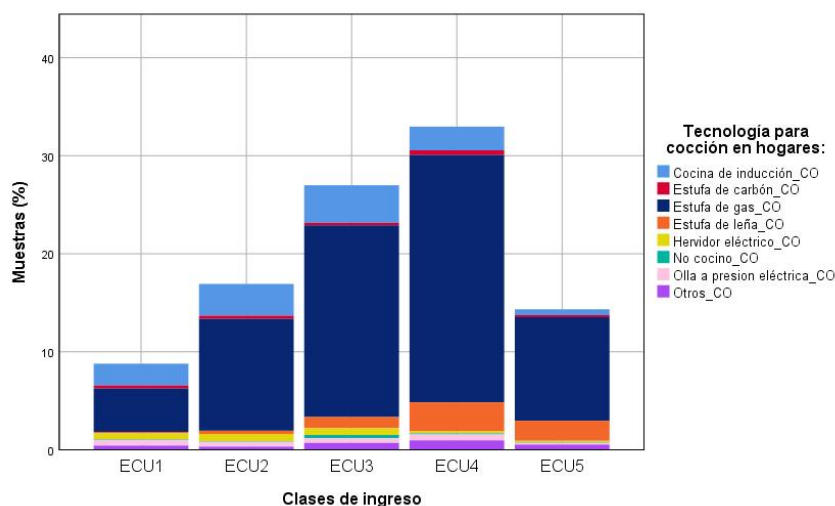


Figura 44. Distribución porcentual de tecnologías para cocinar por clases de ingreso.

Interpretación

La Figura 44 interpreta que la mayor parte de la población de las clases de ingreso ECU1, ECU2 y ECU3 tienen acceso a estufa de gas y cocina de inducción. Mientras que la mayor parte de la población de la clase ECU4 y ECU5 tienen acceso a tecnologías como estufa de gas y estufa de leña. La mayor parte de la población de Ecuador cuentan con tecnologías que usan como combustible el GLP para cocción de alimentos lo cual nos permite observar que es necesario impulsar la adquisición de tecnologías con otros tipos de combustibles menos perjudiciales que beneficiarían a una transición energética sustentable. También se puede observar que mientras mayor sean sus ingresos tiende a tener mayor acceso a una variedad de tecnologías.

17. ¿Cuánto fue la tarifa mensual que pago por el consumo de luz eléctrica y/o tanques de gas domésticos en 2020?

Tabla 23. Factura mensual de menor consumo de luz eléctrica por clases de ingreso.

		Clases_Ingreso					Total	
		ECU1	ECU2	ECU3	ECU4	ECU5		
Min_factura_mensual	10-20 \$	Recuento	36	96	176	137	37	482
Consumo_de_luz_electrica		% del total	2,4%	6,4%	11,7%	9,1%	2,5%	32,1%
	Más de 20 \$	Recuento	54	106	120	86	23	389
		% del total	3,6%	7,1%	8,0%	5,7%	1,5%	25,9%
	Menos de 10 \$	Recuento	7	50	118	294	160	629
		% del total	0,5%	3,3%	7,9%	19,6%	10,7%	41,9%
Total		Recuento	97	252	414	517	220	1500
		% del total	6,5%	16,8%	27,6%	34,5%	14,7%	100,0%

Análisis

La Tabla 23 muestra la distribución porcentual de la factura mensual de menor consumo de luz eléctrica por clases de ingreso de un total de 1500 encuestados:

Dentro del 6.5% que representa la población encuestada de la clase ECU1: el 3.6 % mencionan que el pago mensual por consumo de luz eléctrica es de más de 20 \$, el 2.4% expresan que el pago mensual por consumo de luz eléctrica se encuentra entre 10-20 \$ y el 0.5% mencionan que el pago mensual por consumo de luz eléctrica es de menos de 10 \$.

Dentro del 16.8% que representa la población encuestada de la clase ECU2: el 7.1 % mencionan que el pago mensual por consumo de luz eléctrica es de más de 20 \$, el 6.4% expresan que el pago mensual por consumo de luz eléctrica se encuentra entre 10-20 \$ y el 3.3% mencionan que el pago mensual por consumo de luz eléctrica es de menos de 10 \$.

Dentro del 27.6% que representa la población encuestada de la clase ECU3: el 11.7% expresan que el pago mensual por consumo de luz eléctrica se encuentra entre 10-20 \$, el 8% mencionan que el pago mensual por consumo de luz eléctrica es de más de 20 \$ y el 7.9% mencionan que el pago mensual por consumo de luz eléctrica es de menos de 10 \$.

Dentro del 34.5% que representa la población encuestada de la clase ECU4: el 19.6% mencionan que el pago mensual por consumo de luz eléctrica es de menos de 10 \$, el 9.1% expresan que el pago mensual por consumo de luz eléctrica se encuentra entre 10-20 \$ y el 5.7% mencionan que el pago mensual por consumo de luz eléctrica es de más de 20 \$.

Dentro del 14.7% que representa la población encuestada de la clase ECU5: el 10.7% mencionan que el pago mensual por consumo de luz eléctrica es de menos de 10 \$, el 2.5% expresan que el pago mensual por consumo de luz eléctrica se encuentra entre 10-20 \$ y el 1.5% mencionan que el pago mensual por consumo de luz eléctrica es de más de 20 \$.

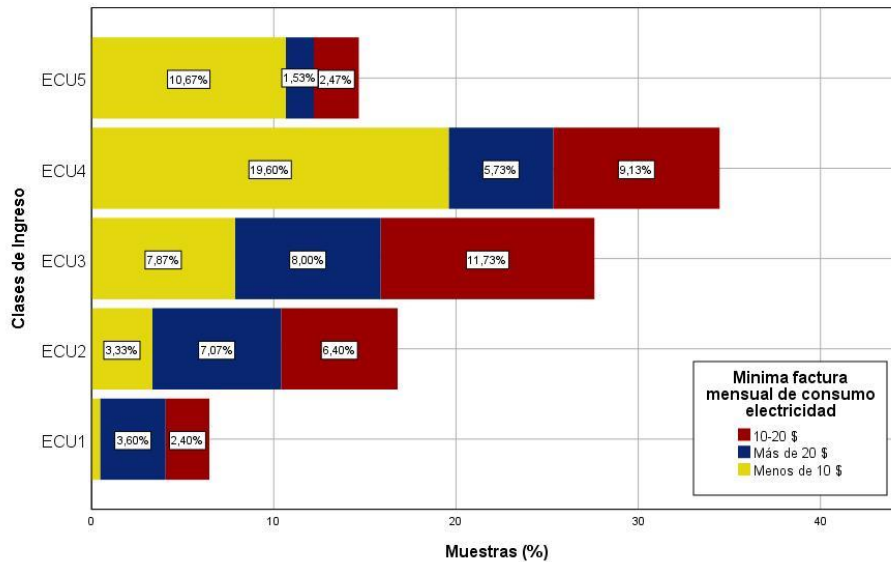


Figura 45. Distribución porcentual de factura mensual de menor consumo de luz eléctrica por clases de ingreso.

Interpretación

La Figura 45 interpreta que la mayor parte de la población de las clases de ingreso ECU1, ECU2 pagan más de 20 \$ por la factura de consumo mensual de electricidad mínima. En tanto que la mayor parte de la población de la clase de ingreso ECU3 pagan entre 10-20 \$ por la factura de consumo mensual de electricidad mínima. Mientras que la mayor parte de la población de las clases de ingreso ECU4 y ECU5 pagan menos de 10 \$ por la factura de consumo mensual de electricidad mínima. Según las facturas mensuales mínimas de consumo de electricidad podemos denotar el presupuesto de la población por el consumo de mismo y cuanta demanda de energía eléctrica existe.

Factura mensual de mayor consumo de luz de luz eléctrica

Tabla 24. Factura mensual de mayor consumo de luz de luz eléctrica por clases de ingreso.

		Clases_Ingreso					Total	
		ECU1	ECU2	ECU3	ECU4	ECU5		
Max_factura_mensual	10-20 \$	Recuento	11	61	128	165	58	423
Consumo_de_luz_electrica		% del total	0,7%	4,1%	8,5%	11,0%	3,9%	28,2%
	Más de 20 \$	Recuento	83	174	227	167	41	692
		% del total	5,5%	11,6%	15,1%	11,1%	2,7%	46,1%
	Menos de 10 \$	Recuento	3	17	59	185	121	385
		% del total	0,2%	1,1%	3,9%	12,3%	8,1%	25,7%
Total		Recuento	97	252	414	517	220	1500
		% del total	6,5%	16,8%	27,6%	34,5%	14,7%	100,0%

Análisis

La Tabla 24 muestra la distribución porcentual de la factura mensual de mayor consumo de luz eléctrica por clases de ingreso de un total de 1500 encuestados:

Dentro del 6.5% que representa la población encuestada de la clase ECU1: el 5.5 % mencionan que el pago mensual por consumo de luz eléctrica es de más de 20 \$, el 0.7% expresan que el pago mensual por consumo de luz eléctrica se encuentra entre 10-20 \$ y el 0.2% mencionan que el pago mensual por consumo de luz eléctrica es de menos de 10 \$.

Dentro del 16.8% que representa la población encuestada de la clase ECU2: el 11.6 % mencionan que el pago mensual por consumo de luz eléctrica es de más de 20 \$, el 4.1% expresan que el pago mensual por consumo de luz eléctrica se encuentra entre 10-20 \$ y el 1.1% mencionan que el pago mensual por consumo de luz eléctrica es de menos de 10 \$.

Dentro del 27.6% que representa la población encuestada de la clase ECU3: el 15.1% mencionan que el pago mensual por consumo de luz eléctrica es de más de 20 \$, el 8.5% expresan que el pago mensual por consumo de luz eléctrica se encuentra entre 10-20 \$ y el 3.9% mencionan que el pago mensual por consumo de luz eléctrica es de menos de 10 \$.

Dentro del 34.5% que representa la población encuestada de la clase ECU4: el 12.3% mencionan que el pago mensual por consumo de luz eléctrica es de menos de 10 \$, el 11.1% mencionan que el pago mensual por consumo de luz eléctrica es de más de 20 \$ y el 11% expresan que el pago mensual por consumo de luz eléctrica se encuentra entre 10-20 \$.

Dentro del 14.7% que representa la población encuestada de la clase ECU5: el 8.1% mencionan que el pago mensual por consumo de luz eléctrica es de menos de 10 \$, el 3.9% expresan que el pago mensual por consumo de luz eléctrica se encuentra entre 10-20 \$ y el 2.7% mencionan que el pago mensual por consumo de luz eléctrica es de más de 20 \$.

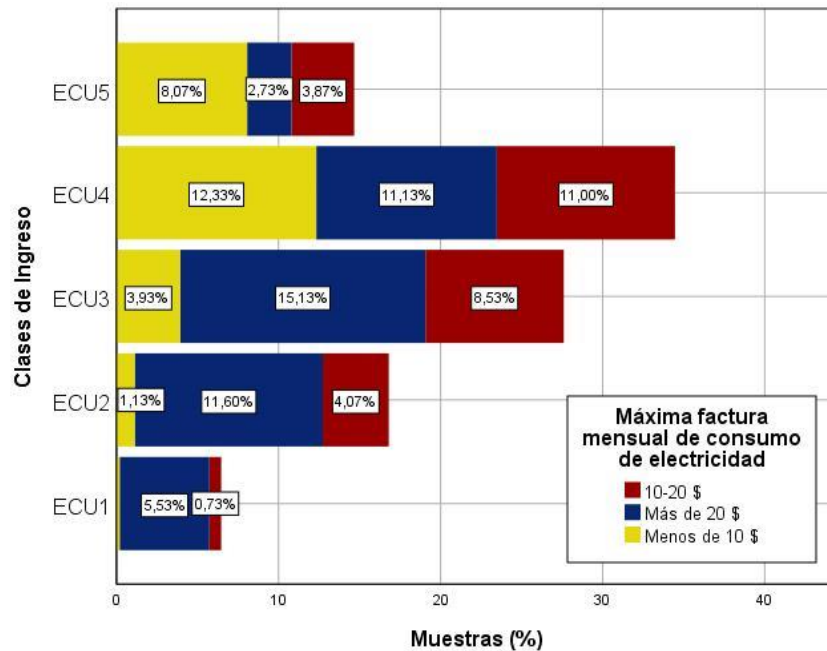


Figura 46. Distribución porcentual de la factura mensual de mayor consumo de luz eléctrica por clases de ingreso.

Interpretación

La Figura 46 interpreta que la mayor parte de la población de las clases de ingreso ECU1, ECU2, ECU3 pagan más de 20 \$ por la factura de consumo máximo mensual de electricidad. Mientras que la mayor parte de la población de las clases de ingreso ECU4 y ECU5 pagan menos de 10 \$ por la factura de consumo máximo mensual de electricidad. Según las facturas mensuales máximas de consumo de electricidad podemos denotar el presupuesto de la población por el consumo de mismo y cuanta demanda de energía eléctrica existe.

Pago mensual por el consumo de tanques de gas doméstico

Tabla 25. Pago mensual del consumo de tanques de gas doméstico por clases de ingreso.

Factura_mensual_Consumo_de_tanques_de_gas_domestico		Clases_Ingreso					Total
		ECU1	ECU2	ECU3	ECU4	ECU5	
10-20 \$	Recuento	34	53	77	59	14	237
	% del total	2,3%	3,5%	5,1%	3,9%	0,9%	15,8%
Más de 20 \$	Recuento	18	28	27	37	6	116
	% del total	1,2%	1,9%	1,8%	2,5%	0,4%	7,7%
Menos de 10 \$	Recuento	45	171	310	421	200	1147
	% del total	3,0%	11,4%	20,7%	28,1%	13,3%	76,5%
Total	Recuento	97	252	414	517	220	1500
	% del total	6,5%	16,8%	27,6%	34,5%	14,7%	100,0%

Análisis

La Tabla 25 muestra la distribución porcentual del pago mensual del consumo de tanques de gas doméstico por clases de ingreso de un total de 1500 encuestados:

Dentro del 6.5% que representa la población encuestada de la clase ECU1: el 3% mencionan que el pago mensual por consumo de gas doméstico es de menos de 10 \$, el 2.3% explican que el pago mensual por consumo de gas doméstico es entre 10-20 \$ y el 1.2% manifiestan que el pago mensual por consumo de gas doméstico es de más de 20 \$.

Dentro del 16.8% que representa la población encuestada de la clase ECU2: el 11.4% mencionan que el pago mensual por consumo de gas doméstico es de menos de 10 \$, el 3.5% explican que el pago mensual por consumo de gas doméstico es entre 10-20 \$ y el 1.9% manifiestan que el pago mensual por consumo de gas doméstico es de más de 20 \$.

Dentro del 27.6% que representa la población encuestada de la clase ECU3: el 20.7% mencionan que el pago mensual por consumo de gas doméstico es de menos de 10 \$, el 5.1% explican que el pago mensual por consumo de gas doméstico es entre 10-20 \$ y el 1.8% manifiestan que el pago mensual por consumo de gas doméstico es de más de 20 \$.

Dentro del 34.5% que representa la población encuestada de la clase ECU4: el 28.1% mencionan que el pago mensual por consumo de gas doméstico es de menos de 10 \$, el 3.9% explican que el pago mensual por consumo de gas doméstico es entre 10-20 \$ y el 2.5% manifiestan que el pago mensual por consumo de gas doméstico es de más de 20 \$.

Dentro del 14.7% que representa la población encuestada de la clase ECU5: el 13.3% mencionan que el pago mensual por consumo de gas doméstico es de menos de 10 \$, el 0.9% explican que el pago mensual por consumo de gas doméstico es entre 10-20 \$ y el 0.4% manifiestan que el pago mensual por consumo de gas doméstico es de más de 20 \$.

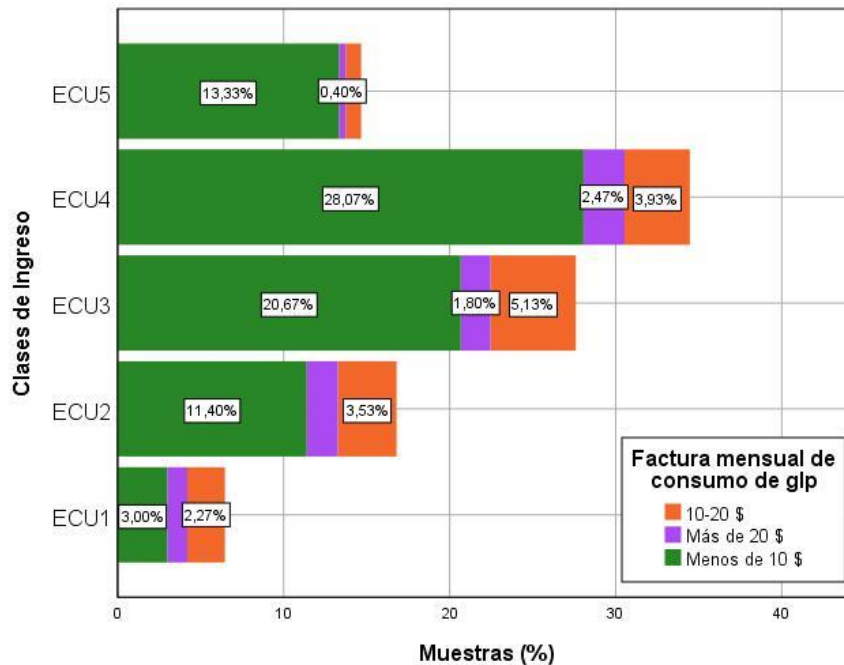


Figura 47. Distribución porcentual del pago mensual del consumo de tanques de gas doméstico por clases de ingreso.

Interpretación

La Figura 47 interpreta que la población de las clases de ingreso ECU1, ECU2, ECU3, ECU4 y ECU5 pagan menos de 10 \$ por la factura de consumo mensual de los cilindros de tanque de gas. Según las facturas mensuales del consumo de gas licuado de petróleo podemos denotar el presupuesto de la población por el consumo de mismo y cuanta demanda de energía de glp existe.

18. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar solo por el mantenimiento o instalación de un equipo o sistema de calefacción y/o ventilación en su hogar?

Tabla 26. Costo de mantenimiento de tecnología por clases de ingreso.

		Clases_Ingreso					Total	
		ECU1	ECU2	ECU3	ECU4	ECU5		
Factura_Mantenimiento_ de_tecnología	50-100 \$	Recuento	31	78	113	140	21	383
		% del total	2,1%	5,2%	7,5%	9,3%	1,4%	25,5%
	Más de 100 \$	Recuento	57	63	59	38	16	233
		% del total	3,8%	4,2%	3,9%	2,5%	1,1%	15,5%
	Menos de 50 \$	Recuento	9	111	242	339	183	884
		% del total	0,6%	7,4%	16,1%	22,6%	12,2%	58,9%
Total		Recuento	97	252	414	517	220	1500
		% del total	6,5%	16,8%	27,6%	34,5%	14,7%	100,0%

Análisis

La Tabla 26 muestra la distribución porcentual del costo de mantenimiento de tecnología que están dispuestos a pagar por clases de ingreso de un total de 1500 encuestados:

Dentro del 6.5% que representa la población encuestada de la clase ECU1: el 3.8% manifiestan que por el mantenimiento están dispuestos a pagar más de 100 \$, el 2.1% expresan que por el mantenimiento están dispuestos a pagar entre 50-100 \$, el 0.6% mencionan que por el mantenimiento están dispuestos a pagar menos de 50 \$.

Dentro del 16.8% que representa la población encuestada de la clase ECU2: el 7.4% mencionan que por el mantenimiento están dispuestos a pagar menos de 50 \$, el 5.2% expresan que por el mantenimiento están dispuestos a pagar entre 50-100 \$, el 4.2% manifiestan que por el mantenimiento están dispuestos a pagar más de 100 \$.

Dentro del 27.6% que representa la población encuestada de la clase ECU3: el 16.1% mencionan que por el mantenimiento están dispuestos a pagar menos de 50 \$, el 7.5% expresan que por el mantenimiento están dispuestos a pagar entre 50-100 \$, el 3.9% manifiestan que por el mantenimiento están dispuestos a pagar más de 100 \$.

Dentro del 34.5% que representa la población encuestada de la clase ECU4: el 22.6% mencionan que por el mantenimiento están dispuestos a pagar menos de 50 \$, el 9.3% expresan que por el mantenimiento están dispuestos a pagar entre 50-100 \$, el 2.5% manifiestan que por el mantenimiento están dispuestos a pagar más de 100 \$.

Dentro del 14.7% que representa la población encuestada de la clase ECU5: el 12.2% mencionan que por el mantenimiento están dispuestos a pagar menos de 50 \$, el 1.4% expresan que por el mantenimiento están dispuestos a pagar entre 50-100 \$, el 1.1% manifiestan que por el mantenimiento están dispuestos a pagar más de 100 \$.

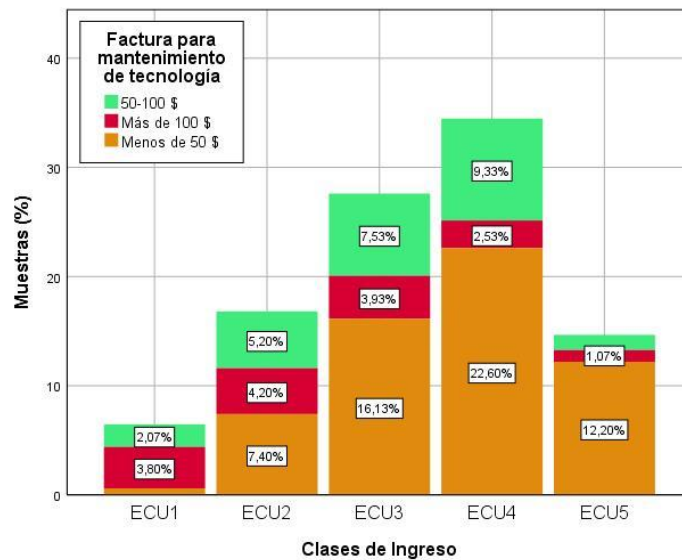


Figura 48. Distribución porcentual del costo de mantenimiento de tecnología por clases de ingreso.

Interpretación

La Figura 48 interpreta que la mayor parte de la población de la clase de ingreso ECU1 estarían dispuestos a pagar más de 100 \$ por la factura de mantenimiento de un sistema o tecnología. Mientras tanto que la mayor parte de la población de la clase de ingreso ECU2, ECU3 y ECU4 estarían dispuestos a pagar menos de 100 \$ por la factura de mantenimiento de un sistema o tecnología. En tanto que la mayor parte de la población de la clase de ingreso ECU1 estarían dispuestos a pagar menos de 50 \$ por la factura de mantenimiento de un sistema o tecnología. La clase de ingreso de cada persona está relacionado estrechamente, debido a que la persona que posea mayores ingresos estaría en la capacidad de poseer un presupuesto considerable para el mantenimiento de alguna tecnología.

Tabla 27. Factura de instalación de tecnología por clases de ingreso.

		Clases_Ingreso					Total	
		ECU1	ECU2	ECU3	ECU4	ECU5		
Factura_Instalación_ de_tecnología	50-100 \$	Recuento	20	73	145	169	30	437
		% del total	1,3%	4,9%	9,7%	11,3%	2,0%	29,1%
	Más de 100 \$	Recuento	71	114	98	72	21	376
		% del total	4,7%	7,6%	6,5%	4,8%	1,4%	25,1%
	Menos de 50 \$	Recuento	6	65	171	276	169	687
		% del total	0,4%	4,3%	11,4%	18,4%	11,3%	45,8%
Total	Recuento	97	252	414	517	220	1500	
	% del total	6,5%	16,8%	27,6%	34,5%	14,7%	100,0%	

Análisis

La Tabla 27 muestra la distribución porcentual de la factura de instalación de tecnología que están dispuestos a pagar por clases de ingreso de un total de 1500 encuestados:

Dentro del 6.5% que representa la población encuestada de la clase ECU1: el 4.7% manifiestan que por instalación de tecnología están dispuestos a pagar más de 100 \$, el 1.3% exponen que por instalación de tecnología están dispuestos a pagar entre 50-100 \$, el 0.4% mencionan que por instalación de tecnología están dispuestos a pagar menos de 50 \$.

Dentro del 16.8% que representa la población encuestada de la clase ECU2: el 7.6% manifiestan que por instalación de tecnología están dispuestos a pagar más de 100 \$, el 4.9% exponen que por instalación de tecnología están dispuestos a pagar entre 50-100 \$, el 4.3% mencionan que por instalación de tecnología están dispuestos a pagar menos de 50 \$.

Dentro del 27.6% que representa la población encuestada de la clase ECU3: el 11.4% mencionan que por instalación de tecnología están dispuestos a pagar menos de 50 \$, el 9.7% exponen que por instalación de tecnología están dispuestos a pagar entre 50-100 \$, el 6.5% manifiestan que por instalación de tecnología están dispuestos a pagar más de 100 \$.

Dentro del 34.5% que representa la población encuestada de la clase ECU4: el 18.4% mencionan que por instalación de tecnología están dispuestos a pagar menos de 50 \$, el 11.3% exponen que por instalación de tecnología están dispuestos a pagar entre 50-100 \$, el 4.8% manifiestan que por instalación de tecnología están dispuestos a pagar más de 100 \$.

Dentro del 14.7% que representa la población encuestada de la clase ECU5: el 11.3% mencionan que por instalación de tecnología están dispuestos a pagar menos de 50 \$, el 2% exponen que por instalación de tecnología están dispuestos a pagar entre 50-100 \$, el 1.4% manifiestan que por instalación de tecnología están dispuestos a pagar más de 100 \$.

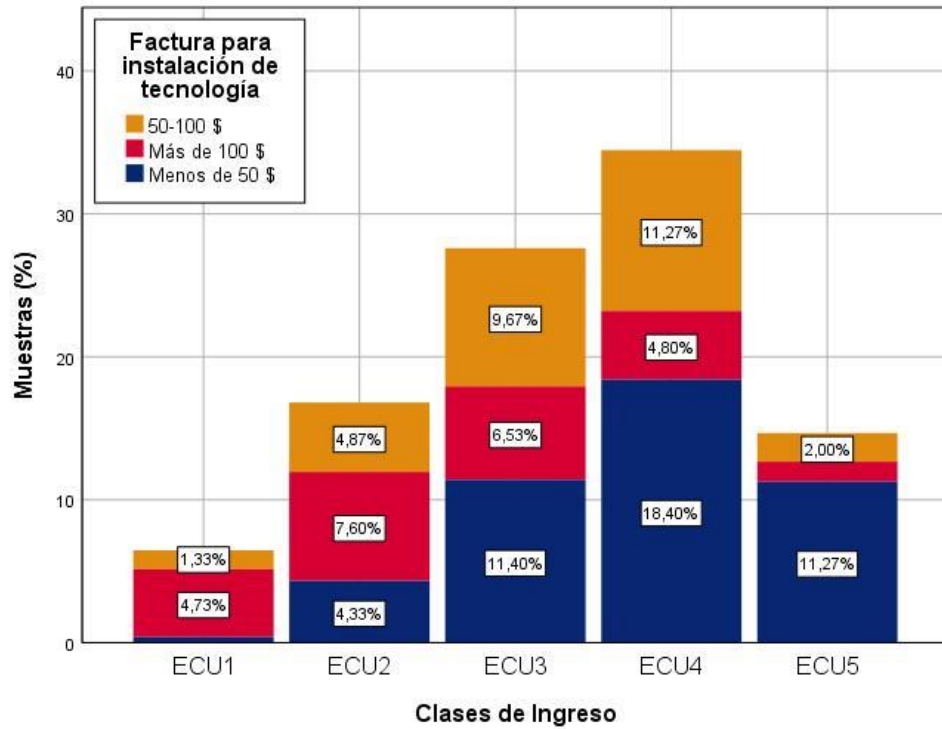


Figura 49. Distribución porcentual de la factura de instalación de tecnología por clases de ingreso.

