

	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA GESTIÓN DE BIBLIOTECAS						
	CARTA DE AUTORIZACIÓN						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-06	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 2

Neiva, 19 de enero de 2022

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Neiva

El (Los) suscrito(s):

Mayra Alejandra Perdomo Garcia, con C.C. No. **1.087.997.119**,

Claudia Liliana Quintero Ibagón, con C.C. No. **1.088 326.619**,

Autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado titulado **Prospectiva del desarrollo energético sostenible en el departamento del Huila al año 2030** presentado y aprobado en el año **2021** como requisito para optar al título de **Magister en administración de empresas**;

Autorizamos al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
GESTIÓN DE BIBLIOTECAS



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 2

EL AUTOR/ESTUDIANTE: **Claudia Liliana Quintero Ibagón** EL AUTOR/ESTUDIANTE: **Mayra Alejandra Perdomo García**

Claudia L. Quintero I.

Firma: _____

Mayra A. Perdomo G.

Firma: _____

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: _____

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: _____

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA GESTIÓN DE BIBLIOTECAS					   	
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 3

TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: Prospectiva del desarrollo energético sostenible en el departamento del Huila al año 2030.

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Quintero Ibagón	Claudia Liliana
Perdomo García	Mayra Alejandra

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Andrade Navia	Juan Manuel

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Magister en administración de empresas

FACULTAD: Economía y Administración

PROGRAMA O POSGRADO: Maestría en Administración de Empresas

CIUDAD: Neiva **AÑO DE PRESENTACIÓN:** 2022 **NÚMERO DE PÁGINAS:** 225

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas X Fotografías___ Grabaciones en discos___ Ilustraciones en general___ Grabados___
 Láminas___ Litografías___ Mapas X Música impresa___ Planos___ Retratos___ Sin ilustraciones___ Tablas
 o Cuadros X.

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA GESTIÓN DE BIBLIOTECAS						
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	2 de 3

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento:

MATERIAL ANEXO: Ábaco De Régnier, El método MACTOR, Matriz de influencia Directa Actores por Objetivos, SMIC PRO - Sistema de matrices de impactos cruzados.

PREMIO O DISTINCIÓN *(En caso de ser LAUREADAS o Meritoria):*

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. Prospectiva	Prospective	6. Digitalización	Digitization
2. Sostenibilidad energética	Energy sustainability	7. Generación	Generation
3. Competitividad	Competitiveness	8. Transformación	Transformation
4. Descarbonización	Decarbonization	9. Distribución	Distribution
5. Energía renovable	Renewable energy	10. Comercialización	Commercialization

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

El propósito del trabajo se centra en realizar un estudio prospectivo del desarrollo energético sostenible en el departamento del Huila al año 2030, como respuesta a los grandes retos que enfrenta el sector eléctrico ante los cambios disruptivos en referencia a variaciones climáticas, acciones políticas y avances tecnológicos. Aunado a lo anterior, el marco teórico está constituido por los estudios, conceptualizaciones, métodos y herramientas analíticas, de la escuela de prospectiva voluntarista francesa desarrollada por Michel Godet, José Mojica, Peter Schwartz y se complementa con las normatividades del sector eléctrico y entes reguladores como la comisión de regulación de energía y Gas – CREG y la Unidad de Planeación Minero-Energética- UPME.

Por lo anteriormente enunciado, se realiza análisis de estado de arte, verificación de tendencias del sector eléctrico enfocadas en los cuatro eslabones de la cadena del sistema eléctrico, los cuales son generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, análisis de variables estratégicas y estructural utilizando diferentes herramientas prospectivas como MIC-MAC y el Ábaco de François Régnier, Juego de actores mediante el método MACTOR, Construcción de escenarios y análisis de las probabilidades mediante SMIC PROB. Posteriormente se diseñan las estrategias, a través del análisis de la Matriz IGO con el fin de lograr los escenarios propuestos.

	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA GESTIÓN DE BIBLIOTECAS						
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	3 de 3

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

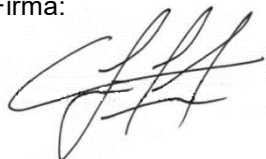
The purpose of paper is focused on carrying out a prospective study of sustainable energy development in the department of Huila by the year 2030, in response to the great challenges faced by the electricity sector in the face of disruptive changes in reference to climatic variations, political actions and advances. technological. In addition to the above, the theoretical framework is made up of the studies, conceptualizations, methods and analytical tools of the French voluntarist prospective school developed by Michel Godet, José Mojica, Peter Shwartz and is complemented by the regulations of the electricity sector and regulatory entities such as the Energy and Gas Regulation Commission - CREG and the Mining-Energy Planning Unit - UPME.

For the above, state of the art analysis is carried out, verification of trends in the electricity sector focused on the four links of the electricity system chain, which are generation, transmission, distribution and commercialization of electric energy, analysis of strategic variables and structural using different prospective tools such as MIC-MAC and François Régnier's Abacus, Game of actors using the MACTOR method, Scenario construction and probability analysis using SMIC PROB. Subsequently, the strategies are designed, through the analysis of the Matriz IGO in order to achieve the proposed scenarios.

APROBACION DE LA TESIS

Nombre presidente Jurado: Fernando Adolfo Fierro Celis

Firma:



Nombre Jurado: Sergio Santos Sánchez

Firma:



Nombre Jurado: Francisco Bernal Cerquera

Firma:



Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

**Prospectiva del desarrollo energético sostenible en el departamento del Huila al año
2030**

Claudia Liliana Quintero Ibagón

Mayra Alejandra Perdomo García

Universidad Surcolombiana

Facultad de Economía y Administración

Maestría en Administración de Empresas

Noviembre 2021

**Prospectiva del desarrollo energético sostenible en el departamento del Huila al año
2030**

Claudia Liliana Quintero Ibagón

Mayra Alejandra Perdomo García

Universidad Surcolombiana

Facultad de Economía y Administración

Maestría en Administración de Empresas

PhD. Juan Manuel Andrade Navia

Noviembre 2021

Tabla de contenido

Resumen	10
Abstract	11
Introducción	13
1. Formulación del Problema.....	15
1.1. Descripción del Problema	15
1.2. Antecedentes.....	17
1.3. Pregunta de Investigación.....	19
1.3.1. Pregunta general.....	19
1.3.2. Preguntas específicas.....	19
1.4. Objetivos	20
1.4.1. Objetivo general	20
1.4.2. Objetivos específicos	20
1.5. Justificación.....	21
1.6. Amplitud y Delimitación del Problema y Alcances del Proyecto de Investigación	22
2. Marcos de Estudio.....	23
2.1. Revisión de la literatura y estado del arte	23
2.2. Marco teórico	29
2.2.1. Prospectiva	29
2.2.1.1. La prospectiva y el pensamiento estratégico.....	32
2.2.1.2. Tipos de prospectiva	34
2.2.1.3. Tendencias.....	34
2.2.1.4. Variables	35
2.2.1.5. Actores	36
2.2.1.6. Escenarios	36
2.2.1.7. Estrategias	37
2.2.1.8. Modelo prospectivo	38
2.2.2. Sostenibilidad	42
2.2.2.1. Trilema de sostenibilidad energética.	43
2.3. Marco Conceptual.....	45

2.3.1. Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE)	45
2.3.2. Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER)	45
2.3.3. Transición Energética	46
2.3.4. La Triple Transición Energética.....	46
2.4. Marco Contextual	46
2.5. Marco Legal	46
2.5.1. Ley 1715 de 2014.....	47
2.5.2. Decreto 2143 de 2015.....	47
2.6 Síntesis del Contexto Teórico General	48
3. Aspectos Metodológicos	49
a. Naturaleza Científica del Presente Estudio.....	49
b. Interdisciplinariedad	50
c. Multicomplementariedad	50
d. Diacronía, Sincronía y Prospectiva	51
e. Método de Investigación.....	52
f. Tipos de Investigación	54
g. Técnicas de Investigación	55
h. Validez de la Investigación	55
i. Método a Seguir Para Cada Objetivo Específico	58
j. Esquema General del Proceso de Investigación.....	59
4. Diagnóstico y Tendencias	60
4.1. Diagnostico	60
4.1.1. Estructura del Sector Eléctrico Nacional	60
4.1.2. Estructura del Sector Eléctrico Departamental	62
4.1.3. Generación Eléctrica	62
4.1.4. Transmisión	63
4.1.5. Distribución	65
4.1.6. Comercialización	66
4.1.7. Expansión de la Red	67
4.1.8. Análisis Competitivo a partir de las Fuerzas de Porter	68
4.1.8.1. <i>Entrada potencial de Nuevos Competidores</i>	69
4.1.8.2. <i>Poder de negociación de los proveedores</i>	70
4.1.8.3. <i>Poder de Negociación de los Clientes</i>	70

4.1.8.4. Rivalidad entre empresas competidoras.....	71
4.1.8.5. Desarrollo potencial de Productos Sustitutos.....	71
4.1.9. Diagnóstico Interno de la Electrificadora del Huila	72
4.2. Análisis del Entorno	74
4.2.1 Entorno Político.....	74
4.2.1.1. Regulación.....	75
4.2.1.2. Estructura tarifaria.....	76
4.2.1.3. Normatividad	79
4.2.1.4 Interconexiones	80
4.2.1.5. Colombia y la transición energética.....	81
4.2.1.6. Energías renovables	82
4.2.2 Entorno Económico	83
4.2.2.1. Crecimiento de la economía colombiana	83
4.2.2.2. Calidad del servicio	85
4.2.2.3 Eficiencia energética	87
4.2.2.4. Impactos económicos significativos	87
4.2.2.5. Gestión de la demanda	88
4.2.2.6. Eficiencia del uso del recurso	89
4.2.2.7. Reducción de pérdida de energía	90
4.2.3 Entorno Ambiental	91
4.2.3.1 Energía y cambio climático	91
4.2.3.2 Cambio climático en Colombia	93
4.2.3.3 Sistema interconectado colombiano.....	94
4.2.3.4. Compromisos ambientales del operador de red departamental	95
4.2.4 Entorno social	97
4.2.4.1. La Energía y la pobreza.....	97
4.2.4.2. Subsidios, impuestos y contribuciones	98
4.2.4.3. Operador de red del departamento del Huila y la comunidad	99
4.2.4.4. Estrategia de Comunicaciones	100
4.2.5 Entorno tecnológico	103
4.2.5.1. Colciencias y la UPME	103
4.2.5.2. El futuro y las nuevas tecnologías	104
4.2.5.3. Principales fuentes de generación	105

4.2.5.4. <i>Proyección departamental</i>	105
4.2.6 Entorno cultural	106
4.2.6.1. <i>Cultura energética</i>	106
4.2.6.2. <i>Beneficios para los consumidores</i>	107
4.3. Tendencias del Sector Energético	107
4.3.1. Generación de Energía Eléctrica	108
4.3.1.1. <i>Energía Solar</i>	108
4.3.1.2. <i>Energía Eólica</i>	109
4.3.1.3 <i>Energía Geotérmica</i>	109
4.3.1.4. <i>Energía del Hidrógeno</i>	110
4.3.1.5. <i>Energía Marina</i>	111
4.3.1.6 <i>Biomasa</i>	112
4.3.1.7 <i>Energía nuclear</i>	113
4.3.1.8. <i>SmartFlower</i>	114
4.3.1.9. <i>Biodiesel de aguas residuales con microalgas</i>	114
4.3.1.10. <i>Eólico off-shore</i>	115
4.3.1.11. <i>Almacenamiento de Energía</i>	116
4.3.1.12. <i>Uso racional de la energía</i>	117
4.3.1.13. <i>Construcciones Sostenibles</i>	117
4.3.2 Transmisión de energía eléctrica	118
4.3.2.1 <i>Energía Inalámbrica</i>	118
4.3.2.2. <i>Expansión del sistema de transmisión</i>	119
4.3.2.3. <i>Interconexiones internacionales</i>	119
4.3.2.4. <i>Nanotecnologías</i>	120
4.3.3 Distribución de Energía Eléctrica	121
4.3.3.1 <i>Mejoramiento de infraestructura</i>	121
4.3.3.2. <i>Reposición de equipos en subestaciones</i>	121
4.3.3.3. <i>Sistema de Gestión de Medida</i>	121
4.3.3.4. <i>Automatización de subestaciones y redes</i>	122
4.3.3.5. <i>Infraestructura de medida avanzada (AMI)</i>	122
4.3.3.6. <i>Smart Grids</i>	122
4.3.3.7. <i>Big Data – Analítica</i>	123
4.3.4 Comercialización de energía eléctrica	124

4.3.4.1. Consumo de energías limpias.....	124
4.3.4.2. Vehículos eléctricos	124
4.3.4.3. Electrolineras o Puntos de Carga Eléctrica	125
4.3.4.4. Equipos de medida prepago	125
4.3.4.5. Domótica	126
4.3.4.6. Eficiencia energética.....	126
4.4. Síntesis de los factores de cambio e inercia	127
4.5. Variables Estratégicas	130
4.5.1. Ábaco de REGNIER sector energético del departamento del Huila	131
4.5.2. MIC MAC	135
4.5.2.1. Mapa de Dependencia Influencia Directa	136
4.5.2.2. Comparación y selección de variables	147
4.6. Análisis de actores.....	151
4.6.1. Formulación de Objetivos estratégicos de las variables	156
4.6.2. Variables influyentes según el análisis MACTOR	157
4.7. Diseño de escenarios.....	168
4.8. Hipótesis	170
4.9. Análisis morfológico.	174
4.9.1. Descripción De Escenarios	188
4.10. Probabilidades – Smic Prob	195
4.11. Matriz IGO (Importancia Y Gobernabilidad).....	202
4.11.1. Matriz de Importancia y Gobernabilidad	202
5. Conclusión	210
Referencias Bibliográficas	213
Anexos	220
Anexo 1. Ábaco De Régnier	220
Anexo 2. El método MACTOR (Método, Actores, Objetivos, Resultados de Fuerza).....	222
Anexo 3. Matriz de influencia Directa Actores por Objetivos.....	224
Anexo 4. SMIC PRO (sistema de matrices de impactos cruzados)	225

Índice de tablas

Tabla 1 Evaluación y validez de la investigación.....	56
Tabla 2 Metodología a seguir.....	58
Tabla 3 Síntesis de los factores de cambio e inercia.....	127
Tabla 4 Escala de calificación – codificación colorimetrica del Ábaco de Regnier.....	132
Tabla 5 Resultado de priorización de factores	131
Tabla 6 Abreviación de variables para análisis MIC-MAC	135
Tabla 7 Variables resultado de las herramientas implementadas	148
Tabla 8 Variables finales.....	148
Tabla 9 Descripción de actores	151
Tabla 10 Objetivos por variable	156
Tabla 11 Actores MACTOR.....	157
Tabla 12 Diseño de Escenarios.....	168
Tabla 13 Hipótesis	170
Tabla 14 Escenario 1. Deseable “Sostenibilidad Energética”.....	175
Tabla 15 Escenario 2. Probable “Nuevo Horizonte Energético”	178
Tabla 16 Escenario 3. Probable “Incidencia De Crisis Post-pandemia En El Sector Energético” ..	181
Tabla 17 Escenario 4. Tendencial “Generando y Transmitiendo Buena Energía”	184
Tabla 18 Probabilidades simples.....	195
Tabla 19 Probabilidades si realización	196
Tabla 20 Probabilidades no realización.....	198
Tabla 21 Variable No.1 Generación de energía solar fotovoltaica.....	202
Tabla 22 Variable No. 2 Almacenamiento de Energía	204
Tabla 23 Variable No. 3 Mejoramiento de infraestructura.....	205
Tabla 24 Variable No. 4 Big Data – Analítica	206
Tabla 25 Variable No. 5 Sistema de Gestión de Medida	207
Tabla 26 Variable No. 6 Electrolineas o Puntos de Carga Eléctrica	208

Índice de ilustraciones

Figura 1 Producción de electricidad anual en 2013, 2020, 2040 y 2050.....	24
Figura 2 El triángulo de la prospectiva estratégica (diseñado en 1985)	31
Figura 3 El enfoque integral de la prospectiva estratégica	33
Figura 4 Modelo de mayor complejidad.....	38
Figura 5 Matriz DOFA. En “Concepto y modelo de la prospectiva estratégica”	41
Figura 6 Adaptación, Ábaco de François Régnier.....	42
Figura 7 Trilema de Sostenibilidad Energética.....	43
Figura 8 Etapas del método de investigación	53

Figura 9 Esquema del proceso de Investigación	59
Figura 10 Estructura del sector	60
Figura 11 Participación en Sistema de Transmisión Nacional	64
Figura 12 Modelo de las 5 fuerzas de Porter del análisis competitivo	69
Figura 13 Principales Accionistas del Operador de Red Departamento del Huila	73
Figura 14 Cobertura en el departamento del Huila	73
Figura 15 Esquema Institucional del Sector	75
Figura 16 Determinación tarifa (costo servicio) Res. CREG 119 de 2007	76
Figura 17 Mapa de Dependencia Influencia Directa	136
Figura 18 Mapa de Dependencia directa – variables seleccionadas	140
Figura 19 Grafica de Influencia Directa 25%	141
Figura 20 Mapa de Dependencia indirecta	143
Figura 21 Grafica de Influencia Indirecta 25%	144
Figura 22 Mapa de desplazamiento	146
Figura 23 Matriz de influencias directas MACTOR	159
Figura 24 Histograma de relaciones de fuerza	160
Figura 25 Histograma de la movilización de los actores sobre los objetivos	161
Figura 26 Balance de posiciones por objetivos APRO-POTEN	163
Figura 27 Balance de posiciones por objetivos MASIF - MEJ	164
Figura 28 Balance de posiciones por objetivos TRANS-SIST	165
Figura 29 Gráfico de convergencia entre actores	166
Figura 30 Gráfico de divergencia entre actores	167
Figura 31 Histograma de probabilidad de escenarios	200
Figura 32 Plano Cartesiano – Importancia – Gobernabilidad	202

Resumen

El propósito del presente trabajo se centra en realizar un estudio prospectivo del desarrollo energético sostenible en el departamento del Huila al año 2030, como respuesta a los grandes retos que enfrenta el sector eléctrico ante los cambios disruptivos en referencia a variaciones climáticas, acciones políticas y avances tecnológicos. Aunado a lo anterior, el marco teórico está constituido por los estudios, conceptualizaciones, métodos y herramientas analíticas, de la escuela de prospectiva voluntarista francesa desarrollada por Michel Godet, José Mojica, Peter Schwartz y se complementa con las normatividades del sector eléctrico y entes reguladores como la comisión de regulación de energía y Gas – CREG y la Unidad de Planeación Minero-Energética- UPME.

Para el trabajo desarrollado, se utilizó el estudio prospectivo de tipo descriptivo Pérez (1994), iniciando con la observación de las causas probables y avance longitudinalmente en el tiempo, con el fin de observar sus consecuencias con la identificación de las variables que definen en mejor forma dicho entorno.

Por lo anteriormente enunciado, se realiza análisis de estado de arte, verificación de tendencias del sector eléctrico enfocadas en los cuatro eslabones de la cadena del sistema eléctrico, los cuales son generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, análisis de variables estratégicas y estructural utilizando diferentes herramientas prospectivas como MIC-MAC y el Ábaco de François Régnier, Juego de actores mediante el método MACTOR, Construcción de escenarios y análisis de las probabilidades mediante SMIC PROB. Posteriormente se diseñan las estrategias, a través del análisis de la Matriz IGO con el fin de lograr los escenarios propuestos.

Palabras clave: Sostenibilidad energética, competitividad, descarbonización, energía no convencional o renovable y prospectiva.

Abstract

The purpose of this paper is focused on carrying out a prospective study of sustainable energy development in the department of Huila by the year 2030, in response to the great challenges faced by the electricity sector in the face of disruptive changes in reference to climatic variations, political actions and advances. technological. In addition to the above, the theoretical framework is made up of the studies, conceptualizations, methods and analytical tools of the French voluntarist prospective school developed by Michel Godet, José Mojica, Peter Schwartz and is complemented by the regulations of the electricity sector and regulatory entities such as the Energy and Gas Regulation Commission - CREG and the Mining-Energy Planning Unit - UPME.

For the work carried out, the prospective descriptive study Pérez (1994) was used, starting with the observation of the probable causes and advancing longitudinally in time, in order to observe their consequences with the identification of the variables that best define form such an environment.

For the above, state of the art analysis is carried out, verification of trends in the electricity sector focused on the four links of the electricity system chain, which are generation, transmission, distribution and commercialization of electric energy, analysis of strategic variables and structural using different prospective tools such as MIC-MAC and François Régnier's Abacus, Game of actors using the MACTOR method, Scenario construction and probability analysis

using SMIC PROB. Subsequently, the strategies are designed, through the analysis of the Matriz IGO in order to achieve the proposed scenarios.

Keywords: Energy sustainability, competitiveness, decarbonization, non-conventional or renewable energies and prospective.

Introducción

La industria, el comercio, las distintas actividades económicas y cotidianas de las personas dependen en gran parte del consumo de energía eléctrica que aporta al crecimiento de las poblaciones en materia de tecnología y desarrollo. Por esto, a partir del siglo XVII, los investigadores y grandes compañías apostaron sus estudios por lo que sería el gran eje del mundo que inicia como aporte para que la oscuridad tenga luz y para que el temor tenga esperanza, desarrollándose en la base de la vida del ser humano actual que no concibe un trasegar de sus actividades sin fluido eléctrico el cual influye directamente en todos los aspectos de su existencia.

El fluido eléctrico en el mundo es uno de los grandes interrogantes de la sociedad dado que su avance y nuevas tecnologías comprometen en algunas ocasiones la conservación del medio ambiente y sus recursos. La sociedad no está dispuesta a renunciar a su avance social y económico por lo cual se promueve la sostenibilidad mediante la promoción de energías limpias y asequibles para la población, nuevas tecnologías, ofertas y alianzas al contexto competitivo local y regional permitiendo ajustar inversiones y, es por esto que, dado los cambios disruptivos en los últimos años en referencia a variaciones climáticas, acciones políticas y avances tecnológicos se está redefiniendo el camino del sector eléctrico.

Por lo anterior, el presente documento muestra el estudio prospectivo para el sector eléctrico en el departamento del Huila, realizado en el marco del trabajo de grado de la Maestría en Administración de Empresas de la Universidad Surcolombiana, con el fin de identificar y analizar tendencias del mercado energético departamental, para brindar herramientas en el contexto gremial y de interés público de tal forma que permita identificar posibles futuros

escenarios, analizando su entorno y aplicando herramientas que permitan una acertada toma de decisiones y definición de políticas de gestión encaminadas a la sostenibilidad y desarrollo energético de la región.

La metodología utilizada para la presente investigación se basó en diferentes métodos prospectivos como el Ábaco de Régnier, Mic-Mac, Mactor, Smitc Prob y Matriz IGO, analizando diferentes variables a las cuales se le aplicaron las evaluaciones correspondientes con la ayuda de expertos, para determinar cuatro (4) escenarios, priorizados según su probabilidad de ocurrencia.

1. Formulación del Problema

El trabajo investigativo tiene como metodología y eje central, el diseño de una propuesta del futuro en referencia a la cadena del sector energético, buscando estrategias y estados actuales de los agentes del mercado dentro de la cadena del sector energético que aportan al desarrollo sostenible y progresivo de la región. Esto es un factor determinante que dinamiza la economía y progreso de los procesos industriales, manufactureros y de bienes y servicios del departamento del Huila.

1.1. Descripción del Problema

Un sector clave para el desarrollo del país es el energético, pues de cierto modo no existe concepción de una sociedad sin acceso a la energía y en los lugares donde hay carencia de este servicio, se puede observar una correlación con la pobreza y la calidad de vida de la población; es por esto que tanto la generación, como la transmisión, la distribución y el uso final de la energía debe tener la capacidad de garantizar el cumplimiento del servicio, teniendo en cuenta la relación calidad- demanda atendida. Esto hace parte del conjunto de problemáticas que están afectando la competitividad de las empresas y el departamento del Huila no es la excepción.

Tener una generación de energía eficiente, confiable y competitiva es uno de los grandes elementos que posee una economía y en Colombia, la energía hidráulica es la más significativa. Como lo muestra el Consejo Privado de Competitividad (2019), durante el periodo 2018 este tipo de energía representaba el 68.3%, en segundo lugar está la generación térmica con 30.4% y, por último, las fuentes eólicas, solares y los cogeneradores con una participación del 1.3%, donde se observa una concentración en la principal fuente, lo cual puede ser un riesgo para que la

provisión de suministro eléctrico sea efectiva, siendo vulnerables a eventos climáticos o a una continua expansión de la demanda a largo plazo.

Teniendo en cuenta lo anterior, para ser competitivos, es importante no solo contar con una oferta firme y eficiente a largo plazo-sostenible, sino también diversificar la generación eléctrica. Para esto, en el banco de proyectos de generación eléctrica de la UPME -Unidad de Planeación Minero Energética a junio del año 2020, existían 645 proyectos vigentes en las diferentes etapas de estudios y análisis, donde el 62.5% de los proyectos son para generación solar, 23.3% para la hidráulica, 8.1% para la térmica, 4.2% eólica y el 2% biomasa, según Informe Nacional de Competitividad (2020), lo cual muestra que se están buscando alternativas para garantizar confiabilidad en el abastecimiento y, a la vez, adaptándose al cambio.

Según el Consejo Privado de Competitividad (2019), para el año 2018 el departamento del Huila se encontraba en el puesto número 14 de 33 departamentos incluidos en el estudio respecto a la cobertura de energía eléctrica. Teniendo en cuenta que, la energía se constituye como una condición necesaria para la conexión con la población, especialmente en las zonas rurales donde se presentan brechas más altas esto es algo que se debe mejorar, puesto que es un limitante no sólo para las competencias individuales sino las colectivas, las cuales van en pro de la competitividad territorial. Además de realizar proyectos, es necesario la modernización y la ampliación de la infraestructura eléctrica, acordes a las necesidades requeridas para la industria y el desarrollo empresarial.

Se plantea la necesidad de caracterizar los potenciales escenarios del departamento, los cuales son protagonistas en el desarrollo sostenible vinculados a la cadena del sector energético. Mediante dimensiones como la descarbonización, la electrificación y la digitalización, se

establecen los pilares fundamentales para la seguridad del suministro, igualdad energética y sostenibilidad ambiental instaurando como eje central la generación de energía limpia, dando un nuevo enfoque a las energías no convencionales o renovables (como las energías eólica y solar). Lo anterior, se da con el fin de suplir las demandas mediante generación distribuida y de esta forma, impulsar la economía del departamento, llevando a la tecnificación y optimización de procesos vitales en el desarrollo regional que aporten a la sostenibilidad energética.

1.2. Antecedentes

Según la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), la historia del sector eléctrico en Colombia ha estado marcada por hitos, que han conllevado a cambios de paradigmas sobre la organización y la función del estado frente a la prestación del servicio. Las innovaciones de transformación y expansión han tenido efectos, tanto positivos como negativos, sobre aspectos como calidad del servicio, competitividad y variaciones de precio en el mercado, los cuales han traído como consecuencia riesgos de inversión, desajustes en la asignación de recursos e inestabilidad financiera.

La prestación del servicio de energía eléctrica en Colombia inició por cuenta de inversionistas privados a finales del siglo XIX, con las primeras empresas cuya finalidad era generar, distribuir y comercializar electricidad. Hasta la mitad del siglo XX se mantiene este esquema cuando las empresas pasan a manos del Estado debido a la presión de la clase política de las diferentes regiones del país (García, 2019).

Por otra parte, en la década de 1980 el sector eléctrico colombiano entra en crisis debido a las ineficiencias en la estructuración, coordinación y planeación de las entidades del sector que conllevaron a sobrecostos y atrasos considerables en cuanto a los grandes proyectos de

generación. También se afectó, debido a la politización de las empresas estatales, convirtiéndose en una carga para el Estado, pues el deterioro en el desempeño del sector llevó a una quiebra que trajo como consecuencia el racionamiento a nivel nacional en el periodo entre 1991 y 1992. A partir de la Constitución Política de 1991, surge un nuevo esquema en cuanto la prestación de los servicios públicos, donde el papel del Estado es asegurar la prestación eficiente de dichos servicios para mejorar la calidad de vida (Bello y Beltrán, 2010).

Desde la reforma de 1994, se han observado resultados positivos en cuanto al sector eléctrico colombiano en términos de cobertura, confiabilidad, competitividad de precios y matriz de energías limpias, donde esta última es buena, pues incluso, en épocas de hidrología normal, más del 80% de la energía eléctrica generada se hace con fuentes renovables. En enero de 1997, el porcentaje de energía eléctrica generada por fuentes hidráulicas superaba el 84%, y para enero de 1998, este porcentaje disminuyó al 51%. Esta caída fue soportada en su totalidad por las fuentes térmicas, las cuales producían 488 GWh en enero de 1997, y en enero de 1998 representaron el 49% de la generación (Santa María, 2019).

En cuanto a los precios, estos han funcionado adecuadamente, siendo su comportamiento fundamental para el mercado, respondiendo con aumentos en el fenómeno del niño y mostrando reducción durante los periodos del fenómeno de la niña. En octubre de 2015, se alcanzó el precio máximo histórico con un valor de 1,106 pesos/kWh (Santa María, 2019).

Durante los últimos 25 años, en periodos críticos, el suministro de energía eléctrica ha sido garantizado gracias a que el diseño ha sido el adecuado y en cuanto a precio, los usuarios en Colombia enfrentan precios de energía bajos, en comparación con países con un nivel de desarrollo similar. Se puede observar que el avance de este sector ha sido sustancial comparado

los años 80 y principios de los 90, y lo que llevó a esto se debe a la implementación del cargo por confiabilidad generando tranquilidad en el suministro; el diseño regulatorio el cual ha mejorado y las políticas regulatoria garantizaron cierto grado de competencia en la generación eléctrica logrando mandar señales de precios; el aumento en la inversión mostrando el sector más atractivo para el privado evitando la total dependencia del presupuesto general de la nación en temas sensibles (Santa María, 2019).

El sector energético en el departamento del Huila, históricamente concentra la estrategia de negocio al cliente, tanto interno como externo, por medio de la mejora en cuanto a la competitividad empresarial, fortaleciendo la gestión corporativa de los grupos de interés, implementado mejoras operativas, desarrollo tecnológico, sistema de administración documental, mejora en las comunicaciones con el entorno y reestructuración organizacional. Busca enfocarse en impactar por medio de la eficiencia y eficacia de la generación, comercialización y distribución de energía eléctrica apoyados de las reducciones de las pérdidas, incrementando el margen operacional y la participación en el mercado.

1.3. Pregunta de Investigación

1.3.1. Pregunta general

¿Cuál es el escenario prospectivo apuesta del sector energético del departamento del Huila al año 2030?

1.3.2. Preguntas específicas

- ¿Cuáles son las tendencias globales del sector energético?

- ¿Cuáles son las variables estratégicas que afectan el futuro en materia de desarrollo energético?
- ¿Cuáles son los actores estratégicos y sus posiciones frente al futuro del sector energético del departamento del Huila?
- ¿Cuáles son los escenarios posibles, probables y deseables en el futuro del sistema energético del Huila al año 2030?
- ¿Cuáles son las estrategias adecuadas que permitan alcanzar el escenario deseado del sector energético en el departamento del Huila al año 2030?

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Diseñar el escenario prospectivo apuesta del sector energético del departamento del Huila al año 2030.

1.4.2. Objetivos específicos

- Identificar las tendencias globales del sector energético
- Establecer las variables estratégicas que afectan el futuro en materia de desarrollo energético
- Determinar los actores estratégicos y sus posiciones frente al futuro del sector energético del departamento del Huila
- Diseñar los escenarios posibles, probables y deseables en el futuro del sistema energético del Huila al año 2030

- Formular las estrategias adecuadas que permitan alcanzar el escenario deseado del sector energético en el departamento del Huila al año 2030.

1.5. Justificación

El sector energético y el desarrollo sostenible del mismo, influye en la competitividad económica de regiones y países aportando a su crecimiento y solvencia, dado que la electricidad a través de un carácter estratégico que se fundamenta en un pilar como la sostenibilidad. Involucra requerimientos desde planes estratégicos según las necesidades y expectativas de los grupos de interés como gobierno, colaboradores, proveedores y comunidad, potencializando así la electrificación y digitalización.

Según el Informe Nacional de Competitividad (2020), es importante asegurar un futuro energético que sea confiable y asequible con el fin de plantear los escenarios que llevan a la transformación energética y contribuyan a la construcción de una hoja de ruta para la energía del futuro en el Huila, como apuesta productiva en la competitividad del departamento puesto que es fundamental no solo la adopción sino la mejora de nuevas tecnologías.

En la actualidad existen diferentes variables e interrogantes que se afrontan en cuanto a las necesidades del sistema energético del departamento, los cuales se deben tener en cuenta para lograr una adaptación a las nuevas tendencias; cabe resaltar que las respuestas y análisis a las mismas deben ir de la mano con el marco institucional y regulatorio, la competencia, participación y estructura del mercado eléctrico, cierre de brechas, mejora de calidad y diseño, descentralización y gestión eficiente de la demanda.