Interpretación

La Figura 49 interpreta que la mayor parte de la población de las clases de ingreso ECU1 y ECU2 estarían dispuestos a pagar más de 100 \$ por la factura de instalación de un sistema o tecnología. Mientras tanto que la mayor parte de la población de la clase de ingreso ECU3, ECU4 y ECU5 estarían dispuestos a pagar menos de 50 \$ por la factura de instalación de un sistema o tecnología. La clase de ingreso de cada persona está relacionado estrechamente, debido a que la persona que posea mayores ingresos estaría en la capacidad de poseer un presupuesto considerable para la instalación de alguna tecnología.

19. ¿Qué característica consideraría al adquirir o renovar un sistema o equipo de calefacción y/o ventilación para su hogar?

Tabla 28. Característica a considerar al adquirir o renovar un sistema o equipo de calefacción y/o ventilación para su hogar por clases de ingreso.

		Clases_Ingreso					Total	
		ECU1	ECU2	ECU3	ECU4	ECU5		
Regla_de_búsqueda	Existente	Recuento	21	48	122	135	64	390
		% del total	1,4%	3,2%	8,1%	9,0%	4,3%	26,0%
	No puede elegir	Recuento	7	38	57	78	37	217
		% del total	0,5%	2,5%	3,8%	5,2%	2,5%	14,5%
	Similar	Recuento	11	49	56	72	30	218
		% del total	0,7%	3,3%	3,7%	4,8%	2,0%	14,5%
	Tipo de Combustible	Recuento	26	39	81	86	33	265
		% del total	1,7%	2,6%	5,4%	5,7%	2,2%	17,7%
	Todas	Recuento	32	78	98	146	56	410
		% del total	2,1%	5,2%	6,5%	9,7%	3,7%	27,3%
Total		Recuento	97	252	414	517	220	1500
		% del total	6,5%	16,8%	27,6%	34,5%	14,7%	100,0%

Análisis

La Tabla 28 muestra la distribución porcentual de las características a considerar al adquirir o renovar un sistema o equipo de calefacción y/o ventilación para su hogar distribuidas por clases de ingreso de un total de 1500 encuestados:

Dentro del 6.5% que representa la población encuestada de la clase ECU1 al adquirir o renovar un sistema o equipo de calefacción y/o ventilación para su hogar considera las siguientes características: todas un 2.13%, tipo de combustible un 1.73%, existente un 1.40 %, similar un 0.73% y no puede elegir un 0.47%.

Dentro del 16.8% que representa la población encuestada de la clase ECU2 al adquirir o renovar un sistema o equipo de calefacción y/o ventilación para su hogar considera las siguientes características: todas un 5.20%, similar un 3.27%, existente un 3.20 %, tipo de combustible un 2.60% y no puede elegir un 2.53%.

Dentro del 27.6% que representa la población encuestada de la clase ECU3 al adquirir o renovar un sistema o equipo de calefacción y/o ventilación para su hogar considera las siguientes características: existente un 8.13%, todas un 6.53%, tipo de combustible un 5.40%, no puede elegir un 3.80% y similar un 3.73%.

Dentro del 34.5% que representa la población encuestada de la clase ECU4 al adquirir o renovar un sistema o equipo de calefacción y/o ventilación para su hogar considera las siguientes características: todas un 9.73%, existente un 9.00%, tipo de combustible un 5.73%, no puede elegir un 5.20% y similar un 4.80%.

Dentro del 14.7% que representa la población encuestada de la clase ECU5 al adquirir o renovar un sistema o equipo de calefacción y/o ventilación para su hogar considera las siguientes características: existente un 4.27%, todas un 3.73%, no puede elegir un 2.47%, tipo de combustible un 2.20% y similar un 2.00%.

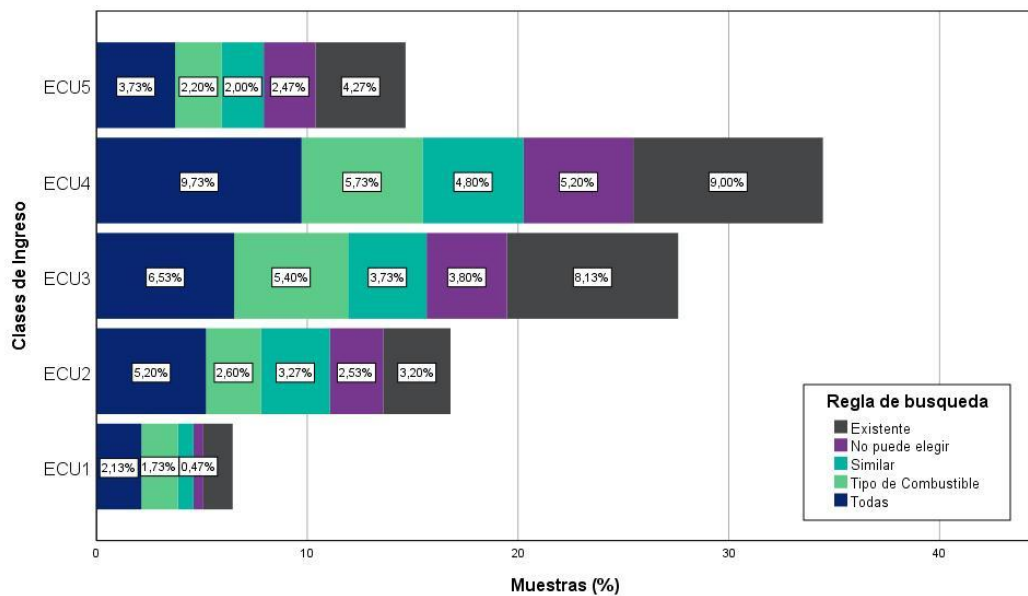


Figura 50. Distribución porcentual de las características a considerar al adquirir o renovar un sistema o equipo de calefacción y/o ventilación para su hogar por clases de ingreso.

Interpretación

La Figura 50 interpreta que la mayor parte de la población de las clases de ingreso ECU1, ECU2 y ECU4 consideran como regla de búsqueda todas las tecnologías disponibles. Mientras que la mayor parte de la población de las clases de ingreso ECU3 y ECU5 consideran como regla de búsqueda las tecnologías ya existentes en el mercado del país.

20. ¿Qué tiempo sería adecuado para la instalación de un sistema de calefacción y/o ventilación?

Tabla 29. Tiempo adecuado para instalación de un sistema de calefacción por clases de ingreso.

Tiempo_instalación_Tecnología _de_calefacción		Clases_Ingreso					Total
		ECU1	ECU2	ECU3	ECU4	ECU5	
1-2 días	Recuento	40	98	166	199	74	577
	% del total	2,7%	6,5%	11,1%	13,3%	4,9%	38,5%
Más de 2 días	Recuento	48	60	71	64	26	269
	% del total	3,2%	4,0%	4,7%	4,3%	1,7%	17,9%
Menos de 1 día	Recuento	9	94	177	254	120	654
	% del total	0,6%	6,3%	11,8%	16,9%	8,0%	43,6%
Total	Recuento	97	252	414	517	220	1500
	% del total	6,5%	16,8%	27,6%	34,5%	14,7%	100,0%

Análisis

La Tabla 29 muestra la distribución porcentual del tiempo adecuado para instalación de un sistema de calefacción por clases de ingreso de un total de 1500 encuestados:

Dentro del 6.5% que representa la población encuestada de la clase ECU1: un 3.2% menciona que para la instalación de un sistema de calefacción se requiere más de 2 días, un 2.7% expresa que para la instalación de un sistema de calefacción se requiere entre 1-2 días y un 0.60% manifiesta que para la instalación de un sistema de calefacción se requiere menos de 1 día.

Dentro del 16.8% que representa la población encuestada de la clase ECU2: un 6.5% expresa que para la instalación de un sistema de calefacción se requiere entre 1-2 días, un 6.3% manifiesta que para la instalación de un sistema de calefacción se requiere menos de 1 día y un 4% menciona que para la instalación de un sistema de calefacción se requiere más de 2 días.

Dentro del 27.6% que representa la población encuestada de la clase ECU3: un 11.8% manifiesta que para la instalación de un sistema de calefacción se requiere menos de 1 día, un 11.1% expresa que para la instalación de un sistema de calefacción se requiere entre 1-2 días y un 4.7% menciona que para la instalación de un sistema de calefacción se requiere más de 2 días.

Dentro del 34.5% que representa la población encuestada de la clase ECU4: un 16.9% manifiesta que para la instalación de un sistema de calefacción se requiere menos de 1 día, un 13.3% expresa que para la instalación de un sistema de

calefacción se requiere entre 1-2 días, un 4.3% menciona que para la instalación de un sistema de calefacción se requiere más de 2 días.

Dentro del 14.7% que representa la población encuestada de la clase ECU5: un 8% manifiesta que para la instalación de un sistema de calefacción se requiere menos de 1 día, un 4.9% expresa que para la instalación de un sistema de calefacción se requiere entre 1-2 días, un 1.7% menciona que para la instalación de un sistema de calefacción se requiere más de 2 días.

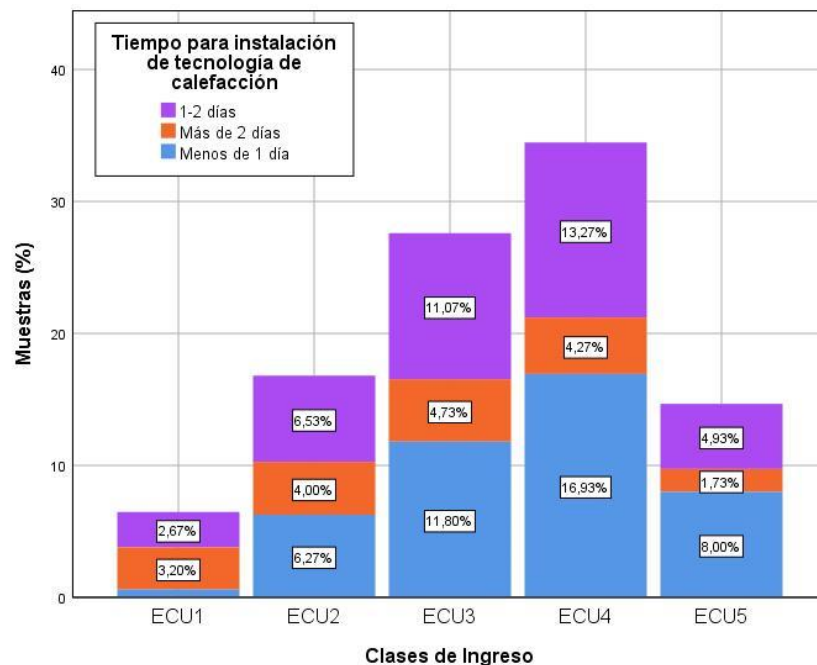


Figura 51. Distribución porcentual del tiempo adecuado para instalación de un sistema de calefacción por clases de ingreso.

Interpretación

La Figura 51 interpreta que la mayor parte de la población de la clase ECU1 consideran que es necesario más de 2 días para la instalación de un sistema de calefacción. Mientras que la mayor parte de la población de la clase ECU2 consideran que es necesario entre 1-2 días para la instalación de un sistema de calefacción. En tanto que la mayor parte de la población de las clases ECU3, ECU4 y ECU5 consideran que es necesario menos de 1 día para la instalación de un sistema de calefacción.

Tabla 30. Tiempo adecuado para instalación de un sistema de ventilación por clases de ingreso.

		Clases_Ingreso					Total	
		ECU1	ECU2	ECU3	ECU4	ECU5		
Tiempo_instalación_Tecnología _de_ventilación	1-2 días	Recuento	38	111	170	208	76	603
		% del total	2,5%	7,4%	11,3%	13,9%	5,1%	40,2%
	Más de 2 días	Recuento	51	61	90	73	33	308
		% del total	3,4%	4,1%	6,0%	4,9%	2,2%	20,5%
	Menos de 1 día	Recuento	8	80	154	236	111	589
		% del total	0,5%	5,3%	10,3%	15,7%	7,4%	39,3%
Total	Recuento	97	252	414	517	220	1500	
	% del total	6,5%	16,8%	27,6%	34,5%	14,7%	100,0%	

Análisis

La Tabla 30 interpreta la distribución porcentual del tiempo adecuado para instalación de un sistema de ventilación por clases de ingreso de un total de 1500 encuestados:

Dentro del 6.5% que representa la población encuestada de la clase ECU1: un 3.4% menciona que para la instalación de un sistema de ventilación se requiere más de 2 días, un 2.5% expresa que para la instalación de un sistema de ventilación se requiere entre 1-2 días y un 0.5% manifiesta que para la instalación de un sistema de ventilación se requiere menos de 1 día.

Dentro del 16.8% que representa la población encuestada de la clase ECU2: un 7.4% expresa que para la instalación de un sistema de ventilación se requiere entre 1-2 días, un 5.3% manifiesta que para la instalación de un sistema de ventilación se requiere menos de 1 día, un 4.1% menciona que para la instalación de un sistema de ventilación se requiere más de 2 días.

Dentro del 27.6% que representa la población encuestada de la clase ECU3: un 11.3% expresa que para la instalación de un sistema de ventilación se requiere entre 1-2 días, un 10.3% manifiesta que para la instalación de un sistema de ventilación se requiere menos de 1 día, un 6% menciona que para la instalación de un sistema de ventilación se requiere más de 2 días.

Dentro del 34.5% que representa la población encuestada de la clase ECU4: un 15.7% manifiesta que para la instalación de un sistema de ventilación se requiere menos de 1 día, un 13.9% expresa que para la instalación de un sistema de

ventilación se requiere entre 1-2 días, un 4.9% menciona que para la instalación de un sistema de ventilación se requiere más de 2 días.

Dentro del 14.7% que representa la población encuestada de la clase ECU5: un 7.4% manifiesta que para la instalación de un sistema de ventilación se requiere menos de 1 día, un 5.1% expresa que para la instalación de un sistema de ventilación se requiere entre 1-2 días, un 2.2% menciona que para la instalación de un sistema de ventilación se requiere más de 2 días.

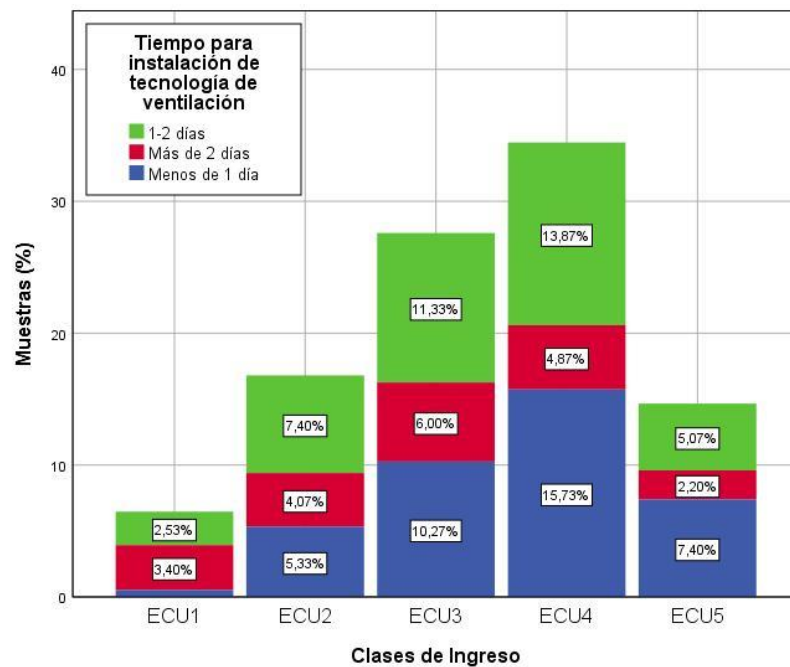


Figura 52. Distribución porcentual del tiempo adecuado para instalación de un sistema de ventilación por clases de ingreso.

Interpretación

La Figura 52 interpreta que la mayor parte de la población de la clase ECU1 consideran que es necesario más de 2 días para la instalación de un sistema de ventilación. Mientras que la mayor parte de la población de la clase ECU2 y ECU3 consideran que es necesario entre 1-2 días para la instalación de un sistema de ventilación. En tanto que la mayor parte de la población de las clases ECU4 y ECU5 consideran que es necesario menos de 1 día para la instalación de un sistema de ventilación.

21. Ordene las características que usted tomaría cuenta al modernizar y dar mantenimiento a su actual sistema o equipo descompuesto de calefacción y/o ventilación según la importancia que usted consideraría:

Tabla 31. Característica principal al modernizar un equipo de calefacción y ventilación por clases de ingreso.

			Clases_Ingreso					Total
			ECU1	ECU2	ECU3	ECU4	ECU5	
Objetivo_1_Modernizacion	CAE alto_mod_1	Recuento	11	18	39	49	18	135
		% del total	11,34%	7,14%	9,42%	9,48%	8,18%	9,0%
	CAE bajo_mod_1	Recuento	10	17	38	43	20	128
		% del total	10,31%	6,75%	9,18%	8,32%	9,09%	8,5%
	CAE intermedio_mod_1	Recuento	8	26	31	37	13	115
		% del total	8,25%	10,32%	7,49%	7,16%	5,91%	7,7%
	Costos de capital_mod_1	Recuento	13	27	48	66	39	193
		% del total	13,4%	10,7%	11,6%	12,8%	17,7%	12,9%
	Costos de combustible_mod_1	Recuento	11	46	57	69	32	215
		% del total	11,3%	18,3%	13,8%	13,4%	14,6%	14,3%
	Costos fijos_mod_1	Recuento	8	11	34	36	15	104
		% del total	8,25%	4,37%	8,21%	6,96%	6,82%	6,9%
	Eficiencia_mod_1	Recuento	17	52	82	117	28	296
		% del total	17,5%	20,6%	19,8%	22,6%	12,7%	19,7%
	Emisiones_mod_1	Recuento	19	55	85	100	55	314
		% del total	19,6%	21,8%	20,5%	19,3%	25%	20,9%
Total		Recuento	97	252	414	517	220	1500
		% del total	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Análisis

La Tabla 31 muestra la distribución porcentual de las características principales al elegir modernizar un equipo de calefacción y/o ventilación, caracterizado por las clases de ingreso de un total de 1500 encuestas:

Dentro de un total de 97 encuestados que conforman la clase ECU1: el 19.59% del total consideran como objetivo principal los costos de emisiones (Emisiones_mod_1) para modernización de un equipo, el 17.53% del total consideran como objetivo principal la eficiencia (Eficiencia_mod_1) para modernización de un equipo, el 13.4% del total consideran como objetivo principal los costos de capital (Costos de capital_mod_1) para modernización de un equipo, el 11.34% del total consideran como objetivo principal los costos del consumo de combustible (Costos de combustible_mod_1) para modernización de un equipo, el 11.34% del total consideran como objetivo principal el costo anual equivalente alto (CAE

alto_mod_1) para modernización de un equipo, el 10.31% del total consideran como objetivo principal el costo anual equivalente bajo (CAE bajo_mod_1) para modernización de un equipo, el 8.25% del total consideran como objetivo principal el costo anual equivalente intermedio (CAE intermedio_mod_1) para modernización de un equipo y el 8.25% del total consideran como objetivo principal los costos fijos (Costos fijos_mod_1) para modernización de un equipo.

Dentro de un total de 252 encuestados que conforman la clase ECU2: el 21.83% del total consideran como objetivo principal los costos de emisiones (Emisiones_mod_1) para modernización de un equipo, el 20.63% del total consideran como objetivo principal la eficiencia (Eficiencia_mod_1) para modernización de un equipo, el 18.25% del total consideran como objetivo principal los costos del consumo de combustible (Costos de combustible_mod_1) para modernización de un equipo, el 10.71% del total consideran como objetivo principal los costos de capital (Costos de capital_mod_1) para modernización de un equipo, el 10.32% del total consideran como objetivo principal el costo anual equivalente intermedio (CAE intermedio_mod_1) para modernización de un equipo, el 7.14% del total consideran como objetivo principal el costo anual equivalente alto (CAE alto_mod_1) para modernización de un equipo, el 6.75% del total consideran como objetivo principal el costo anual equivalente bajo (CAE bajo_mod_1) para modernización de un equipo y el 4.37% del total consideran como objetivo principal los costos fijos (Costos fijos_mod_1) para modernización de un equipo.

Dentro de un total de 414 encuestados que conforman la clase ECU3: el 20.53% del total consideran como objetivo principal los costos de emisiones (Emisiones_mod_1) para modernización de un equipo, el 19.82% del total consideran como objetivo principal la eficiencia (Eficiencia_mod_1) para modernización de un equipo, el 13.77% del total consideran como objetivo principal los costos del consumo de combustible (Costos de combustible_mod_1) para modernización de un equipo, el 11.59% del total consideran como objetivo principal los costos de capital (Costos de capital_mod_1) para modernización de un equipo, el 9.42% del total consideran como objetivo principal el costo anual equivalente alto (CAE alto_mod_1) para modernización de un equipo, el 9.18% del total consideran como objetivo principal el costo anual equivalente bajo (CAE bajo_mod_1) para modernización de un equipo, el 8.21% del total consideran como objetivo principal los costos fijos (Costos

fijos_mod_1) para modernización de un equipo y el 7.49% del total consideran como objetivo principal el costo anual equivalente intermedio (CAE intermedio_mod_1) para modernización de un equipo.

Dentro de un total de 517 encuestados que conforman la clase ECU4: el 22.63% del total consideran como objetivo principal la eficiencia (Eficiencia_mod_1) para modernización de un equipo, el 19.34% del total consideran como objetivo principal los costos de emisiones (Emisiones_mod_1) para modernización de un equipo, el 13.35% del total consideran como objetivo principal los costos del consumo de combustible (Costos de combustible_mod_1) para modernización de un equipo, el 12.77% del total consideran como objetivo principal los costos de capital (Costos de capital_mod_1) para modernización de un equipo, el 9.48% del total consideran como objetivo principal el costo anual equivalente alto (CAE alto_mod_1) para modernización de un equipo, el 8.32% del total consideran como objetivo principal el costo anual equivalente bajo (CAE bajo_mod_1) para modernización de un equipo, el 7.16% del total consideran como objetivo principal el costo anual equivalente intermedio (CAE intermedio_mod_1) para modernización de un equipo y el 6.96% del total consideran como objetivo principal los costos fijos (Costos fijos_mod_1) para modernización de un equipo.

Dentro de un total de 220 encuestados que conforman la clase ECU5: el 25% del total consideran como objetivo principal los costos de emisiones (Emisiones_mod_1) para modernización de un equipo, el 17.73% del total consideran como objetivo principal los costos de capital (Costos de capital_mod_1) para modernización de un equipo, el 14.55% del total consideran como objetivo principal los costos del consumo de combustible (Costos de combustible_mod_1) para modernización de un equipo, el 12.73% del total consideran como objetivo principal la eficiencia (Eficiencia_mod_1) para modernización de un equipo, el 9.09% del total consideran como objetivo principal el costo anual equivalente bajo (CAE bajo_mod_1) para modernización de un equipo, el 8.18% del total consideran como objetivo principal el costo anual equivalente alto (CAE alto_mod_1) para modernización de un equipo, el 5.91% del total consideran como objetivo principal el costo anual equivalente intermedio (CAE intermedio_mod_1) para modernización de un equipo y el 6.82% del total consideran como objetivo principal los costos fijos (Costos fijos_mod_1) para modernización de un equipo.

Tabla 32. Característica secundaria al consideradas al modernizar un equipo de calefacción y ventilación por clases de ingreso.

		Clases_Ingreso					Total	
		ECU1	ECU2	ECU3	ECU4	ECU5		
Objetivo_2_Modernizacion	CAE alto_mod_2	Recuento	9	24	49	69	40	191
		% del total	9,28%	9,5%	11,8%	13,4%	18,18%	12,7%
	CAE bajo_mod_2	Recuento	16	33	55	72	37	213
		% del total	16,5%	13,1%	13,3%	13,9%	16,8%	14,2%
	CAE intermedio_mod_2	Recuento	5	19	42	45	25	136
		% del total	5,15%	7,54%	10,1%	8,7%	11,36%	9,1%
	Costos de capital_mod_2	Recuento	20	45	54	87	27	233
		% del total	20,6%	17,9%	13,0%	16,8%	12,27%	15,5%
	Costos de combustible_mod_2	Recuento	16	24	44	50	17	151
		% del total	16,5%	9,52%	10,6%	9,67%	7,73%	10,1%
	Costos fijos_mod_2	Recuento	16	39	48	69	32	204
		% del total	16,5%	15,5%	11,6%	13,4%	14,55%	13,6%
	Eficiencia_mod_2	Recuento	6	39	55	53	16	169
		% del total	6,19%	15,5%	13,3%	10,3%	7,27%	11,3%
	Emisiones_mod_2	Recuento	9	29	67	72	26	203
		% del total	9,28%	11,5%	16,2%	13,9%	11,82%	13,5%
Total		Recuento	97	252	414	517	220	1500
		% del total	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Análisis

La Tabla 32 muestra la distribución porcentual de las características principales al elegir modernizar un equipo de calefacción y/o ventilación, caracterizado por las clases de ingreso de un total de 1500 encuestas:

Dentro de un total de 97 encuestados que conforman la clase ECU1: el 20.62% del total consideran como objetivo secundario los costos de capital (Costos de capital_mod_2) para modernización de un equipo, el 16.49% del total consideran como objetivo secundario el costo anual equivalente bajo (CAE bajo_mod_2) para modernización de un equipo, el 16.49% del total consideran como objetivo secundario los costos del consumo de combustible (Costos de combustible_mod_2) para modernización de un equipo, el 16.49% del total consideran como objetivo secundario los costos fijos (Costos fijos_mod_2) para modernización de un equipo, el 9.28% del total consideran como objetivo secundario los costos de emisiones (Emisiones_mod_2) para modernización de un equipo, el 9.28% del total consideran como objetivo secundario el costo anual equivalente alto (CAE alto_mod_2) para modernización de un equipo, el 6.19% del total consideran como objetivo secundario

la eficiencia (Eficiencia_mod_2) para modernización de un equipo y el 5.15% del total consideran como objetivo secundario el costo anual equivalente intermedio (CAE intermedio_mod_2) para modernización de un equipo.

Dentro de un total de 252 encuestados que conforman la clase ECU2: el 17.86% del total consideran como objetivo secundario los costos de capital (Costos de capital_mod_2) para modernización de un equipo, el 15.48% del total consideran como objetivo secundario la eficiencia (Eficiencia_mod_2) para modernización de un equipo, el 15.48% del total consideran como objetivo secundario los costos fijos (Costos fijos_mod_2) para modernización de un equipo, el 13.1% del total consideran como objetivo secundario el costo anual equivalente bajo (CAE bajo_mod_2) para modernización de un equipo, el 11.51% del total consideran como objetivo secundario los costos de emisiones (Emisiones_mod_2) para modernización de un equipo, el 9.52% del total consideran como objetivo secundario los costos del consumo de combustible (Costos de combustible_mod_2) para modernización de un equipo, el 9.52% del total consideran como objetivo secundario el costo anual equivalente alto (CAE alto_mod_2) para modernización de un equipo y el 7.54% del total consideran como objetivo secundario el costo anual equivalente intermedio (CAE intermedio_mod_2) para modernización de un equipo.

Dentro de un total de 414 encuestados que conforman la clase ECU3: el 16.18% del total consideran como objetivo secundario los costos de emisiones (Emisiones_mod_2) para modernización de un equipo, el 13.29% del total consideran como objetivo secundario la eficiencia (Eficiencia_mod_2) para modernización de un equipo, el 13.29% del total consideran como objetivo secundario el costo anual equivalente bajo (CAE bajo_mod_2) para modernización de un equipo, el 13.04% del total consideran como objetivo secundario los costos de capital (Costos de capital_mod_2) para modernización de un equipo, el 11.84% del total consideran como objetivo secundario el costo anual equivalente alto (CAE alto_mod_2) para modernización de un equipo, el 11.59% del total consideran como objetivo secundario los costos fijos (Costos fijos_mod_2) para modernización de un equipo, el 10.63% del total consideran como objetivo secundario los costos del consumo de combustible (Costos de combustible_mod_2) para modernización de un equipo y el 10.14% del total consideran como objetivo secundario el costo anual equivalente intermedio (CAE intermedio_mod_2) para modernización de un equipo.

Dentro de un total de 517 encuestados que conforman la clase ECU4: el 16.83% del total consideran como objetivo secundario los costos de capital (Costos de capital_mod_2) para modernización de un equipo, el 13.93% del total consideran como objetivo secundario el costo anual equivalente bajo (CAE bajo_mod_2) para modernización de un equipo, el 13.93% del total consideran como objetivo secundario los costos de emisiones (Emisiones_mod_2) para modernización de un equipo, el 13.35% del total consideran como objetivo secundario el costo anual equivalente alto (CAE alto_mod_2) para modernización de un equipo, el 13.35% del total consideran como objetivo secundario los costos fijos (Costos fijos_mod_2) para modernización de un equipo, el 10.25% del total consideran como objetivo secundario la eficiencia (Eficiencia_mod_2) para modernización de un equipo, el 9.67% del total consideran como objetivo secundario los costos del consumo de combustible (Costos de combustible_mod_2) para modernización de un equipo y el 8.7% del total consideran como objetivo secundario el costo anual equivalente intermedio (CAE intermedio_mod_2) para modernización de un equipo.

Dentro de un total de 220 encuestados que conforman la clase ECU5: el 18.18% del total consideran como objetivo secundario el costo anual equivalente alto (CAE alto_mod_2) para modernización de un equipo, el 16.82% del total consideran como objetivo secundario el costo anual equivalente bajo (CAE bajo_mod_2) para modernización de un equipo, el 14.55% del total consideran como objetivo secundario los costos fijos (Costos fijos_mod_2) para modernización de un equipo, el 12.27% del total consideran como objetivo secundario los costos de capital (Costos de capital_mod_2) para modernización de un equipo, el 11.82% del total consideran como objetivo secundario los costos de emisiones (Emisiones_mod_2) para modernización de un equipo, el 11.36% del total consideran como objetivo secundario el costo anual equivalente intermedio (CAE intermedio_mod_2) para modernización de un equipo, el 7.73% del total consideran como objetivo secundario los costos del consumo de combustible (Costos de combustible_mod_2) para modernización de un equipo y el 7.27% del total consideran como objetivo secundario la eficiencia (Eficiencia_mod_2) para modernización de un equipo.

Tabla 33. Característica terciaria al consideradas al modernizar un equipo de calefacción y ventilación por clases de ingreso.

			Clases_Ingreso					Total
			ECU1	ECU2	ECU3	ECU4	ECU5	
Objetivo_3_Modernizacion	CAE alto_mod_3	Recuento	8	29	53	60	28	178
		% del total	8,25%	11,5%	12,8%	11,6%	12,73%	11,9%
	CAE bajo_mod_3	Recuento	15	31	52	70	20	188
		% del total	15,5%	12,3%	12,6%	13,5%	9,09%	12,5%
	CAE intermedio_mod_3	Recuento	15	31	63	80	34	223
		% del total	15,5%	12,3%	15,2%	15,5%	15,45%	14,9%
	Costos de capital_mod_3	Recuento	17	33	54	82	24	210
		% del total	17,5%	13,1%	13,1%	15,9%	10,91%	14,0%
	Costos de combustible_mod_3	Recuento	13	38	46	63	27	187
		% del total	13,4%	15,1%	11,1%	12,2%	12,27%	12,5%
	Costos fijos_mod_3	Recuento	14	43	63	65	40	225
		% del total	14,4%	17,1%	15,2%	12,6%	18,18%	15,0%
	Eficiencia_mod_3	Recuento	4	17	45	49	30	145
		% del total	4,12%	6,75%	10,9%	9,48%	13,64%	9,7%
	Emisiones_mod_3	Recuento	11	30	38	48	17	144
		% del total	11,3%	11,9%	9,18%	9,28%	7,73%	9,6%
Total		Recuento	97	252	414	517	220	1500
		% del total	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Análisis

La Tabla 33 muestra la distribución porcentual de las características principales al elegir modernizar un equipo de calefacción y/o ventilación, caracterizado por las clases de ingreso de un total de 1500 encuestas:

Dentro de un total de 97 encuestados que conforman la clase ECU1: el 17.53% del total consideran como tercer objetivo los costos de capital (Costos de capital_mod_3) para modernización de un equipo, el 15.46% del total consideran como tercer objetivo el costo anual equivalente bajo (CAE bajo_mod_3) para modernización de un equipo, el 15.46% del total consideran como tercer objetivo el costo anual equivalente intermedio (CAE intermedio_mod_3) para modernización de un equipo, el 14.43% del total consideran como tercer objetivo los costos fijos (Costos fijos_mod_3) para modernización de un equipo, el 13.4% del total consideran como tercer objetivo los costos del consumo de combustible (Costos de combustible_mod_3) para modernización de un equipo, el 11.34% del total consideran como tercer objetivo los costos de emisiones (Emisiones_mod_3) para modernización de un equipo, el 8.25% del total consideran como tercer objetivo el

costo anual equivalente alto (CAE alto_mod_3) para modernización de un equipo y el 4.12% del total consideran como tercer objetivo la eficiencia (Eficiencia_mod_3) para modernización de un equipo.

Dentro de un total de 252 encuestados que conforman la clase ECU2: el 17.06% del total consideran como tercer objetivo los costos fijos (Costos fijos_mod_3) para modernización de un equipo, el 15.08% del total consideran como tercer objetivo los costos del consumo de combustible (Costos de combustible_mod_3) para modernización de un equipo, el 13.1% del total consideran como tercer objetivo los costos de capital (Costos de capital_mod_3) para modernización de un equipo, el 12.3% del total consideran como tercer objetivo el costo anual equivalente bajo (CAE bajo_mod_3) para modernización de un equipo, el 12.3% del total consideran como tercer objetivo el costo anual equivalente intermedio (CAE intermedio_mod_3) para modernización de un equipo, el 11.9% del total consideran como tercer objetivo los costos de emisiones (Emisiones_mod_3) para modernización de un equipo, el 11.51% del total consideran como tercer objetivo el costo anual equivalente alto (CAE alto_mod_3) para modernización de un equipo y el 6.75% del total consideran como tercer objetivo la eficiencia (Eficiencia_mod_3) para modernización de un equipo.

Dentro de un total de 414 encuestados que conforman la clase ECU3: el 15.22% del total consideran como tercer objetivo el costo anual equivalente intermedio (CAE intermedio_mod_3) para modernización de un equipo, el 15.22% del total consideran como tercer objetivo los costos fijos (Costos fijos_mod_3) para modernización de un equipo, el 13.04% del total consideran como tercer objetivo los costos de capital (Costos de capital_mod_3) para modernización de un equipo, el 12.8% del total consideran como tercer objetivo el costo anual equivalente alto (CAE alto_mod_3) para modernización de un equipo, el 12.56% del total consideran como tercer objetivo el costo anual equivalente bajo (CAE bajo_mod_3) para modernización de un equipo,

11.11% del total consideran como tercer objetivo los costos del consumo de combustible (Costos de combustible_mod_3) para modernización de un equipo, el 10.87% del total consideran como tercer objetivo la eficiencia (Eficiencia_mod_3) para modernización de un equipo y el 9.18% del total consideran como tercer

objetivo los costos de emisiones (Emisiones_mod_3) para modernización de un equipo.

Dentro de un total de 517 encuestados que conforman la clase ECU4: el 15.86% del total consideran como tercer objetivo los costos de capital (Costos de capital_mod_3) para modernización de un equipo, el 13.54% del total consideran como tercer objetivo el costo anual equivalente bajo (CAE bajo_mod_3) para modernización de un equipo,

15.47% del total consideran como tercer objetivo el costo anual equivalente intermedio (CAE intermedio_mod_3) para modernización de un equipo, el 12.57% del total consideran como tercer objetivo los costos fijos (Costos fijos_mod_3) para modernización de un equipo, el 12.19% del total consideran como tercer objetivo los costos del consumo de combustible (Costos de combustible_mod_3) para modernización de un equipo, el 11.61% del total consideran como tercer objetivo el costo anual equivalente alto (CAE alto_mod_3) para modernización de un equipo, el 9.48% del total consideran como tercer objetivo la eficiencia (Eficiencia_mod_3) para modernización de un equipo y el 9.28% del total consideran como tercer objetivo los costos de emisiones (Emisiones_mod_3) para modernización de un equipo.

Dentro de un total de 220 encuestados que conforman la clase ECU5: el 18.18% del total consideran como tercer objetivo los costos fijos (Costos fijos_mod_3) para modernización de un equipo, el 15.45% del total consideran como tercer objetivo el costo anual equivalente intermedio (CAE intermedio_mod_3) para modernización de un equipo, el 13.64% del total consideran como tercer objetivo la eficiencia (Eficiencia_mod_3) para modernización de un equipo, el 12.73% del total consideran como tercer objetivo el costo anual equivalente alto (CAE alto_mod_3) para modernización de un equipo, el 12.27% del total consideran como tercer objetivo los costos del consumo de combustible (Costos de combustible_mod_3) para modernización de un equipo, el 10.91% del total consideran como tercer objetivo los costos de capital (Costos de capital_mod_3) para modernización de un equipo, el 9.09% del total consideran como tercer objetivo el costo anual equivalente bajo (CAE bajo_mod_3) para modernización de un equipo, el 7.73% del total consideran como tercer objetivo los costos de emisiones (Emisiones_mod_3) para modernización de un equipo.

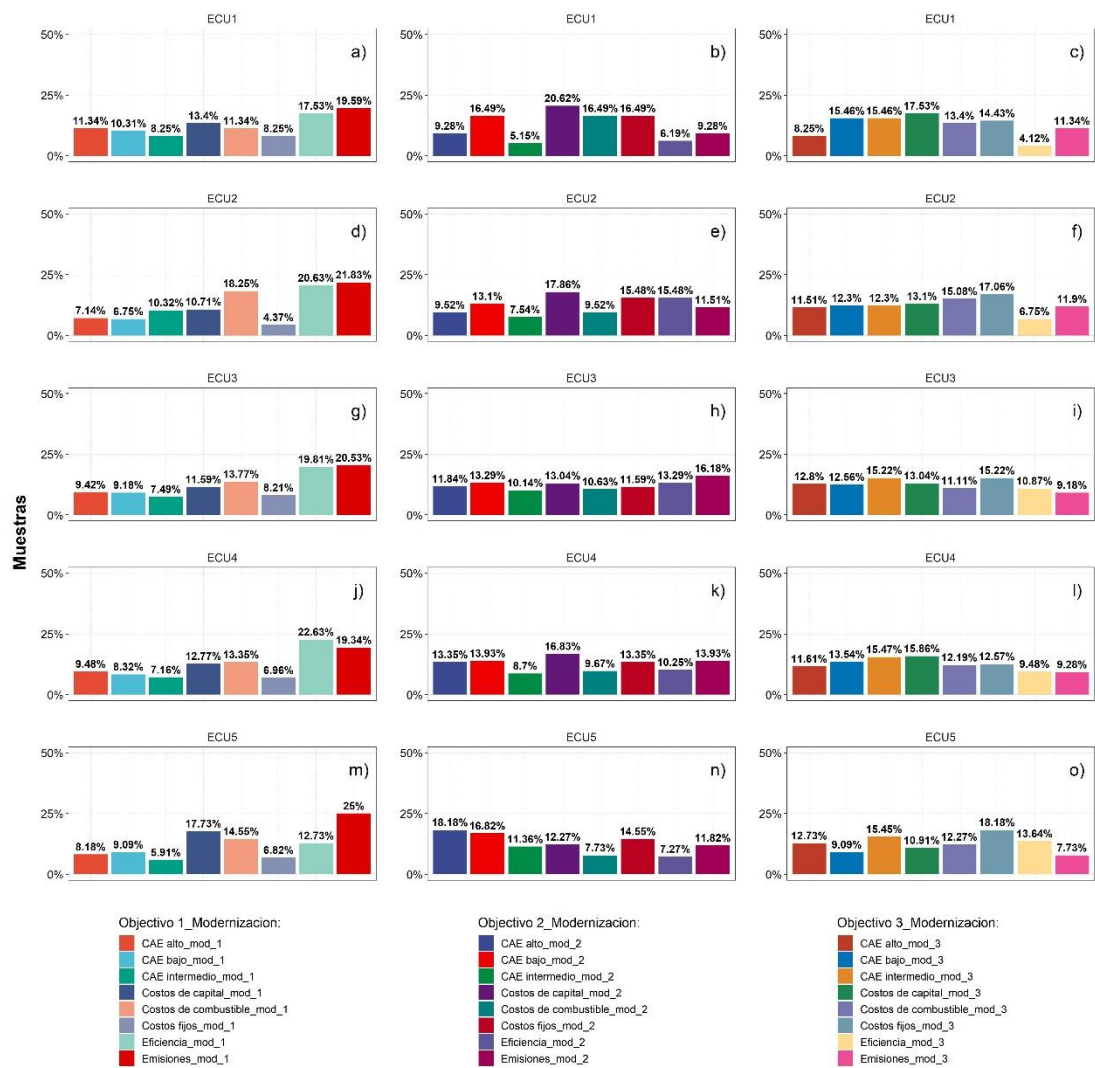


Figura 53. Distribución porcentual de los objetivos al modernizar un equipo de calefacción y ventilación por clases de ingreso.

Interpretación

La Figura 53 (a, b, c) interpreta que la mayor parte de la población de la clase ECU1 consideran como objetivo principal los costos de emisiones (Emisiones_mod_1). Por otra parte, la mayor parte de la población valoran como objetivo secundario los costos de capital (Costos de capital_mod_2). Mientras que la mayor parte de la población toman en cuenta como tercer objetivo el costo anual equivalente intermedio (CAE intermedio_mod_3) para modernización de un equipo.

La Figura 53 (d, e, f) interpreta que la mayor parte de la población de la clase ECU2 consideran como objetivo principal los costos de emisiones (Emisiones_mod_1). Por otra parte, la mayor parte de la población valoran como objetivo secundario los costos de capital (Costos de capital_mod_2). Mientras que la mayor parte de la población toman en cuenta como tercer objetivo los costos fijos (Costos fijos_mod_3) para modernización de un equipo.

La Figura 53 (g, h, i) interpreta que la mayor parte de la población de la clase ECU3 consideran como objetivo principal los costos de emisiones (Emisiones_mod_1). Por otra parte, la mayor parte de la población valoran como objetivo secundario el costo anual equivalente bajo (CAE bajo_mod_2). Mientras que la mayor parte de la población toman en cuenta como tercer objetivo los costos fijos (Costos fijos_mod_3) para modernización de un equipo.

La Figura 53 (j, k, l) interpreta que la mayor parte de la población de la clase ECU4 consideran como objetivo principal la eficiencia (Eficiencia_mod_1). Por otra parte, la mayor parte de la población valoran como objetivo secundario los costos de capital (Costos de capital_mod_2). Mientras que la mayor parte de la población toman en cuenta como tercer objetivo el costo anual equivalente intermedio (CAE intermedio_mod_3) para modernización de un equipo.

La Figura 53 (m, n, o) interpreta que la mayor parte de la población de la clase ECU5 consideran como objetivo principal los costos de emisiones (Emisiones_mod_1). Por otra parte, la mayor parte de la población valoran como objetivo secundario el costo anual equivalente alto (CAE alto_mod_2). Mientras que la mayor parte de la población toman en cuenta como tercer objetivo los costos fijos (Costos fijos_mod_3) para modernización de un equipo.

22. Ordene las características que usted tomaría en cuenta al adquirir un nuevo sistema o equipo de calefacción y/o ventilación para su hogar según la importancia que usted consideraría:

Tabla 34. Característica principal al considerar adquirir un equipo de calefacción y ventilación por clases de ingreso.

		Clases_Ingreso					Total	
		ECU1	ECU2	ECU3	ECU4	ECU5		
Objetivo_1_Nuevo	CAE alto_nuevo_1	Recuento	13	27	48	55	14	157
		% del total	13,4%	10,7%	11,6%	10,6%	6,36%	10,5%
	CAE bajo_nuevo_1	Recuento	16	27	31	42	21	137
		% del total	16,5%	10,7%	7,49%	8,12%	9,55%	9,1%
	CAE intermedio_nuevo_1	Recuento	13	27	48	57	27	172
		% del total	13,4%	10,7%	11,6%	11,0%	12,27%	11,5%
	Costos de capital_nuevo_1	Recuento	21	44	55	94	46	260
		% del total	21,7%	17,5%	13,3%	18,2%	20,91%	17,3%
	Costos de combustible_nuevo_1	Recuento	13	30	48	71	34	196
		% del total	13,4%	11,9%	11,6%	13,7%	15,45%	13,1%
	Costos fijos_nuevo_1	Recuento	7	17	39	41	16	120
		% del total	7,22%	6,75%	9,42%	7,93%	7,27%	8,0%
	Eficiencia_nuevo_1	Recuento	4	41	60	74	29	208
		% del total	4,12%	16,3%	14,5%	14,3%	13,18%	13,9%
	Emisiones_nuevo_1	Recuento	10	39	85	83	33	250
		% del total	10,3%	15,5%	20,5%	16,1%	15%	16,7%
Total		Recuento	97	252	414	517	220	1500
		% del total	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Análisis

La Tabla 34 muestra la distribución porcentual de las características principales al elegir modernizar un equipo de calefacción y/o ventilación, caracterizado por las clases de ingreso de un total de 1500 encuestas:

Dentro de un total de 97 encuestados que conforman la clase ECU1: el 21.65% del total consideran como objetivo principal los costos de capital (Costos de capital_nuevo_1) para modernización de un equipo, el 16.49% del total consideran como objetivo principal el costo anual equivalente bajo (CAE bajo_nuevo_1) para modernización de un equipo, el 13.4% del total consideran como objetivo principal el costo anual equivalente alto (CAE alto_nuevo_1) para modernización de un equipo, el 13.4% del total consideran como objetivo principal el costo anual equivalente intermedio (CAE intermedio_nuevo_1) para modernización de un

equipo, el 13.4% del total consideran como objetivo principal los costos del consumo de combustible (Costos de combustible_nuevo_1) para modernización de un equipo, el 10.31% del total consideran como objetivo principal los costos de emisiones (Emisiones_nuevo_1) para modernización de un equipo, el 7.22% del total consideran como objetivo principal los costos fijos (Costos fijos_nuevo_1) para modernización de un equipo y el 4.12% del total consideran como objetivo principal la eficiencia (Eficiencia_nuevo_1) para modernización de un equipo.

Dentro de un total de 252 encuestados que conforman la clase ECU2: el 17.46% del total consideran como objetivo principal los costos de capital (Costos de capital_nuevo_1) para modernización de un equipo, el 16.27% del total consideran como objetivo principal la eficiencia (Eficiencia_nuevo_1) para modernización de un equipo, el 15.48% del total consideran como objetivo principal los costos de emisiones (Emisiones_nuevo_1) para modernización de un equipo, 11.9% del total consideran como objetivo principal los costos del consumo de combustible (Costos de combustible_nuevo_1) para modernización de un equipo, el 10.71% del total consideran como objetivo principal el costo anual equivalente alto (CAE alto_nuevo_1) para modernización de un equipo, el 10.71% del total consideran como objetivo principal el costo anual equivalente bajo (CAE bajo_nuevo_1) para modernización de un equipo, el 10.71% del total consideran como objetivo principal el costo anual equivalente intermedio (CAE intermedio_nuevo_1) para modernización de un equipo y el 6.75% del total consideran como objetivo principal los costos fijos (Costos fijos_nuevo_1) para modernización de un equipo.

Dentro de un total de 414 encuestados que conforman la clase ECU3: el 20.53% del total consideran como objetivo principal los costos de emisiones (Emisiones_nuevo_1) para modernización de un equipo, el 14.49% del total consideran como objetivo principal la eficiencia (Eficiencia_nuevo_1) para modernización de un equipo, el 13.29% del total consideran como objetivo principal los costos de capital (Costos de capital_nuevo_1) para modernización de un equipo, el 11.59% del total consideran como objetivo principal los costos del consumo de combustible (Costos de combustible_nuevo_1) para modernización de un equipo, el 11.59% del total consideran como objetivo principal el costo anual equivalente alto (CAE alto_nuevo_1) para modernización de un equipo, el 11.59% del total consideran como objetivo principal el costo anual equivalente intermedio (CAE

intermedio_nuevo_1) para modernización de un equipo, el 9.42% del total consideran como objetivo principal los costos fijos (Costos fijos_nuevo_1) para modernización de un equipo y el 7.49% del total consideran como objetivo principal el costo anual equivalente bajo (CAE bajo_nuevo_1) para modernización de un equipo.

Dentro de un total de 517 encuestados que conforman la clase ECU4: el 18.18% del total consideran como objetivo principal los costos de capital (Costos de capital_nuevo_1) para modernización de un equipo, el 16.05% del total consideran como objetivo principal los costos de emisiones (Emisiones_nuevo_1) para modernización de un equipo, el 14.31% del total consideran como objetivo principal la eficiencia (Eficiencia_nuevo_1) para modernización de un equipo, el 13.73% del total consideran como objetivo principal los costos del consumo de combustible (Costos de combustible_nuevo_1) para modernización de un equipo, el 11.03% del total consideran como objetivo principal el costo anual equivalente intermedio (CAE intermedio_nuevo_1) para modernización de un equipo, el 10.64% del total consideran como objetivo principal el costo anual equivalente alto (CAE alto_nuevo_1) para modernización de un equipo, el 8.12% del total consideran como objetivo principal el costo anual equivalente bajo (CAE bajo_nuevo_1) para modernización de un equipo y el 7.93% del total consideran como objetivo principal los costos fijos (Costos fijos_nuevo_1) para modernización de un equipo.

Dentro de un total de 220 encuestados que conforman la clase ECU5: el 20.91% del total consideran como objetivo principal los costos de capital (Costos de capital_nuevo_1) para modernización de un equipo, el 15.45% del total consideran como objetivo principal los costos del consumo de combustible (Costos de combustible_nuevo_1) para modernización de un equipo, el 15% del total consideran como objetivo principal los costos de emisiones (Emisiones_nuevo_1) para modernización de un equipo, el 13.18% del total consideran como objetivo principal la eficiencia (Eficiencia_nuevo_1) para modernización de un equipo, el 12.27% del total consideran como objetivo principal el costo anual equivalente intermedio (CAE intermedio_nuevo_1) para modernización de un equipo, el 9.55% del total consideran como objetivo principal el costo anual equivalente bajo (CAE bajo_nuevo_1) para modernización de un equipo, el 7.27% del total consideran como objetivo principal los costos fijos (Costos fijos_nuevo_1) para modernización de un

equipo y el 6.36% del total consideran como objetivo principal el costo anual equivalente alto (CAE alto_nuevo_1) para modernización de un equipo.

Tabla 35. Característica secundaria al considerar adquirir un equipo de calefacción y ventilación por clases de ingreso.

			Clases_Ingreso					Total
			ECU1	ECU2	ECU3	ECU4	ECU5	
Objetivo_2_Nuevo	CAE alto_nuevo_2	Recuento	17	21	43	65	29	175
		% del total	17,5%	8,33%	10,4%	12,6%	13,18%	11,7%
	CAE bajo_nuevo_2	Recuento	10	31	56	68	26	191
		% del total	10,3%	12,3%	13,5%	13,2%	11,82%	12,7%
	CAE intermedio_nuevo_2	Recuento	10	34	45	58	33	180
		% del total	10,3%	13,5%	10,9%	11,2%	15,0%	12,0%
	Costos de capital_nuevo_2	Recuento	15	31	59	66	32	203
		% del total	15,5%	12,3%	14,3%	12,8%	14,55%	13,5%
	Costos de combustible_nuevo_2	Recuento	13	38	67	81	40	239
		% del total	13,4%	15,1%	16,2%	15,7%	18,18%	15,9%
	Costos fijos_nuevo_2	Recuento	8	33	40	59	25	165
		% del total	8,25%	13,1%	9,66%	11,4%	11,36%	11,0%
	Eficiencia_nuevo_2	Recuento	15	29	51	56	14	165
		% del total	15,5%	11,5%	12,3%	10,8%	6,36%	11,0%
	Emisiones_nuevo_2	Recuento	9	35	53	64	21	182
		% del total	9,28%	13,9%	12,8%	12,4%	9,55%	12,1%
Total		Recuento	97	252	414	517	220	1500
		% del total	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Análisis

La Tabla 35 muestra la distribución porcentual de las características principales al elegir modernizar un equipo de calefacción y/o ventilación, caracterizado por las clases de ingreso de un total de 1500 encuestas:

Dentro de un total de 97 encuestados que conforman la clase ECU1: el 17.53% del total consideran como objetivo secundario el costo anual equivalente alto (CAE alto_nuevo_2) para modernización de un equipo, el 15.46% del total consideran como objetivo secundario los costos de capital (Costos de capital_nuevo_2) para modernización de un equipo, el 15.46% del total consideran como objetivo secundario la eficiencia (Eficiencia_nuevo_2) para modernización de un equipo, el 13.4% del total consideran como objetivo secundario los costos del consumo de combustible (Costos de combustible_nuevo_2) para modernización de un equipo, el 10.31% del total consideran como objetivo secundario el costo anual equivalente

bajo (CAE bajo_nuevo_2) para modernización de un equipo, el 10.31% del total consideran como objetivo secundario el costo anual equivalente intermedio (CAE intermedio_nuevo_2) para modernización de un equipo, el 9.28% del total consideran como objetivo secundario los costos de emisiones (Emisiones_nuevo_2) para modernización de un equipo y el 8.25% del total consideran como objetivo secundario los costos fijos (Costos fijos_nuevo_2) para modernización de un equipo. Dentro de un total de 252 encuestados que conforman la clase ECU2: el 15.08% del total consideran como objetivo secundario los costos del consumo de combustible (Costos de combustible_nuevo_2) para modernización de un equipo, el 13.89% del total consideran como objetivo secundario los costos de emisiones (Emisiones_nuevo_2) para modernización de un equipo, el 13.49% del total consideran como objetivo secundario el costo anual equivalente intermedio (CAE intermedio_nuevo_2) para modernización de un equipo, el 13.1% del total consideran como objetivo secundario los costos fijos (Costos fijos_nuevo_2) para modernización de un equipo, el 12.3% del total consideran como objetivo secundario los costos de capital (Costos de capital_nuevo_2) para modernización de un equipo, el 12.3% del total consideran como objetivo secundario el costo anual equivalente bajo (CAE bajo_nuevo_2) para modernización de un equipo, el 11.51% del total consideran como objetivo secundario la eficiencia (Eficiencia_nuevo_2) para modernización de un equipo y el 8.33% del total consideran como objetivo secundario el costo anual equivalente alto (CAE alto_nuevo_2) para modernización de un equipo.