Las energías renovables son una de las variables más representativas de la sostenibilidad energética, dado que tiene implicaciones importantes sobre la seguridad del suministro. El departamento cuenta con diversidad geográfica, por ende, tiene un gran potencial para la implementación de energías limpias y renovables, por su ubicación entre las regiones con más alto nivel de irradiación en el planeta, fuentes hídricas y sectores con grandes masas de aire, lo cual es clave para la sustentabilidad del suministro.

Con el presente análisis prospectivo, se pronostica y se comprende el futuro del sector energético del departamento del Huila, con el fin de implementar estrategias para la sostenibilidad energética. Se busca aumentar la competitividad del sector, mejorando las condiciones de calidad y confiabilidad en el cambiante entorno económico y social que se tiene como resultado de las diferentes afectaciones que se están presentando, las cuales llevan al sector a la necesidad de incrementar la eficiencia no solo para ser más competitivos sino mejorar su rentabilidad y compromiso con el medio ambiente.

1.6. Amplitud y Delimitación del Problema y Alcances del Proyecto de Investigación

En referencia a la amplitud y delimitación del presente estudio, se realiza un análisis prospectivo del desarrollo energético sostenible del departamento del Huila partiendo del estado del arte, el análisis de tendencias nacionales y mundiales del sector y análisis mediante un proceso participativo de decisiones. Por medio la identificación de los factores de cambio, la definición de variables estratégicas, el análisis estructural, análisis de probabilidad de escenarios, formulación de los escenarios y estrategias de materialización del escenario apuesta, de las cuales se derivarán las conclusiones, escenarios y resultados de la investigación que permitan tener el escenario prospectivo al año 2030.

2. Marcos de Estudio

El análisis prospectivo fundamentado en estudios verídicos se realiza con el fin de dilucidar las dimensiones y los contextos a los cuales se ve inmerso el sector eléctrico. Mediante fuentes conceptuales, dictámenes jurídicos y evaluación detallada de información que facilite el diseño, desarrollo y construcción del futuro posible y probable para el sector energético permitiéndole percibir, analizar y enfrentar los retos y cambios que exige el entorno.

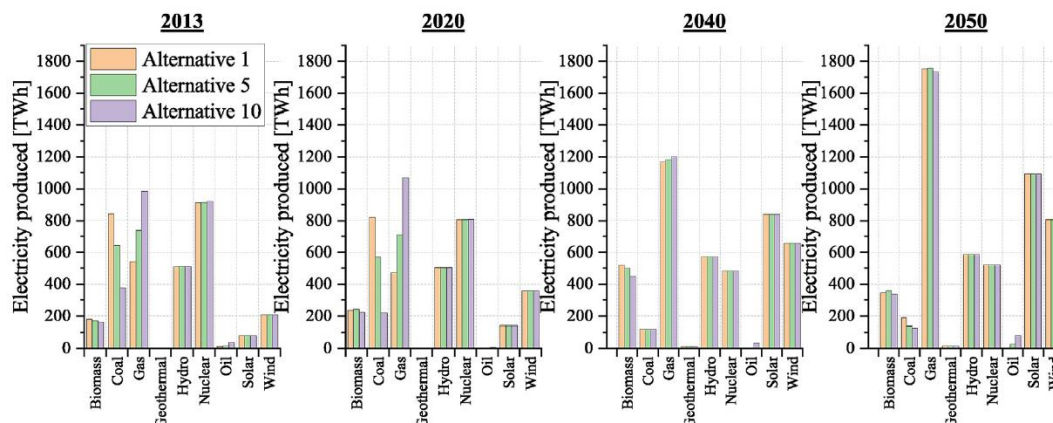
2.1. Revisión de la literatura y estado del arte

Louis et al. (2020), realizaron estudio del sector energético en el continente europeo mediante un análisis multiobjetivo en el que los investigadores plantearon el desarrollo prospectivo del sistema eléctrico europeo para el año 2050 con el fin de reducir costos mediante la producción de tecnología y disminuir el calentamiento global, con el estudio base de dos modelos como el modelo de simulación energética a largo plazo POLES y la herramienta de optimización del sistema de energía EUTGRID los cuales determinan los costos del sistema en referencia a las tecnologías de despacho utilizadas.

Como resultado, identificaron medidas que agregan un conjunto de soluciones de ingeniería a los problemas económicos. Estas medidas se centran en la red, la generación de energía, las tecnologías de almacenamiento, las cargas controlables, el funcionamiento del sistema y los mercados de la electricidad reforzando en gran medida las fuentes de energía renovables variables. Así buscaron soluciones combinadas como alternancia de fuentes no convencionales en sistemas fotovoltaicos, eólicos y fuentes combustibles como gas, logrando altos estándares de tecnología que permitan enmarcar la prospectiva del sector energético europeo.

Figura 1

Producción de electricidad anual en 2013, 2020, 2040 y 2050.



Fuente: Unidad de Planeación Minero-Energética, 2019

Por otra parte, en un estudio realizado en prospectiva estratégica del sector energético por el Ministerio de Energía y Minas del Perú (2016) se enmarcan cuatro componentes que representan las dimensiones del sector energético, sostenibilidad económica, sostenibilidad ambiental, sostenibilidad social y gobernanza sectorial. Cabe resaltar que estos son los pilares para el desarrollo sostenible del sector energético en el Perú, por ende, realizan análisis de tendencias y eventos futuros del sector, identificación de variables estratégicas y diagnósticos del sector energético mediante la construcción de escenarios representativos.

Los escenarios denominados exploratorios, en concordancia a la transición energética del Perú, tienen como propuesta inicial un sistema integrado e inteligencia de energía mediante la unificación del desarrollo de la tecnología de la información y energía inalámbrica. Por lo cual, se concluye en primera instancia que esta propuesta se enfoca en generar mejores condiciones para el desarrollo de la investigación, la innovación y el fácil acceso a la energía eléctrica. De igual manera, se establece que el desarrollo sostenible energético promulga mayor potencial

energético por parte de fuentes renovables, generando mayor conservación del medio ambiente y transición energética en el cual se evidencia el gran cambio hacia las energías con generación no convencional. Cabe resaltar que esto se realiza con el fin de diversificar las fuentes generadoras, fomentando el desarrollo de las regiones en el país peruano mediante la implementación de energía del hidrógeno y vehículos eléctricos.

Anexo a esto, la Secretaría de Energía de México (2016), realizó un estudio prospectivo de las energías renovables en México para el periodo 2016 – 2030, puesto que el nuevo sistema eléctrico nacional demanda una considerable cantidad de recursos naturales no renovables que generan importantes cantidades de gases contaminantes. Por ende, quieren disminuir en gran medida la utilización de combustibles fósiles a partir de la implementación de fuentes de energía renovable, para lo cual en primera instancia analizan las energías renovables en la matriz energética, la evolución de las mismas y la demanda del país; en segunda instancia, comparan las demandas con los combustibles utilizados para dichas generaciones de energía como son el gas natural, hidroeléctrico, combustóleo, carbón, eólico, aceite ligero, nuclear, geotérmica, cogeneración y solar.

De lo anterior se concluye que es posible operar el sistema eléctrico mexicano con un 61% al año 2030 de utilización en fuentes de energía eólica y solar según el resultado de inversión óptima en la capacidad de transmisión; sin embargo, una mayor capacidad de energía eólica y solar genera menores costos de combustible, pero mayores costos de capital. En cuanto a la inversión en bombeo hidroeléctrico se establece que no es muy rentable como propuesta dado que puede disminuir estos volúmenes al 2030 por cambios climáticos. Por lo cual se concluye en segunda instancia que el gas natural se plantea como mejor escenario objetivo con un aumento

de demanda al año 2030 de 3,267 MW sobrepasando las demandas de las energías eólicas y solar.

En cuanto al estudio de transición energética para Colombia 2050 realizado por la Universidad del Valle (2018), en el cual se realiza consulta de información basada en cinco talleres regionales en ciudades como Cali, Bogotá, Medellín, Bucaramanga y Barranquilla y la aplicación de cuestionario Delphi electrónico para lo cual diseñaron un instrumento de captura de la información que fue aplicado a los actores y expertos del sector con el propósito de conocer las opiniones y apreciaciones sobre el futuro del sector energético del país con la transición energética.

Este estudio se enfocó en determinar aquellos escenarios futuros de la transición energética del país, cuyos postulados se alcanzaron a través de acciones concretas y decisiones estratégicas, soportadas y ejecutadas por los agentes del sector. Para desarrollar la Prospectiva de la Transición Energética 2050, se definió la construcción de escenarios a partir de los métodos Ejes de Schwartz y análisis morfológico, donde la cruz de escenarios o los ejes de Peter Schwartz reducen las alternativas de escenarios solamente a cuatro.

Algunas veces se utiliza directamente, en otras ocasiones se emplea para obtener una visión panorámica de las visiones de futuro logradas mediante los dos métodos anteriores, este método fue elegido porque permite construir escenarios objetivos, identificando un foco, las fuerzas clave y tendencias del entorno. De esta manera se logra elaborar escenarios útiles para definir esquemas de decisión posibles y de contingencia.

La metodología escenarios de Schwartz, conduce a la elección de un “escenario apuesta” que será el camino a recorrer desde el presente hacia el futuro (Schwartz, 1991), por ende, a

partir de esta metodología se obtienen los resultados Mic-Mac de priorización de variables para la transición energética en Colombia en la cual se cuentan con variables como competitividad y adopción de tecnologías, la primera del entorno económico; y la segunda del entorno tecnológico. En cuanto al análisis morfológico, la construcción de escenarios se trazó con un lineamiento que establece tres estudios de evolución: el primero a 2030; el segundo a 2040; y el tercero a 2050. Lo anterior, con el propósito de instaurar estados futuros intermedios de alcance evolutivo para lograr un escenario optimista mega.

Para los métodos utilizados consideraron que las áreas prioritarias para los actores del sector son las fuentes de energía, sostenibilidad ambiental y la seguridad energética, sin embargo, para los expertos son la participación de la demanda, fuentes de energía, sostenibilidad ambiental y seguridad energética. Concluyendo que la seguridad energética y las fuentes de energía son las dos áreas más importantes para los dos grupos consultados.

En cuanto a las dificultades, los investigadores encontraron que la política es el factor más importante que puede impedir la transición energética, lo cual permite justificar la percepción de los actores y expertos que indican que Colombia no cuenta con un marco político, normativo y regulatorio ajustado para la transición energética. Por ende, se considera que la política es un factor benéfico o perjudicial, al mismo tiempo, lo cual indica que su correcta gestión impulsará al sector energético en el camino de la transición, pero su inadecuado manejo implicará una gran barrera para el sector, su competitividad y desarrollo.

Como resultado del estudio con los actores se concluyó que los retos más importantes en consideración son la incorporación de tecnologías limpias, políticas para el uso eficiente de la energía, explotación sostenible de recursos naturales, seguridad energética, reemplazo de

combustibles fósiles, desarrollo de infraestructura, protección de recursos ambientales y desarrollo de fuentes no convencionales; de estos últimos se estableció que las fuentes no convencionales con mayor potencial energético en Colombia en los próximos 30 años son las fuentes de energía solar, eólica y biomasa. Este tipo de energía constituye fuentes de energía para la transición energética en consideración con los actores y expertos del sector. De tal manera, que el sector energético en conjunto con actores de interés amplíe las fuentes de energía, contribuya a la sostenibilidad ambiental, brinde seguridad y equidad energética y desarrolle nuevos modelos de negocio.

Rubiano y Camelo (2017) mediante investigación realizada en prospectiva estratégica para la identificación de oportunidades de innovación del operador de red del departamento del Huila en la Universidad Externado de Colombia realizaron un estudio detallado de las posibles alternativas de escenarios del departamento como factores claves para su desarrollo. Inician por un análisis estructural donde se obtuvieron factores de cambio y variables estratégicas. De igual manera se implementó el Ábaco de Régnier, el método Mic-Mac, matriz de influencia directa y matriz de influencia indirecta para finalmente plantear un escenario probable y deseable de diversificación de los ingresos del operador de red (Electrificadora del Huila), mediante nuevos negocios.

En lo cual establecen que, según estudio del sector dentro de varios factores plasmados, la base para la investigación desarrollada se enfoca en la generación con fuentes no convencionales de energía renovable e identificación de factores asociados como la expansión y mejoramiento de la infraestructura eléctrica, fortalecimiento del sistema eléctrico, calidad y confiabilidad del servicio, tecnologías de la información y las comunicaciones e innovación

empresarial para diversificar las fuentes de ingreso y de esta manera aportar al desarrollo competitivo del departamento.

2.2. Marco teórico

El marco teórico del trabajo expuesto está constituido por los estudios, conceptualizaciones, métodos y herramientas analíticas, de la escuela de prospectiva voluntarista francesa desarrollada por Godet (2005). Parte de la incertidumbre o factores de cambio donde el futuro depende del presente, complementada por autores como Mojica (2005), entre otros; asimismo, la ley 1715 de 2014 la cual promueve el desarrollo y la utilización de las fuentes no convencionales de energía, mediante su integración al mercado eléctrico, su participación en las zonas no interconectadas y en otros usos energéticos como medio necesario para el desarrollo económico y sostenible de las regiones.

2.2.1. Prospectiva

Según Mojica (2005) la prospectiva es una disciplina que nació para probar que no es necesario padecer el futuro, sino que poder construirlo. Por ende, si se analiza el futuro desde el presente se pueden generar factores de cambio en los cuales se implementarían los más convenientes para el sector con las ventajas que ofrece el estar preparado ante las exigencias de los entornos. Claro está que estas estrategias deben ser analizadas y serian una de miles soluciones a los problemas presentados, por lo cual, mediante un análisis del desarrollo prospectivo del sector energético se busca investigar y proponer diferentes escenarios con los cuales se aporte al desarrollo sostenible de la región, en referencia a tres primeros componentes: sostenibilidad económica, sostenibilidad ambiental y sostenibilidad social.

“Se distinguen dos vertientes de la prospectiva, la “determinista”, de tendencia norteamericana, y la “voluntarista”, de raíces francesas” (Mojica, 2008). La primera toma como referente la inclinación a reconocer el comportamiento tendencial de los fenómenos, incluso con la fuerza necesaria para imponerse sobre las decisiones de la sociedad, como en el campo tecnológico (Mojica, 2010).

Por otro lado, la corriente “voluntarista” concibe el futuro como algo no lineal, multidireccional e incierto; en ella existen varios futuros posibles denominados “futuribles”, razón por la cual es preciso construir el escenario posible en el cual se desea estar desde el presente (Mojica, 2010).

El futuro es un estado posterior al presente que no se encuentra determinado ni escrito en ninguna parte (Godet, 1993); por tal motivo, la prospectiva tiene como objeto la comprensión de multiplicidad de futuros, en su tarea de definir el mejor que se desea, por ende la prospectiva no considera que el futuro sea solo una especie de prolongación del pasado, debido a la existencia de diversos actores que, al interaccionar, determinan un abanico de posibilidades en su afán de concretar sus proyectos e intereses (Godet, 1993).

Se trata de una reflexión para iluminar y aclarar las acciones desarrolladas en el presente inmediato a la luz de los posibles futuros que se pueden construir; no consiste solamente en partir del presente para construir el futuro, sino determinar e identificar el futuro deseado para comprometer la acción presente de acuerdo con ese futuro (Godet, 1993).

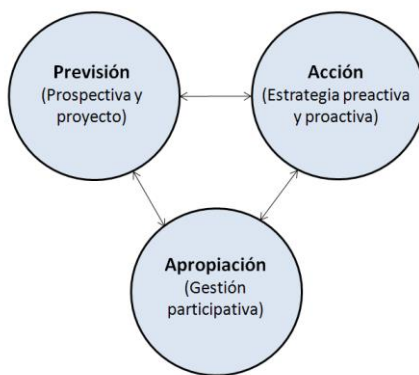
Se resalta que, el hombre como ser social con racionalidad limitada puede adoptar cuatro actitudes: el avestruz pasivo que sufre el cambio, el bombero reactivo que se ocupa en combatir el fuego, una vez éste se ha declarado, el asegurador pre-activo que se prepara para los cambios

previsibles pues sabe que la reparación sale más cara que la prevención, el conspirador proactivo que trata de provocar los cambios deseados. Sin embargo, la prospectiva pretende tomar posiciones como las del asegurador y la del conspirador (Godet, 1993).

Para Godet (1993), la apropiación intelectual y afectiva constituye el único camino para que la previsión se convierta en acción eficaz, la eficiencia de toda organización nace de la alianza equilibrada entre logos (el pensamiento, la racionalidad, el discurso), epithumia (el deseo) y erga (las acciones, las materializaciones). La unión entre la pasión y la razón, entre el corazón y el espíritu, es la clave del éxito de la acción y de la plenitud de las personas (ver figura 2).

Figura 2

El triángulo de la prospectiva estratégica (diseñado en 1985)



Fuente: Elaboración propia

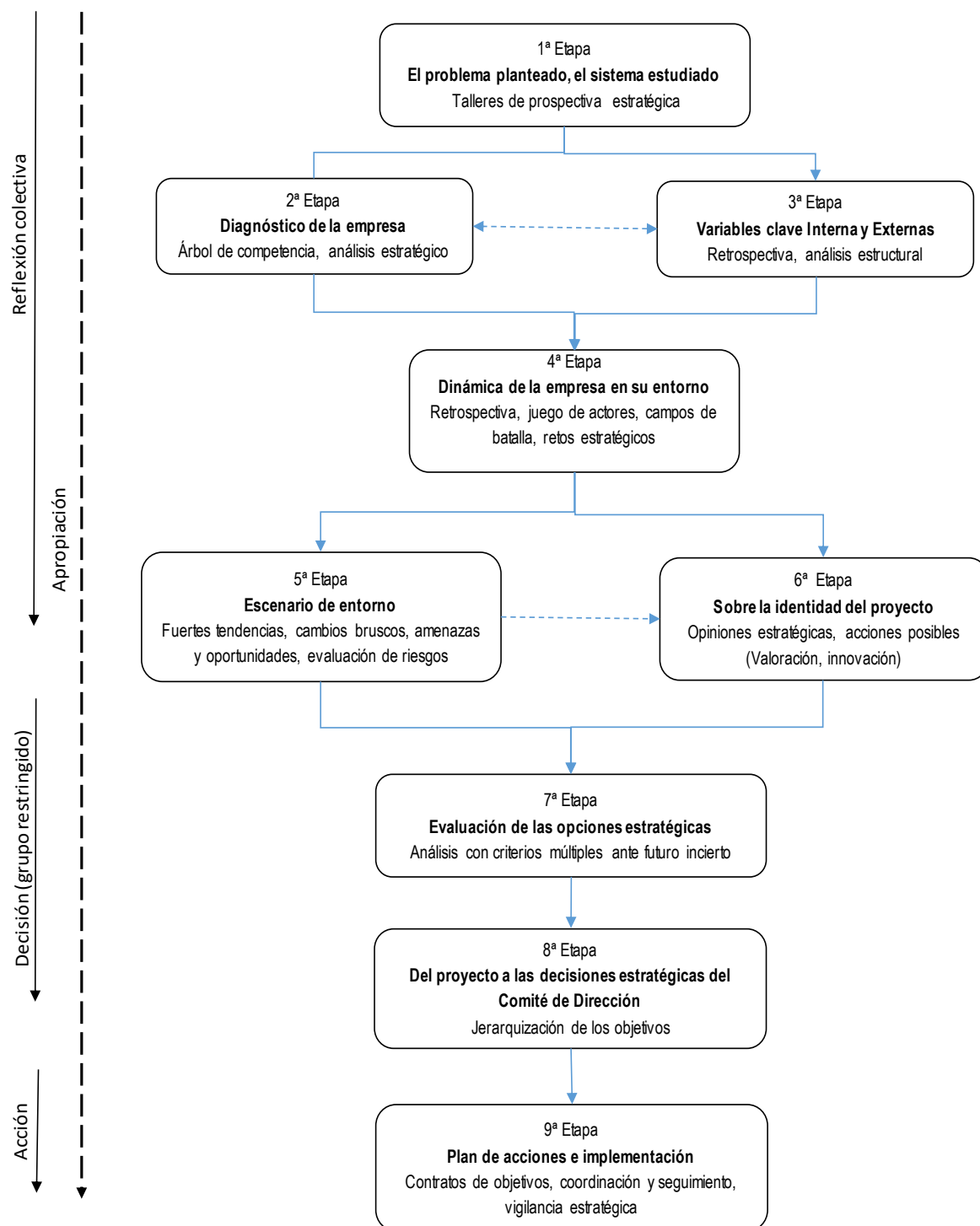
Por lo cual se deja el precedente de que en el momento de actuar no se puede reflexionar, dado que esto requiere tiempo y, en muchas ocasiones, por reflexionar con urgencia los sectores y organizaciones toman decisiones críticas que comprometen el futuro promisorio de las mismas, caso contrario entra la intuición y la razón dado que son un complemento.

Mojica (2010) como actor teórico reconocido de la prospectiva sostiene que “es una disciplina que permite analizar el futuro para poder obrar con mayor seguridad en el presente y, empleando una metáfora, se podría decir que esta disciplina ayuda a iluminar el presente con la luz del futuro y, adicionalmente, sostiene que el papel de la prospectiva es ayudar eficazmente a conseguir ese futuro de modo que se elija inteligentemente la opción más conveniente”, es decir que, mediante este método analítico se podrá reconfigurar la apuesta en el futuro y clarificar los objetivos bases para el desarrollo del sector energético como aporte a la sostenibilidad.

2.2.1.1. La prospectiva y el pensamiento estratégico.

Para Godet (1993) el método de prospectiva estratégica se articula alrededor de tres procesos: la reflexión colectiva, la preparación de la decisión y la acción. El proceso de reflexión colectiva comprende seis etapas.

Las etapas principales permiten identificar las variables clave (etapas 1 y 3), analizar los juegos de actores a fin de hacer las preguntas clave para el futuro (etapa 4), reducir la incertidumbre en torno a esas preguntas y despejar los escenarios más probables del entorno gracias a métodos de especialistas (etapa 5). Las opciones estratégicas compatibles a la vez con la identidad de la empresa y con los escenarios más probables de su entorno (etapa 6), la evaluación de las opciones estratégicas (etapa 7), decisiones estratégicas (etapa 8), Finalmente, la novena etapa se dedica completamente a la implementación del plan de acción; incluye contratos de objetivos (negociados o provocados), la instalación de un sistema de coordinación y seguimiento y la vigilancia estratégica.

Figura 3*El enfoque integral de la prospectiva estratégica*

Fuente: Elaboración a partir de Godet y Durance 2011

2.2.1.2. Tipos de prospectiva

Balbi (2014), presidente de La Red de Escenarios y Estrategias para América Latina, plantea las siguientes aplicaciones de la prospectiva estratégica:

- **Prospectiva tecnológica:** Se entiende como la exploración y anticipación de los efectos de las tecnologías actuales y futuras en el desarrollo regional u organizacional, permitiendo ajustar inversiones, ofertas y alianzas al contexto competitivo local, regional, nacional e internacional, a través de análisis de la evolución científica y tecnológica de campos, temáticas y/o líneas estratégicas.
- **Prospectiva territorial:** Analiza las dinámicas presentes y futuras sobre las siguientes dimensiones de análisis del territorio, en desarrollo económico, desarrollo científico - tecnológico, desarrollo institucional y de infraestructura.
- **Prospectiva de seguridad:** Se analizan los riesgos y oportunidades en seguridad física, ambiental, del trabajo e industrial. Ya sea en situaciones, normales, excepcionales o en crisis. Este tipo de prospectiva se suele utilizar en las fuerzas militares.
- **Prospectiva organizacional:** Estudio del futuro de las diferentes organizaciones con el fin de dar respuesta a interrogantes como, cuál debería ser la misión, competencias, tareas para un tiempo determinado para las organizaciones.

2.2.1.3. Tendencias

Se comprenden como el posible comportamiento a futuro de una variable o indicador, asumiendo la continuidad de su patrón histórico. Es decir, es un fenómeno que se originó en el pasado y cuya fuerza lo puede llevar hacia el futuro. El análisis de tendencia es la naturaleza, las causas, la velocidad y el impacto potencial de una tendencia en desarrollo. Para este análisis, se

pueden utilizar recursos como software especializados o metodologías específicas, internet, patentes, documentos científicos, material bibliográfico.

El análisis de tendencias con fines prospectivos se refiere a dar un paso atrás para luego saltar hacia adelante, esto es extrapolación de variables involucrando en primera instancia, componentes retrospectivos para luego proyectar para así lograr identificar los mecanismos y actores determinantes en la evolución durante el periodo que se está analizando. Se pueden presentar dos tipos de tendencias:

- **Tendencias pesadas:** Designa un proceso de cambio acumulativo que se juzga suficientemente estable como para asumir el riesgo de extrapolarse a mediano y largo plazo. Se denomina tendencia pesada debido a las enormes consecuencias que puede tener si se modifican las causas o comportamiento generador. Es de larga o mediana duración (Cazes, 1997).
- **Tendencias emergentes:** Presenta una corriente de cambio en proceso de formación o consolidación lo cual hace que sea susceptible a ser transformada. Se encuentra en proceso de definición, no tiene un patrón totalmente definido, sin embargo, pueden cuantificarse y conceptualizarse partiendo de hechos y pautas de acción que vayan en la misma dirección.

2.2.1.4. Variables

El ejercicio prospectivo se aborda por el conocimiento que se tenga de las variables del tema que se está estudiando. Se realizan por medio de exploraciones de los fenómenos que definen el tema. Es fundamental tener en cuenta cuáles son los aspectos claves del tema que se está estudiando.

- **Variable Estratégica:** Es una cualidad, característica o parte concreta de un tema, asunto o sistema, identificable y distinta de otras, con capacidad de cambiar (mutar) y de ser medida directamente o a través de indicadores.

2.2.1.5. Actores

Denominados también expertos, son parte clave dentro del diseño de un escenario futuro puesto que son personas que saben del estado y evolución del tema o interactúan de forma directa o indirecta con el sector a estudiar, es decir, son conocedores de su denominación y con sus aportes ayudan al direccionamiento de posibles cambios o mejoras que se analicen en el presente dado que este es el punto de partida para el futuro.

2.2.1.6. Escenarios

Un escenario es la descripción de una situación futura, juntamente con la progresión de eventos que conducen desde una situación base a la situación futura (Godet, 1980). Un escenario es un conjunto de circunstancias que pueden producirse a futuro en un determinado ámbito, dentro del cual operan actores e intereses, y en el que las consecuencias de dicha interacción construyen, modifican o consolidan ese presente y el futuro (Balbi, 1990).

Generalmente, un escenario debería ser la redacción en tiempo presente de un futuro hipotético, coherente y posible, que resulta de una cierta evolución de la situación actual. El propósito de construir escenarios de futuro es el de facilitar el análisis de los riesgos y oportunidades que ofrecería su ocurrencia. Mojica (2008) define las siguientes alternativas de escenarios:

- Escenarios probables: Muestran lo que ocurriría si las cosas no cambian y para identificarlo se utiliza leyes de probabilidades. Sirven como punto de referencia para hallar otras alternativas del futuro. También se llama escenario tendencial porque las probabilidades indican tendencias, basada en principios de previsión, busca identificar y calificar tendencias.
- Escenarios posibles: Son las alternativas posibles de situaciones futuras entra las cuales pueden encontrarse el escenario apuesta. Exploran alternativas que son mutables, están sujetas a discontinuidades o incertidumbre. Señala otras situaciones que se podrían encontrar.
- Escenarios deseables: Es la situación ideal a la cual se quiere llegar. Reflejan la expectativa de las experiencias actuales de la sociedad, políticas del gobierno, que muestran por medio de las metas o valores de los actores sociales.

La construcción de escenarios involucra un método complejo el cual se apoya en diferentes herramientas. Se puede distinguir cinco etapas el método: formulación del problema inicio del análisis, cierre del análisis o momento síntesis, identificación de las alternativas más representativas y deducción de las consecuencias de cada alternativa.

2.2.1.7. Estrategias

La estrategia permite analizar y determinar cómo actuar de la forma más conveniente antes dichos futuros. Consiste en lo que se puede hacer, dice como construir el futuro más conveniente. La estrategia obliga, desde el convencimiento de que las capacidades son limitadas, a seleccionar y priorizar de forma más realista. Una estrategia se define como la sumatoria de un

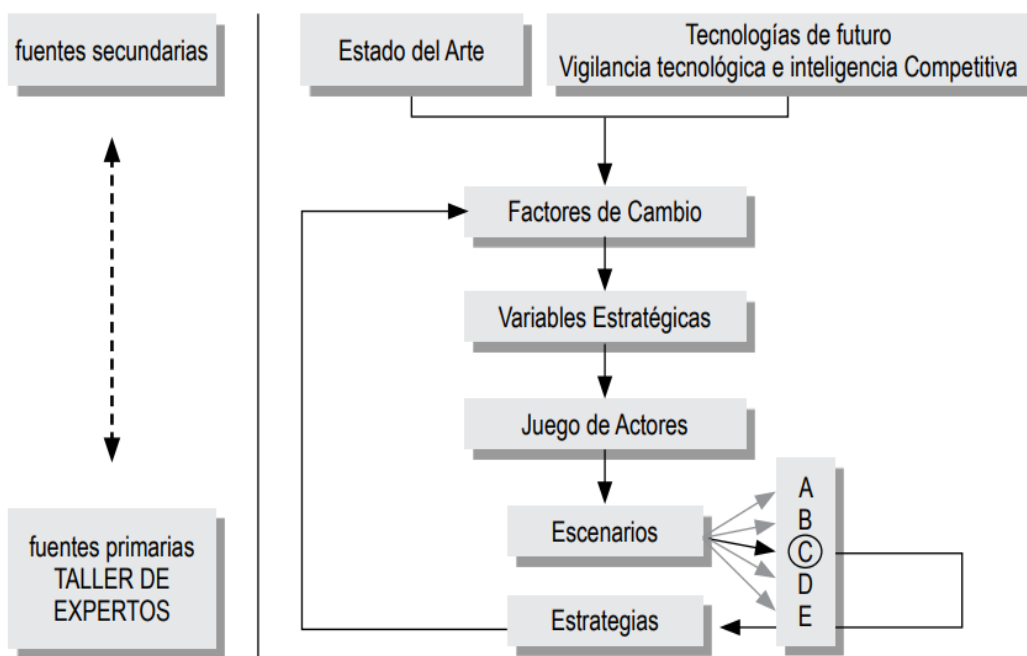
objetivo y unas acciones. Los objetivos provienen necesariamente de las hipótesis del escenario elegido como deseable Mojica (2010).

2.2.1.8. *Modelo prospectivo*

Para Mojica (2008) el modelo prospectivo que aplica a la realidad latinoamericana se realiza a partir de un análisis exhaustivo y completo en términos de variables, factores, escenarios y estrategias. Este esquema metódico se fundamenta en gran medida en el pensamiento prospectivo voluntarista y se analiza con más detalle a partir del siguiente esquema:

Figura 4

Modelo de mayor complejidad



Fuente: Modelo de mayor complejidad Mojica (2008)

La aplicación avanzada de la prospectiva estratégica consiste en trabajar las fases anteriores a mayor profundidad, lo cual da lugar a un modelo que tiene dos fuentes de exploración:

- Primarias
- Secundarias

Las fuentes primarias son las personas que intervienen en el sector o aquellos profesionales competentes. Supuestamente son los conocedores del tema y, por esta razón, los denominamos “expertos” (Mojica, 2008). En cuanto a la información proveniente de fuentes secundarias se puede llamar el “Estado del Arte” y la “Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva” (Mojica, 2008).

Cabe resaltar que, dado la ilustración anterior, se analizan los elementos del modelo de complejidad prospectiva expuestos por Mojica (2008), en referencia al análisis planteado en el trabajo de estudio, tales como:

- **Fuentes primarias**

a) **Talleres con expertos como fuentes primarias:** En esta etapa, se diseña y aplica una encuesta Delphi a expertos del área de la electrotecnia, dado que son las personas que intervienen y participan cotidianamente en el sector eléctrico. El resultado obtenido en el estado del arte y el estudio de la vigilancia tecnológica será el punto de partida para cada uno de los procesos subsecuente.

b) **Taller factores de cambio:** Hace referencia a enfoques complementarios como acontecimientos sociales, económicos, culturales, tecnológicos, políticos, ambientales y

educativos, entre otros. Por lo tanto, se implementan los Árboles de competencia de Marc Giget y la Matriz DOFA. (Mojica, 2008, pág. 7) de igual manera puede ser apoyado por la matriz de cambio de Godet (2007), que identifica los cambios temidos, presentidos y anhelados en el futuro.

- **Fuentes secundarias**

a) **Estudio de fuentes secundarias:** Realizar análisis del estado del arte que se enfoque en detallar el objeto de estudio, con una visión presente y pasada para retomar un análisis futuro de la organización, esta etapa se complementa con un estudio de vigilancia e inteligencia tecnológica en aras de reconocer las tendencias mundiales, especialmente tecnológicas, en general, las mejores prácticas mundiales (Mojica, 2010).

b) **El Árbol de competencias de Giget:** “Es un instrumento de análisis y evaluación del conjunto de cualidades tecnológicas, industriales y comerciales de un sector” (Godet, 1993, pág. 31). Por lo cual se diseña el árbol del sector energético, comparando el árbol del pasado con el árbol del futuro, en los años expuestos de estudio (Mojica, 2010).

c) **La Matriz DOFA:** consiste en identificar los fenómenos aceleradores o retardadores del cambio, del sector eléctrico analizando las fortalezas y debilidades en comparación con las amenazas y oportunidades (Mojica, 2010).