Dentro de un total de 414 encuestados que conforman la clase ECU3: el 16.18% del total consideran como objetivo secundario los costos del consumo de combustible (Costos de combustible_nuevo_2) para modernización de un equipo, el 14.25% del total consideran como objetivo secundario los costos de capital (Costos de capital_nuevo_2) para modernización de un equipo, el 13.53% del total consideran como objetivo secundario el costo anual equivalente bajo (CAE bajo_nuevo_2) para modernización de un equipo, el 12.8% del total consideran como objetivo secundario los costos de emisiones (Emisiones_nuevo_2) para modernización de un equipo, el 12.32% del total consideran como objetivo secundario la eficiencia (Eficiencia_nuevo_2) para modernización de un equipo, el 10.87% del total consideran como objetivo secundario el costo anual equivalente intermedio (CAE

intermedio_nuevo_2) para modernización de un equipo, el 10.39% del total consideran como objetivo secundario el costo anual equivalente alto (CAE alto_nuevo_2) para modernización de un equipo y el 9.66% del total consideran como objetivo secundario los costos fijos (Costos fijos_nuevo_2) para modernización de un equipo.

Dentro de un total de 517 encuestados que conforman la clase ECU4: el 15.67% del total consideran como objetivo secundario los costos del consumo de combustible (Costos de combustible_nuevo_2) para modernización de un equipo, el 13.15% del total consideran como objetivo secundario el costo anual equivalente bajo (CAE bajo_nuevo_2) para modernización de un equipo, el 12.77% del total consideran como objetivo secundario los costos de capital (Costos de capital_nuevo_2) para modernización de un equipo, el 12.57% del total consideran como objetivo secundario el costo anual equivalente alto (CAE alto_nuevo_2) para modernización de un equipo,

12.38% del total consideran como objetivo secundario los costos de emisiones (Emisiones_nuevo_2) para modernización de un equipo, el 11.41% del total consideran como objetivo secundario los costos fijos (Costos fijos_nuevo_2) para modernización de un equipo, el 11.22% del total consideran como objetivo secundario el costo anual equivalente intermedio (CAE intermedio_nuevo_2) para modernización de un equipo y el 10.83% del total consideran como objetivo secundario la eficiencia (Eficiencia_nuevo_2) para modernización de un equipo.

Dentro de un total de 220 encuestados que conforman la clase ECU5: el 18.18% del total consideran como objetivo secundario los costos del consumo de combustible (Costos de combustible_nuevo_2) para modernización de un equipo, el 15% del total consideran como objetivo secundario el costo anual equivalente intermedio (CAE intermedio_nuevo_2) para modernización de un equipo, el 14.55% del total consideran como objetivo secundario los costos de capital (Costos de capital_nuevo_2) para modernización de un equipo, el 13.18% del total consideran como objetivo secundario el costo anual equivalente alto (CAE alto_nuevo_2) para modernización de un equipo, 11.82% del total consideran como objetivo secundario el costo anual equivalente bajo (CAE bajo_nuevo_2) para modernización de un equipo, el 11.36% del total consideran como objetivo secundario los costos fijos (Costos fijos_nuevo_2) para modernización de un equipo, el 9.55% del total

consideran como objetivo secundario los costos de emisiones (Emisiones_nuevo_2) para modernización de un equipo y el 6.36% del total consideran como objetivo secundario la eficiencia (Eficiencia_nuevo_2) para modernización de un equipo.

Tabla 36. Característica terciaria al considerar adquirir un equipo de calefacción y ventilación por clases de ingreso.

		Clases_Ingreso					Total	
		ECU1	ECU2	ECU3	ECU4	ECU5		
Objetivo_3_Nuevo	CAE alto_nuevo_3	Recuento	11	32	45	62	23	173
		% del total	11,3%	12,7%	10,9%	11,9%	10,45%	11,5%
	CAE bajo_nuevo_3	Recuento	15	33	55	62	22	187
		% del total	15,5%	13,1%	13,3%	11,9%	10,0%	12,5%
	CAE intermedio_nuevo_3	Recuento	10	32	46	78	30	196
		% del total	10,3%	12,7%	11,1%	15,1%	13,64%	13,1%
	Costos de capital_nuevo_3	Recuento	13	38	51	58	22	182
		% del total	13,4%	15,1%	12,3%	11,2%	10,0%	12,1%
	Costos de combustible_nuevo_3	Recuento	13	29	50	51	34	177
		% del total	13,4%	11,5%	12,1%	9,9%	15,45%	11,8%
	Costos fijos_nuevo_3	Recuento	13	28	55	73	33	202
		% del total	13,4%	11,1%	13,3%	14,1%	15,0%	13,5%
	Eficiencia_nuevo_3	Recuento	9	34	72	72	29	216
		% del total	9,28%	13,5%	17,4%	13,9%	13,18%	14,4%
	Emisiones_nuevo_3	Recuento	13	26	40	61	27	167
		% del total	13,4%	10,3%	9,66%	11,8%	12,27%	11,1%
Total		Recuento	97	252	414	517	220	1500
		% del total	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Análisis

La Tabla 36 muestra la distribución porcentual de las características principales al elegir modernizar un equipo de calefacción y/o ventilación, caracterizado por las clases de ingreso de un total de 1500 encuestas:

Dentro de un total de 97 encuestados que conforman la clase ECU1: el 15.46% del total consideran como tercer objetivo el costo anual equivalente bajo (CAE bajo_nuevo_3) para modernización de un equipo, el 13.4% del total consideran como tercer objetivo los costos de capital (Costos de capital_nuevo_3) para modernización de un equipo, el 13.4% del total consideran como tercer objetivo los costos del consumo de combustible (Costos de combustible_nuevo_3) para modernización de un equipo, el 13.4% del total consideran como tercer objetivo los costos fijos (Costos fijos_nuevo_3) para modernización de un equipo, el 13.4% del total consideran como

tercer objetivo los costos de emisiones (Emisiones_nuevo_3) para modernización de un equipo, el 11.34% del total consideran como tercer objetivo el costo anual equivalente alto (CAE alto_nuevo_3) para modernización de un equipo, el 10.31% del total consideran como tercer objetivo el costo anual equivalente intermedio (CAE intermedio_nuevo_3) para modernización de un equipo y el 9.28% del total consideran como tercer objetivo la eficiencia (Eficiencia_nuevo_3) para modernización de un equipo.

Dentro de un total de 252 encuestados que conforman la clase ECU2: el 12.7% del total consideran como tercer objetivo el costo anual equivalente alto (CAE alto_nuevo_3) para modernización de un equipo, el 13.1% del total consideran como tercer objetivo el costo anual equivalente bajo (CAE bajo_nuevo_3) para modernización de un equipo, el 12.7% del total consideran como tercer objetivo el costo anual equivalente intermedio (CAE intermedio_nuevo_3) para modernización de un equipo, el 15.08% del total consideran como tercer objetivo los costos de capital (Costos de capital_nuevo_3) para modernización de un equipo, el 11.51% del total consideran como tercer objetivo los costos del consumo de combustible (Costos de combustible_nuevo_3) para modernización de un equipo, el 11.11% del total consideran como tercer objetivo los costos fijos (Costos fijos_nuevo_3) para modernización de un equipo, el 13.49% del total consideran como tercer objetivo la eficiencia (Eficiencia_nuevo_3) para modernización de un equipo y el 10.32% del total consideran como tercer objetivo los costos de emisiones (Emisiones_nuevo_3) para modernización de un equipo.

Dentro de un total de 414 encuestados que conforman la clase ECU3: el 17.39% del total consideran como tercer objetivo la eficiencia (Eficiencia_nuevo_3) para modernización de un equipo, el 13.29% del total consideran como tercer objetivo el costo anual equivalente bajo (CAE bajo_nuevo_3) para modernización de un equipo, 13.29% del total consideran como tercer objetivo los costos fijos (Costos fijos_nuevo_3) para modernización de un equipo, el 12.32% del total consideran como tercer objetivo los costos de capital (Costos de capital_nuevo_3) para modernización de un equipo, el 12.08% del total consideran como tercer objetivo los costos del consumo de combustible (Costos de combustible_nuevo_3) para modernización de un equipo, el 11.11% del total consideran como tercer objetivo el costo anual equivalente intermedio (CAE intermedio_nuevo_3) para modernización

de un equipo, el 10.87% del total consideran como tercer objetivo el costo anual equivalente alto (CAE alto_nuevo_3) para modernización de un equipo y el 9.66% del total consideran como tercer objetivo los costos de emisiones (Emisiones_nuevo_3) para modernización de un equipo.

Dentro de un total de 517 encuestados que conforman la clase ECU4: el 15.09% del total consideran como tercer objetivo el costo anual equivalente intermedio (CAE intermedio_nuevo_3) para modernización de un equipo, el 14.12% del total consideran como tercer objetivo los costos fijos (Costos fijos_nuevo_3) para modernización de un equipo, el 13.93% del total consideran como tercer objetivo la eficiencia (Eficiencia_nuevo_3) para modernización de un equipo, el 11.99% del total consideran como tercer objetivo el costo anual equivalente alto (CAE alto_nuevo_3) para modernización de un equipo, el 11.99% del total consideran como tercer objetivo el costo anual equivalente bajo (CAE bajo_nuevo_3) para modernización de un equipo, el 11.22% del total consideran como tercer objetivo los costos de capital (Costos de capital_nuevo_3) para modernización de un equipo, el 11.8% del total consideran como tercer objetivo los costos de emisiones (Emisiones_nuevo_3) para modernización de un equipo y el 9.86% del total consideran como tercer objetivo los costos del consumo de combustible (Costos de combustible_nuevo_3) para modernización de un equipo.

Dentro de un total de 220 encuestados que conforman la clase ECU5: el 15.45% del total consideran como tercer objetivo los costos del consumo de combustible (Costos de combustible_nuevo_3) para modernización de un equipo, el 15% del total consideran como tercer objetivo los costos fijos (Costos fijos_nuevo_3) para modernización de un equipo, el 13.64% del total consideran como tercer objetivo el costo anual equivalente intermedio (CAE intermedio_nuevo_3) para modernización de un equipo, el 13.18% del total consideran como tercer objetivo la eficiencia (Eficiencia_nuevo_3) para modernización de un equipo, el 12.27% del total consideran como tercer objetivo los costos de emisiones (Emisiones_nuevo_3) para modernización de un equipo, el 10% del total consideran como tercer objetivo los costos de capital (Costos de capital_nuevo_3) para modernización de un equipo, 10.45% del total consideran como tercer objetivo el costo anual equivalente alto (CAE alto_nuevo_3) para modernización de un equipo y el 10% del total consideran

como tercer objetivo el costo anual equivalente bajo (CAE bajo_nuevo_3) para modernización de un equipo.

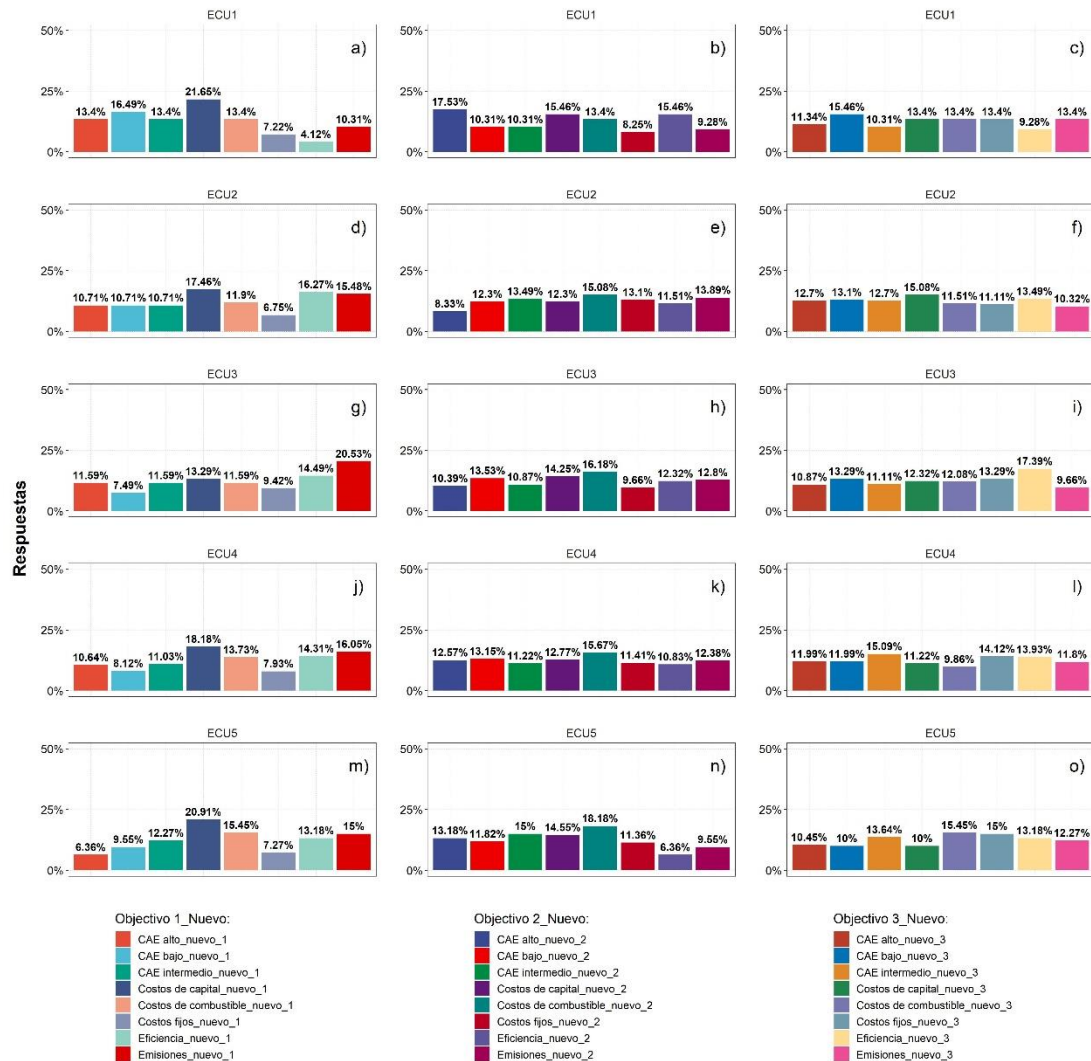


Figura 54. Distribución porcentual de los objetivos al considerar adquirir un equipo de calefacción y/o ventilación nuevos por clases de ingreso.

Interpretación

La Figura 54 (a, b, c) interpreta que la mayor parte de la población de la clase ECU1 consideran como objetivo principal los costos de capital (Costos de capital_nuevo_1). Por otra parte, la mayor parte de la población valoran como objetivo secundario el costo anual equivalente alto (CAE alto_nuevo_2). Mientras que la mayor parte de la población toman en cuenta como tercer objetivo el costo de

consumo de combustible (Costos de combustible_nuevo_3) para adquirir un equipo nuevo.

La Figura 54 (d, e, f) interpreta que la mayor parte de la población de la clase ECU2 consideran como objetivo principal los costos de capital (Costos de capital_nuevo_1). Por otra parte, la mayor parte de la población valoran como objetivo secundario el costo de consumo de combustible (Costos de combustible_nuevo_2). Mientras que la mayor parte de la población toman en cuenta como tercer objetivo la eficiencia (Eficiencia_nuevo_3) para adquirir un equipo nuevo.

La Figura 54 (g, h, i) interpreta que la mayor parte de la población de la clase ECU3 consideran como objetivo principal los costos de emisiones (Emisiones_nuevo_1). Por otra parte, la mayor parte de la población valoran como objetivo secundario el costo de consumo de combustible (Costos de combustible_nuevo_2). Mientras que la mayor parte de la población toman en cuenta como tercer objetivo la eficiencia (Eficiencia_nuevo_3) para adquirir un equipo nuevo.

La Figura 54 (j, k, l) interpreta que la mayor parte de la población de la clase ECU4 consideran como objetivo principal los costos de capital (Costos de capital_nuevo_1). Por otra parte, la mayor parte de la población valoran como objetivo secundario el costo de consumo de combustible (Costos de combustible_nuevo_2). Mientras que la mayor parte de la población toman en cuenta como tercer objetivo el costo anual equivalente intermedio (CAE intermedio_nuevo_3) para adquirir un equipo nuevo.

La Figura 54 (m, n, o) interpreta que la mayor parte de la población de la clase ECU5 consideran como objetivo principal los costos de capital (Costos de capital_nuevo_1). Por otra parte, la mayor parte de la población valoran como objetivo secundario el costo de consumo de combustible (Costos de combustible_nuevo_2). Mientras que la mayor parte de la población toman en cuenta como tercer objetivo los costos fijos (costos fijos_nuevo_3) para adquirir un equipo nuevo.

23. Contemplando las 3 primeras características más importantes que consideró al ordenar en las preguntas 21 y 22. ¿Cómo toma su decisión final al adquirir un nuevo sistema o equipo de calefacción y/o ventilación?

Tabla 37. Estrategia de decisión por clases de ingreso.

Método_de_decisión	Épsilon-R restricción	Recuento	Clases_Ingreso					Total
			ECU1	ECU2	ECU3	ECU4	ECU5	
			41	92	139	190	80	542
		% del total	2,7%	6,1%	9,3%	12,7%	5,3%	36,1%
	Lexicográfico		25	85	161	179	72	522
		% del total	1,7%	5,7%	10,7%	11,9%	4,8%	34,8%
	Suma Ponderada		31	75	114	148	68	436
		% del total	2,1%	5,0%	7,6%	9,9%	4,5%	29,1%
Total			97	252	414	517	220	1500
		% del total	6,5%	16,8%	27,6%	34,5%	14,7%	100,0%

Análisis

En la Tabla 37 muestra la distribución porcentual de las estrategias de decisión clasificadas por clases de ingresos de un total de 1500 encuestados:

Dentro del 6.5% que representa la población encuestada de la clase ECU1: un 2.7% consideran como estrategia de decisión el método épsilon restricción, un 2.1% eligen el método suma ponderada y un 1.7% prefieren el método lexicográfico.

Dentro del 16.8% que representa la población encuestada de la clase ECU2: un 6.1% consideran como estrategia de decisión el método épsilon restricción, un 5.7% prefieren el método lexicográfico y un 5% eligen el método suma ponderada.

Dentro del 27.6% que representa la población encuestada de la clase ECU3: un 10.7% prefieren el método lexicográfico, un 9.3% consideran como estrategia de decisión el método épsilon restricción y un 7.6% eligen el método suma ponderada.

Dentro del 34.5% que representa la población encuestada de la clase ECU4: un 12.7% consideran como estrategia de decisión el método épsilon restricción, un 11.9% prefieren el método lexicográfico y un 9.9% eligen el método suma ponderada.

Dentro del 14.7% que representa la población encuestada de la clase ECU5: un 5.33% consideran como estrategia de decisión el método épsilon restricción, un 4.8% prefieren el método lexicográfico y un 4.5% eligen el método suma ponderada.

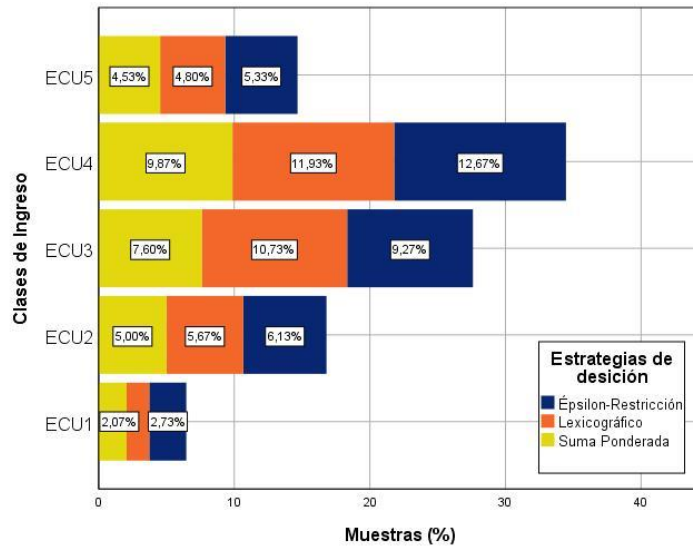


Figura 55. Distribución porcentual de las estrategias de decisión por clases de ingreso.

Interpretación

En la Figura 55 interpreta que la mayor parte de la población de las clases de ingresos ECU1, ECU2, ECU4 y ECU5 consideran como estrategia de decisión el método épsilon restricción, enfocado en seleccionar todos los sistemas o equipos similares considerando el mejor en el primer criterio y luego tomo una decisión final entre estos sistemas en base al segundo y tercer criterio. Mientras que la mayor parte de la población de la clase ECU3 consideran como estrategia de decisión el método lexicográfico, enfocado en poner los 3 objetivos principales por igual al tomar la decisión final para modernizar o adquirir un sistema o tecnología.

3.1.6. Identificación y ubicación geográfica de los agentes

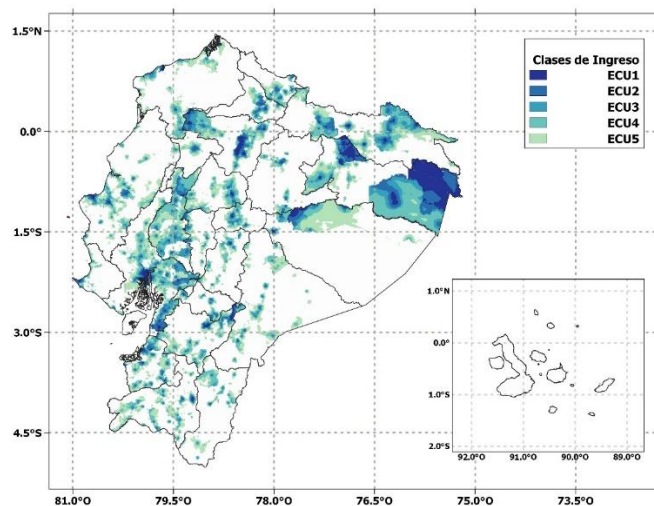


Figura 56. Identificación y ubicación de los agentes por clases de ingreso.

La Figura 56 interpreta la identificación y ubicación geográfica de los agentes caracterizada por las clases de ingreso. La clase ECU1 nos muestra la población ecuatoriana que tiene un ingreso per cápita mayor a 3000 \$ por persona. Mientras que la clase ECU2 nos muestra la población ecuatoriana que tiene un ingreso per cápita entre 1000-300 \$ por persona. Por otra parte, la clase ECU3 nos muestra la población ecuatoriana que tiene un ingreso per cápita entre 500-1000 \$ por persona. En tanto la clase ECU4 nos muestra la población ecuatoriana que tiene un ingreso per cápita entre 200-500 \$ por persona. Finalmente, la última clase ECU5 nos muestra la población ecuatoriana que tiene un ingreso per cápita menor a 200\$ por persona. Se puede mencionar también que mediante la encuesta se encuentra caracterizada cada una de las clases de agentes.

3.1.7. Modelo basado en agentes caracterizado mediante encuesta

Tabla 38. Definición de agentes representativos para Ecuador.

Agente	Obj. 1	Obj. 2	Obj. 3	RB	ED	TT	P (MUSD/PJ)	PP (%)
ECU1	Costos de Emisiones	Costos de Capital	CAE bajo	Todas	Épsilon-R restricción	Modernización	302	1.33
ECU2	Costos de Emisiones	Costos de Capital	Costos Fijos	Todas	Épsilon-R restricción	Modernización	78.5	4.74
ECU3	Costos de Emisiones	CAE bajo	Costos Fijos	Existente	Lexicográfico	Modernización	33.76	10.38
ECU4	Eficiencia	Costos de Capital	CAE intermedio	Todas	Épsilon-R restricción	Modernización	18.38	33.03
ECU5	Costos de Emisiones	CAE alto	Costos Fijos	Existente	Épsilon-R restricción	Modernización	6.4	50.52
ECU1	Costos de Capital	CAE alto	Costo de consumo de combustible	Todas	Épsilon-R restricción	Nuevo	302	1.33
ECU2	Costos de Capital	Costo de consumo de combustible	Eficiencia	Todas	Épsilon-R restricción	Nuevo	78.5	4.74
ECU3	Costos de Emisiones	Costo de consumo de combustible	Eficiencia	Existente	Lexicográfico	Nuevo	33.76	10.38
ECU4	Costos de Capital	Costo de consumo de combustible	CAE intermedio	Todas	Épsilon-R restricción	Nuevo	18.38	33.03
ECU5	Costos de Capital	Costo de consumo de combustible	Costos Fijos	Existente	Épsilon-R restricción	Nuevo	6.4	50.52

La Tabla 38 nos muestra el modelo basado en agentes que se definió mediante los parámetros principales de los sistemas de información geográfica (SIG) y la encuesta. Los SIG permitieron clasificar en cinco clases de ingresos denotados como agentes ECU1, ECU2, ECU3, ECU4 y ECU5 y sacar el porcentaje de cada una estas clases, mientras que mediante la encuesta nos permitió recolectar los atributos para caracterizar a los agentes, tenemos como atributos: los objetivos, la regla de búsqueda, la estrategia de decisión, tipo de tecnología y el porcentaje de población de cada clase.

3.1.8. Validación de la demanda de energía en el sector residencial en el Ecuador actual y el largo plazo entre 2010 y 2050.

Tabla 39. Demanda de energía eléctrica.

Demanda de energía eléctrica 2010-2050			
Año	Proyección MUSE (GWh)	Proyección IPC-19 (GWh)	Error (%)
2010	5989	5910	1.34
2015	7991	7492	6.66
2020	9182	9034	1.64
2030	10010	9412	6.36
2040	10644	10218	4.17
2050	11030	10480	5.25

La Tabla 39 nos presenta la proyección de la demanda de energía eléctrica. La proyección se presenta desde el 2010 hasta el 2050, elaborado en el estudio de la demanda de energía en el sector residencial del Ecuador usando Sistemas Geográficos de Información en un escenario sostenible post COVID-19 (IPC-19) y la proyección de la demanda generada por el simulador MUSE. Podemos observar que en la proyección de IPC-19 se presenta una demanda de 5910 GWh en el 2010, mismo que crece hasta llegar a 10480 en el año 2050. Mientras que la demanda presentada por el simulador MUSE se presenta desde 5989 GWh al año 2010, mismo que tiene un crecimiento hasta llegar a 11030 GWh en el año 2050. La comparación de las dos proyecciones se presenta en la Figura 57.

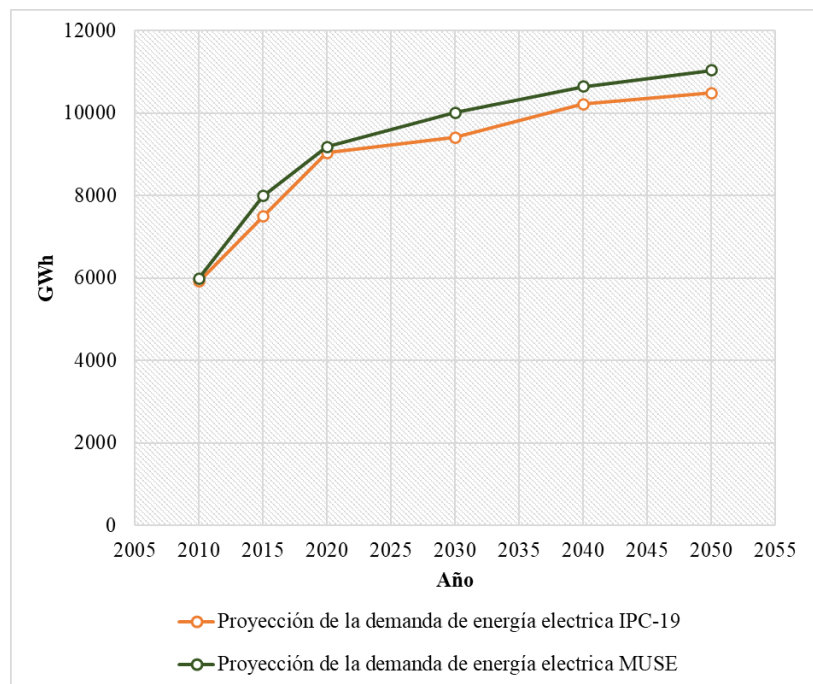


Figura 57. Demanda de energía eléctrica 2010-2050

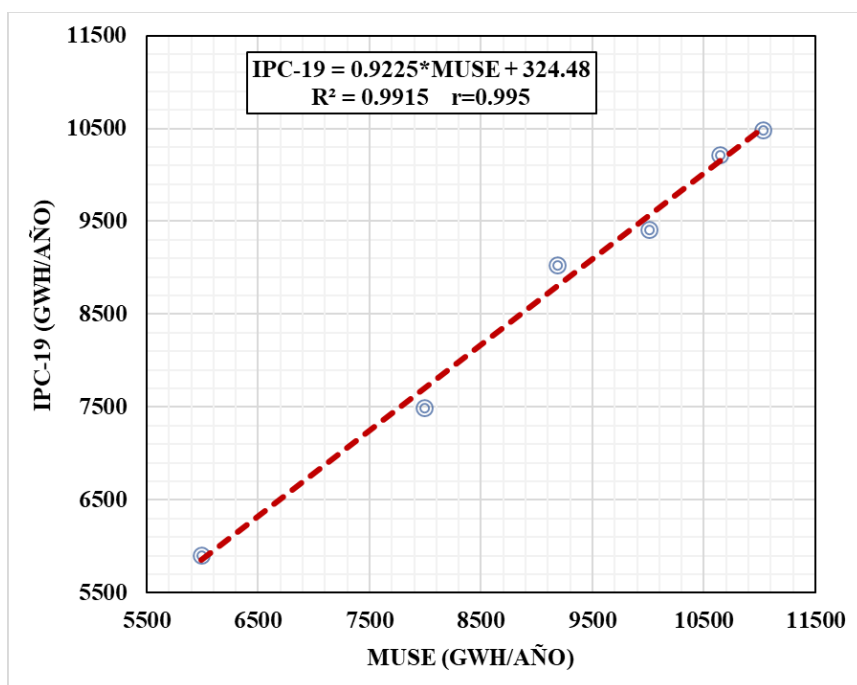


Figura 58. Relación proyecciones de Borja y MUSE.

En la Figura 58 se ilustra la comparación de los datos seleccionados de la proyección de la demanda de energía eléctrica realizada por IPC-19 y los resultados que presenta el simulador MUSE para realizar la validación de la proyección, basándose en la metodología empírica presentada en [14]. Una regresión lineal muestra que las predicciones de IPC-19 son similares a las proyecciones del simulador MUSE, por

tanto, se da como válido la proyección de IPC-19 con un coeficiente de correlación r de Pearson fuerte de 0.0.995 y con un coeficiente de determinación del 0.9915. Como se puede observar en la Figura 58, el enfoque presentado aquí tiene una alta precisión en la estimación de la demanda con respecto a los datos de MUSE. En la Tabla 5, se realiza una comparación adicional utilizando el error porcentual absoluto. Podemos ver que el error porcentual absoluto varía entre los diferentes años, pero es aceptable, debido a esto se valida la proyección de la demanda de energía presentada en el trabajo de investigación de IPC-19.

3.1.9. Proyecciones de la población y el producto interno bruto del Ecuador a largo plazo 2010-2100 basado en trayectorias socioeconómicas compartidas (SSP).

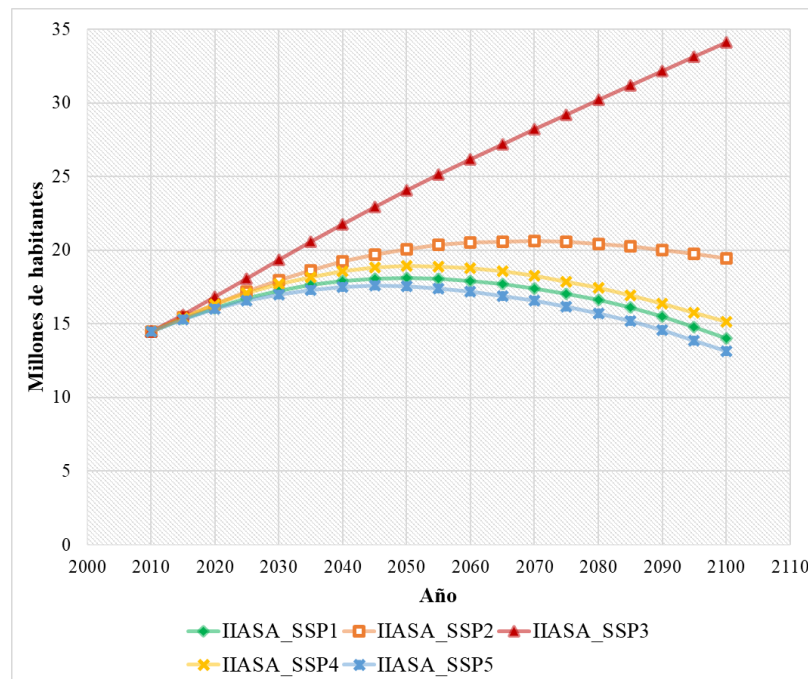


Figura 59. Escenarios SSP de proyecciones de la población.

En la Figura 59 nos interpreta las proyecciones de la población del Ecuador, representada por cinco escenarios, que parten de una población de aproximadamente 15 millones al año 2010. En primer lugar, el escenario IIASA_SSP3 que considera rivalidad regional conocido un camino rocoso, presenta un crecimiento muy elevado de la población, llegando a alcanzar los 35 millones de habitantes al 2100.

En segundo lugar, el escenario IIASA_SSP2 que considera una trayectoria como mitad del camino, presenta una población máxima de 21 millones al año 2070, desde este año empieza a disminuir hasta un total de 19 millones de habitantes al año 2100.

En tercer lugar, el escenario IIASA_SSP4 considera la desigualdad, que toma como referencia un camino dividido presenta una población máxima de 19 millones de habitantes al año 2050, desde este año empieza a disminuir hasta un total de 15 millones de habitantes al año 2100.

En cuarto lugar, el escenario IIASA_SSP1 que toma una trayectoria de sostenibilidad, más conocido como el camino verde presenta una población máxima de 18 millones de habitantes al año 2050, desde este año empieza a disminuir hasta un total de 14 millones de habitantes al año 2100.

Finalmente, el escenario IIASA_SSP5 que considera el desarrollo impulsado por combustibles fósiles presenta una población máxima de 18 millones de habitantes al año 2050, desde este año empieza a disminuir hasta un total de 13 millones de habitantes al año 2100 en Ecuador.

En conclusión, el modelo que se ocupa como datos de entrada para la simulación en MUSE es el IIASA_SSP2 debido a que es un modelo que considera una tendencia histórica a la que se ajusta Ecuador.

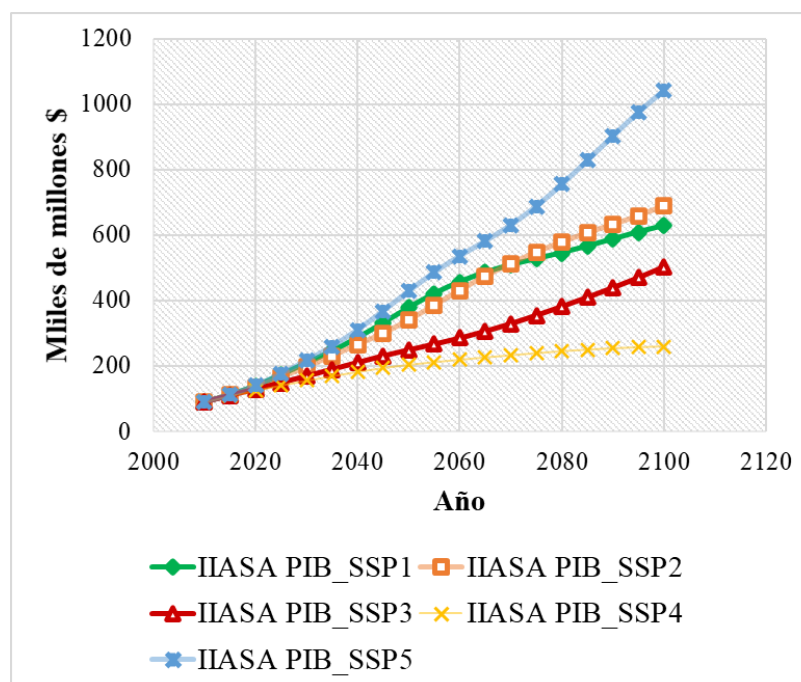


Figura 60. Escenarios SSP de proyección del Producto Interno Bruto.

En la Figura 60 nos interpreta las proyecciones del Producto Interno Bruto (PIB) del Ecuador, representada por cinco escenarios, que parten de un PIB de aproximadamente 69 miles de millones \$ al año 2010. En primer lugar, el escenario IIASA_SSP5 que considera el desarrollo impulsado por combustibles fósiles, presenta un crecimiento elevado del PIB de 1042 miles de millones \$ al año 2100.

En segundo lugar, el escenario IIASA_SSP2 que considera una trayectoria como mitad del camino, presenta un crecimiento del PIB de 688 mil millones \$ al año 2100.

En tercer lugar, el escenario IIASA_SSP1 que toma una trayectoria de sostenibilidad, más conocido como el camino verde, presenta un crecimiento del PIB de 627 miles de millones de \$ al año 2100.


En cuarto lugar, el escenario IIASA_SSP3 que considera rivalidad regional conocido un camino rocoso presenta un crecimiento del PIB de 503 miles de millones \$ al año 2100.



Finalmente, el escenario IIASA_SSP4 considera la desigualdad, que toma como referencia un camino dividido presenta un crecimiento en el PIB de 259 miles de millones \$ al año 2100 en Ecuador.




En conclusión, el modelo que se ocupa como datos de entrada para la simulación en MUSE es el IIASA_SSP2 debido a que es un modelo que considera una tendencia histórica a la que se ajusta Ecuador.

3.1.10. Tecnologías y combustibles para el calentamiento de espacios.

Tabla 40. Tecnologías para calefacción de espacios en el sector residencial.

Tecnología	Descripción	Costo Capital (MUS\$2010/PJ)	Eficiencia	Combustible	Figura:	Fuente:
<p>Bomba de calor de fuente de aire de gas natural (ASHeatPumpNG)</p>	<p>Es una máquina térmica que adquiere una temperatura óptima de un ambiente (aire, agua, suelo) a otro, tanto en invierno, como verano. La bomba a calor basada en aire-aire consiste en que el calor que se toma del aire se transfiere directamente al aire del hogar que debe calentarse. Funciona a base de gas natural, una energía verde que ayuda a mantener la temperatura confortable mientras genera calefacción de forma simple, económica y sustentable. Esta tecnología presenta un mayor rendimiento, reduce el consumo de energía y a su vez las emisiones de CO₂. Esta máquina además de calefacción, permite la ventilación y calentamiento de agua.</p>	<p>14.94</p>	<p>2.51</p>	<p>Electricidad, gas natural</p>		<p>[70], [71]</p>

<p>Caldera eléctrica (BoilerElectric)</p>	<p>Una caldera eléctrica consiste en pasar el agua a través de un elemento eléctrico para calentarla. Se están volviendo más populares y se pueden instalar en la mayoría de las casas pequeñas y medianas para producir agua caliente que luego se envía a una red de radiadores de agua caliente o a una instalación de calefacción por suelo radiante. Estas tecnologías buscan reducir su huella de carbono.</p>	<p>3.75</p>	<p>0.95</p>	<p>Electricidad</p>		<p>[72], [73]</p>
<p>Caldera de hidrogeno (BoilerHydrogen)</p>	<p>Reemplazar las calderas de gas natural con gas hidrógeno puede ser la solución más simple a los problemas de calefacción del Ecuador. El único subproducto de la quema de gas hidrógeno es el agua, lo que significa que es una fuente de combustible libre de carbono y podría ser un método clave para ayudar a descarbonizar la calefacción y el agua caliente en los hogares.</p>	<p>5.05</p>	<p>0.84</p>	<p>Hidrogeno</p>		<p>[74]</p>

<p>Caldera de glp (BoilerLPG)</p>	<p>Las calderas de gas pueden ser de varios tipos, dependiendo de su funcionamiento, su rendimiento o su consumo, pueden suponer un importante ahorro, un mayor bienestar en el hogar y, por supuesto, pueden ser más o menos contaminantes.</p>	<p>8.03</p>	<p>0.84</p>	<p>Gas licuado de petroleo</p>		<p>[75]</p>
<p>Bomba de calor GS (GSHeatPump)</p>	<p>La serie de bombas de calor Classic GS ofrece un valor real a la vez que proporciona calefacción y refrigeración energéticamente eficientes, lo que las hace ideales para propiedades de alquiler.</p>	<p>83.51</p>	<p>2.84</p>	<p>Electricidad</p>		<p>[76]</p>
<p>Calefactor de resistencia eléctrica (ElectricResSA)</p>	<p>Un calefactor es una estufa eléctrica, es decir, un aparato de calefacción que produce calor y lo emite para calentar el ambiente, de tal manera que produce energía calorífica a partir de electricidad. Un calefactor por lo general consta de una resistencia eléctrica como fuente de calor, un radiador que emite el calor generado y un ventilador que hace circular rápidamente el aire para una mejor transmisión del calor.</p>	<p>4.49</p>	<p>0.9</p>	<p>Electricidad</p>		<p>[77]</p>









<p>Bomba de calor para calefacción urbana (DHHeatPump)</p>	<p>La calefacción urbana es un sistema para distribuir el calor a los edificios a través de un sistema de tuberías aisladas. Las bombas de calor pueden utilizar fuentes de calor residual de bajas temperaturas (por debajo de 45 ° C) en la red de calefacción urbana, minimizando las pérdidas de calor. Al funcionar cuando la producción de energía renovable es alta, también pueden facilitar la integración de energía renovable en las redes eléctricas. La calefacción urbana podría cubrir hasta el 50% de la demanda de calefacción en Europa, y las bombas de calor podrían suministrar alrededor del 25% de la energía transportada por la red de calefacción urbana.</p>	<p>6.62</p>	<p>0.9</p>	<p>Electricidad</p>		<p>[78], [79]</p>
--	---	-------------	------------	---------------------	---	-----------------------

Tabla 41. Combustibles para el uso en tecnologías para calefacción de espacios en el sector residencial.

Combustible MUSE	Descripción [80]	Factor de Emisión (kg CO₂/TJ) [81]– [83]	Precio [80], [84] ,	Figura [80]
Electricidad (electricity)	La electricidad es el flujo de energía eléctrica o carga. La electricidad es una parte básica de la naturaleza y una de las formas de energía más utilizadas. La electricidad que utilizamos es una fuente de energía secundaria porque se produce al convertir fuentes de energía primarias como el carbón, el gas natural, la energía nuclear, la energía solar y la energía eólica en energía eléctrica.	50278	0.14 \$/kWh	
Biomasa (biomass)	La biomasa es material orgánico renovable que proviene de plantas y animales. La biomasa sigue siendo un combustible importante en muchos países, especialmente para cocinar y calentar en los países en desarrollo. El uso de combustibles de biomasa para el transporte y para la generación de electricidad está aumentando en muchos países desarrollados como medio para evitar las emisiones de dióxido de carbono derivadas del uso de combustibles fósiles.	112000-54600	9.60 \$/kWh	
Gas natural (gas)	El gas natural es una fuente de energía fósil que se formó en las profundidades de la superficie terrestre. El gas natural contiene muchos compuestos diferentes. El componente más grande del gas natural es el metano, un compuesto con un átomo de carbono y cuatro átomos de	56100	0.5 (\$/MMBTU)	

	hidrógeno (CH4).			
Gas licuado de petróleo (lpg)	La producción de HGL en las refinerías de petróleo puede ocurrir durante el proceso de destilación, que separa los HGL contenidos en el petróleo crudo de otras fracciones de petróleo crudo. La producción de HGL también puede ocurrir en unidades de craqueo de refinería, que rompen hidrocarburos de cadena más larga (más pesados) en moléculas más livianas y producen HGL junto con componentes destilados y / o mezcla de gasolina. Todas las olefinas de refinería se producen en unidades de craqueo de refinería.	63100	0.106667 \$/kg	
Diesel (diesel)	El combustible diesel es el término común para el aceite combustible destilado que se vende para su uso en vehículos de motor que utilizan el motor de encendido por compresión que lleva el nombre de su inventor, el ingeniero alemán Rudolf Diesel.	74100	1.455774 \$/galón	
Hidrogeno (h2)	El hidrógeno se encuentra naturalmente en la tierra solo en forma compuesta con otros elementos en líquidos, gases o sólidos. El hidrógeno combinado con oxígeno es agua (H2O). El hidrógeno combinado con el carbono forma diferentes compuestos, o hidrocarburos, que se encuentran en el gas natural, el carbón y el petróleo.	62400	3-6.55 \$/kg	

<p>Carbón duro (hardcoal)</p>	<p>El carbón es una roca sedimentaria combustible de color negro o marrón-negro con una gran cantidad de carbono e hidrocarburos. El carbón se clasifica como una fuente de energía no renovable porque tarda millones de años en formarse. El carbón contiene la energía almacenada por plantas que vivieron hace cientos de millones de años en bosques pantanosos. Capas de tierra y roca cubrieron las plantas durante millones de años. La presión y el calor resultantes convirtieron las plantas en la sustancia que llamamos carbón.</p>	<p>98300</p>	<p>102.22 \$/Ton</p>	
-----------------------------------	--	--------------	----------------------	---

3.1.11. Resultados de la simulación energética en MUSE para el calentamiento de espacios en hogares del sector residencial.

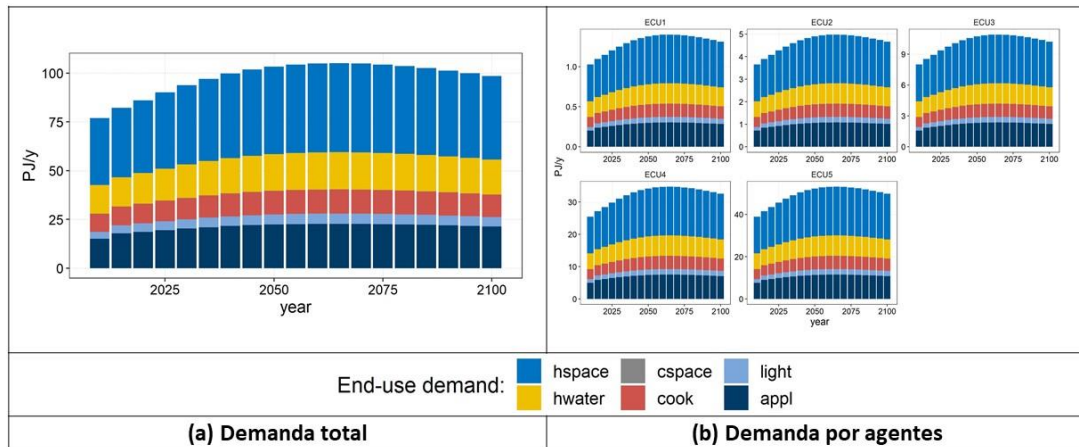


Figura 61. Demanda de energía por usos finales.

La Figura 61 (a) nos muestra la demanda de energía para 6 usos finales dentro del sector residencial. En el año 2020 la demanda de energía total es 86.05 PJ distribuida de la siguiente manera: 37.36 PJ para el calentamiento de espacios (hspace), 15.63 PJ para el calentamiento de agua (hwater), 0.15 PJ para la ventilación de espacios (cspace), 10.02 PJ para cocción de alimentos (cook), 4.29 PJ para iluminación (light), 18.60 PJ para electrodomésticos (appl).

Mientras que para el año 2050 presenta un crecimiento en donde la demanda de energía total es 103.37 PJ distribuida de la siguiente manera: 44.88 PJ para el calentamiento de espacios (hspace), 18.77 PJ para el calentamiento de agua (hwater), 0.17 PJ para la ventilación de espacios (cspace), 12.04 PJ para cocción de alimentos (cook), 5.16 PJ para iluminación (light), 22.35 PJ para electrodomésticos (appl).

En tanto que para el año 2100 presenta un decrecimiento en donde la demanda de energía total llega a 98.48 PJ distribuida de la siguiente manera: 42.75 PJ para el calentamiento de espacios (hspace), 17.88 PJ para el calentamiento de agua (hwater), 0.16 PJ para la ventilación de espacios (cspace), 11.47 PJ para cocción de alimentos (cook), 4.91 PJ para iluminación (light), 21.29 PJ para electrodomésticos (appl).

La Figura 61 (b) nos muestra la demanda de energía distribuida por agentes, representada por cinco clases de ingresos ECU1, ECU2, ECU3, ECU4 y ECU5 en donde para 2020 presentan una demanda de 1.14 PJ, 4.07 PJ, 8.93 PJ, 28.42 PJ y 43,49 PJ respectivamente. Mientras que para el 2050 presentan una demanda de 1.37 PJ, 4.89

PJ, 10.72 PJ, 34.15 PJ y 52,24 PJ respectivamente. En tanto que para 2100 presentan una demanda de 1.31 PJ, 4.65 PJ, 10.21 PJ, 32.51 PJ y 49,74 PJ respectivamente.

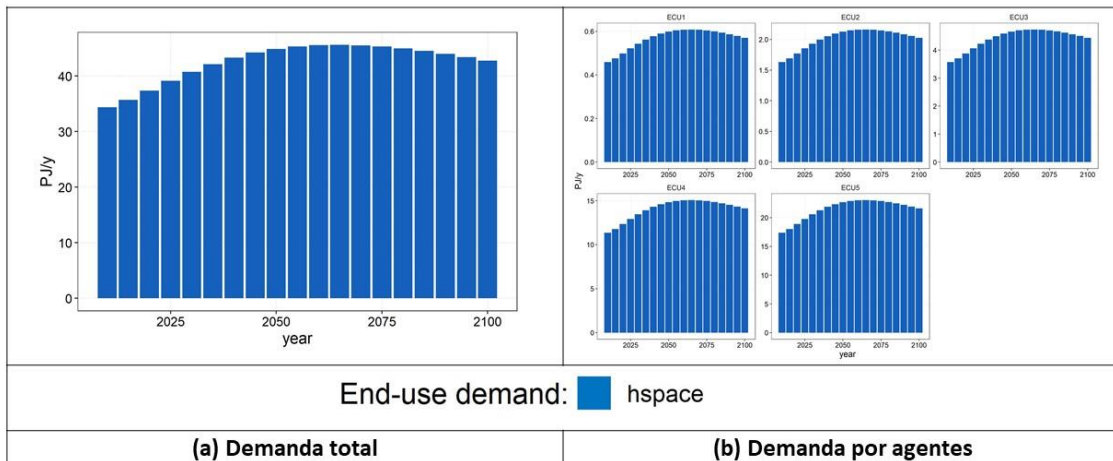


Figura 62. Demanda de energía por calentamiento de espacios en hogares.

La Figura 62 (a) muestra la demanda total de energía para el calentamiento de espacios en hogares dentro del sector residencial, en la cual se presenta que para los años 2020, 2050, 2100 se tendrá una demanda de 37.34 PJ, 44.85 PJ y 42.72 PJ respectivamente. La Figura 62 (b) muestra la demanda por las agentes clasificadas por la clase de ingresos ECU1, ECU2, ECU3, ECU4, ECU5 en donde para el año 2020 la demanda será 0.49 PJ, 1.77 PJ, 3.87 PJ, 12.34 PJ y 18.87 PJ respectivamente. Mientras que para el año 2050 la demanda será 0.59 PJ, 2.12 PJ, 4.65 PJ, 14.82 PJ y 22.67 PJ respectivamente. En tanto que para el año 2100 la demanda será 0.56 PJ, 2.02 PJ, 4.43 PJ, 14.11 PJ y 21.60 PJ respectivamente.

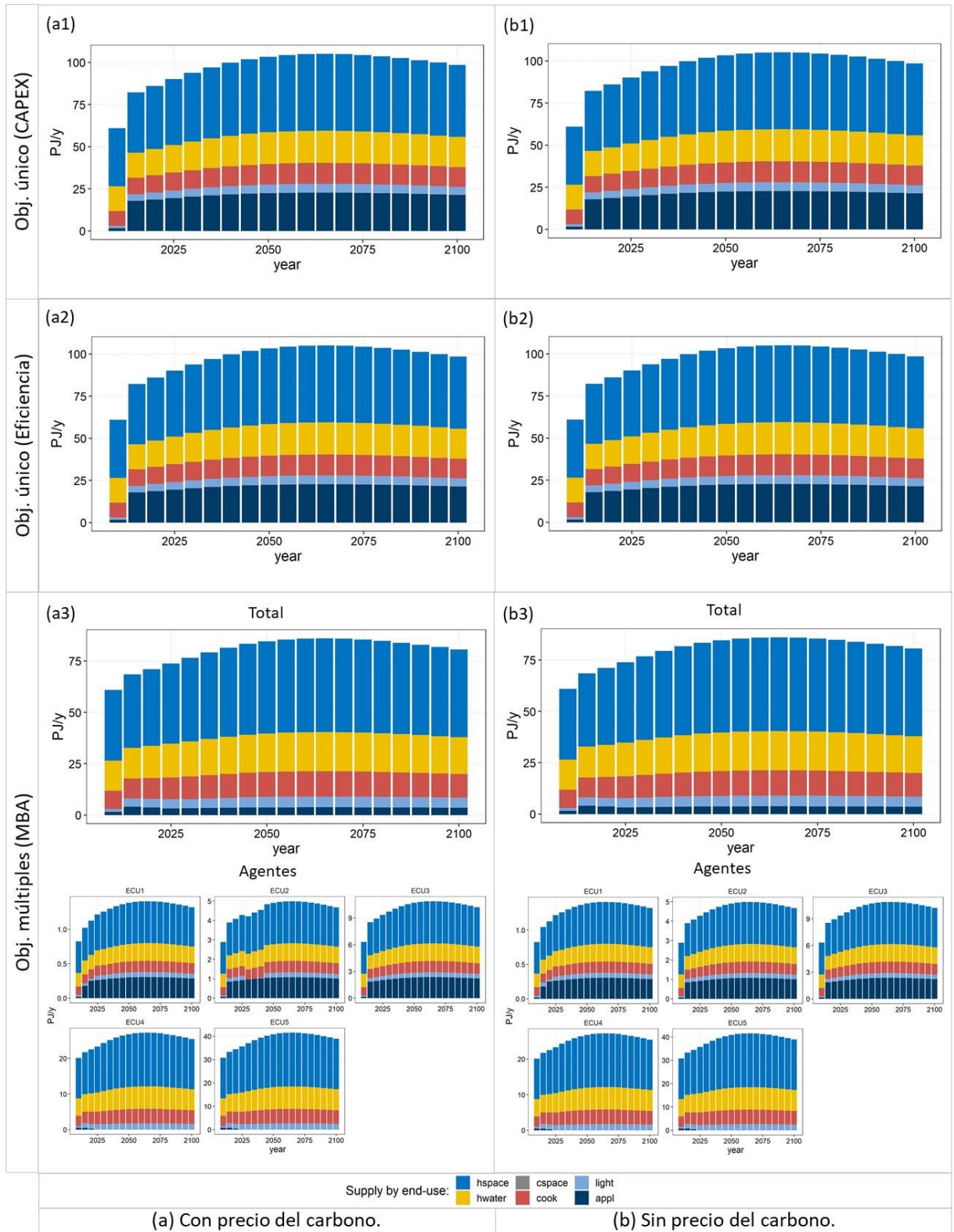


Figura 63. Comparación del suministro de energía en usos finales en el sector residencial.