Figura 5

Matriz DOFA. En “Concepto y modelo de la prospectiva estratégica”

EXÓGENA	ACELERADORES	RETARDADORES
	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
ENDÓGENA	FORTALEZAS	DEBILIDADES

Fuente: Adaptado de Mojica, F. (2010)

- d) **Análisis de variables estratégicas:** Se prioriza y elige a partir de la identificación de factores de cambio, se puede llevar a cabo con el método Mic-Mac de Godet (2007) y es un aporte a la “Caja de herramientas”. Cabe resaltar que, las variables estratégicas, se constituye en un filtro que permite establecer qué factores del conjunto son lo suficientemente relevantes para ser identificados como variables estratégicas o variables claves (Mojica, 2010).
- e) **Para el análisis estructural la utilización del Mic-Mac:** Cuyo objetivo es poner de relieve la estructura de las relaciones e interconexiones entre las variables cualitativas y cuantitativas que caracterizan el sistema (Godet, 1993).
- f) **El Ábaco de François Régnier:** Es una herramienta basada en códigos de colores semejantes al semáforo, con los cuales los expertos califican la importancia de los factores evaluados. Al final, las variables con las más altas calificaciones, es decir, con mayor cantidad de votos verdes denominados como importante, se consideran variables estratégicas.

Figura 6

Adaptación, Ábaco de François Régnier

5	Muy importante
4	Importante
3	Duda
2	Poco importante
1	No importante
0	No responde

Adaptado de “Introducción a la prospectiva estratégica para la competitividad empresarial (Mojica, 2010).

g) **Juego de actores:** Se estudia el comportamiento de los actores y se correlacionan con las variables estrategias priorizadas, aportando de esta manera los retos, los conflictos y las posibles jugadas que se deben estructurar en el escenario apuesta.

h) **Construcción de escenarios:** Se aplica la técnica de Schwart (1991), con la cual se plantean los escenarios posibles, tendenciales, exploratorios y de apuesta, de lo cual posteriormente se hace una explicación de cada uno de ellos, lo que permitirá la elección de un “escenario apuesta”, posteriormente mediante el sistema de matrices de impactos cruzados, Smic Prob se determinaron y analizaron las probabilidades de los escenarios.

i) **Estrategias:** A través del análisis de la Matriz IGO (Importancia y Gobernabilidad), se definieron las tácticas que se desarrollaron a partir de un análisis prospectivo y estratégico del sector energético, compuesto por los objetivos estratégicos, las actividades y las acciones desarrolladas en el estudio.

2.2.2. Sostenibilidad

Según el Consejo Mundial de Energía (2020), la sostenibilidad o sustentabilidad energética es catalogada como el equilibrio entre tres dimensiones principales: la seguridad

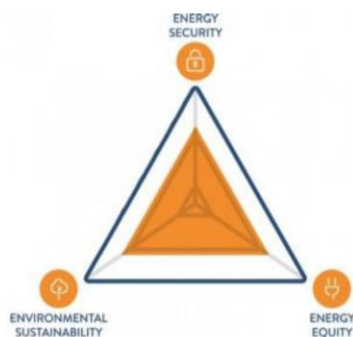
energética o del suministro, la equidad social o acceso al servicio y la mitigación del impacto ambiental o sostenibilidad ambiental, por ende, la transición energética se da a partir de estudios de escenarios en referencia a los acontecimientos más relevantes como las cooperaciones internacionales, crecimiento económico y social de las poblaciones.

Se debe tener presente que a partir de estos análisis surge el comúnmente denominado trilema energético, el cual, mediante sus tres pilares de igualdad energética, sostenibilidad ambiental y seguridad del suministro, se plantea la redefinición del mundo de la energía.

2.2.2.1. *Trilema de sostenibilidad energética.*

Figura 7

Trilema de Sostenibilidad Energética



Fuente: March McLennan

Según estudios realizados por el Instituto Paul Scherrer de Suiza (2020), el mundo marca pautas de análisis de escenarios en el sector energético cada 5 años donde sin duda alguna el trilema energético se enlaza con la transición energética de cada país y cultura en el ámbito social, económico y apoyo político, por ende, se establece la asociación del gran auge mundial como las tendencias globales dentro de la cual se encuentran las energías alternativas, solo

aquellas que sean eficientes y bajas en huellas de carbón para evitar el calentamiento global, discriminando las relaciones se tiene:

Descarbonización:

- Complementariedad fuentes
- Reducción emisiones
- Acceso con menores costos

Electrificación:

- Almacenamiento de la electricidad
- Mayor eficiencia- Menor emisiones

Precios más asequibles:

- Digitalización:
- Ciberseguridad
- Generación distribuida
- Flexibilidad
- Incorporar renovables
- Eficiencia

Según el índice energético 2019-2020, trilema de sostenibilidad, desde el año 2020 ningún país ha logrado mejorar consistentemente en las 3 dimensiones por aspectos políticos de gran relevancia, sin embargo tres países han logrado el mejor desempeño como Suiza, Suecia y Dinamarca, de igual manera se resalta que de América Latina según las mejoras por dimensión, países como República Dominicana, Uruguay, Brasil y Nicaragua inician su aporte en un 25% de generación distribuida y acceso al servicio.

En Colombia según el Programa de Formación de Líderes Energéticos, los sistemas descentralizados y el diseño de mercado todavía representan incertidumbres críticas en cuanto al desarrollo sostenible; sin embargo, el transporte innovador y las energías renovables son

prioridades de acción que van de la mano con la sostenibilidad ambiental y el acceso del servicio, desencadenando en segundo plano temas de seguridad energética.

Según investigaciones realizadas sobre la prospectiva estratégica del sector energético del Ministerio de Minas y Energía del Perú- 2016, a partir de los estudios realizados en el sector se busca una adecuada propuesta de prospectiva energética como apuesta a la sostenibilidad donde se tenga un enfoque claro desde los entes gubernamentales y profesionales competentes en el área de la electrotecnia sobre la necesidad de aportar y consolidar escenarios apuesta para el desarrollo sostenible de la región en referencia a tres componentes - Sostenibilidad Económica, Sostenibilidad Ambiental y Sostenibilidad Social.

2.3. Marco Conceptual

En referencia a la Ley 1715 de 2014 se establecen los siguientes conceptos:

2.3.1. Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE)

Son aquellos recursos de energía disponibles a nivel mundial que son ambientalmente sostenibles, pero que en el país no son empleados o son utilizados de manera marginal y no se comercializan ampliamente. Se consideran FNCE la energía nuclear o atómica y las FNCER. Otras fuentes podrán ser consideradas como FNCE según lo determine la UPME.

2.3.2. Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER)

Son aquellos recursos de energía renovable disponibles a nivel mundial que son ambientalmente sostenibles, pero que en el país no son empleados o son utilizados de manera marginal y no se comercializan ampliamente. Se consideran FNCER la biomasa, los pequeños

aprovechamientos hidroeléctricos, la eólica, la geotérmica, la solar y los mares. Otras fuentes podrán ser consideradas como FNCER según lo determine la UPME

2.3.3. Transición Energética

Promueve el desarrollo de un sistema energético sostenible (asequible, estable y respetuoso con el medio ambiente) para el beneficio de todas las personas realizando análisis de escenarios donde a partir de esta herramienta de previsión estratégica que explora los caminos para mejorar la preparación de la transición energética

2.3.4. La Triple Transición Energética

Busca generar análisis voluntarista para tener una mejor política a través del balance entre la seguridad, la equidad y la sostenibilidad ambiental.

2.4. Marco Contextual

Para el desarrollo de la investigación se tuvo como ámbito espacial el departamento del Huila con énfasis en el sector energético, a través de la construcción prospectiva del mejor escenario futuro al año 2030.

2.5. Marco Legal

Los lineamientos que deben conocerse para el desarrollo de este estudio son en su mayoría dados por la comisión de regulación de energía y Gas – CREG y de la Unidad de Planeación Minero-Energética- UPME:

2.5.1. Ley 1715 de 2014.

Promueve el desarrollo y la utilización de las fuentes no convencionales de energía, mediante su integración al mercado eléctrico, su participación en las zonas no interconectadas y en otros usos energéticos como medio necesario para el desarrollo económico y sostenible de cada región:

Los interesados en realizar inversiones en proyectos de Fuentes No Convencionales de Energía y Gestión Eficiente de la Energía, podrán acceder a los incentivos tributarios enunciados por la Ley, una vez se cumplan los requisitos y procedimientos establecidos por las entidades pertinentes.

El Ministerio de Minas y Energía, a través de la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) y la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) por medio del Programa de Energía Limpia para Colombia (CCEP), unen esfuerzos para convocar e invitar a empresarios, inversionistas y ciudadanos en general, para que le apuesten a las energías limpias.

2.5.2. Decreto 2143 de 2015

Del Ministerio Minas y Energía, Hacienda y Crédito Público, Comercio, Industria y Turismo y de Ambiente y Desarrollo Sostenible decreto que desarrolla los incentivos previstos en la ley como:

- ✓ Deducción especial en la determinación del impuesto sobre la renta
- ✓ Incentivar la penetración de las Fuentes No Convencionales de Energía,

principalmente aquellas de carácter renovable, en el sistema energético colombiano, la eficiencia

energética y la respuesta de la demanda en todos los sectores y actividades, con criterios de sostenibilidad medioambiental, social y económica.

✓ Estimular la inversión, la investigación y el desarrollo para la producción y utilización de energía a partir de Fuentes No Convencionales de Energía, principalmente aquellas de carácter renovable, mediante el establecimiento de incentivos tributarios, arancelarios o contables.

2.6 Síntesis del Contexto Teórico General

A partir de lo establecido anteriormente, se puede decir que el problema de investigación sobre la identificación del mejor escenario prospectivo del sector energético, que contribuya a la cadena productiva del departamento mediante la sostenibilidad energética, permite el fortalecimiento del desarrollo y la economía del Huila, puesto que es una región con un enorme potencial para convertir electricidad según fuentes no convencionales permitiendo que todos los habitantes e industrias del departamento cuenten con el servicio de energía eléctrica segura y rentable.

Por ende, a partir de todo el recorrido teórico en lo referente a la prospectiva como herramienta metodológica y de manera adicional teniendo en cuenta el marco normativo general en temas de electricidad, transición y sostenibilidad energética a partir de fuentes no convencionales y avances tecnológicos, se puede decir que es claro que la perspectiva teórica desde la cual se formula el problema y su desarrollo, brinda coherencia concreta para construir el mejor panorama futuro en materia de transición energética y sostenibilidad económica en el departamento del Huila.

3. Aspectos Metodológicos

En este capítulo del proyecto, se plasman los métodos de investigación desarrollados partiendo del análisis realizado en el marco teórico en referencia a la interdisciplinariedad, la transdisciplinariedad y la multicomplementariedad en el conocimiento y la acción; posteriormente se plantean de forma detallada los tipos de investigación desarrollados y por último las técnicas de investigación y la validez de la mismas en términos cualitativos y cuantitativos.

a. Naturaleza Científica del Presente Estudio

Se planteó una investigación a partir de la hipótesis inicial en referencia a los fenómenos considerados en el estudio, los cuales se verificaron en términos cuantitativos dado que el sector energético establece una relación matemática de la realidad presentada y analizada dando como resultado posibles escenarios futuros que de igual manera se pueden cuantificar en términos de cantidades de usuarios, demanda solicitada, potencia absorbida, pérdidas de energía, eficiencia y calidad energética.

Cabe resaltar que la investigación se realizó mediante un tipo de análisis descriptivo, el cual permitió un estudio prospectivo, según Carvajal (1998), a fin de observar las consecuencias a través del tiempo. Por ende, la investigación prospectiva se inicia, después de que la investigación retrospectiva ha producido evidencia importante respecto a determinadas relaciones causales que serán construidas a partir de la vigilancia tecnológica y el estado del arte del área de la electrotecnia, donde a partir de inferencias generales en el caso del sector

energético desde una visión amplia y global con el fin de brindar aportes al departamento de Huila en sostenibilidad energética y partiendo desde análisis del contexto presente se presentaran escenarios posibles al año 2030.

b. Interdisciplinariedad

En el presente trabajo se analizaron diversas disciplinas científicas como lo son la tecnología, la ecología, la ciencia política, económica y social dado que la transición energética en electrificación (almacenamiento de la electricidad, mayor eficiencia- menor emisiones, precios más asequibles), tecnificación (Ciberseguridad, generación distribuida, Incorporar renovables) y descarbonización (complementariedad fuentes, reducción emisiones, acceso con menores costos); aportan en gran medida a la sostenibilidad económica, ambiental y social de la humanidad logrando suplir la demanda de energía y llevando el fluido eléctrico de calidad a todos los sectores del departamento con el fin de consolidar un región próspera y competitiva.

c. Multicomplementariedad

Se planteó un análisis de varias complementariedades posibles en la cual se priorizó el análisis sobre la intuición, donde el conocimiento parte de un estudio perspectivo mixto en referencia al conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación los cuales implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos con el fin de establecer una ruta al 2030 para que se consoliden las nuevas estrategias de sostenibilidad energética. Lo anterior aporta a la seguridad, acceso y sostenibilidad ambiental del servicio de energía eléctrica, dado que según Hernández- Sampieri (2010), la meta de la investigación mixta no es remplazar a

la investigación cuantitativa ni a la investigación cualitativa, sino utilizar las fortalezas de ambos tipos de indagación combinándolas y tratando de minimizar sus debilidades potenciales.

d. Diacronía, Sincronía y Prospectiva

El diagnóstico sobre los escenarios tuvo como base un estudio prospectivo en el cual se enmarcan los métodos sincrónicos y diacrónicos dado que se analizaron desde sucesos pasados y presentes para elaborar mejores propuestas futuras, realizando estudios de casos e investigaciones y analizando la teoría planteada en el anterior capítulo:

- Análisis del estado del arte que se enfoque en detallar el objeto de estudio, con una visión presente y pasada para retomar un análisis futuro de la organización, esta etapa se complementa con un estudio de vigilancia e inteligencia tecnológica en aras de reconocer las tendencias mundiales, especialmente tecnológicas, pero en general, las mejores prácticas mundiales (Mojica, 2010).
- Análisis de tendencias del sector eléctrico enfocadas en los cuatro eslabones de la cadena del sistema eléctrico, los cuales son generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica.
- Síntesis de los factores de cambio e inercia, con el fin de realizar la identificación de los elementos más importantes que definen el sector eléctrico para el departamento del Huila, se tuvo en cuenta el diagnóstico realizado por cada uno de los aspectos, donde se extrajeron los factores más relevantes del análisis sectorial a partir de las cinco fuerzas de Porter.
- Análisis de variables estratégicas y estructural, se prioriza y elige a partir de la identificación de factores de cambio, se puede llevar a cabo con el método de (Godet, 2007), utilización del (MIC-MAC): cuyo objetivo es poner de relieve la estructura de las relaciones e

interconexiones entre las variables cualitativas y cuantitativas que caracterizan el sistema (Godet, 1993).

- El Ábaco de François Régnier, los expertos califican la importancia de los factores evaluados. Al final quedan las variables con las más altas calificaciones.
- Juego de actores, mediante el método Mactor (Método, Actores, Objetivos, Resultados de Fuerza), con el fin de correlacionar las variables estrategias priorizadas, aportando de esta manera los retos, los conflictos y las posibles jugadas que se deben estructurar en el escenario apuesta.
- Construcción de escenarios, mediante la técnica de Schwart (1991), con la cual se plantearon los escenarios posibles, tendenciales, exploratorios y de apuesta con lo cual se hará una explicación de cada uno de ellos, lo que nos permitirá la elección de un “escenario apuesta”, de igual manera mediante el sistema de matrices de impactos cruzados, Smic Prob se pretende determinar y analizar las probabilidades de los escenarios.
- Diseño de estrategias, A través del análisis de la Matriz IGO (Importancia y Gobernabilidad), se establecieron las tácticas que se desarrollarán a partir de un análisis prospectivo y estratégico compuesto por los objetivos estratégicos, las actividades y las acciones desarrolladas por los responsables.
-

e. Método de Investigación

El proceso metodológico para construir el plan prospectivo estratégico para el desarrollo energético sostenible en el departamento del Huila al año 2030, se realizó mediante el modelo avanzado (Mojica, 2010) que comprende ocho eslabones de análisis abordados en tres etapas.

En la primera etapa, que se considera de diagnóstico, se recolectó la información correspondiente a los análisis de informes respecto al desarrollo energético del departamento, documentos sobre avances, proyecciones, cumplimiento de metas en cuanto al tema de estudio.

En la segunda etapa, que comprende el trabajo de campo, literalmente se interactuó con los grupos de interés tanto internos como externos para la construcción del futuro deseable. Se agotaron situaciones como los factores de cambio y las variables estratégicas; igualmente, se identificaron los actores relevantes y se construyó escenarios futuros posibles, de los cuales se eligió el futuro “apuesta”.

Finalmente, en la tercera etapa, en la que se desarrolló la configuración de las estrategias corporativas que permitieron concretar el futuro deseado, se consignaron los planes de acción, programas, metas y recursos a utilizar. A continuación, se muestra la figura en la que se sintetizan cada una de las etapas y los ocho eslabones que se utilizaron para el proceso de construcción del estudio prospectivo estratégico.

Figura 8

Etapas del método de investigación



Fuente: Elaboración propia

La información sobre la situación interna y externa se registró a partir del estudio de las fuentes de tipo primario y secundario. El acceso a las fuentes secundarias permitió el desarrollo de la etapa 1. Se realizó un análisis de información obtenida de la investigación, del que se generó el estado del arte. Asimismo, se identificaron las mejores prácticas en cuanto al sector energético sostenible en el departamento del Huila.

f. Tipos de Investigación

Para el trabajo desarrollado, se utilizó el tipo de estudio prospectivo de tipo descriptivo, iniciando con la observación de las causas probables y avance longitudinalmente en el tiempo a fin de observar sus consecuencias. La investigación prospectiva se inicia, después de que la investigación retrospectiva ha producido evidencia importante respecto a determinadas relaciones causales (Pérez, 1994).

El tipo de investigación prospectiva tiene como objetivo determinar relaciones entre variables de hechos que posiblemente ocurrirán en el futuro. También se realizó investigación descriptiva, la cual es el tipo de investigación donde se describe de modo sistemático las características de una población, situación o área de interés (Pérez, 1994).

Se recogieron los datos partiendo de una hipótesis donde se visualizará la información de manera rigurosa y luego se obtuvo lo más significativo que contribuya al conocimiento. Esto tiene como finalidad identificar las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas. Su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables.

g. Técnicas de Investigación

Este estudio se realizó con implementación de métodos en referencia a consulta de expertos denominados Mic-Mac y el ábaco de Regnier, el cual es conocido por la amplia variedad de opciones de respuesta en cada tema. El método MACTOR (Método, Actores, Objetivos, Resultados de Fuerza) que permite determinar los actores estratégicos y sus posiciones frente al futuro del sector energético del departamento del Huila (Ver anexo 1). El sistema de matrices de impactos cruzados SMIC PRO para determinar y analizar las probabilidades de los escenarios planteados en el estudio prospectivo (Ver anexo 2). El personal especializado relacionado con el sector eléctrico como los grupos de interés, quienes desde sus conocimientos genéricos pueden aportar con criterios definidos a la sostenibilidad energética (Ver anexo 3).

Cabe resaltar que los grupos de interés de la investigación son los líderes energéticos del departamento, centros de formación académica, operador de red, Asociación Colombiana de Ingenieros – ACIEM y entes gubernamentales, los cuales aportan al desarrollo energético del departamento y quienes son parte fundamental del análisis y calificación de variables adicional a los aportes de crecimiento en referencia a sostenibilidad energética.

h. Validez de la Investigación

Los criterios para la validez de la presente investigación son las siguientes:

Tabla 1*Evaluación y validez de la investigación*

CRITERIOS DE VALIDEZ	DIMENSIONES	MEDIDAS ADOPTADAS
CREDIBILIDAD / VALIDEZ INTERNA	Representación adecuada y creíble de la construcción de la realidad	Este proyecto, está compuesto por varios métodos como lo son la observación directa, entrevistas en profundidad y análisis de documentos, asegurando así la credibilidad de la investigación, teniendo en cuenta que toda la información que se recolecte será valorada por el encargado del trabajo de investigación y por expertos que lo apoyarán; también se respalda en un marco teórico confiable, lo cual es clave para las etapas de la investigación. La duración del proyecto de investigación es adecuada, y se garantiza que la interpretación de los datos se realizará de manera sustentada.
TRANSFERIBILIDAD/VALIDEZ EXTERNA	Nivel en que se pueden emplear las teorías elaboradas en otros contextos	El método prospectivo, es un método probado en todos los sectores y que se puede aplicar a cualquier organización, ya sea de carácter público o privado, lo cual permite que sea asumida con toda tranquilidad la réplica de los análisis de este proyecto investigativo y para lograr que la transferibilidad se cumpla, se requiere dentro del estudio prospectivo cumplir con los objetivos propuestos plenamente.
FIABILIDAD	Resultados coherentes, consistentes y fiables	La información recopilada y producida será coherente y consistente, puesto que es resultado de consultas en fuentes bibliográficas, permitiendo así la triangulación de los métodos de recolección, lo cual hace que se cuente con un alto grado de confianza, fundamentado en la representación objetiva. La investigación tiene en cuenta a los representantes de los actores que están dentro de los grupos de interés. Las personas a entrevistar son profesionales del sector energético del Huila lo cual hace que los resultados sean fiables y pertinentes.

CONFIRMACIÓN	Construcción de la interpretación	Se tendrá la documentación requerida para todo el proceso, apoyados de un registro de actividades durante el transcurso de la investigación como lo son: Las entrevistas en profundidad serán grabadas, se tendrán los archivos producto de las herramientas tecnológicas empleadas, las cuales aportan al análisis cualitativo o cuantitativo y aporta a su verificación, durante la observación se debe llevar una bitácora que permita la recolección de la información.
INTEGRIDAD	Interpretación disminuida por mentiras y malas representaciones de los informantes	Con el fin de cumplir este criterio, la selección de los aportantes al proyecto se realizará detenidamente, esto con el fin de que la información recopilada cuente con el criterio de objetividad. Durante las entrevistas, se con las personas para así garantizar la integridad de la información.
COHERENCIA	El problema El marco teórico La recolección de datos Itinerario de los investigadores	Este trabajo será desarrollado bajo una metodología que lleva al cumplimiento del objetivo general del estudio, partiendo de un análisis de tendencias y referencias de autores. El problema de investigación dentro del presente estudio prospectivo, permite llegar al desarrollo del marco teórico; los métodos, herramientas y técnicas que se utilizarán, son acorde para alcanzar el logro de los objetivos; se maneja una relación coherente en todas sus partes del desarrollo. La posición ética de los investigadores, garantiza que la relación entre objetivo y método sea manejada correctamente; La identidad y trayectoria, da los investigadores herramientas suficientes para aportarle coherencia necesaria a la investigación

Fuente: Elaboración propia

i. Método a Seguir Para Cada Objetivo Específico

Tabla 2

Metodología:

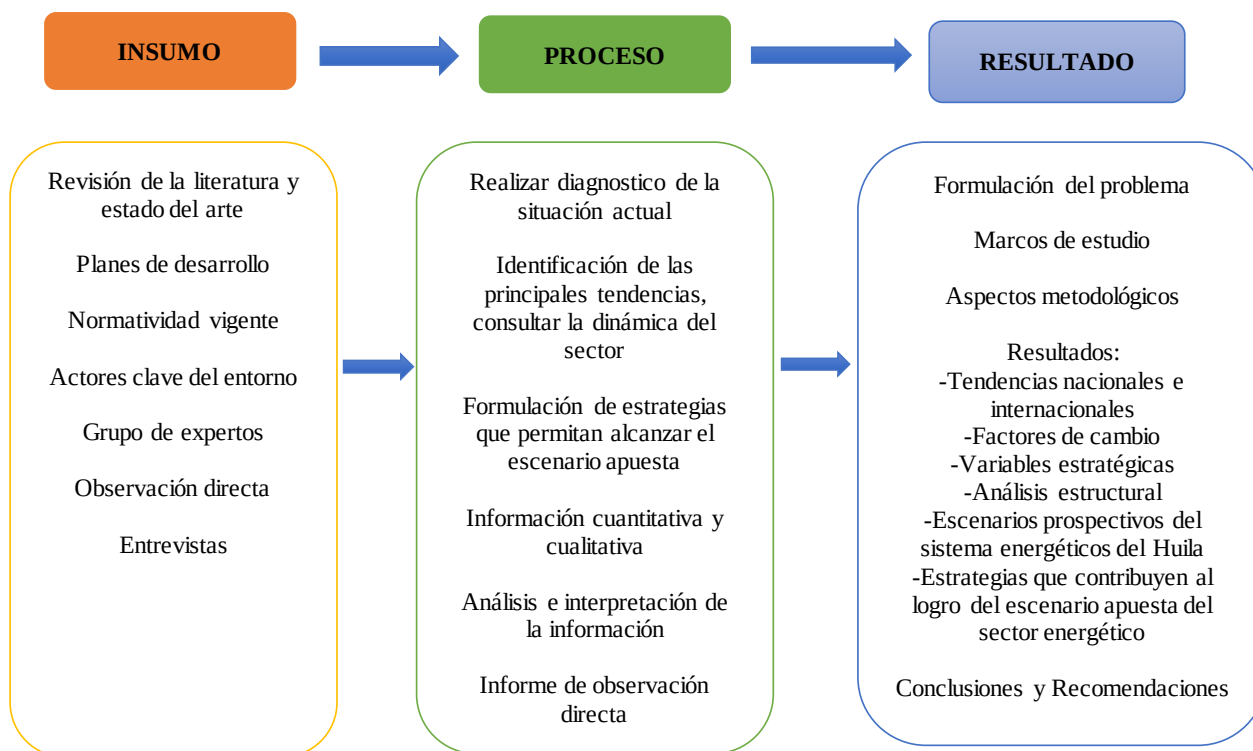
OBJETIVO	DESCRIPCIÓN	INSTRUMENTO
Identificar las tendencias globales del sector energético	Análisis sobre las tendencias nacionales e internacionales respecto a la sostenibilidad energética	Análisis de fuentes documentales
Establecer las variables estratégicas que afectan el futuro en materia de desarrollo energético	Identificación de las variables estratégicas que lleven al éxito referente al desarrollo energético sostenible en el departamento del Huila	Taller de expertos: Mic-Mac, ábaco de Régnier, análisis estructural
Determinar los actores estratégicos y sus posiciones frente al futuro del sector energético del departamento del Huila	Identificación del rol de los actores que se convertirán en los facilitadores u obstáculos para la materialización del futuro	método Mactor (Método, Actores, Objetivos, Resultados de Fuerza)
Diseñar los escenarios posibles, probables y deseables en el futuro del sistema energético del Huila al año 2030	Diseño de alternativas o escenario futuro y selección del escenario apuesta que contribuya al desarrollo energético sostenible	Smic Pro (sistema de matrices de impactos cruzados), Taller de expertos
Formular las estrategias adecuadas que permitan alcanzar el escenario deseado y que contribuyen para hacer frente a los desafíos en materia de competitividad, apuesta productiva y sostenibilidad del sector energético en el departamento del Huila al año 2030	Formular estrategias que aporten a la determinación de los objetivos, metas y priorizar las acciones con las cuales se logrará contribuir al escenario apuesta	Matriz IGO (Importancia y Gobernabilidad)

Fuente: *Elaboración propia*

j. Esquema General del Proceso de Investigación

Figura 9

Esquema del proceso de Investigación



Fuente: *Elaboración propia*

4. Diagnóstico y Tendencias

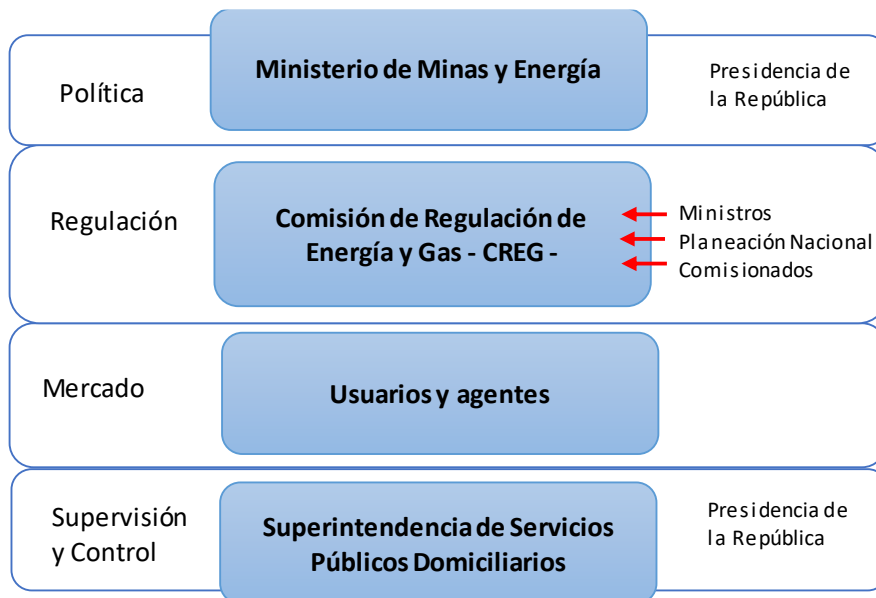
4.1. Diagnostico

4.1.1. Estructura del Sector Eléctrico Nacional

Para el sector eléctrico colombiano, se estableció un esquema donde se involucra a las entidades que producen, transportan y venden energía. También las que establecen las políticas y normas generales, y las que vigilan que todos cumplan las normas existentes. Esta estructura está determinada de la siguiente manera:

Figura 10

Estructura del sector



Fuente. Comisión de Regulación de Energía y Gas – CREG

El Gobierno Nacional está encargado de diseñar la política del sector, a través del Ministerio de Minas y Energía. La Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) es la encargada de reglamentar, a través de normas jurídicas, el comportamiento de los usuarios y las empresas con el objetivo de asegurar la prestación de estos servicios públicos en condiciones de eficiencia económica con una adecuada cobertura y calidad del servicio.

Según la CREG, el mercado está compuesto por usuarios, los cuales se clasifican en:

- ✓ Usuarios regulados: Persona natural o jurídica cuyas compras de electricidad están sujetas a tarifas establecidas por la Comisión de Regulación de Energía y Gas. Aquí está la mayoría de los usuarios comerciales, oficiales y los residenciales clasificados por estratos socioeconómicos, y algunos industriales.
- ✓ Usuarios no regulados: Persona natural o jurídica que realiza una demanda de energía superior a 2 Megavatios (2Mw). Ellos pueden negociar libremente los costos de las actividades relacionadas con la generación y comercialización de energía. En este nivel de consumo están industriales y comerciales que son grandes consumidores.
- ✓ Agentes: Llevan la energía al usuario final (generadores, transportadores, distribuidores, comercializadores y administradores).

La Supervisión y control está en cabeza de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), encargada de vigilar el comportamiento de los agentes y sancionar las violaciones a las leyes y reglas.

En Colombia se presentan zonas no interconectadas (ZNI). Municipios, corregimientos, localidades y caseríos no conectados al Sistema Interconectado

Nacional (artículo 1 de la Ley 855 de 2003). Las empresas prestadoras del servicio público de energía eléctrica localizadas en las ZNI pueden desarrollar, en forma integrada, las actividades de generación, distribución y comercialización (artículo 74 de la Ley 143 de 1994). En las ZNI la prestación del servicio se hace principalmente mediante plantas de generación diésel, paneles solares y pequeñas centrales hidroeléctricas (CREG).

4.1.2. Estructura del Sector Eléctrico Departamental

El sistema eléctrico del departamento del Huila hace parte del Sistema Interconectado Nacional (SIN), el cual importa energía desde el Sistema de Transmisión Nacional (STN) y el Sistema de Transmisión Regional (STR) y conecta a su Sistema de Distribución Local (SDL) con la generación de sus Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (PCH) y de igual manera exporta energía al STR y al SDL de otros departamentos. El esquema regional del departamento tiene su estructura basada en cuatro agentes que hacen parte de la cadena de producción de energía eléctrica como la generación, transmisión, distribución y comercialización.

4.1.3. Generación Eléctrica

El reporte integrado de la Electrificadora del Huila en el año 2020 establece que “las pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH’S) tienen una capacidad instalada de 8,32 MW y una efectiva de 6,88 MW por disponibilidad de agua. La generación hidráulica se realiza a través de tres PCH denominadas Íquira 1, Íquira 2 y La Pita. Esta energía se inyecta al sistema de distribución Betania-Altamira-Bote Sur”. (Electrificadora del Huila, 2020 b, p. 12).

En cuanto a la generación de energía con fuentes renovables en la región, la capacidad de la demanda de electricidad planeada, desglosada por fuente de energía y régimen regulatorio

(EU10) se utiliza en porcentaje de generación las fuentes solares con un 1,50%, eólica con un 6,65%, térmica con 11,35% finalizando con la generación hidráulica con 49,50% con casi la mitad de porcentaje siendo la dominante hasta el momento. Sobresale que el departamento del Huila inicia en el año 2021 con el gran auge de las energías renovables basadas en sistemas fotovoltaicos que se han materializado mediante granjas solares en las zonas de mayor radiación solar como Aipe y Villavieja, llevando de esta manera desarrollo y esperanza a zonas apartadas; sin embargo, la perspectiva del mundo cambiante se adapta a las necesidades propias del contexto primando las tendencias del orden mundial. Por esto, la realidad actual ha incidido en gran medida en el desarrollo del mercado nacional y el estancamiento de estas iniciativas que a la postre quedarán al margen de las prioridades dado el cambio disruptivo que se presenta por temas de pandemia en el país.

4.1.4. Transmisión

Consiste en el transporte de grandes bloques de energía a altos niveles de voltaje, a través del Sistema de Transmisión Nacional – STN, el cual comprende el conjunto de líneas y subestaciones con sus equipos asociados y los transformadores con sus módulos de conexión, que operan a tensiones entre los 220 y 500 Kilovoltios (KV). La transición energética no es un proceso ajeno a las empresas colombianas de hidrocarburos. Un ejemplo por resaltar es la estrategia del Grupo Ecopetrol, que en línea con su propósito de liderar la transición energética y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en Colombia ha venido avanzando en la incorporación de energías renovables a su matriz energética.

La transmisión es la actividad fundamental para el desempeño de todo el mercado eléctrico puesto que es el punto de encuentro de generadores y comercializadores, a través del

cual se logra el intercambio físico de la energía eléctrica, viabilizando la competencia y optimizando, mediante los intercambios, el uso de los recursos de generación. Los principios básicos sobre los que se fundamenta la actividad de transmisión son los siguientes:

- ✓ Libre acceso: La transmisión viabiliza la competencia optimizando -mediante los intercambios- el uso de los recursos de generación.
- ✓ Monopolio natural: Todos los servicios se pueden suministrar por un sola “empresa” (en Colombia, el STN) a un costo menor de lo que conseguiría varias empresas compitiendo en este campo.

La participación de las diferentes empresas de transmisión en el Sistema de Transmisión Nacional (STN) es la siguiente:

Figura 11

Participación en Sistema de Transmisión Nacional

Empresa	Participación (%)
INTERCOLOMBIA	70,994%
TRANSELCA	9,809%
EEB	8,015%
EPM	6,492%
EPSA	2,658%
ESSA	1,319%
DITASA	0,361%
CENS	0,185%
EBSA	0,168%
Total	100%

Fuente. Adaptada de Isa Intercolombia.

La transmisión debe regirse por un adecuado sistema de regulación que controle precios y permita la adopción de correctas decisiones de explotación, mantenimiento y planificación. Es por esto que Intercolombia S.A. E.S.P. es vigilada, inspeccionada y controlada por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, se rige bajo las leyes proferidas por el Ministerio de Minas y Energía y regulada por la Comisión Reguladora de Energía y Gas que reglamenta las actividades de los servicios públicos (Isa Intercolombia).

4.1.5. Distribución

Actividad del transporte de la energía en los sistemas de distribución, que pueden ser los sistemas de transmisión regional o sistemas de distribución local. Al igual que la transmisión, la distribución de energía eléctrica se caracteriza por ser un monopolio natural, por tanto, el papel del Estado, según lo establecido en el marco regulatorio, consiste en vigilar y regular las actividades de los operadores del sector, estableciendo estándares de precio y calidad que garanticen la eficiencia (CREG, 2002).

El proceso de distribución en el país se realiza por medio de los Sistemas de Transmisión Regionales (STR) y los Sistemas de Distribución Local (SDL). La distribución implica el transporte de energía eléctrica a través de un conjunto de líneas y subestaciones que operan a tensiones menores a 200 kV. Antes de llegar al usuario final, la energía eléctrica se transforma a niveles de voltaje medios y a través de redes, nuevas subestaciones y nuevos transformadores, se lleva hasta los puntos de consumo (Sandoval, 2004).

La Electrificadora del Huila presentó proyectos enfocados a la distribución los cuales se clasifican en calidad del servicio, reducción de pérdidas, mejoramiento de infraestructura y ampliación de la cobertura. Durante el 2019, transportó un total de 1.802,37 GWh, procedentes

de importaciones del Sistema de Transmisión Nacional, del Sistema de Transmisión Regional y del Sistema de Distribución Local de otros operadores de Red en una cantidad de 1.782,95 GWh y de su generación embebida en 19,42 GWh. Durante el mismo período exportó al Sistema de Transmisión Nacional, al Sistema de Transmisión Regional y del Sistema de Distribución Local de otros operadores de Red 660,80 GWh. La demanda neta de energía de la Electrificadora del Huila red fue de 1.141,57 GWh frente a 1.128,17 GWh demandados en 2018, presentando un leve incremento del 1,19%. La demanda máxima de potencia en 2019 fue de 179,81 MW, mientras que en el año 2018 fue de 171,1 MW, presentándose un incremento del 5,06%. (Electrificadora del Huila, 2019, p. 25)

4.1.6. Comercialización

Consistente en la compra de energía eléctrica y venta a los usuarios finales regulados o no regulados, que se sujetará a las disposiciones previstas en esta Ley y en la de Servicios Públicos Domiciliarios en lo pertinente. Es una actividad que se caracteriza por el alto nivel de competencia que se genera, por tal motivo el Estado, fiel a su política de libre competencia intenta mantenerse al margen, limitándose únicamente a veedor de que las reglas sean cumplidas por los actores del sector.

Según el plan de gestión de la Electrificadora del Huila (2020), la compra y demanda de energía por el departamento del Huila disminuyó al origen del confinamiento de la pandemia en un 11% a comienzos de marzo del 2020 y ha aumentado de forma gradual conforme se autoriza la apertura económica. Para el mes de julio la afectación ha bajado a un 7%. En las zonas norte, sur centro y occidente se han recuperado casi que en su totalidad a excepción del motor económico principal del departamento como lo es la ciudad de Neiva que a la fecha lidera las

estadísticas de casos positivos y mortalidad lo que conlleva a arreciar las medidas restrictivas y por ende la limitación en la operación del mercado.

Como aspecto positivo se resalta que, al tener un menor flujo de potencia sobre la red del operador, las pérdidas técnicas asociadas al efecto Joule han disminuido en los niveles III y IV. En nivel III alrededor de unos 280.000 kWh/Mes y en nivel IV cerca de 340.000 kWh/Mes. De igual forma dada las instrucciones del gobierno nacional en prevalecer la continuidad de los servicios públicos básicos han coaccionado el actuar del operador de red en el control de las conexiones ilegales lo que se evidencia en un incremento de las pérdidas no técnicas que impacta negativamente en la utilidad de las ventas de energía.

4.1.7. Expansión de la Red

El ente encargado de planear los nuevos proyectos de expansión para del sector eléctrico es la UPME. El último documento elaborado es el Plan de Expansión de Referencia Generación-Transmisión 2019- 2033, donde establece los requerimientos energéticos de la población según criterios económicos, sociales, técnicos y ambientales (UPME, 2019, pág. 10). Además de evaluar estos posibles escenarios para planear los nuevos proyectos, en dicho documento la UPME hace seguimiento al aumento de la demanda, los contratos de energía firme y hasta la disponibilidad de recursos para establecer los planes a seguir.

Para el área Suroccidental – Tolima – Huila – Caquetá, la UPME identificó problemáticas relacionadas en su mayoría con el agotamiento de la capacidad de la transformación, de la red a 115 kV y bajas tensiones ante contingencias sencillas en subestaciones del área particularmente en Caquetá. Definieron el segundo circuito Altamira – Florencia – Doncello 115 kV y segundo transformador en Altamira 230/115 kV para mitigar dicha condición. Por otro lado,

evidenciaron agotamiento de capacidad de transformación, sobrecargas y atención radial de la demanda: agotamiento progresivo de la capacidad de conexión STN/STR en Betania y Mirolindo. También sobrecargas en contingencia con agotamiento del anillo Betania – Sesur – Bote Seboruco (UPME, 2019)

Los proyectos presentados y aprobados a los Operadores de Red y/o ejecutados por el mecanismo de convocatoria pública (UPME, 2019):

- ✓ Normalización de la subestación Nueva Cajamarca 115 kV.
- ✓ Compensación Flandes 115 kV - 15 MVar.
- ✓ Compensación Lanceros 115 kV - 15 MVar.
- ✓ Nuevo circuito Flandes - Lanceros 115 kV de 18 km.
- ✓ Nuevo circuito Mirolindo - Gualanday 115 kV de 19 km.
- ✓ Segundo transformador Altamira (convocatoria pública).
- ✓ Nuevo corredor Altamira – Florencia – Doncello 115 kV (convocatoria pública).
- ✓ Segundo transformador en Altamira 230/115 kV – Obra definida por la Unidad.

4.1.8. Análisis Competitivo a partir de las Fuerzas de Porter

Con el fin de realizar un acertado diagnóstico del sector eléctrico mediante análisis competitivo, se realiza un estudio de estrategias y acciones que permiten establecer una ventaja competitiva en el sector mediante análisis de la entrada potencial de nuevos competidores, desarrollo potencial de productos sustitutos, poder de negociación de los proveedores, poder de negociación de los clientes y rivalidad entre empresas competidoras.

Figura 12

Modelo de las 5 fuerzas de Porter del análisis competitivo



Fuente: Elaboración propia basada en Modelo de las 5 fuerzas de Porter del análisis competitivo.

4.1.8.1. Entrada potencial de Nuevos Competidores

La Ley 143 de 1994 define el usuario no regulado como la persona natural o jurídica, con una demanda máxima superior a 2 MW por instalación legalizada, cuyas compras de electricidad se realizan a precios acordados libremente; sin embargo, en el departamento de Huila según la Comisión de Regulación de Energía y Gas- CREG el usuario no regulado es la persona natural o jurídica que tiene demanda mensual de potencia mayor a 0.1 MW o en energía de 55 MWh-mes , por lo cual y dado que el valor del kilovatio es acordado libremente con los prestadores del servicio de energía eléctrica se establece que en el departamento del Huila existen varios prestadores de servicio para los clientes no regulados, tales como:

- ✓ COMERCIALIZADOR A DICEL
- ✓ EMGESA S.A. E.S.P.

- ✓ EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLIN E.S.P.
- ✓ ECOPETROL ENERGÍA S.A.S. E.S.P.
- ✓ EMPRESA DE ENERGÍA DE PEREIRA S.A. E.S.P.
- ✓ PROFESIONALES EN ENERGÍA S.A. E.S.P.
- ✓ ELECTROHUILA S.A. E.S.P

4.1.8.2. Poder de negociación de los proveedores

Los proveedores del sector eléctrico en el departamento del Huila encargados del suministro de materiales y herramientas para el mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo al igual que aquellos que intervienen en procesos misionales de la Electrificadora del Huila son gestión cartera, control pérdidas de energía, grupos de trabajos de campo y desarrollo de planes de inversión y proyectos del Programa de Normalización de Redes Eléctricas – PRONE, tienen un poder de negociación alto puesto que son vitales para el suministro de energía eléctrica enfocado en la cadena del sector productiva como son la distribución y comercialización, por ende, son empresas que prestan bienes y servicios y son necesarias para construir bases sólidas de ingreso en la dinámica de la economía regional, a través de la generación de empleo y actividades comerciales.

4.1.8.3. Poder de Negociación de los Clientes

En sectores como el eléctrico donde se presta un servicio a los clientes, se establece que el poder de negociación es alto puesto que son el eje principal de la estrategia de negocio, por lo cual se implementan mecanismos continuamente que permitan mejorar el sector y las organizaciones que hacen parte del mismo para buscar su bienestar, por ende el área de la

electrotecnia mejora sus procesos, aunando esfuerzos por suplir las necesidades manifiestas de este grupo de interés principal.

4.1.8.4. Rivalidad entre empresas competidoras

En el departamento del Huila la rivalidad entre las empresas competidoras del sector eléctrico es muy notoria en los clientes denominados destacados o no regulados puesto que según el manual de contrato de prestación de servicio solo los clientes no regulados pueden negociar el precio del kilovatio con otros comercializadores. Por ende, la Electrificadora del Huila no posee un monopolio del servicio de energía eléctrica en estos clientes puesto que debe presentar ofertas más atractivas económicamente es decir excelente calidad a un costo más bajo, en este caso, con productos más amigables para el medio ambiente como es la energía solar fotovoltaica.

Anexo a lo anterior, la rivalidad es notoria desde el año 2018 donde los 50 clientes más notorios en cuanto a consumo y demanda de potencia buscaron alternativas diferentes al operador de red de comercializadores de energía eléctrica.

4.1.8.5. Desarrollo potencial de Productos Sustitutos

En el sector eléctrico el desarrollo potencial se evidencia en la generación de energía eléctrica y sus instrumentos de almacenamiento, dado que las diversas fuentes marcan las pautas para el desarrollo de energías limpias aportando en el desarrollo del departamento tales como:

- ✓ Energía del Hidrogeno: Según el artículo Hidrogeno verde elaborado por la fundación de Chile en el año 2020, mediante un proceso de hidrolisis se realiza la separación de moléculas de hidrogeno y oxígeno para generar energía a partir de este elemento que es abundante en el planeta, cabe resaltar que esta nueva fuente

de energía se está utilizando en ciudades como Bogotá, Medellín, Pereira y Cali; con algunos pilotos en Santander y Huila.

- ✓ Generación eólica: Según el artículo energía eólica que es y cómo funciona, elaborado por la empresa Fotorenergia en el año 2018, la energía proviene de la alta presión del movimiento de aire focalizadas y convertidas las palas del aerogenerador.
- ✓ Generación fotovoltaica: La luz solar se convierte en electricidad con células solares mediante efecto fotoeléctrico mediante dispositivos semiconductores.

4.1.9. Diagnóstico Interno de la Electrificadora del Huila

Electrificadora del Huila es una sociedad comercial organizada bajo la forma de sociedad anónima y empresa de servicios públicos mixtos, sometidos al régimen general de la Ley 142 y al especial de la Ley 143 de 1994, con operación en Colombia. Con 73 años en el mercado de energía eléctrica ejerciendo actividades dentro del ámbito del derecho privado, como empresario mercantil, liderando en el departamento del Huila la prestación de este servicio), generando, transmitiendo, distribuyendo y comercializando energía eléctrica (Electrificadora del Huila, 2020, p.30).

Figura 13

Principales Accionistas del Operador de Red Departamento del Huila

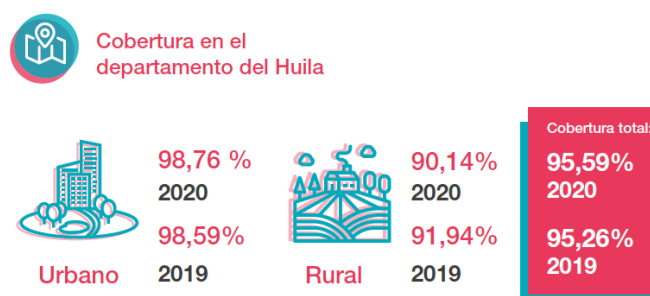


Fuente: Electrificadora del Huila, 2020.

La presencia del operador en el mercado para el periodo 2020, presentó un incremento en la cantidad de usuarios regulados del 2,43%. El mercado no regulado se mantuvo estable.

Figura 14

Cobertura en el departamento del Huila



Fuente: Electrificadora del Huila, 2020.

Se presentaron unos cambios en los indicadores, los cuales obedecen al crecimiento de usuarios en zonas subnormales, zonas no interconectadas y el crecimiento exponencial de nuevas

solicitudes tanto en la zona urbana como en la rural del departamento. La compañía presta sus servicios en los 37 municipios del departamento del Huila, así como en sectores rurales de los municipios de San Vicente del Caguán (Caquetá), Ataco (Tolima) y Belalcázar Páez (Cauca) (Electrificadora del Huila, 2020, p. 32).

4.2. Análisis del Entorno

La energía eléctrica es el motor del desarrollo, independientemente de sus fuentes, siempre se ha necesitado y usado para la evolución de la sociedad, por lo que día a día se busca mejorar las condiciones de acceso a ella, disminuyendo el impacto ambiental que se puede generar por el uso de fuentes convencionales. En esta búsqueda intervienen directa o indirectamente entornos como político, social, tecnológico, ambiental, cultural y económico.

4.2.1 Entorno Político

Cualquier cambio en las políticas públicas, instituciones o inclusive en los movimientos políticos puede obligar al sector a realizar cambios sustanciales en sus estrategias. Esto se debe a que todos los agentes políticos-legales establecen el marco regulatorio sobre el cual se desempeñan las empresas.

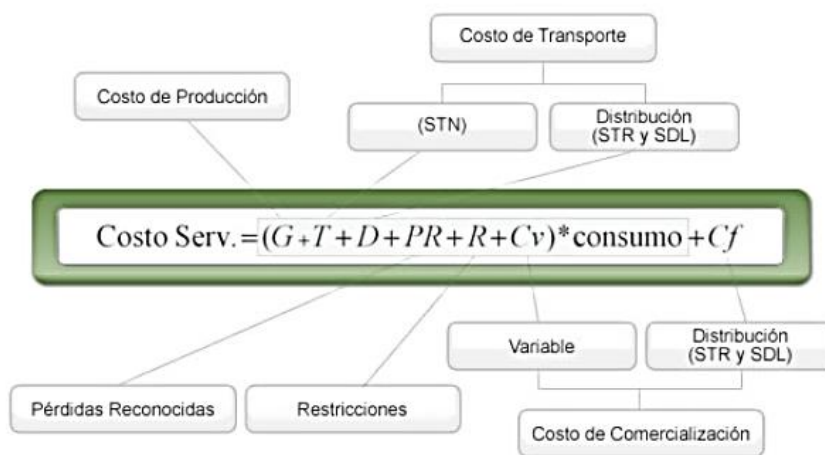
4.2.1.2. Estructura tarifaria

La identificación del costo del servicio y el precio que se cobra a los distintos usuarios (tarifas) se denomina estructura tarifaria. El costo del servicio es el resultado de agregar los costos de cada una de las etapas (producción, transmisión, distribución, comercialización y administración).

En Colombia según la Comisión de Regulación de Energía y Gas (2017), la estructura tarifaria de la energía se rige por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (Resolución 119, 2007), en donde se establece la fórmula tarifaria para establecer los costos de prestación del servicio a usuarios regulados en el SIN.

Figura 16

Determinación tarifa (costo servicio) Res. CREG 119 de 2007



Fuente: Comisión de Regulación de Energía y Gas- CREG

La estructura del Costo Unitario de Prestación del Servicio (CU) la conforman los costos de las actividades de generación, transmisión, distribución, comercialización y otros costos relacionados con la operación y administración del sistema interconectado nacional.

En donde la fórmula es:

CU_f = costo base de comercialización que remunera los costos fijos de la actividad de comercialización. Este costo es igual a cero (0) hasta que se expida la metodología para la remuneración de la actividad de comercialización para el próximo período tarifario.

CU_v = componente variable del costo unitario de prestación del servicio.

G = corresponde al costo de compra de energía por parte del comercializador y representa el costo de producción de energía, independientemente del sitio donde sea generada.

T = con este valor se paga el transporte de energía desde las plantas de generación hasta las redes regionales de transmisión.

D = valor que se paga por transportar la energía desde las subestaciones del Sistema de Transmisión Nacional hasta el usuario final.

C_v = remunera el margen de comercializar la energía e incluye los costos variables de la actividad de comercialización, asociados con la atención de los usuarios tales como facturación, lectura, atención, reclamos, etc.

PR = costos de pérdidas de energía, transporte y reducción de las mismas.

R = costos por restricciones y servicios asociados con la generación.

Es por la conformación de la estructura del Costo Unitario de Prestación del Servicio que según la Comisión de Regulación de Energía y Gas (2017), el valor que paga un usuario no varía en razón de la ubicación geográfica con respecto a un embalse o central de generación, siempre y cuando tenga las mismas condiciones socioeconómicas, haga parte del mismo sistema, el mismo nivel de tensión y sea atendido por el mismo comercializador de energía (CREG, 2017).

Según el Informe Nacional de Competitividad (2020) desde la adopción del cargo por confiabilidad, el país ha incrementado su capacidad de generación alcanzando 17.312 MW en 2018. Este valor fue 1,7 veces superior a la demanda máxima de potencia (10.190 MW). La principal fuente de generación es la hidráulica, con una participación del 68,3 % del total, seguida por la térmica con el 30,4 %; las fuentes eólicas, solares y los cogeneradores aportaron 1,3 %. En Colombia el precio promedio de la energía, después de impuestos, para el sector industrial es de USD 11,6 centavos por kWh, inferior al promedio de América Latina, pero superior en 15,2 % al promedio OCDE. El precio de escasez de la energía ha empezado a crecer a partir de 2017 debido a la recuperación en los precios Internacionales del petróleo. Los precios de los contratos regulados y no regulados se han incrementado a partir de 2018, aunque permanecen por debajo de los COP 200 kWh.

La Electrificadora del Huila, muestra mediante el reporte integrado 2020, impactos referentes a la tarifa de energía.

- ✓ Impactos positivos: Con el aumento de la tarifa se tiene un mayor ingreso para la compañía por concepto de venta de energía. En la medida en que la misma baje, se genera mayor competitividad en los procesos productivos.

- ✓ Impactos negativos: El aumento en la tarifa disminuye la satisfacción del cliente, ya que este debe pagar más por el servicio prestado. Una tarifa alta disminuye la competitividad de la Compañía referente a la competencia.
- ✓ Limitaciones: Por directrices del Gobierno nacional, la tarifa de energía se congeló durante los meses de abril a noviembre 2020.

El propósito de la Electrificadora del Huila es tener tarifas competitivas tanto en el mercado regulado como en el no regulado sin desmejorar los márgenes de utilidad de la compañía. El compromiso es realizar gestiones a fin de obtener tarifas competitivas en las compras de energía y realizar gestiones internas que lleven a tener procesos eficientes en pro de la reducción de los costos asociados a la comercialización.

La compañía debe propender a la compra de energía por debajo del costo medio de mercado, para así garantizar la reducción en la tarifa aplicada, así como precios competitivos en el mercado. Por otro lado, el operador de red tiene políticas gubernamentales a las cuales se ve abocado el usuario cuando se crean impuestos directamente asociados a la tarifa (contribución), lo que hace que esta última sea más onerosa. Para el caso de los estratos bajos (1, 2 y 3), la política gubernamental está directamente asociada, dado que el Gobierno realiza subsidio en una proporción definida de la tarifa. El Gobierno, a través de a CREG, dicta las reglas para el cálculo tarifario, buscando siempre que se tengan costos óptimos en todos los componentes del cálculo tarifario.

4.2.1.3. Normatividad

Ley 142 de 1994. Esta ley se aplica a los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado, aseo, energía eléctrica, distribución de gas combustible, telefonía fija pública

básica conmutada y la telefonía local móvil en el sector rural; a las actividades que realicen las personas prestadoras de servicios públicos de que trata el artículo 15 de la presente ley, y a las actividades complementarias definidas en el Capítulo II del presente título y a los otros servicios previstos en normas especiales de esta ley (CREG)

Ley 143 de 1994. La presente ley establece el régimen de las actividades de generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad, que en lo sucesivo se denominarán actividades del sector, en concordancia con las funciones constitucionales y legales que le corresponden al Ministerio de Minas y Energía (CREG).

Ley 1715 de 2014. Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional (CREG).

4.2.1.4 Interconexiones

La integración energética, permite aprovechar la complementariedad de los recursos energéticos de la región, incrementando la eficiencia en su uso y optimizando la estructura de costos para su producción. Asimismo, la interconexión eléctrica entre los países incrementa la seguridad energética, y beneficia, en última instancia, a todos los consumidores.

Colombia, hace parte del Sistema de Interconexión Eléctrica Andina (SINEA), que busca la integración de cinco países andinos donde predomina la generación con energías renovables y cuenta con una infraestructura de interconexión que actualmente permite intercambios que alcanzan 1% de la demanda de esta región.

Colombia y Panamá juegan un rol clave en el proceso de integración energético latinoamericano. La interconexión entre estos dos países, además de beneficiarlos, puede

propiciar en un futuro una mayor integración regional. Panamá actualmente hace parte del Mercado Eléctrico Regional (MER) de Centroamérica, conectado a través del Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central (SIEPAC), que hoy permite el intercambio de cerca de 6% de la demanda de esta región (BID, 2021).

4.2.1.5. Colombia y la transición energética

Para este año 2021, Colombia ha recibido dos grandes reconocimientos internacionales derivados de su compromiso con impulsar una profunda transformación energética. La Organización de las Naciones Unidas (ONU) escogió a Colombia como uno de los siete países llamados a liderar el Diálogo Global sobre Transición Energética en los eventos del Diálogo de Alto Nivel sobre Energía, los cuales se llevarán a cabo en la Asamblea General de la ONU en septiembre de 2021. Por otro lado, en la Asamblea General de la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA, por sus siglas en inglés) se escogió a Colombia como miembro principal de su Consejo en representación de América Latina (BID, 2021).

Colombia, con apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), ha impulsado una fuerte transformación del sector energético en sus dimensiones técnicas, regulatorias, de infraestructura y de mercado. Esto con el fin de dar respuesta a retos como la alta vulnerabilidad del sector ante fenómenos hidrometeorológicos y los efectos del cambio climático, la persistente brecha de acceso a la energía eléctrica y la necesidad de modernizar instituciones y normas que no han sido actualizadas desde mediados de la década de los noventa.

Un hito muy importante para catalizar los logros en el sector fue la organización de la Misión de Transformación Energética, donde veinte expertos nacionales y extranjeros realizaron recomendaciones de política pública a partir del análisis de las mejores prácticas internacionales

y las más recientes investigaciones académicas. Esta misión servirá como insumo al Gobierno Nacional para construir la hoja de ruta hacia un sector energético más moderno, eficiente, confiable y sostenible.

El compromiso de promover las fuentes no convencionales de energía renovable se ha extendido a las zonas rurales también. A través de operaciones en la Región Pacífico y en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, el Gobierno de Colombia y el BID han impulsado la modernización de la infraestructura de generación eléctrica para introducir tecnologías más limpias y aumentar la cobertura eléctrica (BID, 2021).

En el Pacífico colombiano se están ejecutando proyectos para conectar a cerca de 20,000 nuevos hogares (casi 100,000 personas). En el Archipiélago, además, este apoyo será fundamental para la reconstrucción de la generación eléctrica perdida después del reciente paso del Huracán Iota por las islas. Implementar soluciones energéticas sostenibles representa un reto muy importante y se espera que estos esfuerzos permitan alcanzar el acceso universal a la electricidad al 2030 suministrando el servicio de energía eléctrica al 3% de la población que aún no cuenta con este (BID, 2021).

4.2.1.6. Energías renovables

El Ministerio de Minas y Energía (2021), señala que Colombia se consolida como el país más atractivo para desarrollar proyectos de energías renovables en América Latina. Con el mejor marco normativo, regulatorio y fiscal para expansión de fuentes renovables, con el propósito de generar oportunidades de empleo y ser dinamizador de la economía local con sostenibilidad. Dentro de la estrategia para la reactivación económica, posterior a la pandemia, llamada Nuevo Compromiso por Colombia, el sector minero-energético cuenta con 42 proyectos priorizados, los

cuales generarán inversiones por 35,7 billones de pesos, 53.500 empleos y se beneficiarán 3,3 millones de colombianos en los próximos dos años (Ministerio de Minas y Energía, 2021).

Por medio de incentivos y medidas específicas, se busca fomentar las energías renovables no convencionales y la eficiencia energética, las cuales fueron introducidas al plan Nacional de Desarrollo (PND), incluyendo mejoras a la Ley 1715 de 2014, en donde se destacan tres medidas importantes.

En primer lugar, se amplió el plazo, de 5 a 15 años, para usar la sobre-deducción (uplift) del 50% de las inversiones en equipos de generación para energías renovables no convencionales y eficiencia energética, en el cálculo del impuesto de renta. En segundo lugar, y en pro de eliminar trámites innecesarios y democratizar el uso de sistemas, fotovoltaicos, introdujimos la exclusión automática del IVA en la adquisición de paneles solares, inversores y controladores de carga; en tercer lugar en el PND incluimos una obligación para que el 10% de la energía vendida a usuarios finales por las empresas comercializadoras, proviniera de fuentes renovables no convencionales, un esquema que se conoce en la literatura como renewable purchase obligations o RPOs (Ministerio de Minas y Energía, 2021).

4.2.2 Entorno Económico

4.2.2.1. Crecimiento de la economía colombiana

La energía eléctrica es esencial para el desarrollo económico del país. En el 2017 las actividades de suministro de electricidad y gas contribuyeron con el 2,05% al PIB nacional (DANE, 2018). El sector eléctrico aporta recursos a las autoridades ambientales y a los

municipios de las regiones donde se ejecutan los proyectos, por las compensaciones ambientales y sociales, y por las transferencias definidas por la Ley 99 de 1993.

Según la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), la energía tiene un papel protagónico para sustentar el desarrollo económico, en su doble condición de bien estratégico que permite servir de insumo y convertirse en capital que soporta procesos industriales o bien como servicio público que brinda bienestar social. Es de gran aportación al equilibrio macroeconómico del país, por eso se busca potenciar su competitividad, con mayor productividad y eficiencia, impulsando oportunidades de diversificación de la economía a partir de los recursos energéticos, en procura de una sociedad dinámica e incluyente.

El objetivo es garantizar la sostenibilidad fiscal del país, contribuyendo de esta manera al pleno desarrollo del Estado social de derecho, garantizando el funcionamiento de mercados energéticos competitivos, que aprovechen eficientemente los recursos y el capital naturales como oportunidad para la generación de riqueza en particular para la población más pobre y vulnerable, potenciando al mismo tiempo su mantenimiento y uso sostenible (UPME, 2019)

La propuesta del Gobierno nacional y regional a las comunidades y al departamento del Huila en general, desde hace cerca de dos décadas, para lograr un desarrollo social y económico, se centra en la tecnificación de la producción agrícola con fines de exportación (caso del café); el aprovechamiento de los recursos hídricos y mineros, y una variada oferta turística. Sin embargo, se nota una reprivatización de la economía huilense, con explotación y exploración de petróleo, explotación de oro, cobre, plata y fosfato, y la proyección de más proyectos hidroeléctricos en las cuencas hidrográficas que componen el macizo colombiano. Las políticas de desarrollo rural no logran el cumplimiento con los deberes de protección, promoción y respeto de los derechos del

trabajador del campo, de cara a garantizar la seguridad y soberanía alimentaria regional (Niño, 2012).

4.2.2.2. Calidad del servicio

Colombia obtuvo un puntaje de 6,0 sobre 8,0 en el Índice de Fiabilidad del Suministro Eléctrico y Transparencia de las Tarifas del Banco Mundial. Este resultado es mejor al promedio de los países de América Latina y equivalente al 80 % del promedio de los países de la OCDE. A nivel regional la heterogeneidad en materia de calidad del servicio es enorme. En ciudades como Montería los usuarios del servicio eléctrico estuvieron sin energía 77,2 horas en promedio y registraron 80,4 interrupciones en el año, mientras que la ciudad de Medellín presentó cortes de energía menores a cuatro horas y menos de ocho interrupciones durante 2018 (Informe Nacional de Competitividad, 2020, p 127).

Dentro del Reporte Integrado (2020), la Electrificadora del Huila, muestra impactos positivos respecto a la calidad del servicio, tales como:

- ✓ Genera ingresos por incentivos de calidad media.
- ✓ Disminuye compensaciones de calidad individual.
- ✓ A través de un sistema de información de Calidad del Servicio (ACCAMI): aplicativo para cálculo de indicadores de calidad media e individual), se brinda apoyo en el mejoramiento constante de los indicadores de calidad.
- ✓ Cumplimiento de metas regulatorias acorde con la resolución de ingresos CREG que está en proceso de aprobación del operador de red. Como resultado del cumplimiento de indicadores de calidad media (SAIDI-SAIFI), el valor de la tarifa varía.

- ✓ Genera confianza a los usuarios por la prestación de un servicio de calidad.
- ✓ El personal de la compañía ha realizado un esfuerzo adicional y ha iniciado un cambio en la metodología de trabajo.
- ✓ Establece estrategias para cumplimiento de metas regulatorias.
- ✓ Mejora la planeación de actividades de mantenimiento correctivo y preventivo.
- ✓ Genera indicadores que permitan determinar puntos de incidencia de fallas del SEH.
- ✓ Evita penalizaciones e intervenciones por parte de la SSPD por el no mejoramiento constante de la calidad del servicio a los usuarios.

También, muestra algunos impactos negativos como:

- ✓ Dependiendo de la calidad del servicio prestado por la compañía, los clientes reciben compensación por el no cumplimiento de los indicadores de calidad individual.

Por otro lado, para el año 2020, la Electrificadora del Huila presentó limitaciones como:

- ✓ Los factores que afectaron el desarrollo del plan fueron la pandemia por Covid-19 y el impacto del fenómeno de La Niña en la región.
- ✓ Pandemia Covid-19: su llegada al territorio durante el mes de marzo de 2020 hizo que la coordinación del desarrollo de mantenimientos y del plan de inversiones y la ejecución de actividades preventivas para anticipar temporadas de lluvias fuesen ajustadas de manera repentina.