La Figura 63 interpreta la comparación del suministro de energía en el sector residencial para seis usos finales: el suministro de energía para calentamiento de espacios en hogares (hspace), el suministro de energía para calentamiento de agua en hogares (hwater), el suministro de energía para ventilación de espacios en hogares (cspace), el suministro de energía para cocción de alimentos en hogares (cook), el suministro de energía para iluminación en hogares (light) y el suministro de energía para electrodomésticos en hogares (appl). También se presenta escenarios para el análisis del suministro de energía: (a1) objetivo único CAPEX con precio de carbono, (b1) objetivo único CAPEX sin precio de carbono, (a2) objetivo único-Eficiencia con precio del carbono, (b2) objetivo único eficiencia sin precio del carbono, (a3) objetivos múltiples MBA con precio del carbono, (b3) objetivos múltiples-MBA sin precio de carbono.

La comparación entre los modelos para los casos del precio del CO₂ (a, b) muestran resultados ampliamente similares en el sentido de que el suministro de energía para calentamiento de espacios (hspace) es el suministro con mayor relevancia para usos finales de energía dentro del sector residencial.

La comparación entre los escenarios de objetivo único CAPEX y objetivo único Eficiencia son semejantes en el sentido de que los dos modelos presentan un suministro mayor a 100 PJ por año. Mientras que el escenario del modelo basado en agentes (MBA) presenta un suministro poco más de 75 PJ por año hasta el año 2050. El modelo MBA también nos muestra que la clase ECU4 y ECU5 son las que mayor crecimiento de suministro de energía presentan, superando los 20 y 40 PJ por año respectivamente. Por otra parte, revela que las clases ECU1, ECU2 y ECU3 son las que menor suministro de energía presentan, llegando a los 1,5 y 9 PJ por año respectivamente para el año 2050.

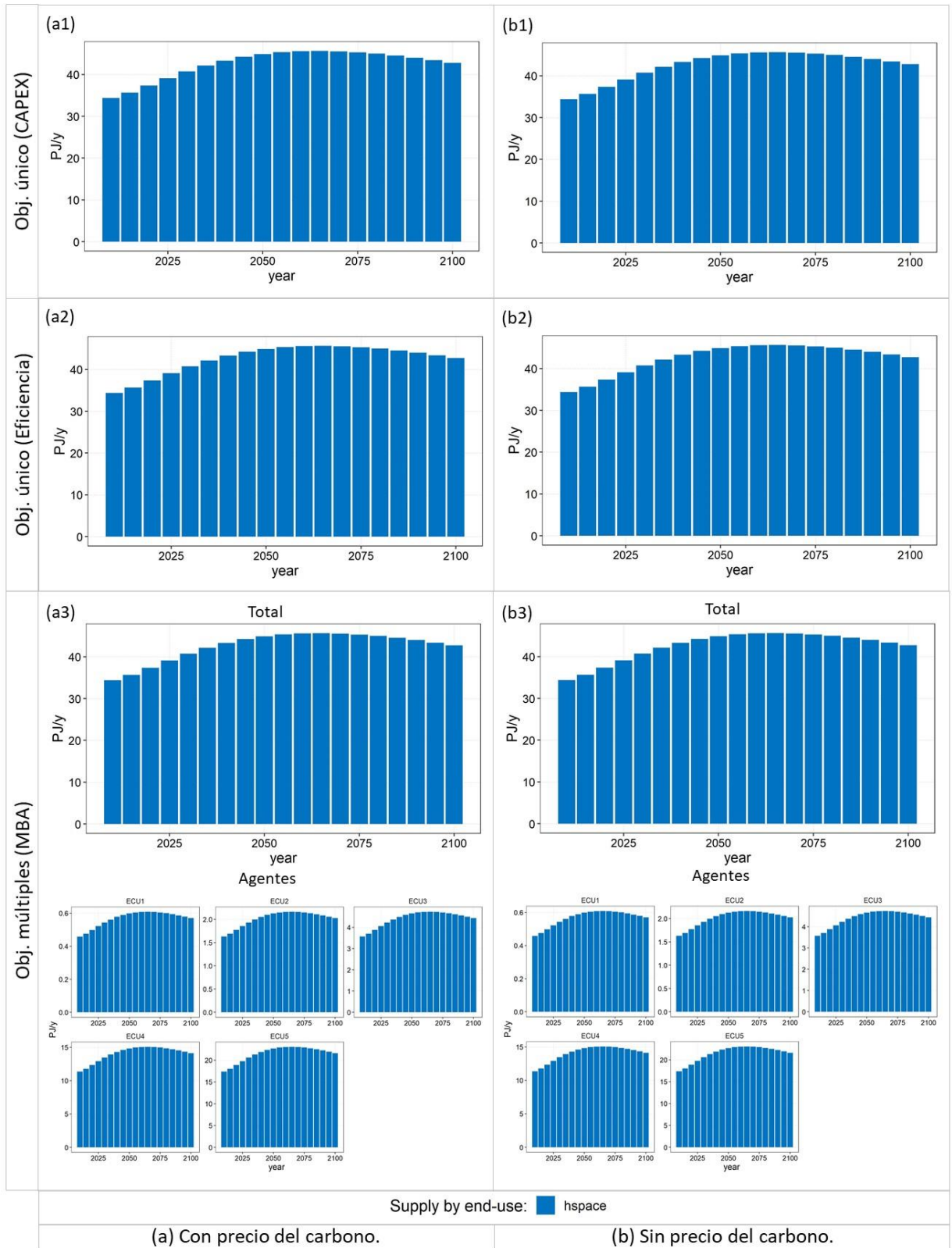


Figura 64. Comparación del suministro de energía para el calentamiento de espacios en hogares del sector residencial.

La Figura 64 interpreta la comparación del suministro de energía en el sector residencial para calentamiento de espacios en hogares (hspace). También se presenta el análisis del suministro de energía en varios escenarios tales como: (a1) objetivo único CAPEX con precio de carbono, (b1) objetivo único CAPEX sin precio de carbono, (a2) objetivo único-Eficiencia con precio del carbono, (b2) objetivo único eficiencia sin precio del carbono, (a3) objetivos múltiples MBA con precio del carbono, (b3) objetivos múltiples MBA sin precio de carbono.

La comparación entre los modelos para los casos del precio del CO₂ (a, b) muestran resultados ampliamente similares en el sentido de que el suministro de energía para calentamiento de espacios (hspace) con mayor relevancia para usos finales de energía dentro del sector residencial.

La comparación para suministro de energía en calentamiento de espacios en hogares (hspace) entre los tres escenarios de objetivo único CAPEX, objetivo único Eficiencia y MBA son semejantes en el sentido de que los dos modelos presentan un crecimiento del suministro mayor a 40 PJ por año hasta el año 2050. El modelo MBA también nos muestra que la clase ECU4 y ECU5 son las que mayor crecimiento de suministro de energía presentan, superando los 15 y 20 PJ por año respectivamente. Por otra parte, revela que las clases ECU1, ECU2 y ECU3 son las que menor crecimiento de suministro de energía presentan, llegando a los 0.6,2 y 4 PJ por año respectivamente hasta el año 2050.

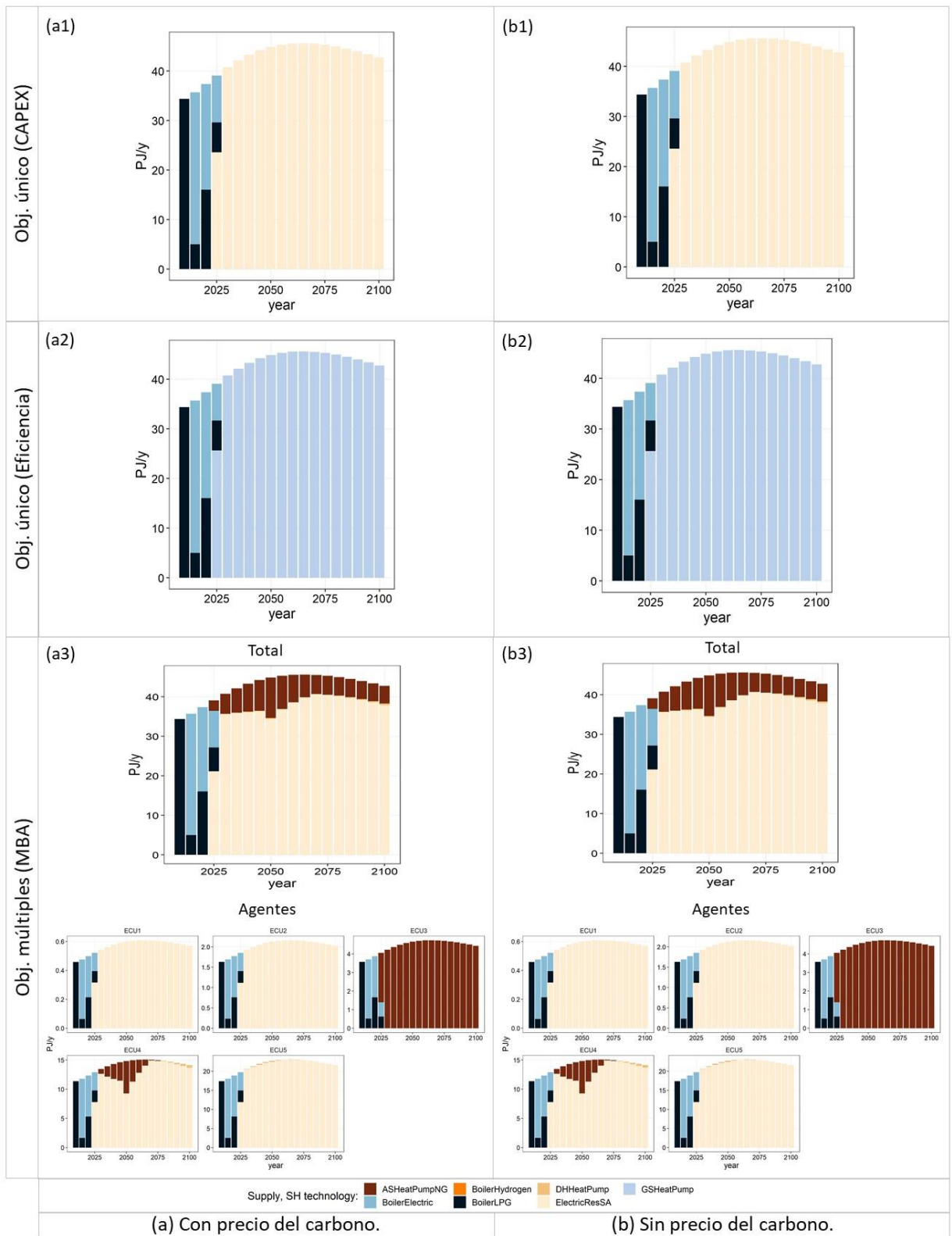


Figura 65. Comparación del consumo de energía de tecnologías en el calentamiento de espacios en hogares del sector residencial.

La Figura 65 interpreta la comparación de las tecnologías para suministro de energía en el sector residencial para el calentamiento de espacios en hogares (hspace), para lo cual se consideran siete tecnologías como son: bomba de calor de fuente de aire de gas natural (ASHeatPumpNG), caldera eléctrica (BoilerElectric), caldera de hidrogeno (BoilerHydrogen), caldera de glp (BoilerLPG), bomba de calor para calefacción urbana (DHHeatPump), calefactor de resistencia eléctrica (ElectricResSA) y la bomba de calor GS (GSHeatPump).

En la Figura 65 para el análisis del suministro de energía se presenta varios escenarios las cuales son: (a1) objetivo único CAPEX con precio de carbono, (b1) objetivo único CAPEX sin precio de carbono, (a2) objetivo único eficiencia con precio del carbono, (b2) objetivo único eficiencia sin precio del carbono, (a3) objetivos múltiples MBA con precio del carbono, (b3) objetivos múltiples MBA sin precio de carbono.

La comparación entre los modelos para los casos del precio del CO₂ (a, b) muestran resultados ampliamente similares en el sentido de que el calefactor de resistencia eléctrica (ElectricResSA) siguen siendo la tecnología dominante para la calefacción de espacios en hogares en el escenario de objetivo único CAPEX.

La comparación entre los modelos para los casos del precio del CO₂ (a, b) muestran resultados ampliamente similares en el sentido de que las bombas de calor GS (GSHeatPump) siguen siendo la tecnología dominante para la calefacción de espacios en hogares en el escenario de objetivo único eficiencia.

La comparación entre los modelos para los casos del precio del CO₂ (a, b) muestran resultados ampliamente similares en el sentido de que el calefactor de resistencia eléctrica (ElectricResSA) y las bombas de calor de fuente de aire de gas natural (ASHeatPumpNG), siguen siendo las tecnologías dominantes para la calefacción de espacios en hogares en el escenario del modelo basado en agentes MBA.

Se puede señalar que dentro del modelo MBA en cada uno de los agentes se muestra claramente las tecnologías para los suministros de energía para calentamiento de espacios en hogares.

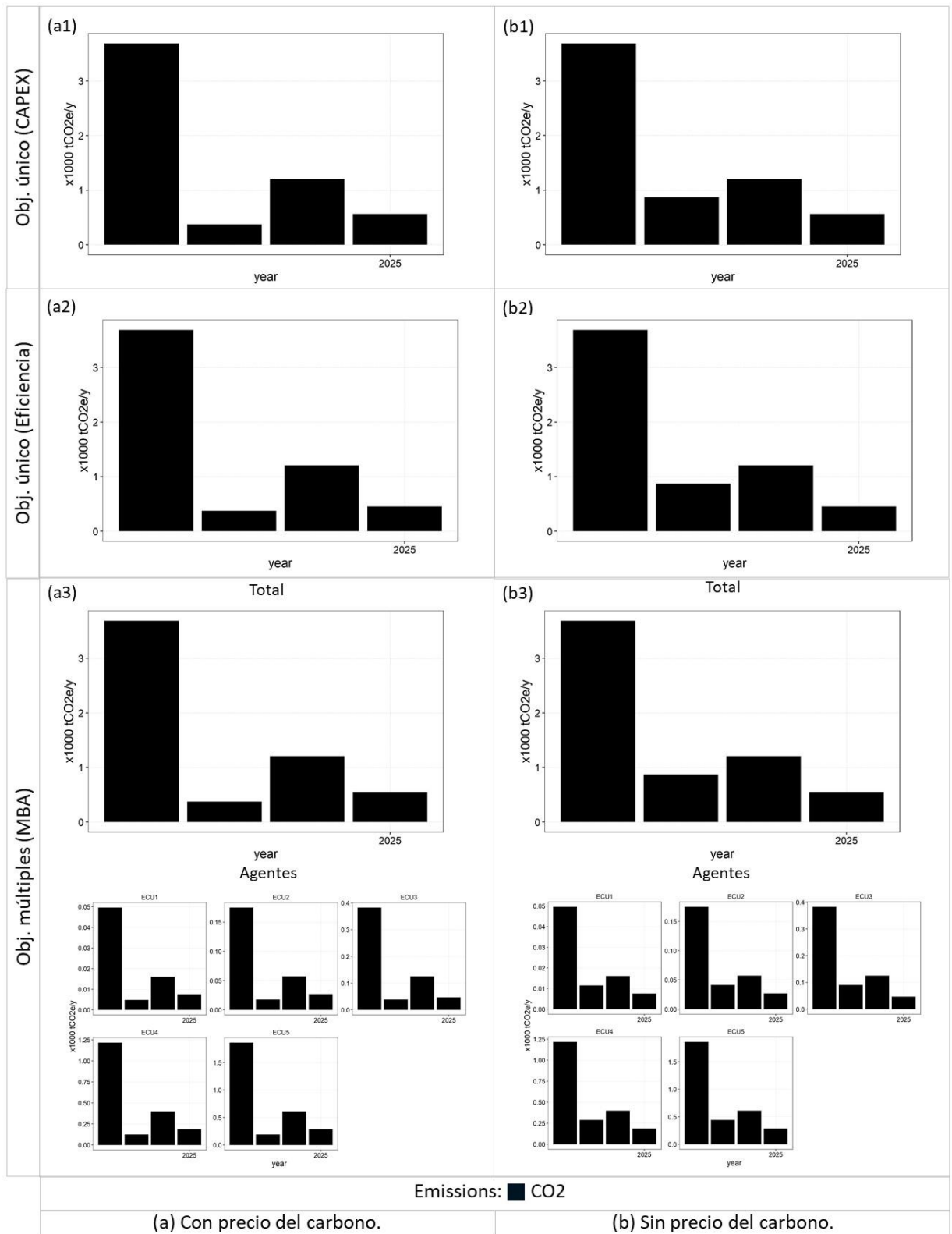


Figura 66. Comparación de las emisiones de CO₂ por el uso de energía para el calentamiento de espacios en hogares del sector residencial.

La Figura 66 interpreta la comparación de las tecnologías para suministro de energía en el sector residencial para el calentamiento de espacios en hogares (hspace). También presenta el análisis de las emisiones de CO₂ se presenta varios escenarios los cuales son: (a1) objetivo único CAPEX con precio de carbono, (b1) objetivo único CAPEX sin precio de carbono, (a2) objetivo único eficiencia con precio del carbono, (b2) objetivo único eficiencia sin precio del carbono, (a3) objetivos múltiples MBA con precio del carbono, (b3) objetivos múltiples MBA sin precio de carbono.

La comparación entre los modelos para los casos del precio del CO₂ (a, b) muestran resultados ampliamente similares, en el sentido de que se generan una misma cantidad de emisiones de CO₂ para los tres escenarios planteados. Es muy notorio que en todos los escenarios las contaminaciones son similares alcanzando más de 3.5 ktCO₂ en 2010, en 2015 no sobrepasa los 1 ktCO₂. Mientras que en 2020 sobrepasa los 1 ktCO₂, en tanto que en 2025 se genera un poco más de 0.5 ktCO₂. Finalmente se puede observar que a partir de 2025 hasta 2050 ya no se generan emisiones de CO₂. Se puede señalar que dentro del modelo MBA en cada uno de los agentes se muestra claramente que las clases ECU4 y ECU5 generan mayores emisiones, alcanzando una reducción de 0.25 y 0.50 ktCO₂ al año 2025.

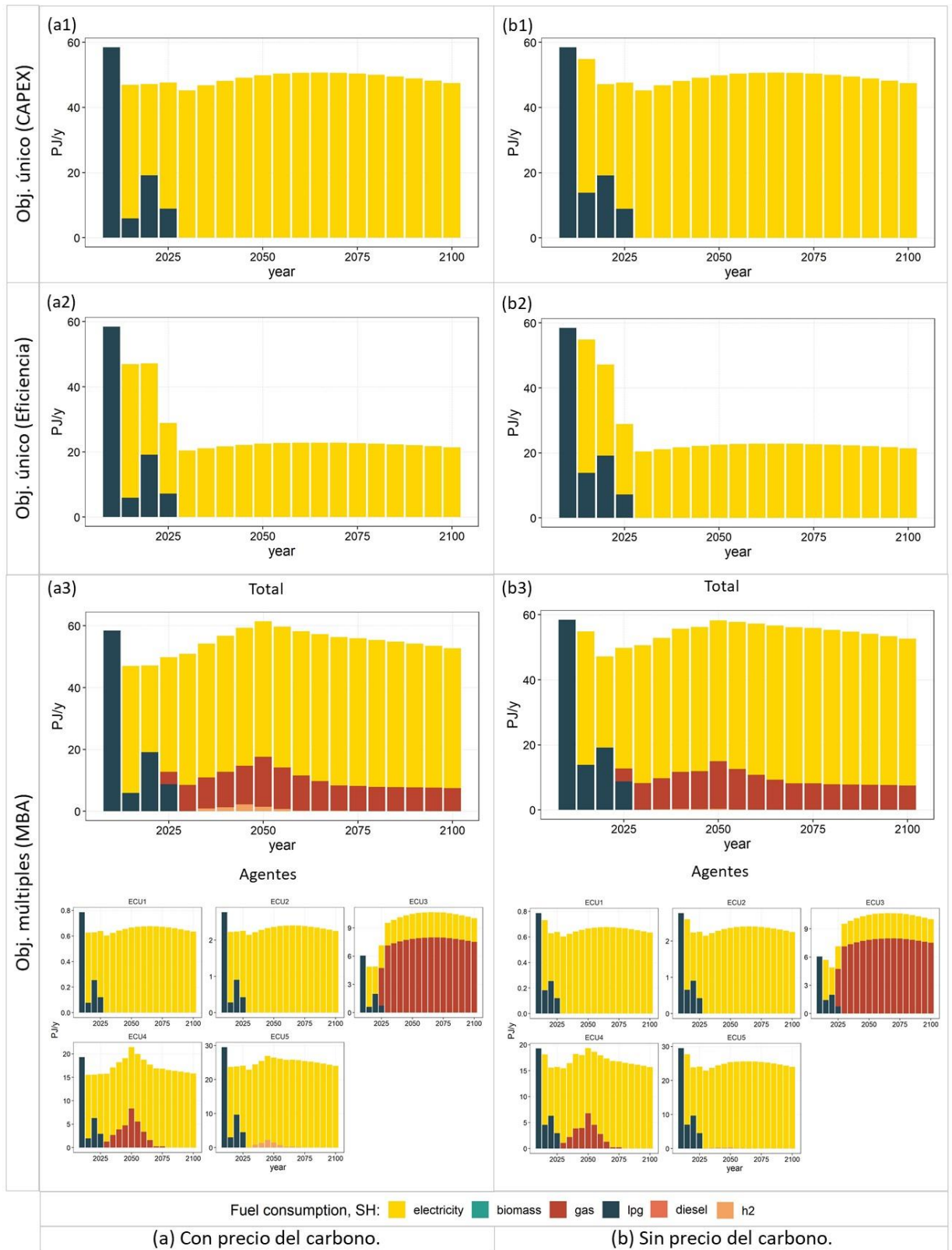


Figura 67. Comparación del consumo de combustible para el calentamiento de espacios en hogares del sector residencial.

La Figura 67 interpreta la comparación del consumo de combustibles en el sector residencial para siete tipos: electricidad (electricity), biomasa (biomass), gas natural (gas), gas licuado de petróleo (lpg), diésel (diesel) y el hidrogeno (h2). También se presenta varios escenarios para análisis del consumo de combustibles en el sector residencial los cuales son: (a1) objetivo único CAPEX con precio de carbono, (b1) objetivo único CAPEX sin precio de carbono, (a2) objetivo único eficiencia con precio del carbono, (b2) objetivo único eficiencia sin precio del carbono, (a3) objetivos múltiples MBA con precio del carbono, (b3) objetivos múltiples-MBA sin precio de carbono.

La comparación entre los modelos para los casos del precio del CO₂ (a, b) muestran resultados ampliamente similares en el sentido de que el consumo de electricidad y el carbón duro en tecnologías para calentamiento de espacios (hspace) tiene mayor relevancia dentro del sector residencial.

La comparación entre los escenarios de objetivo único CAPEX, objetivo único eficiencia y el modelo basado en agentes MBA son distintos. El crecimiento del consumo de combustible en el modelo de objetivo único CAPEX llega a más de 40 PJ por año al 2050 en electricidad, mientras que el crecimiento de consumo de combustible en el modelo de objetivo único eficiencia llega a más de 20 PJ por año al 2050. Por otra parte, el crecimiento de consumo de combustible en el modelo MBA llega a más de 60 PJ por año al 2050 en electricidad y una mínima parte gas natural y diésel.

Así mismo se observa que en los agentes ECU1, ECU2 y ECU5 existe un mayor consumo de electricidad, mientras que el agente ECU3 el consumo se concentra en el gas natural y se complementa con el consumo de electricidad, en tanto que el agente ECU4 consume en su mayor parte electricidad y se complementa con el consumo de gas natural. En conclusión, general se puede notar que el consumo de la biomasa diésel e hidrogeno se encuentran en una mínima cantidad por lo que se consideran despreciables.

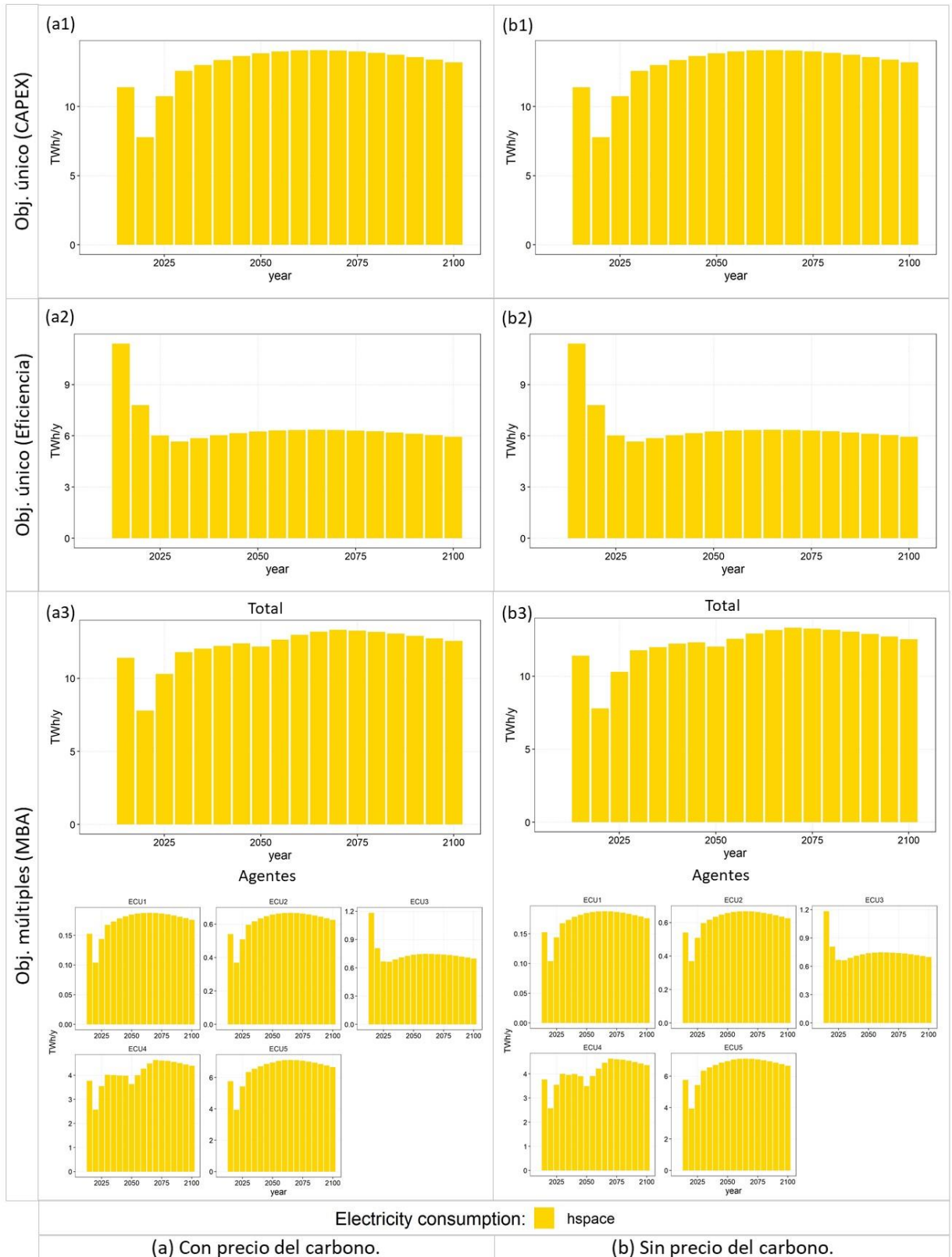


Figura 68. Comparación del consumo de electricidad para el calentamiento de espacios en hogares del sector residencial.