- ✓ Aumentaron los tiempos de restablecimiento del servicio a los usuarios, ya que fue necesario tomar medidas para salvaguardar la salud del personal operativo de la compañía.
- ✓ Fenómeno de La Niña: para los últimos meses del año 2020, inició la temporada de lluvias en la región. Esto, sumado al fenómeno de La Niña y la no ejecución adecuada de todos los mantenimientos preventivos, hizo que la cantidad de fallas en estos meses aumentara considerablemente.

4.2.2.3 Eficiencia energética

En materia de intensidad energética, la economía nacional utilizó 2,3 Megajulios por cada dólar producido del PIB en 2015. Esto es el 59 % de la energía que usa el promedio de América Latina (3,8 MJ/USD) y la mitad de la que utilizan los países miembros de la OCDE (4,5 MJ/USD). A nivel de sectores económicos, el sector transporte presenta la mayor intensidad energética con un valor de 2,21 BEP/millones COP, seguido del sector industrial con 0,96 BEP/millones COP (Informe Nacional de Competitividad, 2020, p 127).

4.2.2.4. Impactos económicos significativos

Según la encuesta realizada por la Comisión de Integración Energética Regional (CIER), el servicio que presta la Electrificadora del Huila se ha mejorado. Avanzando en la percepción de los usuarios del 72,0 en 2019 al 74,3 en 2020. Por otro lado, se pueden evidenciar los impactos indirectos que se generan en el sector agropecuario, el cual requirió la prestación de un servicio permanente para lograr escalar en las metas de exportaciones en productos como café y filetes de pescado, que se ubicaron en el primer lugar de exportaciones.

4.2.2.5. Gestión de la demanda

El Programa de Eficiencia Energética adelantado por el operador de red departamental, fue destinado a crear conciencia del uso racional de energía y apoyar a los usuarios en la optimización de la energía e incorporación de recursos eficientes y limpios a su matriz energética. También, se enfatizó en la factibilidad de alternativas de mayor importancia respecto al potencial de reducción del consumo energético. El número de beneficiarios fue de 55 usuarios. Sobre ellos se realizó el estudio particular y se identificó cuáles eran sus falencias energéticas, planteando igualmente la solución y los costos sobre los cuales se incurriría para la corrección de ellas.

Durante el 2020 el sistema eléctrico del Huila –SEH importó 1.594,23 GWh provenientes del STN, el STR y, en mucha menor escala, de otro OR. Su generación embebida fue de 16,89 GWh. Esto suma una disponibilidad total de energía (demanda bruta) de 1.611,13 GWh. Las exportaciones de energía fueron de 473,91 GWh, para una demanda neta de 1.137,22 GWh. La demanda neta de energía fue inferior en un 0,38% frente al año anterior, situación causada en especial por las nuevas condiciones de consumo debido a la pandemia. Las exportaciones descendieron en mucha mayor proporción (28,28%) debido sobre todo a que se suspendió el suministro a Putumayo (Junín) desde el mes de mayo a raíz de la alteración en la topología por la tragedia de Mocoa, mientras que en 2019 el envío de energía se mantuvo durante todo el año. Las demás exportaciones también disminuyeron (en menor proporción) debido a la emergencia sanitaria (Electrificadora del Huila, 2020).

Precio de la energía: En particular, Colombia presenta un precio de la energía cercano al promedio de América Latina. A corte de 2016, el país ocupó la séptima posición en la región entre los países con mayores tarifas de energía para el sector industrial. En comparación con los

países miembros de la OCDE la brecha es mayor, con una diferencia promedio de USD 1,7 centavos por cada kilovatio hora consumido. (Informe Nacional de Competitividad, 2020, p. 135).

En Colombia el precio promedio de la energía, después de impuestos, para el sector industrial es de USD 11,6 centavos por kWh, inferior al promedio de América Latina, pero superior en 15,2 % al promedio OCDE. Durante 2018 y 2019, el precio promedio diario de la energía en bolsa ha continuado por debajo del precio de escasez y con valores promedio inferiores a los COP 200 por kWh. Por su parte, el precio de escasez ha venido aumentando desde 2017 producto de la recuperación en los precios internacionales de los combustibles fósiles (Informe Nacional de Competitividad, 2020, p. 127).

4.2.2.6. Eficiencia del uso del recurso

Colombia presenta un buen desempeño aparente en materia de intensidad energética. El aparato productivo nacional utilizó 2,3 Megajulios por cada dólar producido del PIB en 2015. Esto es el 59 % de la energía que usa el promedio de América Latina (3,8 MJ/USD) y la mitad de la que utilizan los países miembros de la OCDE (4,5 MJ/USD). En los últimos diez años, este indicador se ha reducido considerablemente al pasar de 2,8 MJ/USD a 2,3 MJ/USD, lo cual representa una disminución promedio anual de 2,3 %. Este buen desempeño, sin embargo, no obedece a un alto grado de eficiencia energética de la economía, sino que es el resultado de las características propias de su estructura productiva, en la que predominan sectores como el de servicios y otras actividades conexas, los cuales son menos intensivos en el uso de la energía en comparación con otros sectores económicos como la minería y el transporte (Informe Nacional de Competitividad, 2020, p. 144).

4.2.2.7. Reducción de pérdida de energía

Uno de los asuntos estratégicos y de gran importancia para el operador de red del departamento del Huila, es el control de las pérdidas de energía, pues si estas no se gestionan eficientemente se puede desmejorar la posición financiera de la empresa; dependiendo del nivel de pérdidas se impacta en los negocios de distribución y comercialización. Por lo tanto, las pérdidas de energía se identifican para su manejo como pérdidas técnicas y pérdidas no técnicas. Institucionalmente se lleva seguimiento al Índice Total de Pérdidas (IPT), en conformidad con lo establecido en la Resolución CREG 015/2018, capítulo 7, en la cual se regula la implementación de planes de gestión de pérdidas, metodología de cálculo del índice de pérdidas, por nivel de tensión con criterios eficientes, y remuneración por la ejecución del plan y logros establecidos (Electrificadora del Huila, 2020).

El IPT del año 2020 se presentó con tendencia de crecimiento, aunque el propósito es reducir este comportamiento en el índice de pérdidas totales. Esta situación nos abocó a revisar y evaluar detalladamente la proyección del plan en las estrategias y acciones. Con el análisis se evidenció que lo acontecido al país en el 2020 por la emergencia sanitaria impactó notoriamente las demandas de energía. Durante 3 meses identificamos discontinuidad en la operación de gestión de pérdidas como consecuencia de la situación económica de algunos sectores residenciales y comerciales, que motivó el uso indebido del servicio por parte de algunos clientes. De esta forma se impidió que se registraran formalmente los consumos y no se facturó la energía real suministrada (Electrificadora del Huila, 2020).

4.2.3 Entorno Ambiental

UPME hace referencia a que el desarrollo de actividades propias de las cadenas energéticas como transporte, producción, transformación y consumo de energía puede provocar efectos adversos que deterioran el medio ambiente y que se manifiestan de diversas formas. La conformación de un sistema energético que disminuya la incidencia negativa del aprovechamiento de los recursos energéticos en el ambiente es un reto para hacer frente a los impactos en el agua, suelo, biodiversidad y sus servicios, aire y calentamiento global.

En Plan de desarrollo Huila Crece 2020 – 2023 se plantean iniciativas que van alineadas con el Plan Nacional de Desarrollo. Las iniciativas ambientales proponen garantizar acciones de seguridad hídrica regional en el departamento del Huila y garantizar energías limpias en el departamento.

4.2.3.1 Energía y cambio climático

Según la Organización Latinoamericana De Energía (OLADE), la relación que existe entre la energía y el cambio climático enfrenta retos importantes a largo plazo. Actualmente la producción y el uso de la energía representan 2/3 de las emisiones responsables del cambio climático. Al mismo tiempo, las oportunidades de seguir un patrón sustentable nunca han sido tan buenas y emergentes. Los ciudadanos demandan más energía limpia y confiable, los gobiernos están trabajando por conseguir economías bajas en carbón y; las energías renovables como la hidroeléctrica, la solar y eólica son cada vez más competitivas (OLADE, 2016).

Un tercio de la energía global es utilizada en la industria en la fabricación de materiales (cemento, acero, papel, plástico y aluminio) los cuales consumen grandes cantidades de energía, Un tercio está relacionado con el transporte y el tercio restante representa el consumo eléctrico.

A nivel mundial, las energías renovables representan hoy casi un 20%. De éstas un 37% es eólica, 30% solar, 25% hidráulica, el 8% restante está cubierto por otras menos convencionales como la geotermal, marina y bioenergía.⁶ Hay condiciones que favorecen a las opciones energéticas de bajas emisiones de CO₂, pues la extracción del petróleo y del gas es cada vez más cara, mientras que los costes de las renovables y de las tecnologías de uso final más eficiente siguen bajando (OLADE, 2016).

En ese sentido, el sector eléctrico está liderando la lucha contra la eliminación de las emisiones de CO₂. Energía y emisiones regionales. La región de América Latina y el Caribe representa cerca del 5% de las emisiones mundiales provenientes de la energía. Las emisiones provenientes de energía representan el 40,4% de las emisiones totales de la región, el 19,8% corresponden a la agricultura, 31,5% son del cambio de uso de suelo y silvicultura, 5,3% a residuos y 3,0% a los procesos industriales. Argentina, México y Venezuela generan el 64% de las emisiones de GEI provenientes de la energía. Las emisiones de CO₂, principalmente derivadas de la quema de combustibles fósiles, es menor en Brasil que en México, Venezuela y Chile debido a la alta participación de las hidroeléctricas y biocombustibles en la matriz energética de Brasil y la alta dependencia de petróleo, gas y carbón para generar electricidad y uso en automotores en los otros tres países (OLADE, 2016).

Según la Organización Latinoamericana de Energía (2016), los impactos en la producción de energía son:

Recurso hidroeléctrico tiende a presentar riesgos como lo son menos lluvia, el retiro de glaciares, mayor temperatura y evapotranspiración significan menos agua. Además de extensos

periodos de sequía o irregularidad en la captación del agua. Cambios en la temporalidad de las lluvias afecta la capacidad para amortiguar sequias.

El recurso térmico también presenta riesgos puesto que el aumento de temperatura reduce eficiencia general y disminución de lluvias que reducen disponibilidad de agua para procesos de enfriamiento y producción. Transporte irregular: tormentas en alta mar reducen la posibilidad de navegar y así pueden producir dificultades en la transportación de petróleo, carbón y gas para la producción de energía.

Por otro lado, el recurso eólico podría verse afectado en cuanto a cambios repentinos en la dirección, velocidad promedio y temporalidad de los vientos puede afectar negativamente al desempeño de turbinas.

4.2.3.2 Cambio climático en Colombia

Con el ideal de identificar las evidencias del cambio climático en el país, el IDEAM ha venido analizando las series históricas de la precipitación acumulada diaria y de los extremos de temperatura diaria, es decir temperatura máxima y mínima, utilizando la herramienta Rclimdex. Esta herramienta es un programa estadístico desarrollado por el Centro Nacional de Datos Climáticos de la NOAA de los Estados Unidos, quienes tienen como objetivo estimar indicadores extremos para monitorear y calcular el cambio climático (Unidad de Planeación Minero Energética, 2012).

Para el caso de la temperatura media, se analizaron las series históricas a través de su tendencia. Según estos análisis, que contaron con información de 1971 al año 2000 de todas las estaciones de mediación del país, se encontró una tendencia negativa en las precipitaciones en una gran parte de la región Andina, sur de la región Pacífica y Piedemonte Llanero de la

Orinoquía. De igual manera, se encontró un aumento de las precipitaciones en la región Caribe, resto de la Pacífica y la Amazonia (Unidad de Planeación Minero Energética, 2012).

Para el caso de la temperatura, no hay una clara relación entre la altura y el aumento de esta, a pesar de que hay una tendencia clara al aumento en las mediciones de las estaciones de los pisos térmicos fríos y más que todo en la de los páramos. Pero en general se encontró, que, para todas las mediciones de temperatura media de todas las estaciones analizadas, en diferentes pisos térmicos, hay un incremento de 0.17°C por década desde mediados de los setenta (Unidad de Planeación Minero Energética, 2012).

4.2.3.3 Sistema interconectado colombiano

Para estimar el impacto del cambio climático en la generación de energía eléctrica del país se simuló la operación del sistema nacional de generación sin considerar las redes de transmisión, en lo que se denomina despacho ideal. En este caso se considera que toda la demanda nacional de energía y los generadores están dispuestos en un único nodo. La diferencia entre éste y el despacho real radica principalmente en que en el último se consideran las limitaciones de capacidad de transporte de las líneas de transmisión que pueden obligar la entrada de generación eléctrica fuera de mérito económico, más costosa, elevando el precio final de la energía eléctrica (Unidad de Planeación Minero Energética, 2012).

Según el estudio realizado por Unidad de Planeación Minero Energética (2012), las principales variables que determinan la operación del sistema eléctrico colombiano son:

- ✓ La demanda, que corresponde a la proyección de energía que requerirá los usuarios nacionales para el horizonte del estudio. Además, se tienen en cuenta la tasa diferencial a la que se consume la energía en el día (curva de carga).

- ✓ Capacidad instalada de generación, está constituido por el conjunto de generadores eléctricos que proveen energía para satisfacer la demanda. 40 estos se caracterizan por su coeficiente de producción (la relación entre caudal y energía producida por la máquina), para los generadores hidráulicos, o por su factor de consumo de producción (la relación entre combustible y energía producida por la máquina), en el caso de los térmicos. Otros factores característicos son el tipo de combustible que utiliza, el precio de este y su factor de indisponibilidad, en razón a que por causas programadas y no programadas los generadores no siempre están en capacidad de operar.
- ✓ Hidrología, como anteriormente se expuso, cerca de 80% de la generación eléctrica del país es hidráulica, de manera que su comportamiento es decisivo para la operación del sistema eléctrico nacional. Corresponde a las series hidrológicas históricas de los caudales que alimentan los embalses y generadores del sistema, a partir de las cuales se proyectarán las series futuras de caudales.

4.2.3.4. Compromisos ambientales del operador de red departamental

Implementar el Sistema de Gestión Ambiental (SGA) y obtener la certificación respectiva bajo la norma NTC ISO 14001:2015. Mediante la medición, el control y la reducción de emisiones, la empresa puede mejorar las condiciones ambientales locales y su competitividad a escala nacional. Asimismo, contribuir al esfuerzo del país y lograr como meta la reducción definida en un 4,70% para el año 2029 (Electrificadora del Huila, 2020).

Objetivos:

- ✓ Determinar la huella de carbono generada por la Electrificadora del Huila durante el año 2020.
- ✓ Plan de Mitigación y Compensación de Emisiones, para ser implementado a partir del 2021.

Todos los proyectos que se ejecuten deben contar con sus respectivos permisos ambientales.

Impactos positivos del operador de red:

- ✓ Reforestación y siembra de plántulas.
- ✓ Prevenir y mitigar daños irreversibles para el medio ambiente y para las comunidades.
- ✓ Implementación de planes de manejo y clasificación de residuos.
- ✓ Recuperación y reciclaje de residuos aprovechables, residuos de aparatos eléctricos (RAEE), residuos especiales y residuos peligrosos (RESPEL), con empresas certificadas.

Impactos negativos del operador de red:

- ✓ Deforestación producto de actividades en la infraestructura eléctrica.
- ✓ Ante las medidas tomadas por la administración de la empresa y el Gobierno frente a la emergencia sanitaria, la Electrificadora del Huila no pudo complementar la implementación del Sistema de Gestión Ambiental (SGA), aplazando para el 2021 la certificación respectiva bajo la norma NTC ISO 14001:2015.

Riesgos:

- ✓ Desastres naturales que afectan la operación de la empresa
- ✓ Sanciones de las autoridades ambientales
- ✓ Falta de compromiso por parte de proveedores y contratistas en relación al cumplimiento ambiental en el desarrollo de los contratos”

4.2.4 Entorno social

4.2.4.1. *La Energía y la pobreza*

Las comunidades campesinas del departamento del Huila se debaten entre la guerra, el desplazamiento y la pobreza. A pesar de contar con treinta ecosistemas estratégicos y una enorme riqueza natural, la región Surcolombiana presenta una aguda situación de pobreza que afecta al 90% de su población. Quienes se ven más afectados por esta realidad son los campesinos, los cuales representan la mitad de la población del Huila (Niño, 2012)

La falta de acceso a la energía limita también el acceso a otros servicios o electrodomésticos básicos también puede limitar el desarrollo de negocios. En algunas comunidades han tenido que esperar décadas para poder contar con este servicio. Para este entorno, el plan de desarrollo Huila Crece 2020 - 2023, plantea la mejorar la cobertura de energía eléctrica en la zona rural del departamento del Huila, por medio de proyectos con el Operador de Red del departamento, los cuales se encuentran en marcha.

Un estudio del BID muestra que la electrificación rural puede tener un impacto en la reducción del abandono escolar en los primeros años de educación. Además, contar con energía eléctrica influye en la disminución del trabajo infantil y, sobre todo, impacta en la reducción

del ciclo de pobreza de la población rural. Este estudio confirma que el acceso a la electricidad impacta en la redistribución de ingresos y en la movilidad social, debido principalmente al impacto en la educación de los estudiantes de zonas vulnerables (Pérez, 2020).

Asegurar el acceso a energías asequibles, fiables, sostenibles y modernas para todos es uno de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible. Afortunadamente, América Latina y Caribe han avanzado significativamente a lo largo de los últimos años en la universalización de la energía eléctrica. Sin embargo, la región enfrenta el desafío de llegar a las comunidades rurales que están más alejadas de las redes eléctricas. A comienzo de la década de 1990, la mayoría de las poblaciones urbanas ya contaban con este servicio. Sin embargo, el gran avance se dio en las zonas rurales donde el acceso a la electricidad pasó de un 74% en el 2001 a un 93% en 2019 (Pérez, 2020).

4.2.4.2. *Subsidios, impuestos y contribuciones*

El esquema de solidaridad que funciona en Colombia, basado en subsidios cruzados, cumplió un papel fundamental en el logro de aumentos importantes de cobertura desde principios de los 90, especialmente entre los hogares más pobres. Este esquema se basa en que los hogares de más recursos, la industria y el comercio paguen un sobreprecio (20%) por la energía que consumen para subsidiar el consumo mínimo de los hogares más pobres (el presupuesto general de la nación también aporta) (Millán, 2009).

Millán (2009) menciona, que la sostenibilidad financiera del esquema está en entredicho por varios problemas, entre los que se destacan i) la pobre focalización del subsidio por fallas en el instrumento (el estrato); ii) la exagerada generosidad de algunos de sus parámetros (por

ejemplo, el nivel mínimo de consumo o el consumo de subsistencia); y iii) las restricciones al incremento de las tarifas de los estratos uno y dos establecida en la ley.

En general, en la actualidad existen una serie de contribuciones a lo largo de la cadena de producción de la energía eléctrica que distorsionan las tarifas y que pueden encarecer el precio para el consumidor no regulado en un poco más del 24% del verdadero costo de la energía. Por esto, es importante evaluar el sistema de solidaridad bajo el cual se rige el sector eléctrico colombiano y analizar la evolución de las demás contribuciones.

4.2.4.3. Operador de red del departamento del Huila y la comunidad

La participación de la comunidad le permite a la empresa familiarizarse con los requerimientos de las comunidades, de tal forma que las acciones que se desarrollen en beneficio de ellas sean compatibles con sus necesidades. Su objetivo es prevenir y resolver problemas, fomentando alianzas con organizaciones locales. Los programas se enmarcan en 3 ejes de intervención dirigidos a las comunidades urbanas y rurales de la zona de influencia (Electrificadora del Huila, 2020).

Recibir los requerimientos de las comunidades y clientes, identificando necesidades y expectativas de las partes interesadas, diseñando e implementar programas de impacto en por medio de la socialización de proyectos y asuntos propios del operador, educación y toma de conciencia sobre temas relacionados con la operación de la empresa. A través de la Oficina de Responsabilidad Social se ejecutan diversas actividades, encaminadas a: Intervención social en Salud, deporte, cultura, bienestar social-instalación de acometidas, Imagen corporativa y aporte a eventos de esparcimiento y entretenimiento familiar (Electrificadora del Huila, 2020).

4.2.4.4. Estrategia de Comunicaciones

En el 2020, los medios de comunicación y las redes sociales se convirtieron en el mejor aliado para la Electrificadora del Huila en materia de acercamiento y comunicación con nuestros grupos de interés, a propósito de las medidas tomadas por la emergencia sanitaria en el país en este atípico año para todos. La empresa proporcionó la información necesaria a clientes, comunidades y ciudadanía en general de manera eficaz, utilizando diversos canales de comunicación para dar a conocer datos concretos sobre:

- ✓ Divulgación de medidas de alivio para clientes residenciales.
- ✓ Divulgación de opción tarifaria (Resoluciones CREG 012 y 058 de 2020).
- ✓ Promoción de la App del operador de red y de conexión en Línea a través de la página web.
- ✓ Promoción de los pagos por medios electrónicos.
- ✓ Horarios de atención al usuario.

Adicionalmente, realizaron inversiones en material necesario para complementar la estrategia de comunicaciones:

- ✓ Compra de logística y señalización para adecuación de oficinas de atención al cliente, en línea con el Protocolo General de Bioseguridad ante Covid-19.
- ✓ Compra de material POP y educativo para promoción y mercadeo institucional.
- ✓ Suministro de carpas para mejorar la atención presencial de usuarios en oficinas de atención al cliente (área externa del SAIRE) para descongestionarlas. El costo total de la estrategia de comunicación fue de: \$1.214 millones. Igualmente,

informamos que durante la vigencia 2020 no se presentaron casos de violaciones de los derechos de los pueblos indígenas.

Objetivos de desarrollo sostenible desde la estrategia corporativa (Reporte integrado 2020):

- ✓ Fin de la pobreza: Expansión de la cobertura del servicio; Programa social para la reducción de pérdidas de Energía.
- ✓ Salud y bienestar: Programa de bienestar y salud ocupacional para colaboradores; Estabilidad laboral.
- ✓ Educación de calidad: Programas de formación y capacitación; capacitación a grupos de interés.
- ✓ Igualdad de género: Diseñar e implementar una nueva organización empresarial acorde con los cambios regulatorios de los negocios actuales y proyectando nuevos negocios, con perfiles y niveles adecuados de remuneración y niveles de productividad sostenibles; Incrementar la contratación de mujeres en todos los niveles.
- ✓ Energía asequible y no contaminante: Rehabilitación integral de la generación con PCH; Generación de energía solar en techos de clientes Finales; Generación de energía solar a gran escala (10 MWp).
- ✓ Trabajo decente y crecimiento económico: Intervención social para garantizar un suministro de energía adecuado - programa social de pérdidas de energía; Mantener la sostenibilidad laboral de la compañía con un desempeño económico eficiente – Desempeño Económico.

- ✓ Industria, innovación e infraestructura: Acceso a servicios de calidad y Continuidad en la prestación del servicio; Desarrollar la Integración de las Tecnologías de Información y Comunicación empresarial.; Transformación e innovación para clientes.
- ✓ Reducción de las desigualdades: Ofrecer un servicio de calidad para todos los sectores de la economía y la sociedad, programa social de pérdidas de energía; Fortalecimiento corporativo Comercial.
- ✓ Ciudades y comunidades sostenibles: Fortalecer la integralidad de los negocios en busca de una mejor percepción y relación del cliente con la Empresa; Acceso a servicios esenciales.
- ✓ Producción y consumo responsables: Rehabilitación integral de la generación con PCH; Plan de fortalecimiento técnico, calidad y confiabilidad del servicio; Protección del medio ambiente.
- ✓ Acción por el clima: Protección del medio Ambiente; Reducción de la huella de carbono; programa interno de eficiencia energética- autoconsumo con energía Fotovoltaica.
- ✓ Vida de ecosistemas terrestres: Protección del medio Ambiente; Programa de reciclaje; Medidas de compensación Ambiental.
- ✓ Paz, justicia e instituciones sólidas: Fortalecer la gestión corporativa con los grupos de interés

4.2.5 Entorno tecnológico

Debido a todas las mejoras que se presentan en cuando al entorno tecnológico, este campo es uno de los más importantes en la actualidad. Para que una empresa pueda competir en el mercado, es fundamental ser eficiente, es por esto por lo que la tecnología cobra importancia. Para las organizaciones es importante evaluar el entorno tecnológico para conocer las herramientas que puede usar y que limitaciones tendrá. Colciencias es uno de los organismos más importantes de Colombia para el apoyo de la ciencia, la investigación y la innovación.

Colciencias (2005), plantea la necesidad de basar el desarrollo productivo en el uso de mecanismos computacionales, la automatización de procesos y la informática, los cuales le permitirán a las empresas nacionales enfrentar los desafíos de la competencia internacional que estará cada vez más presente, sobre todo con los nuevos acuerdos comerciales (pág. 13).

4.2.5.1. Colciencias y la UPME

Según Minciencias (2019) “Asegurar el suministro sostenible de energía es fundamental para garantizar la evolución de los sistemas sociales y económicos. Dicho desafío significa una transformación del modelo energético actual, caracterizado tanto por el aprovechamiento creciente de energías renovables, como por el énfasis en la eficiencia energética y la coexistencia de instalaciones de gran tamaño con soluciones distribuidas de generación eléctrica” (Benavides, 2019).

Según el plan estratégico de ciencia, tecnología e innovación en energía y minería 2013-2022, la tendencia marcada hacia la implantación de sistemas descentralizados de energía eléctrica modificará el modelo de generación de la red de distribución actual. Se disminuirán las

inversiones requeridas para nuevos tendidos eléctricos permitiendo el aprovechamiento de sistemas auto productores.

Los sistemas de cogeneración permitirán aumentar significativamente la eficiencia en los procesos de los sectores industrial o terciario. Las pilas de combustible son un campo promisorio en cuanto a alternativa futura, por su alta eficiencia y mínimo impacto ambiental, para la generación distribuida de electricidad a escala industrial y para producir electricidad y calor en los hogares. La capacidad de las redes de transmisión para responder a la demanda exigirá el desarrollo de dispositivos basados en electrónica de potencia para controlar el flujo de corriente en las redes, facilitando así la operación

4.2.5.2. *El futuro y las nuevas tecnologías*

Los nuevos productos y sistemas de generación podrán hacer que los ciudadanos puedan en el futuro elegir entre distintos modelos adaptados a sus necesidades, y con ello ser más eficientes y limpios. Disrupciones como el vehículo eléctrico o el blockchain afectarán directamente al modelo de negocio del sector favoreciendo un modelo colaborativo y descentralizado. Enfocándose en nuevos perfiles de clientes como son los clientes digitales, la gran mayoría de ellos ya son o van a ser clientes conectados y sociales. El modelo de negocio futuro de las empresas eléctricas deberá adecuarse a las nuevas tendencias, manteniéndose a la vanguardia y enfrentándose a nuevos retos. Hasta ahora, el principal impulso transformador del sector provenía de las políticas regulatorias, es decir, venía de dentro del mismo sector (watch&act, 2021).

4.2.5.3. Principales fuentes de generación

El Consejo Privado de Competitividad (2019), menciona que las principales fuentes de generación, la energía hidráulica es la más representativa en Colombia, con una participación del 68,3 % del total y una capacidad efectiva de 11.833 MW. En segundo lugar, se encuentra la generación térmica con el 30,4 %, contribuyendo en 5.259 MW. Por último, las fuentes eólicas, solares y los cogeneradores, las cuales han incrementado su participación desde 0,6 % en 2010 a 1,3 % en 2018, aportaron 230 MW a la capacidad efectiva de generación. El Gobierno nacional, a través del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022, ha establecido como meta aumentar la participación de estas tecnologías a cerca del 10 % de la generación.

De acuerdo con la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME, 2019), la proyección de demanda de energía eléctrica del país a 2033 podría ser un 51,8 % superior a la de hoy. Según esta entidad, en un escenario de corto plazo (2018-2023) no se requieren proyectos de generación adicionales a los que ya están definidos vía Cargo por Confiabilidad (UPME, 2018a). No obstante, entre 2023 y 2031 sí se hace necesario incorporar nuevos proyectos, pues la oferta sería insuficiente en 2026, aun incluyendo la expansión de la capacidad instalada prevista hasta esa fecha.

4.2.5.4. Proyección departamental

El operador de red del departamento del Huila, para el año 2020, avanzó en 63 proyectos de infraestructura (los cuales venían en construcción desde el 2019) e iniciaron 32 proyectos nuevos. También concluyeron 21 proyectos de ampliación de cobertura, los cuales eran cofinanciados con la gobernación del Huila. Continuaron con la ejecución de tres proyectos del Fondo de Apoyo Financiero, el cual tiene el propósito de energizar las zonas rurales interconectadas (Electrificadora del Huila, 2020).

4.2.6 Entorno cultural

Este grupo, estima contar con al menos ocho parques solares en funcionamiento antes de finalizar el 2021 para abastecer parte de la demanda de energía de sus operaciones en donde se encuentra también el departamento del Huila (Ministerio de Minas y Energía, 2021).

Este entorno se puede ver afectado por la falta de información, pues el desconocimiento en el tema a cerca de los beneficios, costos, etc. Hace que las personas no crean en las energías alternas. Es importante resaltar también, el rechazo que genera las represas por parte de grupos sociales, académicos, étnicos y comunidad en general.

4.2.6.1. Cultura energética

Dentro de la transición energética propuesta por el gobierno colombiano, se encuentra el Reto Cultura Energética Colombia 2020, el primer proceso de innovación abierta de cambio climático con participación ciudadana. El objetivo fue encontrar una idea que incentivara la cultura energética en los colombianos con el propósito de generar hábitos de consumo conscientes y eficientes de la energía en los hogares y pequeñas industrias y comercio. Participaron 160 personas de 11 ciudades con 44 iniciativas. La ganadora fue la propuesta SIMI, programa que busca: la transición de los medidores convencionales a los medidores avanzados; una plataforma virtual que les permitirá a los usuarios conocer los consumos diarios de energía y la huella de carbono; y hace recomendaciones para generar planes de ahorro y estrategias de gamificación⁶, generación de alarmas, entre otras

4.2.6.2. Beneficios para los consumidores

El operador de red del departamento menciona la implementaron 4 alivios para beneficio de los clientes ante la emergencia sanitaria por la COVID- 19. Gradualmente se aplicaron 3 diferentes alivios emanados del Gobierno nacional:

- ✓ Incentivos por pago oportuno y/o descuentos del 10%, que hacen parte del Decreto Legislativo 517 de 2020 para los estratos 1 y 2, los cuales se aplicaron de forma automática por cada factura pagada oportunamente y en total sumaron \$1.496,9 millones.
- ✓ El pago diferido de las facturas: también fue otorgado por el mencionado decreto a clientes residenciales 1 y 2 con 0% de interés para el consumo de subsistencia y 0,83% de interés para el consumo mayor al de subsistencia.
- ✓ Comparto mi energía: permitió a los estratos 4, 5 y 6, y a los sectores comercial e Industrial, realizar voluntariamente aportes económicos para clientes de bajos ingresos, por un total de \$197,2 millones en valores aplicados para 10.885 clientes.
- ✓ La CREG, a través de las Resoluciones 058 y 064 del 2020, permitió el pago diferido del consumo de los estratos 3 y 4, con tasas de interés del 0,83% y brindó un periodo de gracia de cuatro meses, lo cual en total benefició a 287.569 clientes, con \$10.960,5 millones financiados.

4.3. Tendencias del Sector Energético

En el país y como medida adoptada por la preservación del medio ambiente surge una tendencia pesada denominada desarrollo sostenible y cambio climático que trae consigo la

variación global del clima en la tierra, debido a causas naturales y a la acción del hombre afectando todos los parámetros climáticos como temperaturas, precipitaciones, nubosidad, entre otras. Por ende, como el objetivo es cuidar del medio ambiente y sus recursos, sin renunciar al avance social y económico se genera el termino sostenibilidad energética el cual tiene como fin promover el acceso a energía limpia, sostenible, asequible y confiable a través de una transición justa y equitativa que contribuya a limitar el cambio climático.

Por lo anteriormente expuesto, se diversifica la matriz energética colombiana y, a su vez, del departamento del Huila, aumentando la oferta de energía eléctrica proveniente de fuentes no convencionales de energía renovable y disminuyendo el consumo de combustibles fósiles, pero con avances tecnológicos y alianzas estratégicas que permitan un mejor desarrollo de las mismas mediante el enfoque de los cuatro eslabones de la cadena del sistema eléctrico, los cuales son generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica.

4.3.1. Generación de Energía Eléctrica

4.3.1.1. *Energía Solar*

Hasta el momento en siete departamentos de la región hay 122 proyectos vigentes, su mayoría en Fase 2, según los registros de la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) y un 72% enfocado en desarrollos solares aprovechando el clima de los departamentos del Caribe, que tienen promedios de irradiación de entre 5 y 6,5 KWH/M2/día, superiores al promedio de Colombia, de 4,5 KWH. En el Atlántico se adelantan la mayoría de estos desarrollos, con un total de 26 proyectos solares y uno eólico, siendo el Parque solar fotovoltaico de Guayepo de 400 megavatios, su línea de evacuación y la bahía de conexión el más grande que se construirá en este departamento (Espinoza, 2021).

4.3.1.2. Energía Eólica

Es un hecho que Colombia da otro paso para su transición hacia las energías renovables no convencionales. El compromiso del gobierno colombiano se hace notar en todo el sector energético con dimensiones técnicas, regulatorias tanto de infraestructura como de mercado. Así las cosas, las primeras turbinas eólicas llegan al departamento de la Guajira (Auren, 2021).

Según la revista, El Mundo Eléctrico, en los últimos años, Colombia ha aumentado más de nueve veces su capacidad instalada para la generación de energía solar y eólica, pasando de tener aproximadamente 30 MW en 2018, a más 250 MW de capacidad instalada para la generación de energía a partir de fuentes renovables no convencionales, equivalentes al consumo básico de más de 200.000 hogares (2021). En junio de 2021, empezaron a llegar las primeras turbinas eólicas al departamento colombiano de la Guajira para el montaje y la puesta en funcionamiento del primer parque eólico a gran escala que se instalará en el en más de 17 años.

Este proyecto marca el punto de partida de la nueva Transición Energética, a través de la masificación de energías renovables no convencionales que permitirá dar un salto ampliando de menos de 0.5% a cerca de un 12% la capacidad instalada de Colombia con este tipo de fuentes. Con la puesta en funcionamiento de estas turbinas, se facilita la operación del proyecto Guajira I de la compañía Isagén, la cual tendrá una capacidad de generación de 20 MW, que es equivalente al consumo de energía eléctrica de más de 33 mil familias. Se espera que el proyecto entre en funcionamiento antes de finalizar el 2021.

4.3.1.3 Energía Geotérmica

Energía desde el corazón de la tierra. Los volcanes y las montañas colombianas son fuentes de energía geotérmica. En Colombia se han identificado zonas potenciales para extraer

la energía de la tierra. La Universidad Nacional de Colombia, junto a diversas organizaciones del país, llevan meses explorando los alrededores de otro volcán colombiano: el Nevado del Ruiz. En él se está realizando un ambicioso proyecto que busca aprovechar este valioso recurso natural como fuente renovable y limpia de energía. Si el proyecto es viable, el siguiente paso será la construcción de una planta de generación de energía eléctrica, operada por la compañía Isagen (Twenergy, 2019).

De conseguir afianzar los proyectos en marcha, la energía geotérmica en Colombia sería un hecho del que los colombianos podrían sacar provecho, de forma respetuosa con el ambiente. Es compromiso de las organizaciones de investigación, y los gobiernos de las naciones, hacer el máximo esfuerzo posible por aumentar la generación de la energía de la Tierra (Twenergy, 2019).

4.3.1.4. *Energía del Hidrógeno*

Según el Consejo Mundial de Energía (2020) el hidrogeno es un tipo de energía que obtiene su recurso de una de las fuentes más abundantes de la tierra como lo es el agua mediante la separación de las moléculas de hidrogeno y oxígeno en el proceso denominado hidrolisis podremos asegurar que esta fuente de energía limpia una vez perfeccionados los métodos y reducidos los costos de producción podremos obtenerla como un recurso renovable puesto que su producto desecho (oxigeno) también contribuye al medio ambiente. De igual manera es fácil de almacenar y de aplicar a las tecnologías convencionales en el campo automotriz y de generación eléctrica.

4.3.1.5. *Energía Marina*

Para Hernández (2021) en su columna para Energía Hoy, la energía marina conocida también como energía mareomotriz u oceánica. Es aquella que se genera a través del movimiento de las mareas, olas o corrientes del mar lo que la hace una energía renovable prometedora. Sin embargo, de acuerdo con datos de la Agencia Internacional de Energías Renovables, esta tecnología aún se encuentra en la etapa de investigación y desarrollo; y su capacidad instalada en 2020 a nivel mundial es 526.8 MW.

Energía de las mareas: Esta tecnología utiliza una presa para recolectar la energía entre la marea alta y la baja (Hernández, 2021).

Energía de gradiente de salinidad: Esta proviene de diferentes concentraciones de sal, como cuando un río desemboca en un océano. Por un lado, la ósmosis retardada por presión es agua dulce que fluye a través de una membrana para aumentar la presión en un tanque de agua salada; mientras que la electrodiálisis inversa tiene iones de sal que pasan a través de tanques alternos de agua salada y dulce (Hernández, 2021).

Conversión de energía térmica oceánica: La energía se genera a partir de la diferencia de temperatura entre el agua de mar superficial cálida y el agua fría a casi mil metros de profundidad (Hernández, 2021).

Según las agencias de noticias de la Universidad Nacional, en un reportaje para Agronet de MinAgricultura, Colombia tiene alto potencial para aprovechar las energías marinas. “Cinco fuentes de potencial energético marino en Colombia ayudarían a comunidades costeras aisladas: las mareas, las olas, las corrientes, los gradientes termales –diferencia térmica entre la superficie y el fondo del mar– y salinos, y la energía eólica en el mar”.

4.3.1.6 Biomasa

Según la UPME (Unidad de Planeación Minero Energética), la biomasa es una fuente primaria de energía la cual se debe valorar adecuadamente para lograr su aporte a la diversificación de las fuentes de energía en los diversos sectores económicos y productivos del país. Colombia, por su posición geográfica y variedad de climas, tiene condiciones favorables que aportan al desarrollo de esta fuente pues se genera por medio de residuos forestales, agropecuarios, industriales y urbanos.

La biomasa en Colombia representa alrededor del 17 por ciento de las fuentes disponibles para producir energía (Finagro, s.f.).

Aprovechar la biomasa en Colombia para producir energía puede representar ventajas para el país como (Pasan, 2013):

Tener unas fuentes de energía renovable inagotable que reducen la contaminación y no destruyen la capa de ozono, ayudan a:

- ✓ Aprovechar tierras abandonadas para evitar la erosión y degradación de los suelos.
- ✓ Aprovechamiento de los residuos de diferentes industrias.
- ✓ Fomentar la creación de empleo en áreas rurales.
- ✓ Utilizar diferentes tipos de biomasa en las calderas de la industria.
- ✓ Los costos de la energía pueden ser hasta 4 veces más económicos.
- ✓ Apoyar la transformación de las urbes hacia ciudades sostenibles.

En 2019, se dispusieron cerca de 7 millones de toneladas de residuos, y según el Ideam, el sector residuos aporta el 6 % de las emisiones de GEI en el país. La Mesa Nacional para el Aprovechamiento de Biomasa Residual fomentará, además, el desarrollo de nuevos modelos de negocio, el aprovechamiento industrial y la implementación de plataformas colaborativas a partir de la valorización de la biomasa residual con importantes beneficios ambientales y económicos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).

4.3.1.7 Energía nuclear

Esta forma de generar electricidad se da por medio de un proceso químico en el que se desintegran átomos de uranio que producen calor. Estos hierven y generan un vapor que es liberado a presión hacia unas turbinas. Estas turbinas están conectadas a generadores eléctricos que al girar producen una enorme cantidad de electricidad. Ventaja: genera una enorme cantidad de energía eléctrica a bajo costo. Desventaja: puede ocasionar graves accidentes y zonas de alta radiactividad que impactan negativamente en el ambiente debido a la inestabilidad del proceso.

Colombia tiene solo un reactor nuclear desde hace 56 años, donado por los Estados Unidos, pero en todo este tiempo su desarrollo ha sido casi nulo en investigación y aprovechamiento de la energía nuclear, la que desde hace décadas se le da mayor uso en el mundo para la generación de electricidad. En nuestro país apenas se emplean tecnologías nucleares en medicina y en algunas actividades de la industria petrolera (El Nuevo Siglo, 2021). Bill Gates recomienda producir los bienes con menos energía eléctrica generada con base en combustibles fósiles. Dice que la energía nuclear es la única fuente neutra en carbono capaz de proporcionar energía sin fallos día y noche.

El director del Grupo de Física Nuclear de la Universidad Nacional, en artículo del periódico El nuevo siglo (2021) considera que “estamos muy lejos” en Colombia de producir electricidad a través de un reactor nuclear. El país no ha dado ese paso principalmente porque no ha habido voluntad política. En este sentido dijo que una de las razones para eludir el tema es que siempre se ha dicho “para qué si en Colombia sobra el agua para hidroeléctricas”.

4.3.1.8. *SmartFlower*

Los girasoles fotovoltaicos buscan ser el primer sistema fotovoltaico “todo en uno” del mundo, que permitan generar energía limpia para autoabastecer el consumo de un hogar. Esta flor gigante está hecha de paneles solares e imita la forma en que los girasoles absorben la energía solar. La flor tiene un sistema de seguimiento solar de la misma manera que lo hacen las flores reales. De fácil instalación, con sus 18 metros cuadrados de paneles solares en movimiento, la plataforma, con forma de girasol, es capaz de generar hasta 6.200 kilovatios hora (kWh) al año, muy por encima de los 4.000 kWh que necesita una vivienda media. Además, permite obtener hasta un 40% más de rendimiento en la producción de energía gracias a sus funciones inteligentes (Ojea, 2019).

4.3.1.9. *Biodiesel de aguas residuales con microalgas*

Los residuos dejarían de convertirse en un problema y se transformarían en una solución. El contenido de los desechos humanos se convierte en energía. Esta alternativa podría ayudar a amortizar parcialmente el coste que genera la depuración de las aguas residuales, a impulsar la economía circular y a reducir la huella de carbono de los motores de automóviles diésel normales. El proceso se realiza con microalgas. Estos microorganismos presentan innumerables ventajas que los hacen idóneos para la obtención de biocombustibles. A su vez, el cultivo de

microalgas puede ayudar a la depuración de aguas residuales, pues el agua residual contiene todos los elementos necesarios para su crecimiento (Ojea, 2019).

Según el profesor Godoy, citado por Hernández (2019), ni el bioetanol, ni el biodiesel pueden responder a la demanda global de combustible con sustentabilidad ambiental y económica como lo hacen los biocrudos obtenidos a partir de algas. El proceso se realiza con microalgas. Estos microorganismos presentan innumerables ventajas que los hacen idóneos para la obtención de biocombustibles. A su vez, el cultivo de microalgas puede ayudar a la depuración de aguas residuales, pues el agua residual contiene todos los elementos necesarios para su crecimiento.

La principal razón es que estos pueden ser hasta 50 veces más eficientes en convertir la luz solar en biomasa que las plantas terrestres. En Colombia el marco normativo que les dio vida a los biocombustibles está fundamentado en las leyes 693 de 2001 (ley del etanol carburante) y 939 de 2004 (ley del biodiesel). El etanol de caña de azúcar empezó a producirse el 3 de octubre de 2005 y el biodiesel de aceite de palma el 1 de enero de 2008. aunque todavía no hay una producción masiva y queda mucho por mejorar para pasar de los laboratorios a la industrial, se tiene claro que las microalgas son una materia prima con un futuro promisorio para la generación de biocombustibles en los próximos años (Hernández, 2019).

4.3.1.10. Eólico off-shore

En referencia al Ministerio de Minas y Energía (2021), Los molinos instalados costa afuera pueden jugar un rol importante, proveyendo energía limpia que se sume a los esfuerzos recientes del Gobierno por desarrollar la generación renovable en el país pues tiene un gran potencial en la Costa Caribe, en donde se tiene una velocidad de viento de hasta 10 m/s a 10 m

de altura. Adicional a la electricidad que sería provista por estos proyectos y el potencial de reducción del precio marginal de la misma, una de las ventajas de esta opción es que la afectación percibida por las comunidades puede ser menor, ya que los proyectos no se instalarían en el área que habita la población.

El reto de la construcción en suelo marino y su interconexión con el continente, se agrega a las restricciones de la red de transmisión presentes ya en los proyectos continentales. Debido a esto, el Gobierno está profundizando su análisis para identificar las necesidades de política y regulación, cuantificar la relación costo-beneficio considerando los impactos ambientales y sociales, el costo de interconexión y un eventual efecto en la tarifa de energía de los usuarios. El balance que se obtenga deberá incluir múltiples elementos de análisis, sin desconocer que las posibilidades que hay a este respecto son amplias y merecen una evaluación detallada que irá de mano de los avances de la tecnología y de las experiencias en otras latitudes (Ministerio de Minas y Energía, 2021).

4.3.1.11. Almacenamiento de Energía

Según la Asociación Empresarial de Energías (2020) Las baterías y demás sistemas de almacenamiento de energía son requeridas para sistemas de energía de fuentes no convencionales, las baterías son de tipo ciclo profundo con capas de plomo que hacen más longeva su actividad y permiten un mejor almacenamiento. Sin embargo, para los sistemas en el ámbito tecnológico, el almacenamiento de energía abarca tecnologías variadas, que pueden clasificarse en cinco grandes clases de almacenamiento como es el químico, electroquímico, eléctrico, mecánico y térmico.

4.3.1.12. *Uso racional de la energía*

Según el Consejo Mundial de Energía (2020) el desarrollo sostenible radica en el uso racional de la energía eléctrica desde los elementos que son partícipes de su generación hasta uso final, por ende, las energías renovables generan la transición energética constituyendo pilares fundamentales del trilema energético bajo la eliminación de combustibles fósiles y daños ambientales en gran escala del país por mal planeamiento de construcción.

4.3.1.13. *Construcciones Sostenibles*

En referencia a guía de construcción sostenible CAMACOL se plantea que dentro de los objetivos de desarrollo sostenible se encuentran las construcciones que integran criterios ambientales y sociales y presentan alianzas estratégicas para la descarbonización de la energía contribuyendo a la mejora del medio ambiente o Bioclimáticas. Cabe resaltar que aunque las construcciones sostenibles tienen mayor auge en Europa en Colombia se adopta la idea de protección dado el cambio climático y es por eso que en el departamento del Huila el proyecto llevado a cabo con más renombre en el sector es el del operador de red quien desarrollo la construcción edificio promisión antigua sede el Bote el cual es el único del departamento con certificación LEED® por sus siglas en inglés (Leadership in Energy & Environmental Design) siendo este pionero a nivel mundial para el diseño, construcción, mantenimiento y operación de construcciones sostenibles reduciendo las emisiones de carbono y contribuyendo con ambientes saludables.

4.3.2 Transmisión de energía eléctrica

4.3.2.1 *Energía Inalámbrica*

Según artículo técnico en referencia a la página sector electricidad (2014), la revista Science en junio de 2007 con investigadores del Massachusetts Institute of Technology (MIT) estudian la propuesta de transmisión inalámbrica a largas distancias prescindiendo del cableado es decir poder alimentar eléctricamente sin necesidad de estar anclados a un enchufe o a una batería, es una realidad bajo la modalidad de prueba puesto que para lograr transportar la energía eléctrica a distancia se requiere de estudio minucioso de inducción electromagnética y la resonancia, donde el primero se genera debido al paso de cargas en movimiento se crea alrededor de dicho cable un campo magnético que inunda todo el espacio próximo, mientras que la resonancia es un fenómeno físico que se produce en muchos sistemas diferentes y que se caracteriza por una transferencia de energía muy efectiva entre un sistema y otro.

Es de aclarar que los resultados de las pruebas solo permiten conducir energía inalámbrica a pocas distancias por lo que se considera que el gran paso para consolidar la Witricidad es el fenómeno eléctrico planteado por Tesla, el acoplamiento electroestático.

Aunque la Witricidad es un complemento en la forma de distribuir la energía a través del modelo de tesla donde la corriente se transporta sin requerimiento estricto de conductores, esta forma de transportar la energía es apetecida por los expertos, pero solo se desarrolla en Estados Unidos y países europeos de forma experimental sin llegar aun a implementarse.

4.3.2.2. *Expansión del sistema de transmisión*

Según el plan de gestión de la Electrificadora del Huila (2020), con el fin de mejorar la continuidad del servicio, minimizando la demanda no atendida en caso de presentarse contingencias en las líneas de transmisión, implementa la expansión del sistema de transmisión regional a través de la ejecución de proyectos como la puesta en servicio del Proyecto de Confiabilidad Neiva – Norte (115 kV), de las subestaciones Canaima, Pitalito II, Garzón II, Tarqui y Guadalupe a 34,5 kV y la ampliación de la subestación Hobo a 115 kV los cuales son pilares fundamentales para el fortalecimiento de la infraestructura y la posibilidad de ampliación de cobertura y confiabilidad del sistema eléctrico del Huila.

4.3.2.3. *Interconexiones internacionales*

Según el Ministerio de Minas y Energía (2021), las interconexiones internacionales, es una opción atractiva para aumentar el tamaño del mercado. Se Busca facilitar la creación de un Hub Energético para exportar energía renovable, incrementar la competencia y aportar a la confiabilidad. El sistema eléctrico colombiano se complementa con intercambios a través de la interconexión eléctrica con Ecuador, y en menor medida con Venezuela. Con el primero existe una interconexión a 138 kilovoltios y otra a 230 kilovoltios, con una capacidad máxima de diseño para exportar 535 megavatios y para importar de 295 megavatios, pero que debido a restricciones operativas solo permiten una exportación máxima de 300 megavatios y una importación de 200 megavatios.

Colombia y Panamá han evaluado en diversas oportunidades la posibilidad de desarrollar un esquema de interconexión que viene avanzando e incluye asuntos como armonización regulatoria, esquema de financiamiento de una eventual línea e impactos ambientales en una zona fronteriza de gran biodiversidad. El proyecto más reciente, que podría terminarse a

mediados de la presente década, comprende la construcción de más de 500 kilómetros de tendido eléctrico, divididos en tres tramos (dos terrestre y un cable submarino), con una capacidad de transporte de 400 megavatios (Ministerio de Minas y Energía, 2021).

4.3.2.4. Nanotecnologías

La producción de energía es uno de los problemas fuertes que se deberá resolver en el futuro. En busca de la solución, se están desarrollando tecnologías alternativas que reduzcan la dependencia de combustibles fósiles contaminantes y que, a la vez, sean económicamente rentables. Las nanotecnologías se pueden utilizar para aumentar la electricidad generada por turbinas eólicas. Por ejemplo, un epoxi con nanotubos de carbono se utiliza para que las aspas de las turbinas sean más resistentes. Además, se consigue reducir el peso de las aspas mediante el uso de epoxi relleno de nanotubos. Las aspas más largas resultantes aumentan la cantidad de electricidad generada por cada turbina eólica.

Una iniciativa para ampliar las posibilidades y la eficiencia de la producción de energía a partir de desechos de actividades agropecuarias revisó la Gobernación del Huila de la mano del físico colombiano Édgar González. Gonzales (2019) menciona que “El Gobierno Nacional y gran parte de grupos de investigación del país están orientando esfuerzos para hacer frente a los grandes retos que se imponen para la sociedad del siglo XXI, porque requerimos hacer uso de las bondades de las tecnologías disruptivas para mejorar los procesos en producción de energía sostenible, no convencional”. Los beneficios de la bioenergía se dan en que es autónoma, barata, genera abonos, genera fertilizantes, es un modelo estratégico para impulsar nuevas tecnologías para hacer más eficiente el proceso de su producción sin causar daños al ambiente.

4.3.3 Distribución de Energía Eléctrica

4.3.3.1 Mejoramiento de infraestructura

Según el plan de gestión de la Electrificadora del Huila (2020) del operador de red realiza importantes inversiones en el mejoramiento de la infraestructura eléctrica por medio de la reposición y construcción en sus redes de media y baja tensión, mejorando las condiciones de seguridad, estabilidad y confiabilidad del servicio con inversiones de \$ 21.905.919.000 distribuidos en todo en departamento del Huila.

4.3.3.2. Reposición de equipos en subestaciones

La Comisión de Regulación de Energía y Gas (2014) establece que los equipos de las subestaciones deben ser sustituidos por daño u obsolescencia de equipos de potencia y de control en las subestaciones del sistema. Aunque esto es una exigencia solo aumenta su importancia y ejecución mediante el concepto de calidad de energía que se debe cumplir a cabalidad en el país. En cuanto al departamento del Huila según informes de gestión del operador de red se ha realizado una inversión por un valor de \$7.786 millones en el 2020 impactando de manera importante en la confiabilidad y continuidad del servicio del departamento.

4.3.3.3. Sistema de Gestión de Medida

El sistema de medición permite segmentar y focalizar las pérdidas de energía mediante estructuras de balance por niveles de tensión, acorde con las exigencias regulatorias del plan de pérdidas de la Comisión de Regulación de Energía y Gas (2016) el cual sirve como herramienta fundamental para la gestión e identificación de las pérdidas de energía. En Colombia las ciudades son más sistemas de medición son Bogotá y Medellín, sin embargo, el departamento del Huila realiza una apuesta al control y seguimiento de las pérdidas técnicas y no técnicas por

defraudación de fluidos según el artículo 256 mediante el cual se determinan las penas por conexiones fraudulentas de energía eléctrica.

4.3.3.4. Automatización de subestaciones y redes

Con el fin de realizar telecontrol y tele gestión del suministro de energía eléctrica mediante automatización avanzada de la red de distribución (ADA) en el cual las subestaciones, centros de control y monitoreo de cada operador de red pueda controlar y maniobrar desde sitio sin tener que desplazarse a campo. En el departamento del Huila ejecutan proyectos desde \$38.652 millones según Plan de gestión 2020, con el fin de promover la automatización de todas las subestaciones del sistema eléctrico y de la totalidad de los circuitos de media tensión para mejorar la continuidad del servicio cumpliendo requerimientos regulatorios (Electrificadora del Huila, 2020).

4.3.3.5. Infraestructura de medida avanzada (AMI)

AMI es una tecnología que integra contadores inteligentes, Smart Meter (SM, por sus siglas en inglés), redes de comunicación y sistemas para la administración de datos. Mediante una comunicación de tipo bidireccional entre el SM y las empresas prestadoras del servicio de energía eléctrica, AMI tiene como objetivo gestionar aplicaciones para hacer uso eficiente de la energía, tendientes a la reducción del impacto ambiental (Acosta, 2019).

4.3.3.6. Smart Grids

Las redes inteligentes o Smart Grid son alternativas viables para atender la demanda futura e incrementar la eficiencia del sistema; Colombia ha tenido varias iniciativas en este tema con la participación de universidades, empresa privada y entidades del gobierno; La UPME

(Unidad de Planeación Minero Energética) ha realizado un estudio cuidadoso para poder llevar el país a un escenario donde se puedan implementar y desarrollar redes inteligentes (Acosta, 2019).

Las Redes inteligentes de distribución de energía se encargan de la actualización de las redes de distribución y monitoreo de equipos de medición de energía eléctrica, actualmente está en proceso de implementación donde en pilotos desarrollados en Pitalito y Garzón han mostrado gran control del sistema eléctrico sin embargo su implementación y tecnología es muy costosa por ende solo se proponen en programas PRONE, FAER y proyectos CREG.

4.3.3.7. *Big Data – Analítica*

Según Documental "Big Data: el valor de nuestra información", Big-Data es la transmisión vía internet de los datos de consumo de energía y análisis de uso eficiente de energía eléctrica, cabe resaltar que las redes inteligentes según el Instituto de Ingeniería del Conocimiento (2021) integran las tecnologías de la información con las infraestructuras eléctricas actuales y disponen de un gran volumen de datos sobre el comportamiento de todos los actores conectados a ellas desde los que generan electricidad, la transportan, distribuyen y comercializan.

Este conjunto de datos recopilados a gran volumen permitirá analizar en tiempo real, consumos y posibles análisis de pagos de factura, análisis de datos, seguimiento a calidad de energía a partir de interfaz con redes de navegación, dispositivos inteligentes. Aunque su éxito depende de las tecnologías instaladas anteriormente como medidores inteligentes, sistemas de monitoreo se considera que la interfaz de este solo es el 30% de todo el equipo de componentes y actualización de sistemas de control como SIEC, SITEC, ORACLE sistemas comerciales de los operadores de red.

4.3.4 Comercialización de energía eléctrica

4.3.4.1. Consumo de energías limpias

Según la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia ANDI (2019), en el plan nacional UPME el consumo de combustibles fósiles pierde participación en el mercado minero energético del país, dado las grandes tendencias al alza del precio del petróleo y la conciencia de la búsqueda de energías renovables donde la participación de consumo de combustibles fósiles en el 2020 pasa del 86% al 76% en todo el país. Para el caso del departamento de Huila que es catalogada como emergente en renovables se evidencia según informe integrado de la Electrificadora del Huila del año 2020 que del 100% de la capacidad de demanda el 49.50% son fuentes de energía hidráulicas, 1.50 % en fuente de energía solar y 6.65% en fuentes de energía eólica.

4.3.4.2. Vehículos eléctricos

Los vehículos eléctricos utilizan uno o más motores eléctricos o de tracción para la propulsión. Hay tres tipos principales de vehículos de este tipo, existen los que se alimentan directamente de una estación de alimentación externa, los que funcionan con electricidad almacenada y los que son alimentados por un generador de a bordo, tales como un motor (un vehículo híbrido), o una célula de combustible de hidrógeno. Algunos ejemplos son los coches, trenes, camiones, aviones, barcos, motos y scooters eléctricos y las naves espaciales (Roas, 2011).

La reforma tributaria en Colombia incrementa del 5% al 18% el IVA que se paga sobre la compra de vehículos eléctricos híbridos dado que inicialmente se pretendía incentivar la compra de estos pero dado que se está adoptando la nueva estrategia se busca recaudar un importante

valor para el presupuesto nacional. Aunque en el Huila se establece que el mercado de los vehículos eléctricos no tiene la acogida que tiene en otras ciudades del país como Bogotá o Medellín, sin embargo, en lo corrido del año se han registrado dos vehículos, uno por cada mes, presentando una variación negativa en el mes de febrero del 2021 del 50%.

4.3.4.3. *Electrolineras o Puntos de Carga Eléctrica*

Según el Ministerio de minas y energía (2019), en Colombia, se espera que las soluciones en movilidad eléctrica (MovE) logren indicadores relevantes para 2030, con una proyección del 57% en ventas de vehículos, cubriendo un 30% de la flota total (Bloomberg, 2019). En efecto, el despliegue en el uso de las tecnologías de MovE tiene dentro de sus condiciones importantes, la disponibilidad de infraestructura de recarga en referencia a construcción y distribución de estaciones de carga para vehículos de combustibles alternativos. Cabe resaltar que en el departamento solo se presenta un punto de carga, pero como modelo de los próximos proyectos que se desarrollaran en el departamento. Dado que cada punto de carga requiere una inversión mínima de cinco millones de pesos solo para un punto de carga de vehículo eléctrico.

4.3.4.4. *Equipos de medida prepago*

Con la implementación de equipos de medida controlada o prepago, el usuario podrá tener control y seguimiento del consumo de energía eléctrica requerido según sus necesidades por ende se muestra tendencia de reducción de cartera optimizando el recurso humano de los operadores de red y reducción de pérdidas de energía. Aunque ciertamente el consumo de energía disminuye se establece que no existen pérdidas de estas y se ajusta a las necesidades de los clientes, ello se debe al mantenimiento de la estrategia de inspecciones y correcciones en los sistemas de medida, en especial los del nivel de tensión uno. Otro aspecto es el control sobre

grandes consumidores incluidas las fronteras comerciales propias y de otros comercializadores y proyectos como provisionales de obra por lo cual estas acciones se han desarrollado según la Resolución CREG 172 de 2011.

4.3.4.5. Domótica

La vivienda inteligente es el resultado de la integración de sistemas y equipos que permiten cumplir las necesidades de sus habitantes referentes a la seguridad, confort, gestión y control, telecomunicaciones y ahorro de energía. Se entiende por domótica al conjunto de sistemas capaces de automatizar una vivienda, aportando servicios de gestión energética, seguridad, bienestar y comunicación, y que pueden estar integrados por medio de redes de comunicación pudiendo ser controlados desde dentro y fuera del hogar (Hernández, 2012).

En la ciudad de Neiva el edificio denominado PROHUILA es un edificio inteligente que cuenta con los dispositivos del sistema como controladores, sensores, actuador, Bus de datos e interfaz generando un dispositivo completo de domótica integrado.

4.3.4.6. Eficiencia energética

Según Estudio de Eficiencia Energética (2012) la utilización de tecnologías que requieren una menor cantidad de energía para conseguir el mismo rendimiento o realizar la misma función permite que el sistema de uso final sea eficiente para el cliente o usuario logrando rendimiento energético, razón por la que muchas organizaciones implementan esta estrategia para reducir costos de energía y crear responsabilidad corporativa.

4.4. Síntesis de los factores de cambio e inercia

Para realizar la identificación de los elementos más importantes que definen el sector eléctrico para el departamento del Huila, se tuvo en cuenta el diagnóstico realizado por cada uno de los aspectos, donde se extrajeron los factores más relevantes del análisis sectorial a partir de las cinco fuerzas de Porter, concluyendo en las siguientes tendencias:

Tabla 3

Síntesis de los factores de cambio e inercia

Factores		Descripción	Nivel de avance
1	<i>Redes inteligentes de distribución de energía (Smart grids)</i>	Alternativas viables para atender la demanda futura e incrementar la eficiencia del sistema	El 2% de los proyectos en el departamento del Huila la implementan.
2	<i>Big Data – Analítica</i>	Es la transmisión vía internet de los datos de consumo de energía y análisis de uso eficiente de energía eléctrica	Se implementa en el 2021 en un 30% de avances de información con interfaz de usuarios.
3	<i>Electrolineras o Puntos de Carga Eléctrica</i>	Puntos de carga eléctricas en el uso de las tecnologías de Movilidad eléctrica.	Existe solo un modelo piloto, como punto de carga rápida.
4	<i>Generación de energía solar fotovoltaica</i>	Energía renovable obtenida a partir de la radiación electromagnética procedente del sol.	Se utiliza en porcentaje de generación las fuentes solares con un 6.65%.
5	<i>Generación de energía eólica</i>	Se obtiene a partir del aprovechamiento de la energía cinética de las masas del aire.	Se utiliza en porcentaje de generación las fuentes eólicas 1.50%.
6	<i>Generación de energía Geotérmica</i>	Tipo de energía renovable que se obtiene del calor del interior de la tierra través de rocas caliente o conducción y convección.	En el departamento solo se realiza la compra de esta.
7	<i>Generación de energía del Hidrógeno</i>	El hidrogeno es un tipo de energía que obtiene su recurso de una de las fuentes más abundantes de la tierra como lo es el agua mediante la separación de las moléculas de hidrogeno y oxígeno en el proceso denominado hidrolisis	Existe solo un modelo piloto en el servicio nacional de aprendizaje SENA.

8	<i>Generación de energía Mareomotriz</i>	Energía renovable transportada por las olas del mar, la salinidad, las mareas, y las diferencias de temperatura del océano.	Los sistemas se implementan en zonas costeras.
9	<i>Generación de energía a partir de la Biomasa</i>	La Bioenergía, es obtenida de la materia orgánica constituida de los seres vivos, sus excretas y restos no vivos.	Existe solo un modelo piloto en la ciudad de Medellín dado su infraestructura para el proceso de transformación.
10	<i>Generación de energía Nuclear</i>	Energía que se encuentra contenida en el núcleo de un átomo.	En Colombia solo existe un reactor nuclear pero su aprovechamiento es nulo.
11	<i>Smartflower</i>	Girasol solar con paneles fotovoltaicos avanzados.	La flor gigante de paneles solares solo tiene un prototipo en Pereira.
12	<i>Generación de Biodiesel de agua - Microalgas</i>	Un cultivo de microalgas puede ayudar a la depuración de aguas residuales, pues el agua residual contiene todos los elementos necesarios para su crecimiento.	Propuesta en desarrollo por el instituto colombiano de petróleos.
13	<i>Almacenamiento de Energía</i>	Los sistemas de almacenamiento de energía son requeridos para sistemas de energía de fuentes no convencionales	Se implementa en el 100% de generaciones con fuentes renovables.
14	<i>Uso racional de la energía</i>	El desarrollo sostenible radica en el uso racional de la energía eléctrica desde los elementos que son partícipes de su generación hasta uso final	Implementado en todo el departamento la campaña uso confiable y seguro de la energía eléctrica.
15	<i>Construcciones Sostenibles</i>	Construcciones que integran criterios ambientales y sociales y presentan alianzas estratégicas para la descarbonización	CAMACOL y el SENA implementan programas de capacitación para construcciones sostenibles elaborada por Huilenses.
16	<i>Energía Inalámbrica</i>	Transporte de energía que sirve para alimentar eléctricamente sin necesidad de estar anclados a un enchufe o a una batería.	Solo se encuentra plan piloto en Massachusetts Institute of Technology (MIT)

17	<i>Expansión del sistema de transmisión</i>	Construcción de infraestructura eléctrica con el fin de mejorar el sistema de e transmisión.	En proceso de avance dado que se implementa la expansión de circuitos Neiva – Norte (115 kV), de las subestaciones Canaima, Pitalito II, Garzón II, Tarqui y Guadalupe a 34,5 kV y la ampliación de la subestación Hobo a 115 kV.
18	<i>Mejoramiento de infraestructura</i>	Mejoramiento de la infraestructura eléctrica por medio de la reposición y construcción en sus redes de media y baja tensión.	Para el 2020 se han realizado inversiones de \$ 21.905.919.000 distribuidos en todo el departamento del Huila.
19	<i>Reposición de equipos en subestaciones</i>	Cambio por daño u obsolescencia de equipos de potencia y de control en las subestaciones del sistema.	Se ha realizado una inversión por un valor de \$7.786 millones en el 2020 impactando de manera importante en la confiabilidad y continuidad del servicio del departamento.
20	<i>Sistema de Gestión de Medida</i>	Permite segmentar y focalizar las pérdidas de energía mediante estructuras de balance por niveles de tensión	Implementada en el 60% del departamento, como planes de inversión.
21	<i>Automatización de subestaciones y redes</i>	Mediante automatización avanzada de la red de distribución (ADA) se realiza realizar telecontrol y tele gestión del suministro de energía	Se ejecutan proyectos desde \$38.652 millones según Plan de gestión 2020
22	<i>Infraestructura de medida avanzada (AMI)</i>	Tecnología que integra contadores inteligentes, Smart Meter, redes de comunicación y sistemas para la administración de datos.	Se implementa sin la integración completa sin la interfaz de administración de datos.
23	<i>Vehículos eléctricos</i>	Vehículos que funcionan con electricidad almacenada	La reforma tributaria en Colombia incrementa del 5% al 18% el IVA que se paga sobre la compra de vehículos eléctricos.
24	<i>Equipos de medida prepago</i>	Sistemas de medida en los cuales se pueden realizar recargas para el consumo de energía	Regulados por la Resolución CREG 172 de 2011. Están en proceso de compra e instalación inicialmente en provisionales de obra.