La Figura 68 interpreta la comparación del consumo de electricidad en calentamiento de espacios en hogares del sector residencial, analizado en varios escenarios como son: (a1) objetivo único CAPEX con precio de carbono, (b1) objetivo único CAPEX sin precio de carbono, (a2) objetivo único eficiencia con precio del carbono, (b2) objetivo único eficiencia sin precio del carbono, (a3) objetivos múltiples MBA con precio del carbono, (b3) objetivos múltiples-MBA sin precio de carbono.

La comparación entre los modelos para los casos del precio del CO₂ (a, b) muestran resultados ampliamente similares, en el sentido de que el consumo de electricidad y el carbón duro en tecnologías para calentamiento de espacios (hspace) tiene mayor relevancia dentro del sector residencial.

La comparación entre los escenarios de objetivo único CAPEX, objetivo único eficiencia y el modelo basado en agentes MBA son distintos, el crecimiento del consumo de electricidad en el modelo de objetivo único CAPEX llega a más de 12 TWh por año al 2050. Mientras que el crecimiento de consumo de electricidad en el modelo de objetivo único eficiencia llega a disminuir hasta un 6TWh por año al 2050. Por otra parte, el crecimiento de consumo de electricidad en el modelo MBA llega a más de 12 TWh por año al 2050.

Así mismo se observa que en los agentes ECU4 y ECU5 existe un mayor consumo de electricidad llegando a consumir más de 4 y 6 TWh por año. Mientras que existe un menor consumo en los agentes ECU1 y ECU2 llegando a consumir más de 0.15 y 0.6 TWh por año. Algo distinto ocurre en el agente ECU3 en donde el consumo de electricidad se reduce hasta un 0.6 TWh por año al 2050.

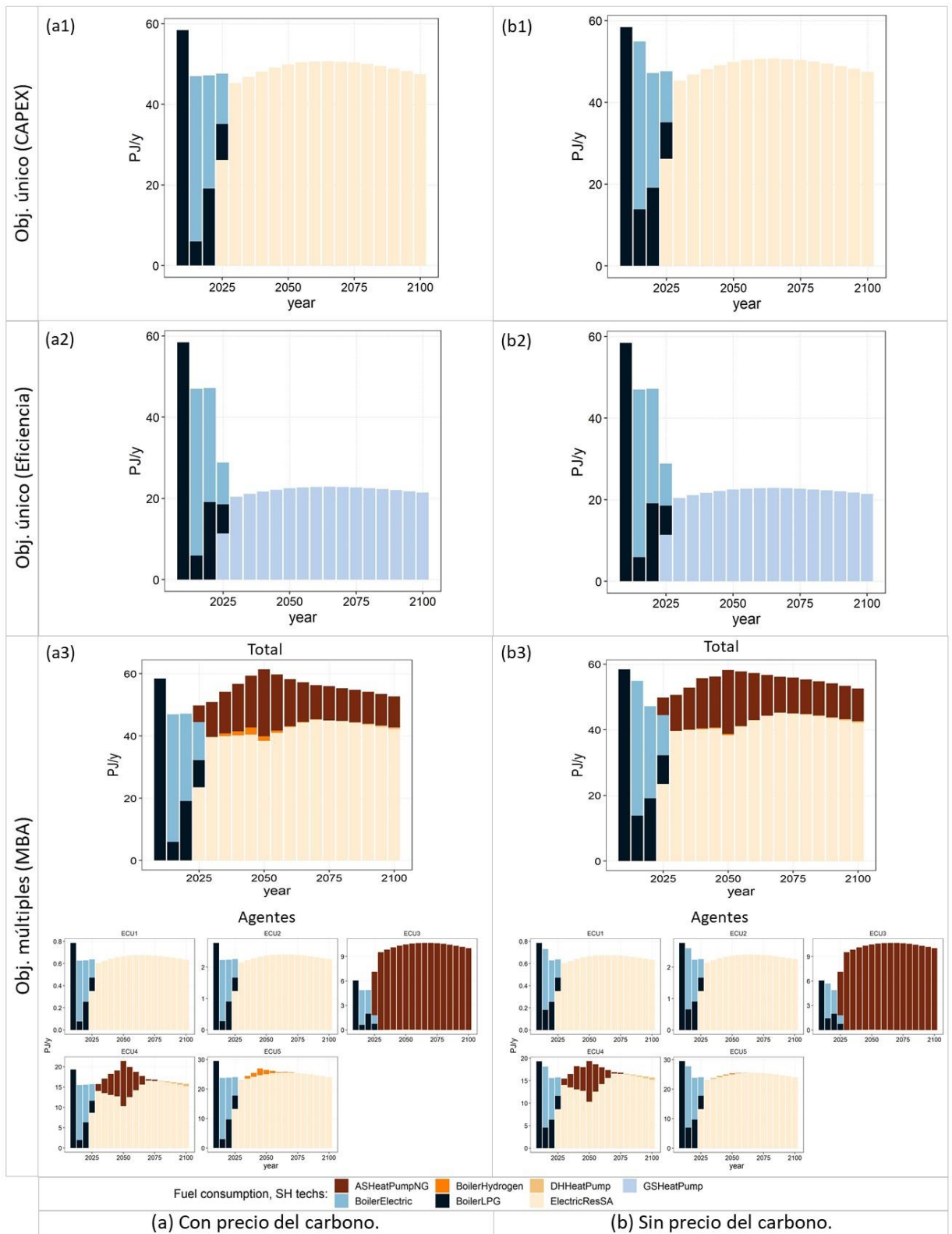


Figura 69. Comparación del consumo de energía por tecnología para el calentamiento de espacios en hogares del sector residencial.

La Figura 69 interpreta la comparación de las tecnologías para consumo de energía en el sector residencial para el calentamiento de espacios en hogares (hspace), para lo cual se consideran siete tecnologías como son: bomba de calor de fuente de aire de gas natural (ASHeatPumpNG), caldera eléctrica (BoilerElectric), caldera de hidrogeno (BoilerHydrogen), caldera de glp (BoilerLPG), bomba de calor para calefacción urbana (DHHeatPump), (ElectricResSA) y la bomba de calor GS (GSHeatPump). También se presenta varios escenarios para el análisis del consumo de energía los cuales son: (a1) objetivo único CAPEX con precio de carbono, (b1) objetivo único CAPEX sin precio de carbono, (a2) objetivo único eficiencia con precio del carbono, (b2) Objetivo único eficiencia sin precio del carbono, (a3) objetivos múltiples MBA con precio del carbono, (b3) objetivos múltiples MBA sin precio de carbono.

La comparación entre los modelos para los casos del precio del CO₂ (a, b) muestran resultados ampliamente similares, en el sentido de que el calefactor de resistencia eléctrica (ElectricResSA) siguen siendo la tecnología dominante para la calefacción de espacios en hogares en el escenario de objetivo único CAPEX.

La comparación entre los modelos para los casos del precio del CO₂ (a, b) muestran resultados ampliamente similares, en el sentido de que la bomba de calor GS (GSHeatPump) siguen siendo la tecnología dominante para la calefacción de espacios en hogares en el escenario de objetivo único eficiencia.

La comparación entre los modelos para los casos del precio del CO₂ (a, b) muestran resultados ampliamente similares en el sentido de que el calefactor de resistencia eléctrica (ElectricResSA), las bombas de calor de fuente de aire de gas natural (ASHeatPumpNG) y una pequeña parte de calderas de hidrogeno (BoilerHydrogen) siguen siendo las tecnologías dominantes para la calefacción de espacios en hogares en el escenario del modelo basado en agentes MBA.

Se puede señalar que dentro del modelo MBA en los agentes ECU1 y ECU2 sobresalen el calefactor de resistencia eléctrica (ElectricResSA) al 2050, mientras que el agente ECU3 prefieren el uso de bomba de calor de fuente de aire de gas natural (ASHeatPumpNG). Por el otro lado el ECU4 tienden a usar el calefactor de resistencia eléctrica (ElectricResSA), bomba de calor de fuente de aire de gas natural (ASHeatPumpNG) y la bomba de calor para calefacción urbana (DHHeatPump). En tanto que el agente ECU5 utilizan el calefactor de resistencia eléctrica (ElectricResSA) y caldera de hidrogeno (BoilerHydrogen) hasta el año 2050.

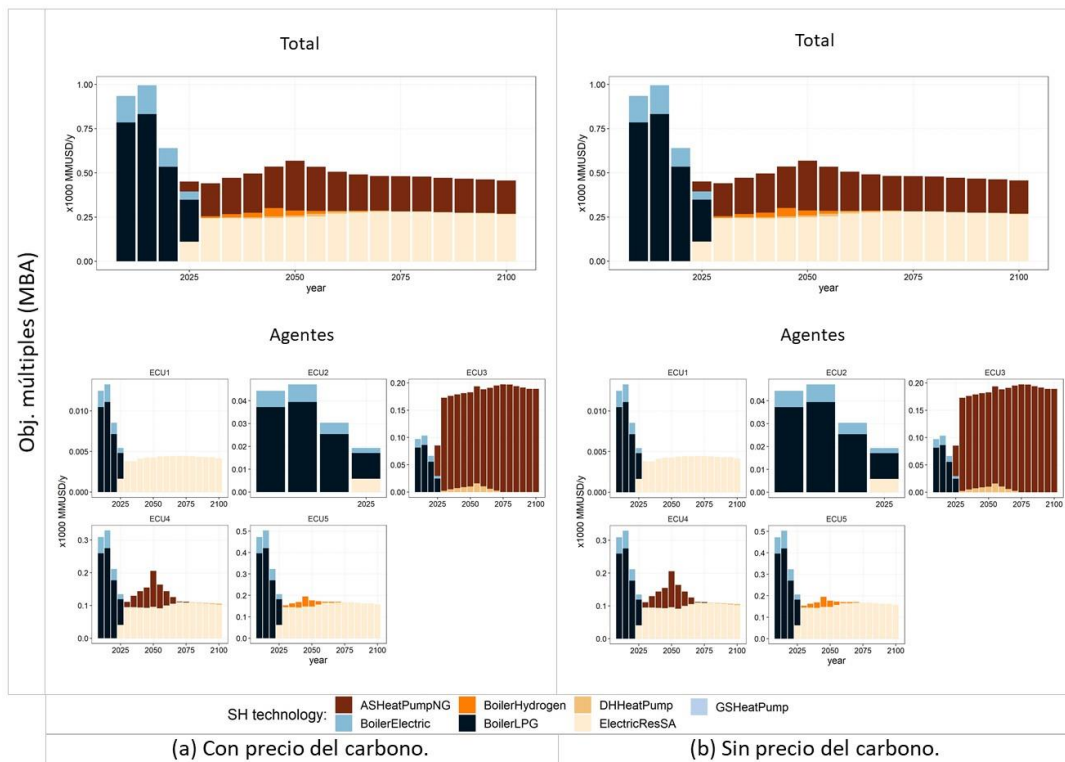


Figura 70. Comparación de los costos de capital por tecnología para el calentamiento de espacios en hogares del sector residencial.

La Figura 70 interpreta la comparación de los costos de capital por tecnologías en un escenario MBA, para el consumo de energía en el sector residencial en el calentamiento de espacios en hogares (hspace). Para esto MUSE considera siete tecnologías como son: bomba de calor de fuente de aire de gas natural (ASHeatPumpNG), caldera eléctrica (BoilerElectric), caldera de hidrogeno (BoilerHydrogen), caldera de glp (BoilerLPG), bomba de calor para calefacción urbana (DHHeatPump), (ElectricResSA) y la bomba de calor GS (GSHeatPump).

La comparación entre los modelos para los casos del precio del CO₂ (a, b) muestran resultados ampliamente similares en el sentido de que las calderas eléctricas (BoilerElectric) y las calderas de glp (BoilerLPG) conforma un costo de capital por el consumo de energía que bordean los 1000 MMUSD/año. El mismo que disminuye al año 2025 llegando a tener un costo de capital de 500 MMUSD/año que se distribuye en el consumo de energía en las calderas electricas (BoilerElectric), las calderas de glp (BoilerLPG), el calefactor de resistencia eléctrica (ElectricResSA) y la bomba de calor de fuente de aire de gas natural (ASHeatPumpNG) para la calefacción de espacios en hogares en el escenario del modelo basado en agentes MBA.

A partir de 2025 empieza un crecimiento de costos de inversión llegando a bordear los 600 MMUSD/año que se distribuye en: el consumo de energía del calefactor de resistencia eléctrica (ElectricResSA), la bomba de calor de fuente de aire de gas natural (ASHeatPumpNG), caldera de hidrogeno (BoilerHydrogen) y la bomba de calor para calefacción urbana (DHHeatPump).

Se puede señalar que dentro del modelo MBA en los agentes ECU1 y ECU2 sobresalen los calefactores de resistencia eléctrica (ElectricResSA) al 2050, mientras que el agente ECU3 prefieren el uso de bomba de calor de fuente de aire de gas natural (ASHeatPumpNG). Por el otro lado el ECU4 tienden a usar el calefactor de resistencia eléctrica (ElectricResSA), bomba de calor de fuente de aire de gas natural (ASHeatPumpNG) y la bomba de calor para calefacción urbana (DHHeatPump), en tanto que el agente ECU5 utilizan el calefactor de resistencia eléctrica (ElectricResSA) y caldera de hidrogeno (BoilerHydrogen) hasta el año 2050.

3.2. Verificación de Hipótesis

En la selección del método para la verificación de la hipótesis se considera parámetros fundamentales: (1) el tipo de investigación realizada es experimental, (2) la investigación se encuentra en un nivel de investigación relacional, (3) el diseño de investigación que se ocupa es experimental, (4) los atributos que se presentan en el estudio son de variables numéricas de intervalo y razón, (5) finalmente el comportamiento de datos en la investigación es temporalmente continuo.

Todos aspectos nos llevan a seleccionar y utilizar el método de coeficiente de correlación r de Pearson para la validación de la hipótesis, utilizando como guía la teoría que se encuentra disponible en [85].

Para la validación como primer paso planteamos la hipótesis:

H0: Los impulsores de demanda de energía no orientan la descarbonización del sector residencial.

H1: Los impulsores de demanda de energía orientan la descarbonización del sector residencial.

La Tabla 42 nos presenta los resultados generados por el simulador muse y procesamiento de estos, para el cálculo del coeficiente de correlación r de Pearson:

Tabla 42. Datos PIBpc y Emisiones de CO₂

Año	X (PIBpc [mil \$/hab.])	Y (Emisiones de CO ₂ [kton.])	X ²	Y ²	XY
2010	6216.8	4.2	38648294.9	17.8	26214.4
2015	7218.6	0.9	52108179.2	0.9	6753.6
2020	8338.8	1.3	69534921.8	1.7	10942.2
2025	9624.8	0.8	92637670.9	0.7	8031.0
2030	10977.5	2.5	120505819.5	6.2	27325.8
2035	12355.4	2.6	152654732.2	6.7	31970.0
2040	13756.4	2.6	189237938.4	6.8	35768.5
2045	15183.6	2.7	230540787.6	7.6	41747.1
2050	16903.5	2.8	285728045.2	7.9	47576.1
Σ	100575.3	20.5	1231596389.8	56.2	236328.6

Calculamos el coeficiente de correlación r de Pearson con la siguiente ecuación (22):

$$r = \frac{N * \sum XY - (\sum X) * (\sum Y)}{\sqrt{[N * \sum X^2 - (\sum X)^2] * [N * \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \quad (22)$$

$$r = \frac{9 * 236328.6 - (100575.3) * (20.5)}{\sqrt{[9 * 1231596389.8 - (100575.3)^2] * [9 * 56.2 - (20.5)^2]}}$$

$$r = 0.214$$

Para verificar el cálculo del coeficiente de correlación r de Pearson de 0.214, se utilizó el software para análisis de datos popular SPSS, presentándose los siguientes resultados:

Tabla 43. Coeficiente de correlación r de Pearson mediante el software SPSS.

		PIBpc	CO ₂
PIBpc	Correlación de Pearson	1	,214
	Sig. (bilateral)		,580
	N	9	9
CO ₂	Correlación de Pearson	,214	1
	Sig. (bilateral)	,580	
	N	9	9

Posteriormente determinamos el valor crítico de coeficiente de correlación r de Pearson mediante tablas que se encuentran en [86]. Considerando un nivel de significancia de

0.05 a dos colas y un df calculado mediante la ecuación (23), como se muestra en la Figura 71:

$$df = N - 2 \tag{23}$$

$$df = N - 2 = 9 - 2 = 7$$

TABLE B.7. Critical Values for Pearson's Correlation Coefficient

Level of Significance of a One-Tailed or Directional Test						
$H_0: \rho \leq 0$ or $H_0: \rho \geq 0$						
$\alpha = 0.1$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.025$	$\alpha = 0.01$	$\alpha = 0.005$	$\alpha = 0.0005$	
Level of Significance of a Two-Tailed or Nondirectional Test						
$H_0: \rho = 0$						
df	$\alpha = 0.2$	$\alpha = 0.1$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.02$	$\alpha = 0.01$	$\alpha = 0.001$
1	0.9511	0.9877	0.9969	0.9995	0.9999	0.9999
2	0.8000	0.9000	0.9500	0.9800	0.9900	0.9990
3	0.6870	0.8054	0.8783	0.9343	0.9587	0.9911
4	0.6084	0.7293	0.8114	0.8822	0.9172	0.9741
5	0.5509	0.6694	0.7545	0.8329	0.8745	0.9509
6	0.5067	0.6215	0.7067	0.7887	0.8343	0.9249
7	0.4716	0.5822	0.6664	0.7498	0.7977	0.8983
8	0.4428	0.5494	0.6319	0.7155	0.7646	0.8721
9	0.4187	0.5214	0.6021	0.6851	0.7348	0.8470
10	0.3981	0.4973	0.5760	0.6581	0.7079	0.8233

Figura 71. Valor crítico del coeficiente de correlación [86].

Considerando de la teoría que:

Si: $|r| > \text{El valor crítico}$, Rechace H_0

Si: $|r| \leq \text{El valor crítico}$, No Rechace H_0

Como $0.214 \leq 0.6664$ se acepta la hipótesis nula H_0 , debido a que según el método existe un coeficiente de correlación débil entre el producto interno bruto per cápita y las emisiones de CO_2 . En el Ecuador no se pudo demostrar que los impulsores de demanda de energía orientan la descarbonización del sector residencial, los impulsores de demanda como la población y el producto interno bruto son solo una pequeña parte de los factores que influyen en la descarbonización del Ecuador. Los factores más importantes que relacionan está el comportamiento de inversión son las políticas energéticas.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- La investigación realizada determina un conjunto de datos espaciales y temporales calibrados del Producto Interno Bruto (PIB) ecuatoriano a una resolución espacial de 1 km² y temporal de 2010-2020. Los datos espaciales nos permiten observar la información geográfica del comportamiento del PIB, distribuidas en el territorio ecuatoriano. La mayor concentración del PIB se presenta en las Provincias de Guayas, Pichincha, Manabí, Azuay, El Oro y Orellana. Es importante mencionar que el PIB total nacional en el 2010 fue 69.56 miles de millones USD, mientras para en el 2015 alcanzó un crecimiento de 99.29 miles de millones USD, pero este se disminuyó a 98.81 miles de millones USD en 2020. Esta última disminución se debe a las tres caídas importantes que tuvo el PIB como son: (i) en el terremoto del año 2016, (ii) las manifestaciones de octubre 2019 y (iii) la pandemia COVID19.
- El estudio realizado determina un conjunto de datos espaciales y temporales calibrados de la densidad poblacional ecuatoriana a una resolución espacial de 1 km² y temporal de 2010-2020. Los datos espaciales nos permiten observar la información geográfica del crecimiento poblacional, distribuidas en el territorio ecuatoriano. La mayor concentración de la población se presenta en las Provincias de Guayas y Pichincha. Es importante mencionar que la población total nacional en el año 2010 fue 15 millones de habitantes, mientras que en el año 2015 alcanzó un crecimiento de 16 millones de habitantes, finalmente alcanza 17.64 millones de habitantes en el año 2020.
- La investigación realizada determina que no existe datos del Índice de Desarrollo Humana (IDH) a una distribución espacial cantonal. Mediante la metodología presentada por la Fundación Ecuador se calculó el IDH a nivel cantonal. Luego mediante un proceso de rasterización se obtiene un conjunto de datos espaciales y temporales, calibrados del Índice de Desarrollo Humana (IDH) ecuatoriano a una resolución de 1 km². Estos datos nos permitieron observar el comportamiento del IDH de los diferentes cantones del Ecuador a

una resolución anual entre los años 2010-2020. Las provincias con los mayores IDH son Pichincha, Galápagos y Azuay.

- La validación de la demanda de energía del trabajo de investigación de IPC-19 se validó mediante los resultados de proyección de demanda que genera MUSE, para esta validación se utilizó un método empírico. Este método determinó que la proyección es válida ya que la relación entre estas dos proyecciones es fuerte.
- Mediante la simulación MUSE se logró determinar que las tecnologías más importantes para el calentamiento de espacios de hogares son: la calefacción por resistencia eléctricas, las bombas de calor basadas en aire y bombas de calor GS. También se determinó que para el uso de estas tecnologías los combustibles que tuvieron mayor uso son la electricidad, el gas licuado de petróleo y el gas natural.
- Los impulsores de demanda de energía del producto interno bruto per cápita no orientan la descarbonización del sector residencial en el Ecuador. Esta descarbonización depende de muchos factores las cuales son: económicos (consumo e inversión, empleo), social (gasto social, impacto en la salud por contaminación), ambiental (emisiones de CO₂, consumo de materiales), distribución (en país/región) y el acceso (energía básica acceso, suficiencia).

4.2. Recomendaciones

- Es indispensable seguir realizando estudios energéticos enfocado en modelos basado en agentes con el uso de sistemas de información geográfico direccionados al sector de transporte, sector industrial y sector de la agricultura. Estudios que ayudaran a plantear una hoja de ruta para la descarbonización de todos los sectores consumidores energéticos, mediante una transición energética sustentable para llegar al programa denominada carbono cero.
- Ya que el análisis tecno-económico del presente trabajo de investigación se basó en el sector residencial, específicamente en el calentamiento de espacios. Se recomienda trabajar en el análisis de los demás usos finales de la energía, tales como ventilación de espacios, cocción, iluminación y electrodomésticos.
- Seguir impulsando la inversión en tecnologías que apoyaran a la descarbonización en usos finales de energía dentro del sector residencial con el fin de implementar el uso de energías renovables.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. Kummu, M. Taka, and J. H. A. Guillaume, “Gridded global datasets for Gross Domestic Product and Human Development Index over 1990-2015,” *Scientific Data*, vol. 5, pp. 1–15, 2018, doi: 10.1038/sdata.2018.4.
- [2] J. Sachs, D. Moya, S. Giarola, and A. Hawkes, “Clustered spatially and temporally resolved global heat and cooling energy demand in the residential sector,” *Applied Energy*, vol. 250, no. May, pp. 48–62, 2019, doi: 10.1016/j.apenergy.2019.05.011.
- [3] J. Sachs, Y. Meng, S. Giarola, and A. Hawkes, “An agent-based model for energy investment decisions in the residential sector,” *Energy*, vol. 172, pp. 752–768, Apr. 2019, doi: 10.1016/j.energy.2019.01.161.
- [4] D. Moya, S. Budinis, S. Giarola, and A. Hawkes, “Agent-based scenarios comparison for assessing fuel-switching investment in long-term energy transitions of the India’s industry sector,” *Applied Energy*, vol. 274, p. 115295, Sep. 2020, doi: 10.1016/J.APENERGY.2020.115295.
- [5] M. Crippa *et al.*, *Fossil CO2 emissions of all world countries*, no. October. 2020. doi: 10.2760/56420.
- [6] M. Caliendo, “Microeconomic evaluation of labour market policies,” in *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, 2006, vol. 568, pp. 1–275. doi: 10.1007/3-540-28708-6_1.
- [7] Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables, “Balance Energético Nacional 2020,” Quito, 2020. Accessed: Oct. 30, 2021. [Online]. Available: <https://www.recursoyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2021/09/01-CAPI%CC%81TULO-01BEN-2020-Web-17-46.pdf>
- [8] EDGAR-Emissions Database for Global Atmospheric Research, “Fossil CO2 emissions of all world countries, 2020 report,” 2019.
- [9] Global Carbón Atlas, “Emisiones de CO2 | Atlas mundial de carbono,” 2019.
- [10] C. de la U. Europea, “La COP25 sienta las bases para que los países sean más ambiciosos ante la emergencia climática,” pp. 1–6, 2019, [Online]. Available: https://www.miteco.gob.es/es/prensa/20191215_np_cop25_final_tcm30-505711.pdf
- [11] S. Albert *et al.*, “Heading for the hills: climate-driven community relocations in the Solomon Islands and Alaska provide insight for a 1.5 °C future,” *Regional Environmental Change*, vol. 18, no. 8, pp. 2261–2272, Dec. 2018, doi: 10.1007/S10113-017-1256-8.
- [12] O. Salguero, Espinoza Eduardo, and J. Deras, “La Integración Centroamericana y la Globalización Mundial,” *CALL FOR PAPERS*, 2019, Accessed: Dec. 14, 2020. [Online]. Available: [http://web-sieca.s3.amazonaws.com/comunicacion/CallForPapers_2019_Digital%20\(versi%C3%B3n%20final%20aprobada\).pdf#page=15](http://web-sieca.s3.amazonaws.com/comunicacion/CallForPapers_2019_Digital%20(versi%C3%B3n%20final%20aprobada).pdf#page=15)
- [13] F. W. Geels, B. Sovacool, T. Schwanen, and S. Sorrell, “Sociotechnical transitions for deep decarbonization,” *Policy Forum*, vol. 357, no. 6357, pp. 1242–1244, 2017.