25	<i>Sistema regulatorio</i>	Control y estabilidad normativa a nivel nacional.	Regidos por la Comisión de regulación de energía y gas – CREG.
26	<i>Calidad del servicio</i>	Percepción del cliente e indicadores de energía no suministrada.	Colombia obtuvo un puntaje de 6,0 sobre 8,0 en el Índice de Fiabilidad del Suministro Eléctrico
27	<i>Reducción de pérdida de energía</i>	Es el control de las pérdidas de energía en un sistema eléctrico.	Se presenta como índice regional recuperación del 13% de energía perdida en el sistema.
28	<i>Eficiencia energética</i>	Uso efectivo de la energía eléctrica.	La economía nacional utilizó 2,3 mega julios por cada dólar producido del PIB.
29	<i>Gestión de la demanda</i>	Proceso de acceso a servicio de energía eléctrica en referencia a la potencia o carga solicitada por el sistema.	Durante el 2020 el sistema eléctrico del Huila –SEH importó 1.594,23 GWh provenientes del STN, el STR y, en mucha menor escala, de otro OR
30	<i>Consumo de energías limpias</i>	Modelo implementado con el fin de reducir el consumo de combustibles fósiles por energías renovables.	Del 100% de la capacidad de demanda el 49.50% son fuentes de energía hidráulicas, 1.50 % en fuente de energía solar y 6.65% en fuentes de energía eólica.

Fuente: Elaboración propia

4.5. Variables Estratégicas

Para identificar las necesidades del sector es fundamental priorizar los factores de cambio que lo afectan directamente pues no todos los identificados en la “tabla 3. Síntesis de los factores de cambio e inercia” son muy importantes. Por este motivo, se implementaron dos herramientas las cuales son el ábaco de Regnier y el software Mic-Mac, para priorizar los factores de cambio y así identificar los de mayor conveniencia para el sector.

4.5.1. Ábaco de REGNIER sector energético del departamento del Huila

El ábaco de Regnier (1989), es un método de consulta a expertos, es conocido por la amplia variedad de opciones de respuesta en cada tema. Así, se consigue que las respuestas logren matices y perspectiva. Mediante el método de consulta de expertos se determinan las 6 variables más representativas de acuerdo con el análisis realizado al operador de red del departamento.

Mediante consulta realizada a los expertos en el área de generación, transmisión, distribución, comercialización de energía eléctrica y consumidores de uso final, en instalaciones del operador de red del departamento, se implementa el método de consulta a expertos el cual utiliza una escala de calificación colorimétrica como se muestra a continuación:

Tabla 4

Escala de calificación - codificación colorimétrica del Ábaco de REGNIER

Muy Importante	5
Importante	4
Duda	3
Poco Importante	2
No Importante	1
No responde	0

Fuente: Elaboración propia basados en Escala de calificación Ábaco de Regnier

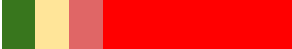
Se priorizan los factores claves de la prospectiva del sector energético en el departamento del Huila donde se determina mediante la siguiente tabla los resultados obtenidos:

Tabla 5

Resultado de priorización de factores

Prospectiva del desarrollo energético sostenible en el departamento del Huila al año 2030

Nº	Factor	Importancia	Valoración			
1	Almacenamiento de Energía	24				
2	Generación de energía solar fotovoltaica	23				
3	Mejoramiento de infraestructura	23				
4	Big Data – Analítica	22				
5	Electrolineras o Puntos de Carga Eléctrica	22				
6	Sistema de Gestión de Medida	22				
7	Sistema regulatorio	22				
8	Consumo de energías limpias	22				
9	Expansión del sistema de transmisión	21				
10	Automatización de subestaciones y redes	21				
11	Vehículos eléctricos	21				
12	Gestión de la demanda	21				
13	Reposición de equipos en subestaciones	20				
14	Redes inteligentes de distribución de energía (Smart grids)	19				
15	Smartflower	19				
16	Calidad del servicio	19				
17	Eficiencia energética	17				
18	Construcciones Sostenibles	16				
19	Reducción de pérdida de energía	16				
20	Energía Inalámbrica	15				
21	Infraestructura de medida avanzada (AMI)	15				
22	Equipos de medida prepago	14				
23	Generación de energía eólica	12				
24	Generación de energía Geotérmica	12				
25	Generación de energía del Hidrógeno	12				
26	Generación de energía Mareomotriz	12				
27	Generación de energía a partir de la Biomasa	12				
28	Generación de energía Nuclear	12				

29	Generación de Biodisel de agua - Microalgas	12	
30	Uso racional de la energía	12	

Fuente: Elaboración propia obtenida de evaluación de expertos

Del análisis se establece que de un puntaje de 25 dado que se analizaron variables con cinco expertos se obtiene que la calificación con mayor importancia es de 24, posteriormente el segundo y tercer puesto presentan puntajes de 23 y el cuarto, quinto y sexto puntajes de 22, los cuales son analizados tal como se muestra a continuación:

1. Almacenamiento de Energía: Pertenece a la cadena de valor generación de energía eléctrica. Según consulta a expertos, es vital para el avance en sostenibilidad energética dado su gran valor en el mercado y difícil acceso por temas de costos.

Definición: Según la asociación empresarial de energías (2020), Las baterías y demás sistemas de almacenamiento de energía son requeridas para sistemas de energía de fuentes no convencionales, existen diferentes tipos de almacenamiento unos con capas de plomo que hacen más longeva su actividad y permiten un mejor almacenamiento, pero entre mayor sea su capacidad almacena es mucho más costoso.

2. Generación de energía solar fotovoltaica: Pertenece a la cadena de valor generación de energía eléctrica. Se encuentra en pleno auge del 2021 como energía alternativa, pero se espera que al 2030 según expertos sea la fuente de energía base al igual que la hidráulica en el departamento del Huila.

Definición: Energía renovable obtenida a partir de la radiación electromagnética procedente del sol.

3. Mejoramiento de infraestructura: Pertenece a la cadena de valor Distribución de Energía Eléctrica. Considerada vital para el desarrollo energético del departamento dado que un mal estado de la infraestructura eléctrica genera demanda no atendida y riesgo de origen eléctrico.

Definición: Mejoramiento de la infraestructura eléctrica por medio de la reposición y construcción en sus redes de media y baja tensión.

4. Big Data – Analítica: Pertenece a la cadena de valor Distribución de Energía Eléctrica. Integrar tecnologías en infraestructuras eléctricas aportan en gran medida al control de datos del sistema.

Definición: Según Documental "Big Data: el valor de nuestra información", Es la transmisión vía internet de los datos de consumo de energía y análisis de uso eficiente de energía eléctrica.

5. Electrolineras o Puntos de Carga Eléctrica: Pertenece a la cadena de valor Comercialización de energía eléctrica. Según experto de uso final las tecnologías MOVE lograran un aumento al 2030 de más del 40% en el departamento del Huila dado las exigencias que se están realizando al operador de red y sus alianzas en el tema con entes gubernamentales.

Definición: Según el Ministerio de minas y energía (2019), son los puntos de carga eléctricas en el uso de las tecnologías de Movilidad eléctrica.

6. Sistema de Gestión de Medida: Pertenece a la cadena de valor Distribución de Energía Eléctrica. Este factor es totalmente relevante para los expertos de

distribución y comercialización puesto que un buen sistema de gestión de la medida hace parte de la evolución del sector en control de energía evitando de esta manera las pérdidas técnicas y no técnicas del sistema.

Definición: El sistema de medición permite segmentar y focalizar las pérdidas de energía mediante estructuras de balance por niveles de tensión.

4.5.2. MIC MAC

Para la identificación de las variables clave por medio del Mic-Mac, se realizó la calificación correspondiente para los treinta (30) factores que fueron seleccionados teniendo en cuenta el diagnostico de cada uno de los aspectos, evaluando así el poder de influencia de una variable sobre otra, donde se obtuvieron los mapas y las gráficas directas e indirectas.

Tabla 6

Abreviación de variable para análisis MIC-MAC

	Factores	Abreviación
1	Redes inteligentes de distribución de energía (Smart grids)	<i>SMARTGIRDS</i>
2	Big Data – Analítica	<i>BIG DATA</i>
3	Electrolineras o Puntos de Carga Eléctrica	<i>ELECTROLIN</i>
4	Generación de energía solar fotovoltaica	<i>FOTOVOLTAI</i>
5	Generación de energía eólica	<i>EOLICA</i>
6	Generación de energía Geotérmica	<i>GEOTERMICA</i>
7	Generación de energía del Hidrógeno	<i>HIDROGENO</i>
8	Generación de energía Mareomotriz	<i>MAREOMOTRI</i>
9	Generación de energía a partir de la Biomasa	<i>BIOMASA</i>
10	Generación de energía Nuclear	<i>NUCLEAR</i>
11	Smartflower	<i>SMARTFLOWE</i>
12	Generación de Biodiesel de agua - Microalgas	<i>MICROALGAS</i>
13	Almacenamiento de Energía	<i>ALMACENAMI</i>
14	Uso racional de la energía	<i>USORACIO</i>
15	Construcciones Sostenibles	<i>CONSTRUCSOS</i>
16	Energía Inalámbrica	<i>INALAMBRIC</i>

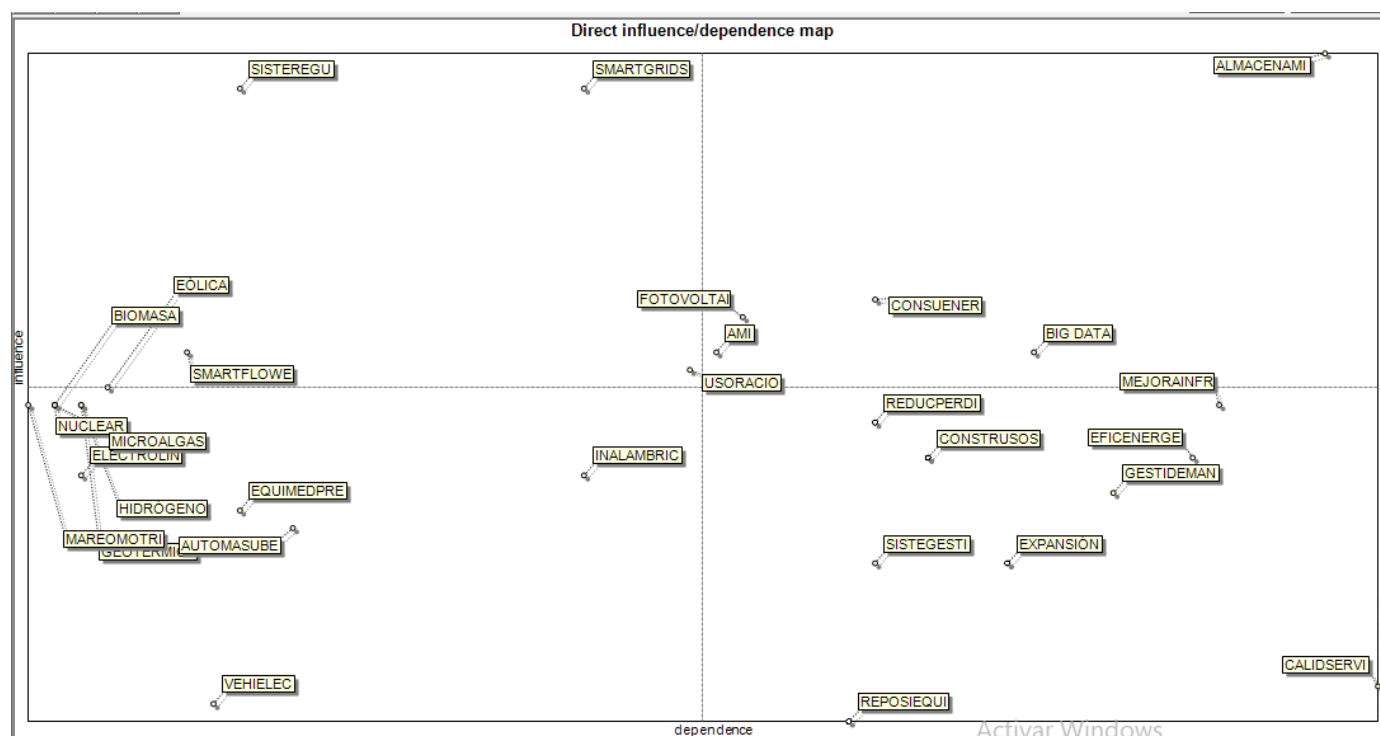
17	Expansión del sistema de transmisión	<i>EXPANSIÓN</i>
18	Mejoramiento de infraestructura	<i>MEJORAINFR</i>
19	Reposición de equipos en subestaciones	<i>REPOSIEQUI</i>
20	Sistema de Gestión de Medida	<i>SISTEGESTI</i>
21	Automatización de subestaciones y redes	<i>AUTOMASUBE</i>
22	Infraestructura de medida avanzada (AMI)	<i>AMI</i>
23	Vehículos eléctricos	<i>VEHIELEC</i>
24	Equipos de medida prepago	<i>EQUIMEDPRE</i>
25	Sistema regulatorio	<i>SISTEREGU</i>
26	Calidad del servicio	<i>CALIDSERVI</i>
27	Reducción de pérdida de energía	<i>REDUCPERDI</i>
28	Eficiencia energética	<i>EFICERGE</i>
29	Gestión de la demanda	<i>GESTIDEMAN</i>
30	Consumo de energías limpias	<i>CONSUENER</i>

Fuente: Elaboración propia

4.5.2.1. Mapa de Dependencia Influencia Directa

Figura 17

Mapa de Dependencia Influencia Directa



Fuente: Elaboración propia obtenida de Mic-Mac

Del análisis de la matriz de influencia directa, se puede observar que dentro de la zona de poder se encuentran las variables de Smart Grids y el sistema regulatorio las cuales son difícilmente influenciadas, no dependen de otras. El sistema regulatorio no lo determina el sector energético del Huila, no se puede influir sobre este debido a que sus funciones, facultades generales, reglamentos entre otras, son para ser aplicadas a nivel nacional.

Según el resultado de la evaluación, se determinó que Smart Grids, se posiciona en la zona de poder debido a que al usar herramientas informáticas y domóticas, así como la tecnología que esté a la vanguardia, es capaz de responder automáticamente a fluctuaciones de producción de energía, como también a la demanda de la misma, acercando al usuario final a tener más información acerca del consumo con el fin de que se haga un uso más responsable en

todo el ciclo y al hacer esto, es un factor que tiene mucho poder llegando a ser propulsora del sistema.

Por otra parte, dentro de este cuadrante se encuentra también el uso racional de energía sin embargo está en una zona de media influencia, acercándose a la zona de conflicto y en el caso de Smart flower, también es de media influencia, pero esta se acerca más al cuadrante de autonomía.

En la zona de conflicto, se encuentran las variables de enlace altamente influyentes y dependientes y según el análisis, en este cuadrante se tienen: almacenamiento de energía, Big Data, consumo de energía renovable, generación de energía fotovoltaica e infraestructura de medida avanzada (AMI). Estos factores son fundamentales puesto que se pueden influenciar de manera directa buscando crear a largo plazo el efecto domino con los factores del cuadrante de zona de resultados.

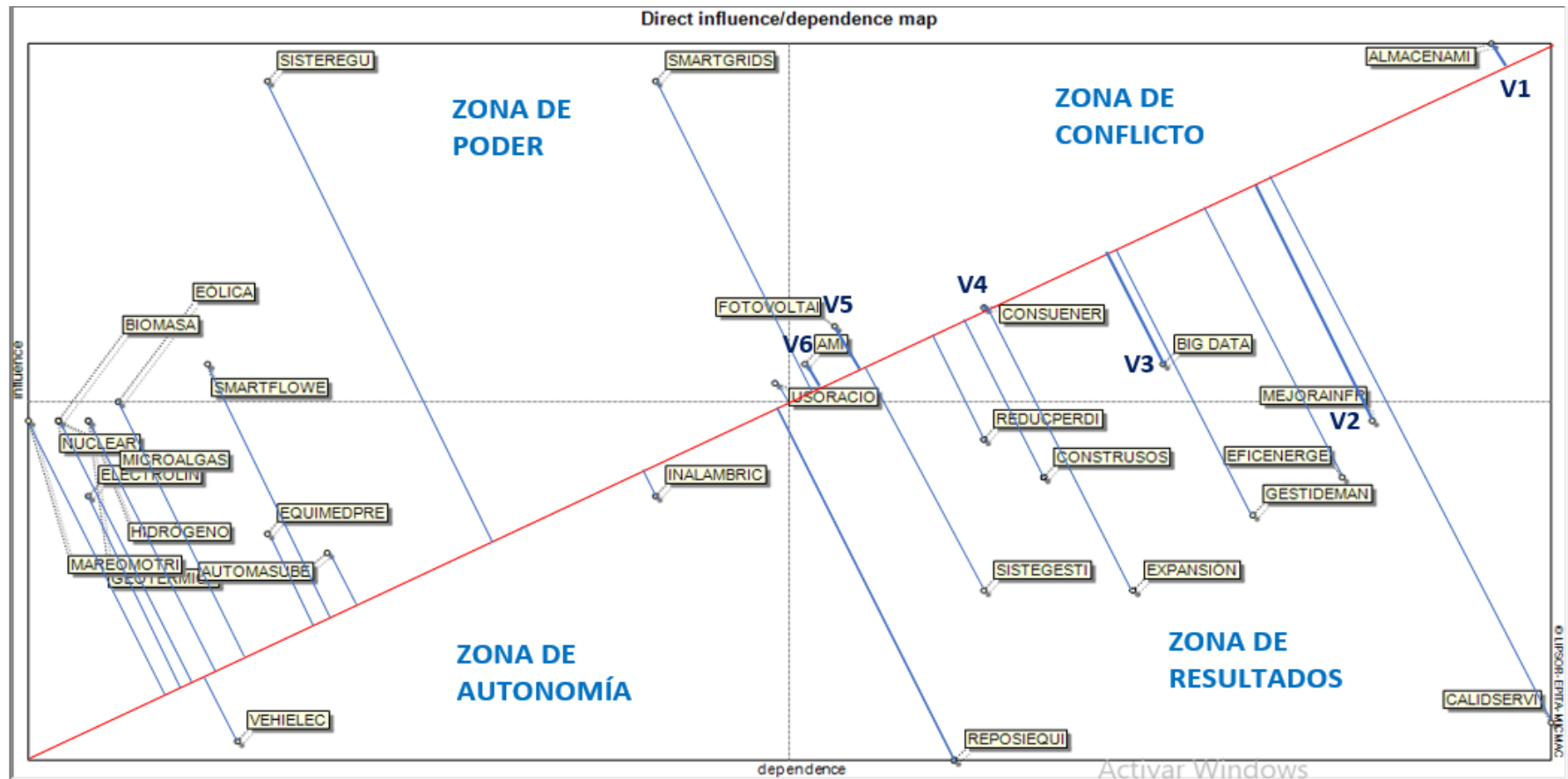
Estos factores tienen un impacto disruptivo en el sector, debido a las mejoras que se realizan con el fin de impulsarlas para que este sector en el departamento sea más competitivo, se está apostando al mejoramiento en cuanto la seguridad y abastecimiento energético en el departamento.

En la zona de resultado se encuentran, el mejoramiento de infraestructura, la cual está cerca al cuadrante de la zona de conflicto, junto a la reducción de pérdida de energía, posteriormente se encuentran a la eficiencia energética, construcciones sostenibles, gestión de la demanda, expansión del sistema de transmisión, sistema de gestión de medida, y por último, pero con una dependencia muy alta está la calidad del servicio y la reposición de los equipos en subestaciones.

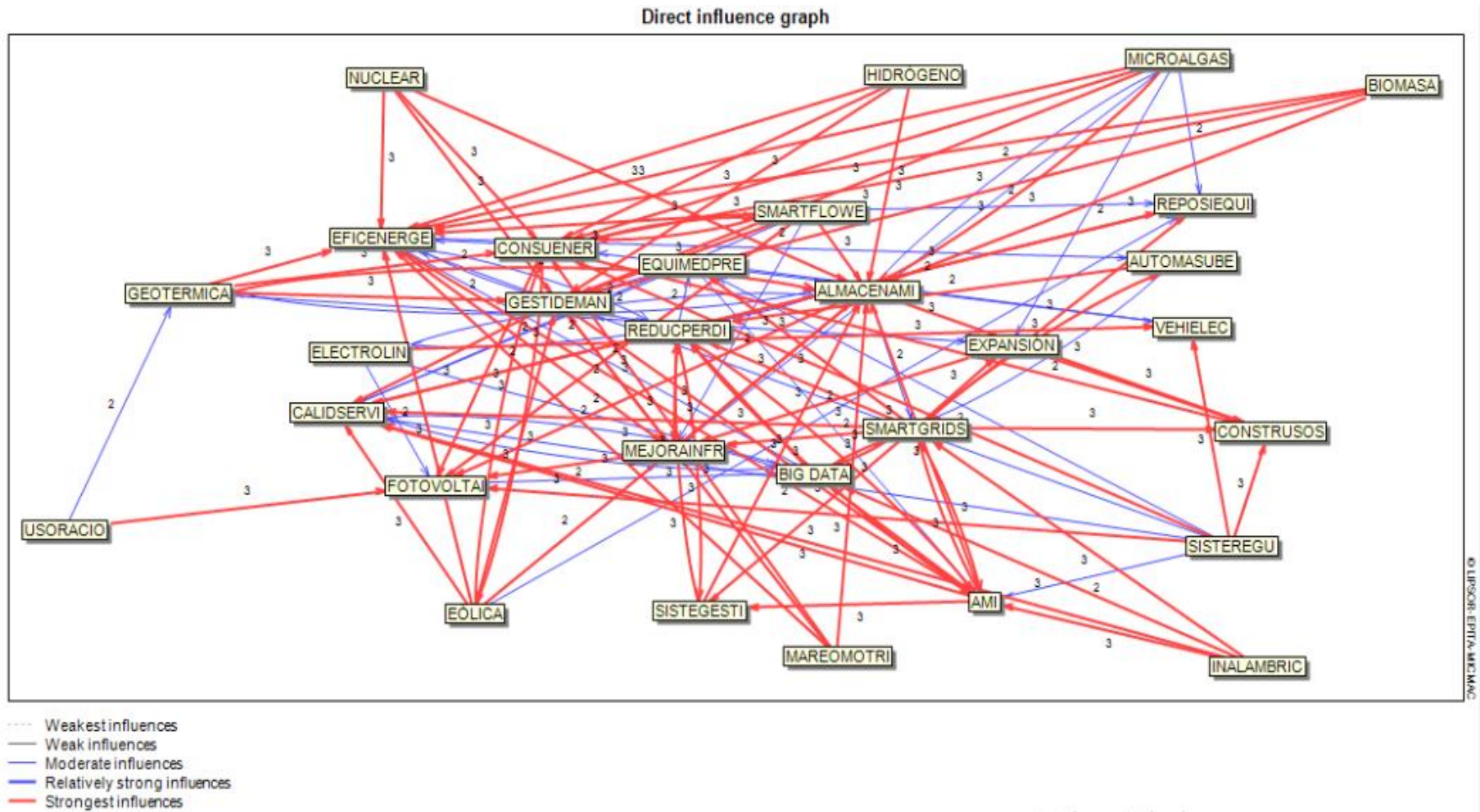
Respecto a la zona de autonomía, se encuentran los diferentes tipos de generación como lo son eólica, geotérmica, hidrogeno, microalgas, inalámbrica, biomasa, nuclear, mareomotriz, como también las Electrolineras, vehículos eléctricos, automatización de subestaciones y equipo de medida de precisión. Es de resaltar que la generación de energía eólica se encuentra justo en el límite con el cuadrante de la zona de poder, mientras que los vehículos eléctricos, tiene una dependencia e influencia muy baja; la generación de energía inalámbrica se acerca al cuadrante de poder.

Figura 18

Mapa de Dependencia directa – variables seleccionadas



Fuente: Elaboración propia obtenida de Mic-Mac

Figura 19*Grafica de Influencia Directa 25%***Fuente:** Elaboración propia obtenida de Mic-Mac

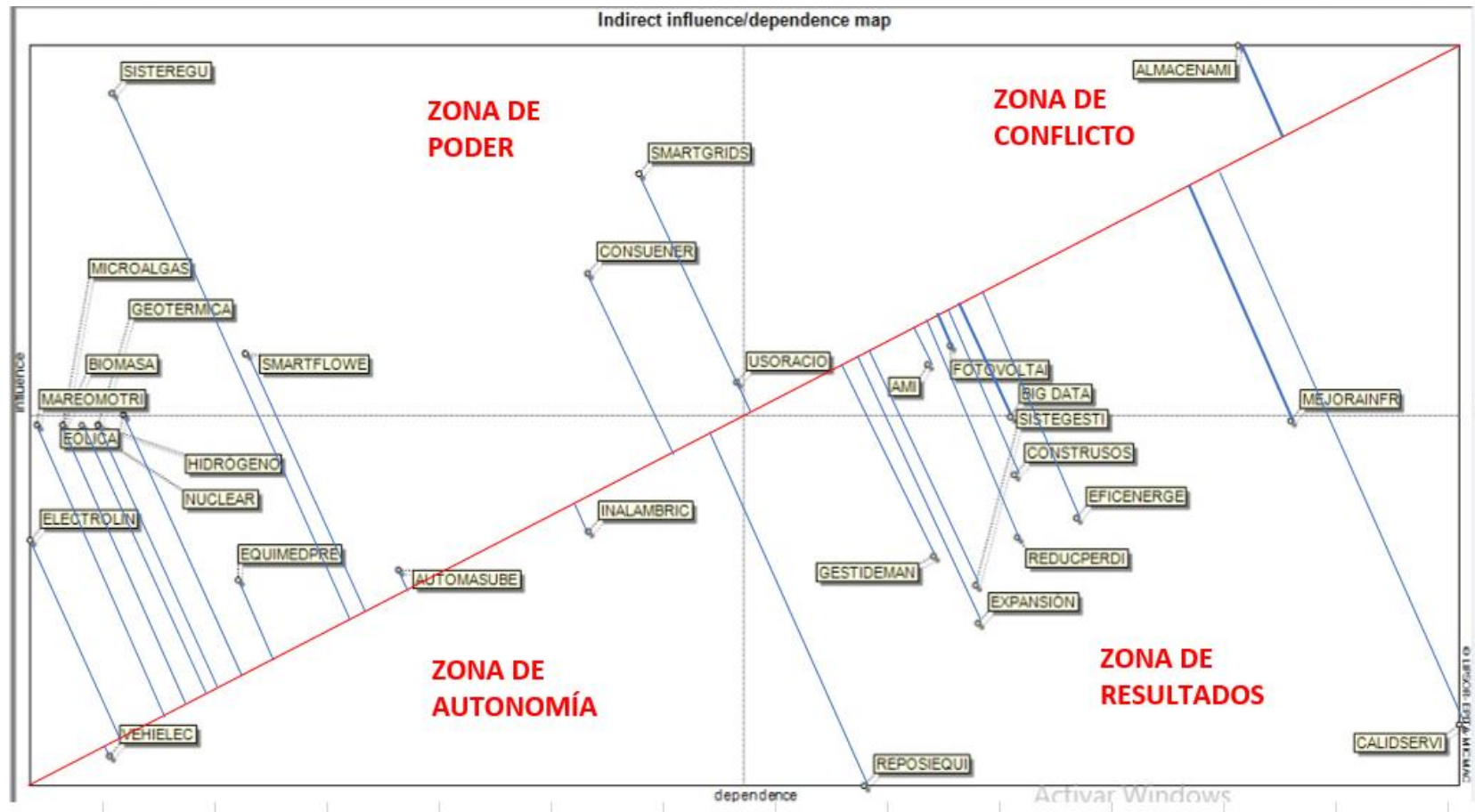
Según los resultados que muestra el mapa de dependencia directa, se establecieron las seis (6) variables principales que, según lo observado, son las más influenciadas y dependientes, estas son:

- a. Almacenamiento de energía: Es fundamental para la sostenibilidad energética, reduciendo los picos de demanda.
- b. Mejoramiento de infraestructura: Aumenta la eficiencia del sector, ahorro de costos, mejora de calidad.
- c. Big Data: Velocidad, variedad, viabilidad, veracidad.
- d. Consumo de energías limpias: Crecientemente competitivas, diversidad, abundancia, potencial aprovechamiento.
- e. Infraestructura de medida avanzada (AMI): Comunicación bidireccional, permiten la operación de la infraestructura y gestión de los datos.
- f. Generación de energía fotovoltaica: Inagotable, no contamina, contribuye al desarrollo.

En la gráfica de influencia directa, se puede observar que el almacenamiento de energía es altamente influenciado, como también lo son la gestión de la demanda, AMI, el consumo de energía sostenible, y la eficiencia energética. Se observa una relación recíproca fuerte entre calidad de servicio y AMI, reducción de pérdida y AMI. El sistema regulatorio es altamente influyente con una relación muy fuerte. Respecto a los factores de autonomía mientras influye respecto a las otras, pero no se dejan influenciar.