- [14] J. Sachs, D. Moya, S. Giarola, and A. Hawkes, “Clustered spatially and temporally resolved global heat and cooling energy demand in the residential sector,” *Applied Energy*, vol. 250, pp. 48–62, Sep. 2019, doi: 10.1016/J.APENERGY.2019.05.011.
- [15] Instituto de Investigación Geológico y Energético (IIGE), “BALANCE ENERGÉTICO NACIONAL 2018,” Quito, 2018. Accessed: Dec. 14, 2020. [Online]. Available: <https://www.recursoyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2020/03/Balance-Energe%CC%81tico-Nacional-2018.pdf>
- [16] “AB 901 Regulation Development.” <https://www.lawinsider.com/documents/ia5rRSo0kGG#residential-sector> (accessed Dec. 07, 2020).
- [17] R. Gomelsky, “SUSTAINABLE ENERGY FOR ALL,” *Bid*, vol. 1, no. 1, p. 139, 2013, [Online]. Available: http://www.se4all.org/sites/default/files/Ecuador_RAGA_ES_Released.pdf
- [18] P. Chévez, “CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS URBANO-ENERGÉTICOS A PARTIR DE LA RENOVABLES EN EL SECTOR RESIDENCIAL,” 2017.
- [19] S. Pineda and E. Ortega, “ANÁLISIS TÉCNICO UNA HERRAMIENTA PARA TOMAR DECISIONES EN EL MERCADO DE VALORES,” Universidad de Córdoba, Córdoba, 2019. Accessed: Dec. 09, 2020. [Online]. Available: <https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/1721/monografia%20sara%20pineda%20enadis%20ortega.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [20] A. Picasso, S. Merello, Y. Ma, L. Oneto, and E. Cambria, “Technical analysis and sentiment embeddings for market trend prediction,” *Expert Systems with Applications*, vol. 135, pp. 60–70, Nov. 2019, doi: 10.1016/j.eswa.2019.06.014.
- [21] Ó. Elvira and J. Falgueras, *Análisis técnico: Cómo interpretar los gráficos bursátiles*. Profit Editorial, 2018. Accessed: Dec. 09, 2020. [Online]. Available: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=mKZyDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP8&dq=An%C3%A1lisis+T%C3%A9cnico&ots=TZFexsz4_9&sig=8oIIZx1lq qnYtOSsTGbqAcEQaK8#v=onepage&q=An%C3%A1lisis%20T%C3%A9cnico&f=false
- [22] J. M. Ávalos-Cerdas and A. Villalobos-Monge, “Análisis económico: un estudio de caso en *Jatropha curcas* L. mediante la metodología de presupuestos parciales,” *Agronomía Mesoamericana*, vol. 29, no. 1, p. 95, Jan. 2018, doi: 10.15517/ma.v29i1.27901.
- [23] E. Ortega, B. Martín, A. Ezquerro, and I. Otero, *Sistemas de Información Geográfica. Teoría y Práctica*. España: DEXTRA, 2016. Accessed: Dec. 08, 2020. [Online]. Available: <https://www.dextraeditorial.com/comprar/122/sistemas/informacion/geografica/teoria/practica/sistemas/informacion/geografica/georreferencia/cartografia/inteligente/cartografia/medio/rural/fundamentos/los/sig/geografia/>
- [24] D. Roye and R. Serrano Notivoli, *Introducción a los SIG con R*. Prensas de la Universidad de Zaragoza, 2019. Accessed: Nov. 08, 2021. [Online]. Available: <https://elibro.net/es/lc/utnorte/titulos/122173>

- [25] G. Receiving, *A Systematic View of Remote Sensing*. 2012. doi: 10.1016/b978-0-12-385954-9.00001-0.
- [26] L. S. Athanasiou, D. I. Fotiadis, and L. K. Michalis, “Propagation of Segmentation and Imaging System Errors,” in *Atherosclerotic Plaque Characterization Methods Based on Coronary Imaging*, Elsevier, 2017, pp. 151–166. doi: 10.1016/b978-0-12-804734-7.00008-7.
- [27] D. Coyle, “El producto interno bruto: Una historia breve pero entrañable,” 2017, Accessed: Dec. 06, 2020. [Online]. Available: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=58FHDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT6&dq=Producto+Interno+Bruto&ots=p2YRtix7pI&sig=QSMII0ijWXdqE2HBxIHhE9GXY9Q>
- [28] Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), “Proyecciones de la Población de la República del Ecuador,” Quito, 2012.
- [29] D. Bastidas and P. Medina, “Estimación de la Densidad Poblacional del Ecuador Continental I Introducción,” 2010.
- [30] J. Illingworth and F. Campaña, “Informe sobre Desarrollo Humano del Ecuador,” Quito, 2019.
- [31] J. Student, M. R. Kramer, and P. Steinmann, “Simulating emerging coastal tourism vulnerabilities: an agent-based modelling approach,” *Annals of Tourism Research*, vol. 85, p. 103034, Nov. 2020, doi: 10.1016/j.annals.2020.103034.
- [32] D. Moya, “Global decarbonisation pathways of the residential sector using a Geographical Information Systems approach and Agent-based modelling [Unpublished doctoral dissertation],” 2020.
- [33] Z. J. Zhao *et al.*, “Global climate damage in 2 °C and 1.5 °C scenarios based on BCC_SESM model in IAM framework,” *Advances in Climate Change Research*, vol. 11, no. 3, pp. 261–272, Sep. 2020, doi: 10.1016/j.accre.2020.09.008.
- [34] L. van Beek, M. Hajer, P. Pelzer, D. van Vuuren, and C. Cassen, “Anticipating futures through models: the rise of Integrated Assessment Modelling in the climate science-policy interface since 1970,” *Global Environmental Change*, vol. 65, p. 102191, Nov. 2020, doi: 10.1016/j.gloenvcha.2020.102191.
- [35] J. Sachs, “MUSE – A new global energy model,” 2016. <https://energyfutureslab.blog/2018/10/18/muse-a-new-global-energy-model/> (accessed Jun. 05, 2021).
- [36] R. Nepal, H. O. Musibau, and T. Jamasb, “Energy consumption as an indicator of energy efficiency and emissions in the European Union: A GMM based quantile regression approach,” *Energy Policy*, vol. 158, p. 112572, Nov. 2021, doi: 10.1016/J.ENPOL.2021.112572.
- [37] B. V. Ayodele, S. I. Mustapa, N. Mohammad, and M. Shakeri, “Long-term energy demand in Malaysia as a function of energy supply: A comparative analysis of Non-Linear Autoregressive Exogenous Neural Networks and Multiple Non-Linear Regression Models,” *Energy Strategy Reviews*, vol. 38, p. 100750, Nov. 2021, doi: 10.1016/J.ESR.2021.100750.

- [38] M. Ebrahimi and A. Keshavarz, "CCHP Evaluation Criteria," *Combined Cooling, Heating and Power*, pp. 93–102, Jan. 2015, doi: 10.1016/B978-0-08-099985-2.00003-2.
- [39] H. E. Ashkanani *et al.*, "Effect of Power Plant Capacity on the CAPEX, OPEX, and LCOC of the CO₂ Capture Process in Pre-Combustion Applications," *International Journal of Greenhouse Gas Control*, vol. 109, p. 103371, Jul. 2021, doi: 10.1016/J.IJGGC.2021.103371.
- [40] M. Bruck and P. Sandborn, "Pricing bundled renewable energy credits using a modified LCOE for power purchase agreements," *Renewable Energy*, vol. 170, pp. 224–235, Jun. 2021, doi: 10.1016/J.RENENE.2021.01.127.
- [41] P. Moulton and Y. Mao, "Enhancing Equipment Investment Decisions Using Equivalent Annual Cost," Jun. 2019, Accessed: Nov. 03, 2021. [Online]. Available: <https://ecommons.cornell.edu/handle/1813/70971>
- [42] M. S. Ziegler *et al.*, "Storage Requirements and Costs of Shaping Renewable Energy Toward Grid Decarbonization," *Joule*, vol. 3, no. 9, pp. 2134–2153, Sep. 2019, doi: 10.1016/J.JOULE.2019.06.012.
- [43] C. Navarro, *Epistemología y Metodología*, Primera. México: Grupo Editorial Patria, 2014. Accessed: Nov. 07, 2021. [Online]. Available: <https://editorialpatria.com.mx/pdf/files/9786074383188.pdf>
- [44] C. Cruz del Castillo, *Metodología de la investigación*, Primera. México: Grupo Editorial Patria, 2014. Accessed: Nov. 07, 2021. [Online]. Available: <https://editorialpatria.com.mx/pdf/files/9786074381498.pdf>
- [45] J. Cegarra, *Metodología de la investigación científica y tecnológica*, Díaz de Sa. Barcelona, 2004.
- [46] V. Villegas, *INVESTIGACION DE MERCADOS CUANTITATIVA Y CUALITATIVA*. España: DELTA, 2019.
- [47] G. Baena and P. Baena, *Metodología de la investigación Grupo Editorial Patria Sistema de aprendizaje en línea Metodología de la investigación*.
- [48] R. Hernández and C. Sayda, *El proceso de investigación científica*, 2nd ed. Habana: Editorial Universitaria, 2012.
- [49] C. Salazar and S. Castillo, *Fundamentos Básicos de Estadística*, Primera. 2018. Accessed: Nov. 07, 2021. [Online]. Available: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/13720/3/Fundamentos%20B%C3%A1sicos%20de%20Estad%C3%ADstica-Libro.pdf>
- [50] J. Meneses, *El cuestionario*. Catalunya: Universitat Oberta, 2016. Accessed: Nov. 08, 2021. [Online]. Available: <https://femrecerca.cat/meneses/publication/cuestionario/cuestionario.pdf>
- [51] M. B. Castañeda, A. Cabrera, and Y. Navarro, *Procesamiento de datos y análisis estadístico utilizando SPSS*. Porto Alegre: ediPUCRS, 2010. Accessed: Nov. 08, 2021. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/profile/Alberto-Cabrera/publication/261704346_Procesamiento_de_datos_y_analisis_estadistico_utilizando_SPSS_Un_libro_practico_para_investigadores_y_administradores_educativos/links/00b4953510e4a0dd01000000/Procesamiento-de-datos-y-

- analisis-estadisticos-utilizando-SPSS-Un-libro-practico-para-investigadores-y-administradores-educativos.pdf
- [52] “WorldPop :: DOI: 10.5258 / SOTON / WP00670.”
- [53] Secretaría Técnica Planifica Ecuador STPE, “Proyecciones y Estudios Demográficos,” 2017.
- [54] Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC, “Proyecciones de la Población de la República del Ecuador,” Oct. 2012.
- [55] Banco Central del Ecuador BCE, “Cuentas Cantonales (anuales),” 2019.
- [56] Banco Central del Ecuador BCE, “METODOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN ECONÓMICA ESTADÍSTICA MENSUAL,” May 2017.
- [57] J. Illingworth and F. Campaña, “Informe sobre Desarrollo Humano del Ecuador,” Quito, 2019.
- [58] Instituto Nacional de Estadística de Censos INEC, “Sistema Nacional de Información SNI,” 2010.
- [59] Ministerio de Educación, “Registro Administrativos AMIE (Estadísticas educativas de 2009-2020),” 2020.
- [60] T. e I. S. Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, “Estadísticas de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación.”
- [61] Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC, “Compendio Estadístico 2015,” 2015.
- [62] J. Illingworth and F. Campaña, *INFORME SOBRE EL DESARROLLO HUMANO DEL ECUADOR*, Fundación. Quito, 2019.
- [63] J. Illingworth and F. Campaña, *INFORME SOBRE EL DESARROLLO HUMANO DEL ECUADOR*, Fundación. Quito, 2019.
- [64] Secretaría Técnica Planifica Ecuador STPE, “Proyecciones y Estudios Demográficos,” 2017.
- [65] SEDAC, “Downloads » Global 1-km Downscaled Population Base Year and Projection Grids Based on the SSPs, v1.01: Population Dynamics | SEDAC.” <https://sedac.ciesin.columbia.edu/data/set/popdynamics-1-km-downscaled-pop-base-year-projection-ssp-2000-2100-rev01/data-download#> (accessed Jul. 19, 2021).
- [66] International Institute for Applied Systems Analysis, “SSP Database,” 2018. <https://tntcat.iiasa.ac.at/SspDb/dsd?Action=htmlpage&page=30> (accessed Jul. 19, 2021).
- [67] Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), “Encuesta de Estratificación del Nivel Socioeconómico NSE 2011,” Dec. 2011.
- [68] G. Heredia, “ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SERVICIO DE MICROSEGUROS PARA FAMILIA DE BAJOS RECURSOS EN LA CIUDAD DE QUITO A TRAVÉS DE LAS ORGANIZACIONES DE LA ECONOMÍA POPULAR Y SOLIDARIA ,” Universidad Internacional del Ecuador, Quito, 2016.
- [69] “WorldPop :: DOI: 10.5258 / SOTON / WP00670.”
- [70] Cero Grados, “Bomba de calor a gas,” *Cero Grados*. <https://0grados.com.mx/bomba-de-calor-a-gas/> (accessed Oct. 16, 2021).

- [71] Saunier Duval, “Funcionamiento de la bomba de calor para calefacción y agua caliente - caloryfrio.com.” <https://www.caloryfrio.com/calefaccion/bomba-de-calor/bomba-de-calor.html> (accessed Oct. 16, 2021).
- [72] Electric Heating Company, “Efficient Electric Boiler Range .” <https://www.electric-heatingcompany.co.uk/electric-boilers/> (accessed Oct. 16, 2021).
- [73] S. Manitas, “¿Cómo elegir una caldera eléctrica?” <https://www.manomano.es/consejos/como-elegir-una-caldera-electrica-3628> (accessed Oct. 16, 2021).
- [74] Worcester Bosch, “Hydrogen Boiler.” <https://www.worcester-bosch.co.uk/hydrogen> (accessed Oct. 16, 2021).
- [75] Grupo Novelec, “Calderas de gas: funcionamiento y tipos.” <https://blog.gruponovelec.com/fontaneria-y-gas/calderas-gas-funcionamiento-tipos/> (accessed Oct. 16, 2021).
- [76] “GS Series High Wall Heat Pump - Hubands Energy.” <https://hubands.co.nz/Products/gs-series-high-wall-heat-pump> (accessed Nov. 05, 2021).
- [77] Forbes Advisor, “Types of Home Heating Systems.” <https://www.forbes.com/advisor/home-improvement/home-heating-systems/> (accessed Oct. 16, 2021).
- [78] S. Foster, J. Love, and Walker Ian, “Heat Pumps in District Heating.” Accessed: Oct. 16, 2021. [Online]. Available: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/502500/DECC_Heat_Pumps_in_District_Heating_-_Final_report.pdf
- [79] IEA, “Bombas de calor en sistemas de calefacción y refrigeración de distrito,” Nov. 17, 2020. <https://www.iea.org/articles/heat-pumps-in-district-heating-and-cooling-systems> (accessed Oct. 16, 2021).
- [80] EIA, “Energy Explained - U.S. Energy Information Administration (EIA).” https://www.eia.gov/energyexplained/index.php?page=oil_homem (accessed Oct. 13, 2021).
- [81] D. Robles, “Vista de Factor de emisión de CO₂ debido a la generación de electricidad en el Ecuador durante el periodo 2001-2014.” <https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/view/269/270> (accessed Oct. 13, 2021).
- [82] Course Hero, “Emission_Factors_from_Cross_Sector_Tools_March_2017.xlsx - WORKBOOK TITLE Stationary Combusion Stationary Combusion Stationary Combusion TABLE Table 1.” <https://www.coursehero.com/file/49003237/Emission-Factors-from-Cross-Sector-Tools-March-2017xlsx/> (accessed Oct. 13, 2021).
- [83] A. Posso, P. Melo, G. Fernandez, S. Flores, and L. Haro, “FACTOR DE EMISIÓN DE CO₂ DEL SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO DE ECUADOR,” 2020. Accessed: Oct. 13, 2021. [Online]. Available: <https://www.ambiente.gob.ec/wp->

- content/uploads/downloads/2020/11/factor_de_emision_de_co2_del_sistema_nacional_interconectado_de_ecuador_-_informe_2019.pdf
- [84] Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero, “PRECIOS COMBUSTIBLES.” <https://www.controlhidrocarburos.gob.ec/precios-combustibles/> (accessed Oct. 13, 2021).
- [85] J. Diego Hernández, “Sobre el uso adecuado del coeficiente de correlación de Pearson: definición, propiedades y suposiciones On the proper use of the Pearson correlation coefficient: definitions, properties and assumptions,” vol. 37, 2018, Accessed: Nov. 10, 2021. [Online]. Available: <https://orcid.org/0000-0003->
- [86] B. L. Weathington, C. J. L. Cunningham, and D. J. Pittenger, “Appendix B: Statistical Tables,” *Understanding Business Research*, pp. 435–483, Aug. 2012, doi: 10.1002/9781118342978.APP2.

ANEXOS

ANEXO 1. Cuestionario para la encuesta sobre el consumo de energía en el sector residencial del Ecuador.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ENERGÍA RESIDENCIAL

Encuesta sobre el consumo de energía en el sector residencial del Ecuador

Estimado/a encuestado/a:

Reciba un cordial saludo de parte de los estudiantes en proceso de titulación e investigadores de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

El propósito de esta encuesta es comprender el estado actual del consumo de energía en los hogares del Ecuador y evaluar la forma en cómo se realiza el mantenimiento o adquisición de sistemas o equipos de calefacción y ventilación de hogares. Los datos recopilados en esta encuesta son solo para fines de investigación académica. El tiempo de la encuesta es de aproximadamente 10 minutos. Su valiosa opinión será la clave del éxito de este estudio. De ante mano le quedamos muy agradecidos.

Información:

Nombres:	Apellidos:
Género: Masculino <input type="checkbox"/> Femenino <input type="checkbox"/>	Discapacidad: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Nacionalidad: Ecuatoriano/a: <input type="checkbox"/> Extranjero: <input type="checkbox"/>	
Provincia:	Cantón:
Parroquia:	

Instrucción: Pinte o marque la respuesta en las cuadrículas

1. ¿En qué rango de edad se encuentra? [Opción única]

18-28 años 29-50 años 50 años o más

2. ¿Cuál es su ocupación actual?

- Personal de institución pública o gubernamental.
- Gerentes (directores ejecutivos, gerentes comerciales, gerentes industriales, gerentes de hotelería)
- Profesionales (ciencia e ingeniería, salud, docencia, negocios, ITC, social)

- Técnicos y profesionales asociados (Ciencia e ingeniería, salud, docencia, negocios, TIC, social)
- Trabajadores de apoyo administrativo (servicios al cliente, Empleados de registro numérico y de materiales)
- Trabajadores de servicio y ventas (servicios personales, ventas, cuidado personal, servicios de protección)
- Trabajadores cualificados de la agricultura, la silvicultura y la pesca (jardineros, ganaderos, agricultores, pescadores, cazadores, recolectores)
- Trabajadores artesanales y afines (oficios de maquinaria/ metal, artesanía, impresión, electricidad, procesamiento de alimentos, trabajo de madera)
- Operadores y ensambladores de plantas y máquinas
- Ocupaciones elementales (limpiadores, ayudantes, jornaleros agrícolas, ayudantes)
- Ocupaciones de las fuerzas armadas y la policía nacional
- Estudiante

Escriba la provincia y el cantón al que pertenece.

3. Provincia:

4. Cantón:

5. ¿Cuántas personas viven en su hogar (en la cantidad debe incluirse usted)?

[Opción única]

- 1 persona 2 personas 3 personas
 4 personas 5 personas 6 o más personas

6. ¿Cuál es el nivel de educación de los integrantes de su familia? [Opción de matriz múltiple]

Si son más de 6 integrantes, considerar los niveles de educación más altos que alcanzaron los integrantes de su familia.

	Educación Primaria y por debajo	Educación Secundaria	Universidad y Pregrado	Postgrado (Maestría y Doctorado)
Integrante 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Integrante 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Integrante 3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Integrante 4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Integrante 5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Integrante 6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7. ¿Cuántos niños existen en su hogar (personas que viven juntas menores a 18 años)? [Opción única]

- No hay niños 1 niño 2 niños
 3 niños 4 niños 5 niños
 6 o más niños

8. ¿Cuántos adultos existen en su hogar (personas que viven juntas mayores a 18 años)? [Opción única]

- 1 adulto 2 adultos 3 adultos
 4 adultos 5 adultos 6 o más adultos

9. ¿Cuál es el rango de salarios mensuales de cada adulto con un ingreso fijo en su familia? [Opción de matriz múltiple]

Si por razones de tercera edad, estar cursando la universidad, discapacidad u otras razones la persona adulta no tiene salario mensual, considerar la opción menos de 200\$.

	Menos de 200 \$	200-500 \$	500-1000 \$	1000-300 \$	Más de 300 \$
Adulto 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adulto 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adulto 3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adulto 4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adulto 5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adulto 6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

10. ¿En qué zona vive su familia? [Opción única]

- Área urbana (Ciudad)

Ciudad suburbana (en los alrededores de la ciudad)

Área rural (Campo)

11. ¿En qué tipo de vivienda habita su familia? [Opción única]

Casa Unifamiliar

Edificio Multifamiliar

Edificio residencial urbano de gran altura (más de 7 pisos en total)

Edificio residencial urbano de poca altura (3-6 pisos en total)

Conjunto Residencial

Rancho

Cuarto(s) en casa de inquilinato

Mediagua

Choza

Otra vivienda Particular

12. ¿En qué tipo de propiedad se ubica la casa de su familia? [Opción única]

Propia y totalmente pagada

Prestada o cedida (no paga)

Propia y está pagando

Arrendada

Propia (regalada, donada, heredada o por pensión)

13. ¿Qué equipos o sistemas se utilizan en su hogar para ventilación de espacios?

[Opción múltiple]

Aire acondicionado fijo

Aire acondicionado portátil

Ventiladores

Enfriadores de aire

Ventilación mecánica o inteligente

Sistema aerotérmico de ventilación

Aire acondicionado solar

Refrigeración evaporativa

Refrigeración bioclimática

Otros

Ninguno

14. ¿Qué equipos o sistemas se utilizan en su hogar para calefacción de espacios?

[Opción múltiple]

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Calefacción centralizada | <input type="checkbox"/> Calefactores eléctricos |
| <input type="checkbox"/> Chimeneas y estufas térmicas | <input type="checkbox"/> Emisor térmico y calor azul |
| <input type="checkbox"/> Radiadores de agua | <input type="checkbox"/> Suelo térmico por agua |
| <input type="checkbox"/> Suelo radiante eléctrico | <input type="checkbox"/> Bomba de Calor |
| <input type="checkbox"/> Acumuladores de calor | <input type="checkbox"/> Otros |
| <input type="checkbox"/> Ninguno | |

15. ¿Qué equipos utilizan en su hogar para calentamiento de agua? [Opción

múltiple]

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Estufa de gas | <input type="checkbox"/> Estufa de leña |
| <input type="checkbox"/> Estufa de carbón | <input type="checkbox"/> Hervidor eléctrico |
| <input type="checkbox"/> Cocina de inducción | <input type="checkbox"/> Olla a presión eléctrica |
| <input type="checkbox"/> Calefón a gas | <input type="checkbox"/> Calefón eléctrico |
| <input type="checkbox"/> Calefón solar | <input type="checkbox"/> Ducha eléctrica |
| <input type="checkbox"/> Otros | <input type="checkbox"/> No caliente agua |

16. ¿Cuáles son los equipos que utilizan en su hogar para cocinar? [Opción

múltiple]

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Estufa de gas | <input type="checkbox"/> Estufa de leña |
| <input type="checkbox"/> Estufa de carbón | <input type="checkbox"/> Cocina de inducción |
| <input type="checkbox"/> Hervidor eléctrico | <input type="checkbox"/> Olla a presión eléctrica |
| <input type="checkbox"/> Otros | <input type="checkbox"/> No cocino |

17. ¿Cuánto fue la tarifa mensual que pago por el consumo de luz eléctrica y/o

tanques de gas domésticos en 2020? [Opción de matriz múltiple]

	Menos de 5\$	5-10 \$	10-20 \$	20-40 \$	40-80 \$	80-100 \$	Más de 100 \$
Factura mensual de menor consumo de luz eléctrica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Factura mensual de mayor consumo de luz de	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

luz eléctrica							
Pago mensual por el consumo de tanques de gas doméstico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

18. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar solo por el mantenimiento o instalación de un equipo o sistema de calefacción y/o ventilación en su hogar? [Opción de matriz múltiple]

	Por debajo de 50 \$	50-100 \$	100-300 \$	300-700 \$	700- 1000 \$	Más de 1000 \$
Mantenimiento del equipo y/o sistema de calefacción o ventilación que tiene actualmente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Instalación de un nuevo equipo y/o sistema de calefacción o ventilación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

19. ¿Qué característica consideraría al adquirir o renovar un sistema o equipo de calefacción y/o ventilación para su hogar? [Opción única]

- Me gustaría volver a comprar el mismo sistema de calefacción y/o ventilación que tengo ahora si puedo.
- No me importa qué tipo de sistema de calefacción y/o ventilación tenga, siempre que utilice el mismo combustible o mismo sistema de electricidad.
- No me importa qué tipo de sistema de calefacción y/o ventilación compro, siempre que esté seguro de que funciona.
- No me importa qué tipo de sistema de calefacción y/o ventilación compro, consideraría nuevas opciones que no he visto funcionar antes, siempre y cuando tengan una garantía del fabricante.

No aplica. No podría elegir qué sistema de calefacción y/o ventilación comprar porque el propietario o el administrador del edificio toma esa decisión por mi hogar.

20. ¿Qué tiempo sería adecuado para la instalación de un sistema de calefacción y/o ventilación? [Opción de matriz multiple]

	1/2 día o menos	1 día	2 días	3 días o más
Sistema de Calefacción	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sistema de Ventilación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

21. Ordene las características que usted tomaría cuenta al modernizar y dar mantenimiento a su actual sistema o equipo descompuesto de calefacción y/o ventilación según la importancia que usted consideraría:

- a. Me gustaría mejorar la eficiencia del sistema o equipo actual.
- b. Seleccionaría el mantenimiento del sistema o equipos con el costo más bajo disponible.
- c. Seleccionaría un costo de mantenimiento más alto siempre que me resulte en un costo de funcionamiento anual más bajo (es decir, uso de combustible / electricidad, cargos mensuales, mantenimiento anual); pagaría la diferencia en 3 años.
- d. Seleccionaría dar mantenimiento con un costo más alto siempre que me resulte en un costo de funcionamiento anual más bajo (es decir, uso de combustible / electricidad, cargos mensuales, mantenimiento anual); pagaría la diferencia en 6 años.
- e. Seleccionaría un costo de mantenimiento más alto siempre que me resulte en un costo de funcionamiento anual más bajo (es decir, uso de combustible / electricidad, cargos mensuales, mantenimiento anual); pagaría la diferencia durante la vida útil del sistema.
- f. Busco reducir el impacto ambiental al usar el equipo mantenido.
- g. Consideraría cualquier otro costo adicional para el sistema (es decir, intereses pagados sobre la inversión inicial si se trata de un préstamo, seguro, depreciación).
- h. Seleccionaría dar mantenimiento siempre que me resulte que el costo de funcionamiento anual es más bajo (es decir, uso de combustible/electricidad, cargos mensuales, mantenimiento anual).

Ordene del más importante al menos importante según su criterio las letras:

1 ^o lugar	2 ^o lugar	3 ^o lugar	4 ^o lugar	5 ^o lugar	6 ^o lugar	7 ^o lugar	8 ^o lugar

22. Ordene las características que usted tomaría en cuenta al adquirir un nuevo sistema o equipo de calefacción y/o ventilación para su hogar según la importancia que usted consideraría:

Ordene del más importante al menos importante según su criterio

- a. Me gustaría mejorar la eficiencia del sistema o equipo actual
- b. Compararé el sistema o equipo con un costo de instalación inicial más bajo de los disponibles en ferreterías y locales comerciales.
- c. Seleccionaría un sistema o equipo nuevo con un costo de instalación más alto siempre que tenga un costo de funcionamiento anual más bajo (es decir, uso de combustible / electricidad, cargos mensuales, mantenimiento anual); pagaría la diferencia en 3 años.
- d. Seleccionaría un sistema o equipo nuevo con un costo de instalación más alto siempre que tenga un costo de funcionamiento anual más bajo (es decir, uso de combustible / electricidad, cargos mensuales, mantenimiento anual); pagaría la diferencia en 6 años.
- e. Seleccionaría un sistema o equipo nuevo con un costo de instalación más alto siempre que tenga un costo de funcionamiento anual más bajo; pagaría la diferencia durante la vida útil del sistema
- f. Busco reducir el impacto ambiental al usar un sistema o equipo nuevo
- g. Consideraría cualquier otro costo adicional para el sistema o equipo (es decir, intereses pagados sobre la inversión inicial si se trata de un préstamo, seguro, depreciación)
- h. Compararé el sistema o equipo con el costo de funcionamiento anual más bajo (es decir, uso de combustible / electricidad, cargos mensuales, mantenimiento anual)

Ordene del más importante al menos importante según su criterio las letras:

1 ^o lugar	2 ^o lugar	3 ^o lugar	4 ^o lugar	5 ^o lugar	6 ^o lugar	7 ^o lugar	8 ^o lugar

23. Contemplando las 3 primeras características más importantes que consideró al ordenar en las preguntas 21 y 22. ¿Cómo toma su decisión final al adquirir un nuevo sistema o equipo de calefacción y/o ventilación? [Opción única]

Seleccione el sistema o equipo que tenga la mejor calificación en mi primer criterio solamente.

Selecciono todos los sistemas o equipos similares considerando el mejor en mi primer criterio, y luego tomo una decisión final entre estos sistemas en base a mi segundo y tercer criterio.

Pongo todos mis 3 criterios por igual al tomar la decisión final.