Figura 20

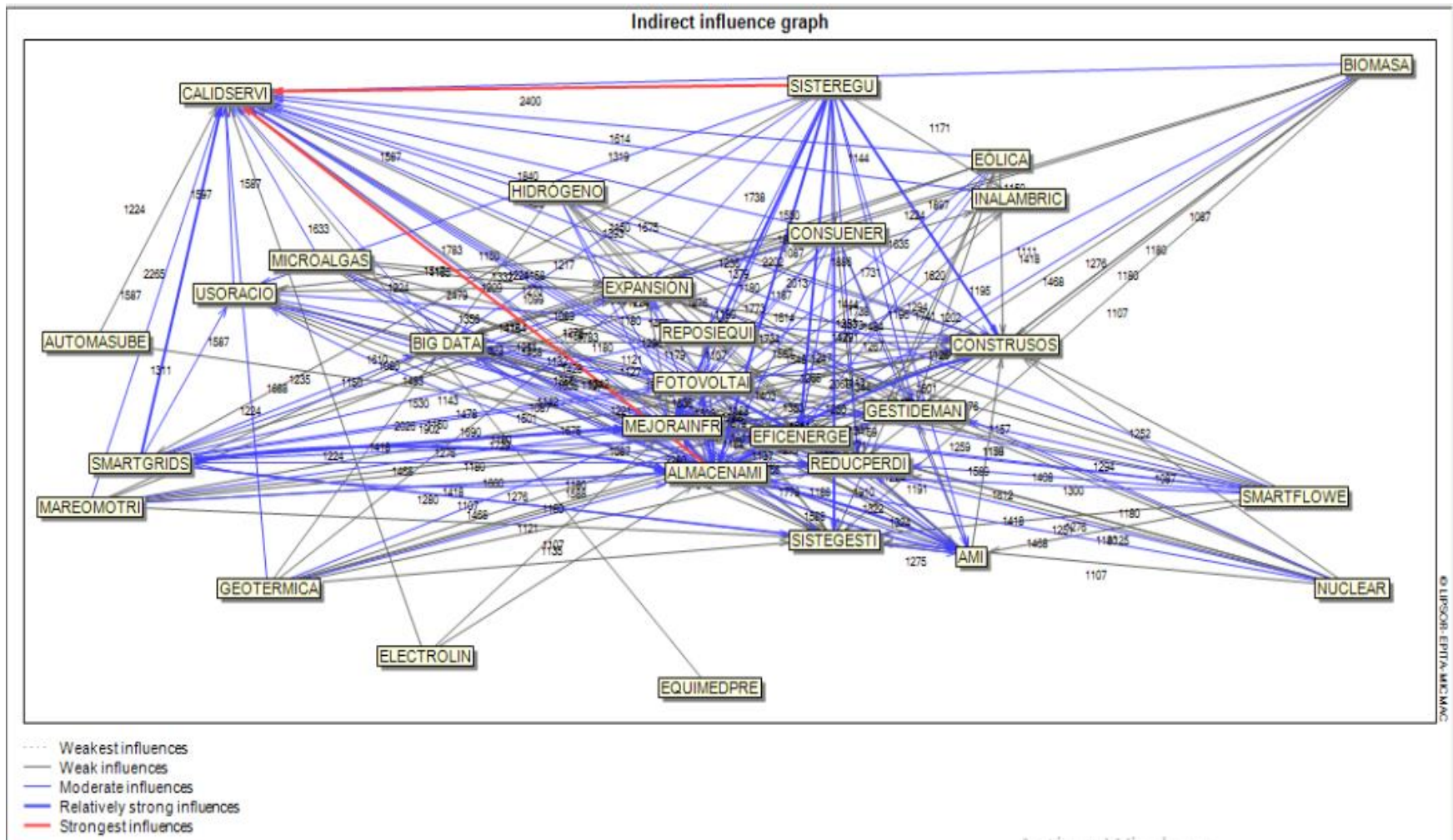
Mapa de Dependencia indirecta



Fuente: Elaboración propia obtenida de Mic-Mac

Figura 21

Grafica de Influencia Indirecta 25%



Fuente: Elaboración propia obtenida de Mic-Mac

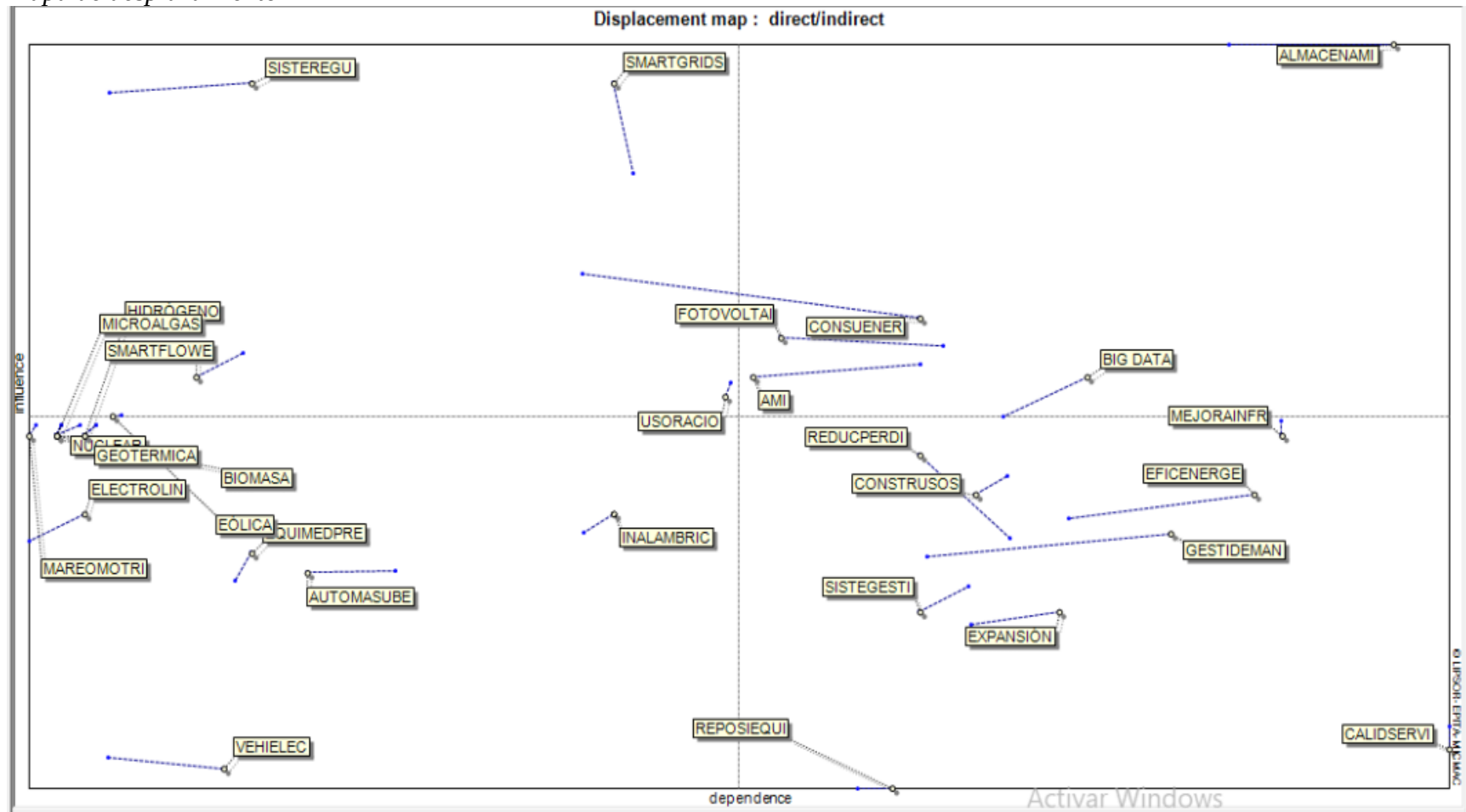
El mapa de dependencia indirecta muestra los potenciales movimientos de las variables, partiendo de esto se puede observar que algunas de los factores se encuentran en los mismos cuadrantes, sin embargo, variables como el consumo de energía limpia presentan variaciones significativas, pasando del cuadrante de resultados, a la zona de autonomía.

En la gráfica de influencia indirecta se puede observar como la calidad del servicio es altamente influenciado por el sistema regulatorio y el almacenamiento de energía, lo cual se sustenta con que, a largo plazo, la demanda es mayor por ende se debe presentar mejor almacenamiento y también, es necesario que la regulación esté presente debido al servicio que se debe prestar y la forma de hacerlo.

Cabe resaltar que la calidad del servicio no solo se ve influenciada por los dos factores anteriormente mencionados, sino también se observa una alta influencia de las demás variables. Caso similar con las variables, AMI, construcciones sostenibles, almacenamiento, uso racional de energía y almacenamiento de energía.

Figura 22

Mapa de desplazamiento



Fuente: Elaboración propia

En el mapa de desplazamiento se evidencia como a largo plazo algunas de las variables presentan cambios como, por ejemplo, el consumo de energías limpias, la cual tiene un movimiento significativo pasando de la zona de conflicto a la de poder además aumentando la influencia.

El almacenamiento de energía presenta un movimiento hacia la derecha, lo cual muestra que disminuye un poco la dependencia. AMI y la generación de energía fotovoltaica presentan un movimiento disminuyendo la dependencia. Big Data queda en el límite para pasar de la zona de conflicto a la de resultados. La reducción de pérdida de energía disminuye un poco su dependencia y aumenta su influencia. La gestión de la demanda disminuye su dependencia e influencia.

La calidad del servicio, la reposición de equipos y los vehículos eléctricos siguen en los mismos cuadrantes, estando al límite de cada uno, pero presentan una pequeña variación tanto de influencia como dependencia.

Otro cambio significativo es el sistema regulatorio, el cual, aunque sigue en la zona de poder, disminuye su dependencia, caso contrario a Smart grids, que disminuye su influencia. Por otro lado, los tipos de generación de energía no presentan cambios significativos y siguen en el mismo cuadrante de autonomía.

4.5.2.2. Comparación y selección de variables

Según los análisis de las dos herramientas utilizadas (ábaco de Regnier y Mic-Mac), se determinaron seis variables por cada una, las cuales se presentan a continuación según el orden de importancia:

Tabla 7

Variables resultado de las herramientas implementadas

N°	VARIABLE	
	ÁBACO DE REGNIER	MIC MAC
1	Almacenamiento de Energía	Almacenamiento de energía
2	Generación de energía solar fotovoltaica	Mejoramiento de infraestructura
3	Mejoramiento de infraestructura	Big Data
4	Big Data – Analítica	Consumo de energías limpias
5	Electrolineras o Puntos de Carga Eléctrica	Infraestructura de medida avanza (AMI)
6	Sistema de Gestión de Medida	Generación de energía fotovoltaica

Fuente: Elaboración propia

Para determinar las seis variables finales, se tuvo en cuenta la opinión de los expertos y los resultados que mostró el Mic-Mac, utilizando estas dos herramientas como soporte para realizar la mejor elección que aporte grandes beneficios a la prospectiva del sector eléctrico para el departamento del Huila. Las variables finales son:

Tabla 8

Variables finales

N°	VARIABLE
1	Almacenamiento de Energía
2	Mejoramiento de infraestructura
3	Big Data – Analítica
4	Sistema de Gestión de Medida
5	Generación de energía solar fotovoltaica
6	Electrolineras o Puntos de Carga Eléctrica

Fuente: Elaboración propia

El almacenamiento de energía permite entregar energía al sistema eléctrico local en el caso de las fuentes de generación renovable por medio de bancos de baterías o al sistema de distribución local para proyectos interconectados a la red cuando la demanda lo amerite.

Esta capacidad de almacenamiento permite aprovechar en su totalidad el potencial de los equipos de generación como paneles solares o sistemas eólicos que operan de forma parcializada durante las horas de radiación solar o periodos de viento por lo cual es fundamental que cada kilovatio/hora de energía generado se almacene mientras no se requiera y se inyecte a la red cuando sea necesario. Esto va de la mano del mejoramiento de infraestructura, pues esta deberá implementar tecnologías innovadoras que aporten a la matriz energética del país.

Mejoramiento de infraestructura eléctrica hace referencia a los medios físicos que permiten transportar la energía desde las fuentes de generación hasta el usuario final. De lo anterior se deriva la confiabilidad del servicio en la cual se miden el tiempo de consumo sin interrupciones que para el sector industrial y comercial es clave en la continuidad de los procesos. De igual forma la infraestructura influye directamente en la calidad del servicio dado que los equipos utilizados permiten que las variables eléctricas se encuentren dentro de los parámetros establecidos para la operatividad de los dispositivos evitándose de esta manera fallas o averías en los mismos y por último se tiene la eficiencia del sistema que se enfoca en la minimización de las pérdidas de energía la cual se asocia a equipos defectuosos o puntos de conexión débiles que impiden el correcto transporte de energía a través de las redes de distribución por lo cual el mejoramiento de la infraestructura es vital en la optimización de procesos y desarrollo de los objetivos energéticos de la región.

Big Data para el desarrollo sostenible es fundamental, puesto que, al aprovechar los datos producidos día a día para tomar decisiones, permite avanzar rápidamente y disminuir muchos de los errores que se están presentando como los que tienen los métodos tradicionales de recolección y el análisis de los datos. Big data es una alternativa

económica, eficiente e innovadora, que permite cerrar brechas de información y aportan a la construcción de nuevas estrategias para el desarrollo sostenible.

Los sistemas de gestión de medida permiten asegurar que tanto los equipos como los procesos de medición y las clientes involucradas, convergen de manera eficiente para lograr un sistema de medición confiable y fidedigno en el cual se genere certeza en los registros y oportunidad en los tiempos de cobro o detección de novedades asociadas al consumo, garantizando el compromiso respecto a la eficiencia energética. La implantación de sistemas y procesos necesarios para mejorar el rendimiento energético de las instalaciones, tienen una clara intención de reducir las emisiones de efecto invernadero y los costes energéticos de explotación.

En cuanto a la generación de energías fotovoltaicas, con el desarrollo acelerado de las energías renovables, el aumento de la demanda energética se demuestra que se pueden reducir considerablemente las emisiones de dióxido de carbono (CO_2) producto de las termoeléctricas o fuentes no convencionales de generación de energía derivadas de combustibles fósiles. Se debe aumentar considerablemente la generación de energía a través de los sistemas solares fotovoltaicos aprovechando la ubicación geográfica y las condiciones climáticas del departamento. Gracias a su naturaleza modular y de fácil instalación la tecnología solar fotovoltaicas (fv) se adapta a una amplia gama de aplicaciones fuera de la red y a las condiciones locales.

Las electrolinerías como apuesta productiva del departamento se visualizan como el primer eje central del desarrollo para la movilidad eléctrica mediante el cual desde su concepción y posterior masificación permite generar múltiples puntos de carga lenta, semi-

rápida o rápida que sin duda permitirá viabilizar la inclusión de vehículos eléctricos a lo largo y ancho del territorio huilense siendo este la principal limitante puesto que al no existir un punto de recarga se hace poco atractiva la propuesta de implementación. Cabe resaltar que en el departamento se cuenta con un punto de carga rápida como piloto en el operador de red del departamento- Electrohuila sede Promisión, pero aún no se encuentra en funcionamiento dado que los conectores de interfaz no están en funcionamiento.

4.6. Análisis de actores

El desarrollo regional en materia energética está supeditado a las decisiones que se tomen en las organizaciones de la región en las cuales se analizan los impactos inmediatos que puede generar los diferentes actores del sector, es por esto por lo que en este capítulo se analizarán los principales actores que pueden afectar la incidencia en el desarrollo prospectivo de la región.

Tabla 9

Descripción de actores

No.	NOMBRE DEL ACTOR	EXPLICACIÓN	INTERÉS - OBJETIVO DEL ACTOR
1	Generadores de energía	Son los sectores o sistemas que se encargan de producir energía eléctrica y satisfacer las necesidades de consumo de un mercado específico.	Abastecer energía a la demanda generada por un cliente.
2	Ministerio de Minas y Energía	Entidad gubernamental encargada de la planificación y ejecución de políticas nacionales que permitan garantizar el desarrollo sostenible de la generación de energía basado en el crecimiento de la demanda.	Coordinar y proponer las políticas en materia del sector energético.
3	Proveedores de bienes y servicios	Son entidades legalmente constituidas como personas naturales o jurídicas encaminadas a la prestación de servicios.	Suministrar bienes o servicios encaminados a satisfacer necesidades específicas del sector energético.
4	Clase Política Nacional	Grupo de personas que influyen en la reglamentación, planificación y ejecución de proyectos, con el fin de velar por el interés del desarrollo sostenible.	Reducir la vulnerabilidad ambiental, social y económica frente al cambio climático.
5	Clase Política Departamental y Local	Colectivo de individuos proponentes de proyectos y propuestas encaminadas a la ejecución de actividades promotoras de nuevas tendencias amigables con el medio ambiente.	Minimizar la brecha de disparidad con relación al desarrollo energético frente a los homólogos regionales. Aprovechar las características regionales para potencializar el mercado energético local.
6	CAM (Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena)	Autoridad ambiental regional que busca garantizar la base de los recursos naturales necesarios para sustentar el desarrollo regional y además contribuir con la conservación del planeta.	Ejecutar las políticas, planes y programas nacionales en materia ambiental definidos por la ley aprobatoria del Plan Nacional de Desarrollo y del Plan Nacional de

			inversiones o por el Ministerio del Medio Ambiente Regular las políticas, planes y programas nacionales decretados por el Ministerio del Medio Ambiente en materia de construcción de pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH) y su impacto medio-ambiental en el ámbito local.
7	ANLA (Ministerio de Medio Ambiente)	Uno de los ministerios actuales del poder ejecutivo de Colombia. Encargada de los proyectos, normas y directrices en materia de ambiente, biodiversidad, recursos marinos y recursos hídricos.	Aprobar licencias y controlar los permisos o trámites ambientales para que estos cumplan con la normativa ambiental, de tal manera que contribuyan al desarrollo sostenible del País.
8	Gobierno nacional.	Organismos encargados de velar y ejecutar la normatividad según la jurisdicción, para que el servicio sea suficiente, seguro y de calidad.	Regular la generación, comercialización, distribución de energías y definir estrategias o proyectos referentes al sector.
9	Gobierno Departamental y Municipal	Entidad gubernamental encargada de regular las políticas nacionales en materia del desarrollo energético de la región.	Proponer y ejecutar proyectos sostenibles en el tiempo en conjunto con los diferentes actores del mercado regional.
10	Electrificadora del Huila	Operador de red del departamento cuya cadena de valor se focaliza en distribución y comercialización de energía impulsando nuevas fuentes de generación y pequeñas centrales hidroeléctricas.	Suministrar energía a los consumidores del departamento del Huila.

11	IES- Instituciones de educación superior	Centros de formación para la profesionalización con enfoques a energías renovables.	Educar a los profesionales competentes del departamento del Huila en el área de la electrotecnia para fomentar el desarrollo de fuentes de energías en la región.
12	Servicio Nacional de Aprendizaje	Institución que aporta a la dinámica del sector eléctrico, la cual está caracterizada por la rapidez con la que avanza la tecnología, la alta competitividad en el mundo y los cambios generacionales, entre otros, evidencian la necesidad de técnicos y tecnólogos, que estén a la altura de este reto.	Realizar formación integral con el fin de aportar con profesionales competentes en el área de la electrotecnia al sector productivo de la región.
13	UPME (Unidad de Planeación Minero Energética)	La Unidad de Planeación Minero Energética, es la Unidad Administrativa Especial del orden Nacional, de carácter técnico, adscrita al Ministerio de Minas y Energía.	Realizan la planeación según la demanda o potencia solicitada con los agentes del sector minero energético con el fin de promover el desarrollo y aprovechamiento de los recursos mineros y energéticos del país.
14	Comunidad	Personas que en su mayoría utilizan la prestación de servicio eléctrico.	Vigilar las regulaciones, cumplir los derechos y deberes que se tienen como comunidad en cuanto al paso a las energías renovables.
15	Inversionistas (nacionales e internacionales)	Empresas constituidas legalmente que tienen la posibilidad de invertir recursos con el fin de ayudar al crecimiento del sector.	Invertir en proyectos que fortalezcan el sector en los diferentes aspectos como el investigativo, producción y comercialización.
16	Grupos ambientalistas	Autoridad que propende el desarrollo sostenible formulando, promoviendo, vigilando y orientando políticas que permitan la protección y conservación del ambiente.	Controlar y vigilar el cumplimiento de las normas de protección ambiental y del manejo de los recursos naturales.
17	Agricultores	Personas que cultiva la tierra mediante la explotación o exploración de los recursos del agro.	Buscar la forma de optimizar sus procesos utilizando fuentes renovables de energía,

18	Profesionales en energías renovables y sector eléctrico	Personas tituladas en temas de electrotecnia y energías renovables.	Prestar los servicios técnicos, de asesoría, comerciales con el fin de aportar al desarrollo del sector.
19	Usuarios - Consumidores	Beneficiarios del sistema energético local mediante el cual satisface necesidades de consumo energético.	Satisfacer la necesidad de energía que demandan las cadenas de consumo residencial, comercial e industrial.
20	Generadores - Agentes del mercado ENEL	Encargados de generar, transmitir, distribuir y comercializar la energía a nivel nacional.	Velar por mantener la cadena de suministro según las necesidades de demanda energética regional.
21	Otros comercializadores	Empresas autorizadas para la comercialización de energía en cualquier parte del territorio nacional.	Ofrecer servicios de suministro energéticos diferenciales que satisfacen necesidades particulares en el departamento del Huila.
22	CREG - Comisión de Regulación de Energía y Gas	Es la comisión de regulación nacional que controla las acciones de las empresas asociadas a los agentes del mercado en materia energética.	Regula el accionar de las empresas del departamento velando por el cumplimiento normativo y políticas relacionadas con el correcto desarrollo de los proyectos energéticos.

Fuente: Elaboración propia

4.6.1. Formulación de Objetivos estratégicos de las variables

En referencia al análisis realizado se establecen los objetivos estratégicos de las seis variables obtenidas con los cuales se pretende abordar los diferentes escenarios favorables que permitirán detallar las incidencias de cada una de las variables en el propósito general como es diseñar un escenario prospectivo apuesta del sector energético del departamento del Huila al año 2030.

Tabla 10

Objetivos por variable

No.	VARIABLE	OBJETIVO
1	Almacenamiento de Energía	Aprovechar el potencial energético del departamento del Huila en generación de tal forma que se utilice el remanente de energía producido por los sistemas de producción renovables utilizándolos bajo cualquier condición de demanda.
2	Mejoramiento de infraestructura	Incrementar la confiabilidad del sistema eléctrico aumentando los tiempos de servicio sin interrupciones, calidad del servicio y disminución de las pérdidas técnicas basadas en la implementación de las Smart green contribuyendo al crecimiento continuo de la región.
3	Big Data – Analítica	Controlar la información generada en los procesos del desarrollo energético de la región permitiendo realizar proyecciones asertivas para una oportuna toma de decisiones que potencialice los objetivos de desarrollo y sostenibilidad energética.

4	Sistema de Gestión de Medida	Transformar los sistemas de gestión de medida en modelos vanguardistas que permitan integrar las mediciones tradicionales con los métodos modernos de telecontrol y monitoreo para aumentar la certeza de los registros de consumos y detectar fallas en tiempo real, mejorando las oportunidades y tiempos de intervención.
5	Generación de energía solar fotovoltaica	Masificar y mejorar la instalación de sistemas solares fotovoltaicos en los sectores residenciales, comerciales e industriales convirtiéndola en un modelo de implementación en energías solares renovables generando competitividad en el precio de kilovatio hora frente al suministrado por el operador de red al igual que utilidades por inyección a la red. Lo anterior significa un cambio de cultura en cuanto a métodos de generación y consumo energético que se traduce en mayor eficiencia e impacto medio ambiental.
6	Electrolineras o Puntos de Carga Eléctrica	Implementar puntos de recarga eléctrica lentas, semi-rápidas y rápidas en lugares estratégicos permitiendo la viabilización de la movilidad eléctrica que permita el cambio de combustibles fósiles por energía eléctrica reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero en el departamento del Huila.

Fuente: Elaboración propia

4.6.2. Variables influyentes según el análisis MACTOR

Teniendo en cuenta los veintidós (22) actores descritos, se realizó las respectivas calificaciones en el Mactor, obteniendo el siguiente resultado.

Tabla 11

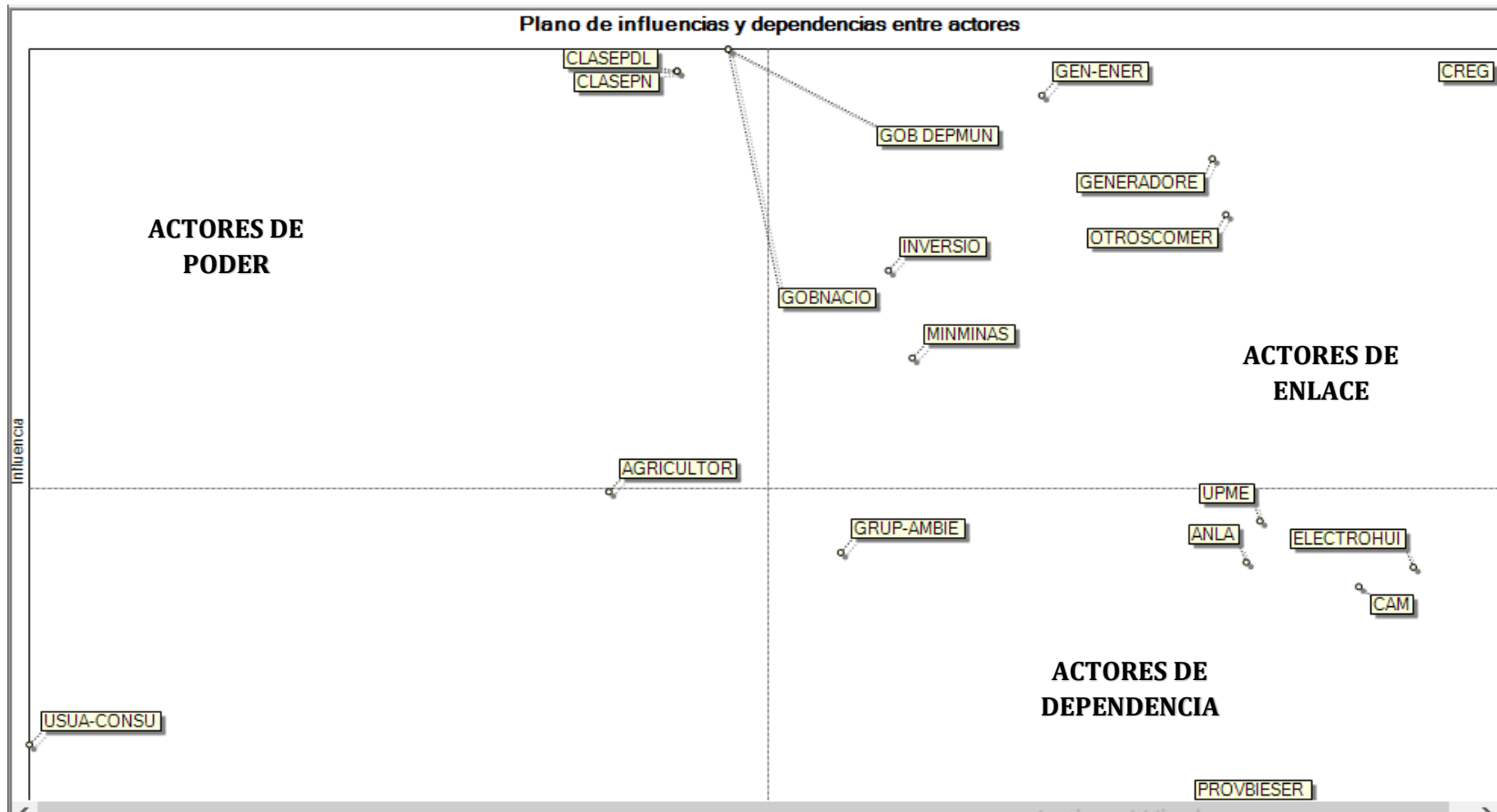
Actores MACTOR

Ítem	Nombre del actor	Abreviación
1	Generadores de energía	GEN-ENER
2	Ministerio de Minas y Energía	MINMINAS
3	Proveedores de bienes y servicios	PROVBIESER
4	Clase Política Nacional	CLASEPN
5	Clase Política Departamental y Local	CLASEPCL
6	CAM (Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena)	CAM
7	ANLA (Ministerio de Medio Ambiente)	ANLA
8	Gobiernos nacionales,	GOBNACIO
9	Gobierno Departamental y Municipal	GOB DEPMUN
10	Electrificadora del Huila	ELECTROHUI
11	IES- Instituciones de educación superior	IES
12	Servicio Nacional de Aprendizaje	SENA
13	UPME (Unidad de Planeación Minero Energética)	UPME
14	Comunidad	COMUNIDAD
15	Inversionistas (nacionales e internacionales)	INVERSIO
16	Grupos ambientalistas	GRUP-AMBIE
17	Agricultores	AGRICULTOR
18	Profesionales en energías renovables y sector eléctrico	PROFESIONA
19	Consumidores	USUA-CONSU
20	Generadores -Agentes del mercado ENEL	GENERADORE
21	Otros comercializadores	OTROSCOMER
22	CREG - Comisión de Regulación de Energía y Gas	CREG

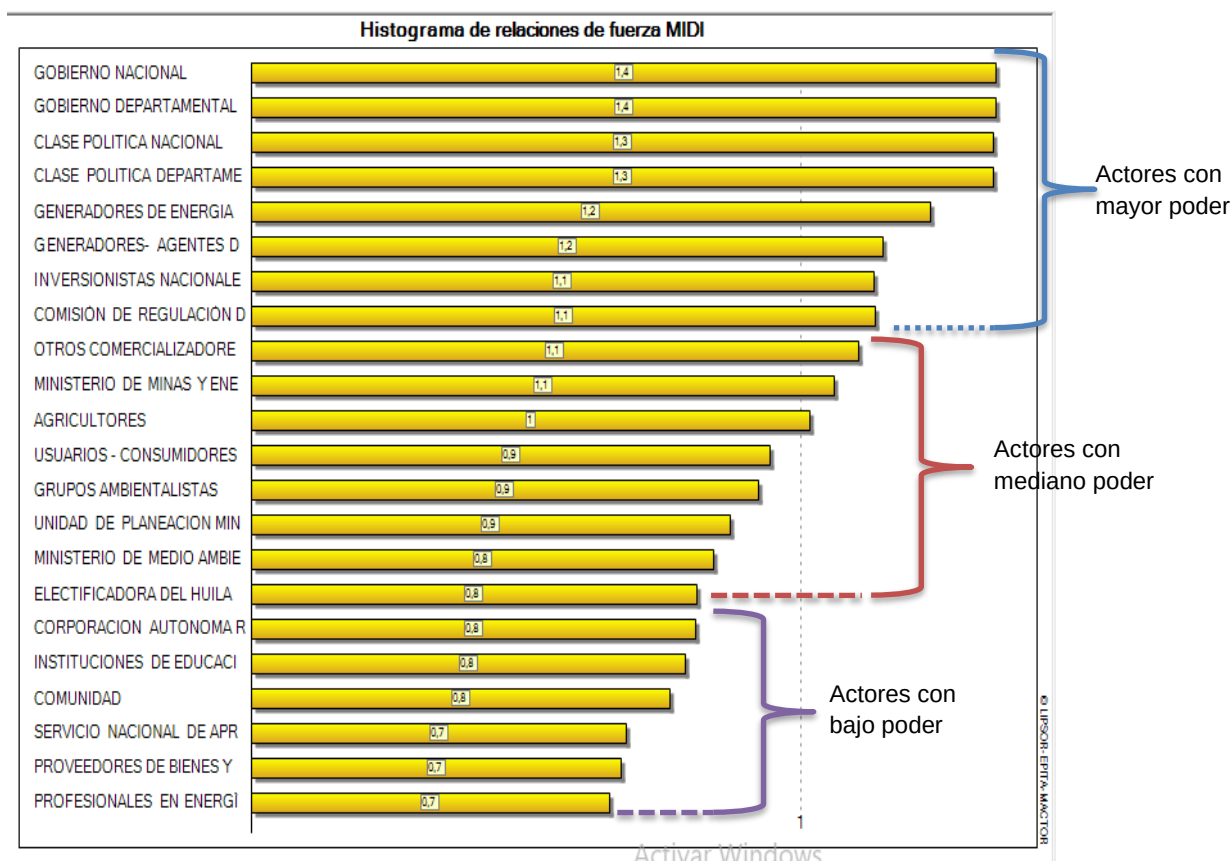
Fuente: Elaboración propia

Figura 23

Matriz de influencias directas MACTOR



Fuente: Elaboración propia obtenida de software Mactor

Figura 24*Histograma de relaciones de fuerza*

Fuente: Elaboración propia obtenida de software Mactor

La figura 24 muestra el comportamiento que tienen los actores dentro del sistema. Se puede observar que los actores con más poder e influencia son gobiernos tanto nacionales como departamentales, seguidos de las clases políticas departamentales, locales y nacionales, junto los generadores de energía, agentes del mercado, inversionistas y la Comisión de Regulación de Energía y Gas.

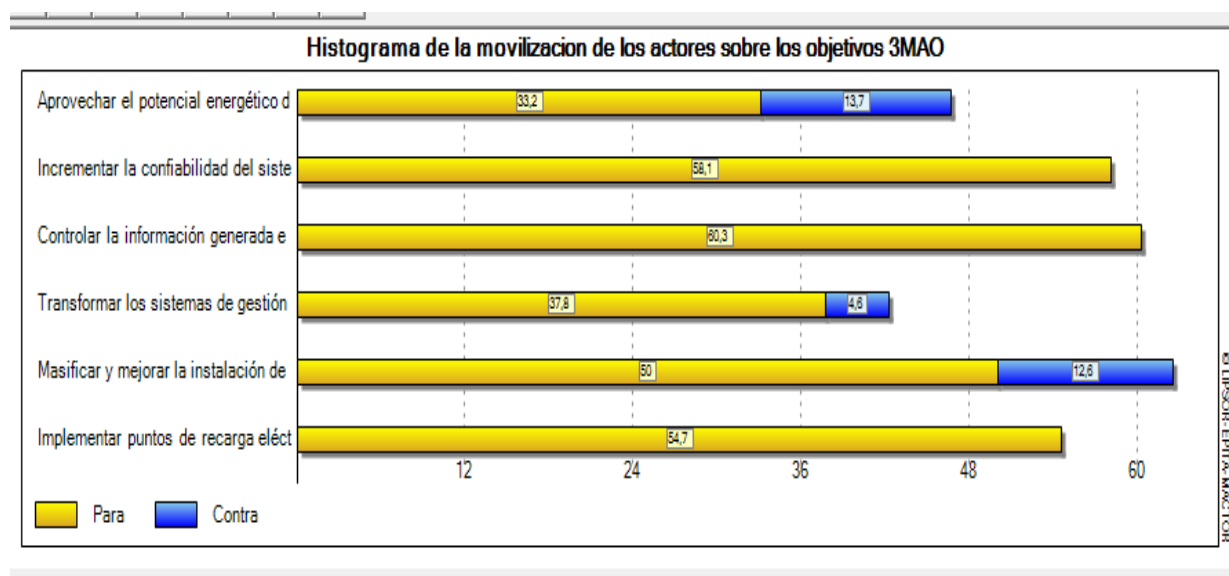
Los de mediano poder son los otros comercializadores, el Ministerio de Minas y Energía, los agricultores, los usuarios y consumidores, grupos ambientalistas, Unidad de Planeación, Ministerio de Medio Ambiente, y la Electrificadora del Huila. Dentro de los actores de bajo

poder, están la CAM, instituciones de educación, instituciones de educación superior, comunidad, SENA, proveedores y profesionales en energía renovables.

Lo anterior demuestra que la energía eléctrica es un servicio el cual está enmarcado por las regulaciones, los esquemas jurídicos y administrativos, puesto que señalan y administran las reglas de juego con las cuales se mueven los agentes económicos que participan en el sector.

Figura 25

Histograma de la movilización de los actores sobre los objetivos

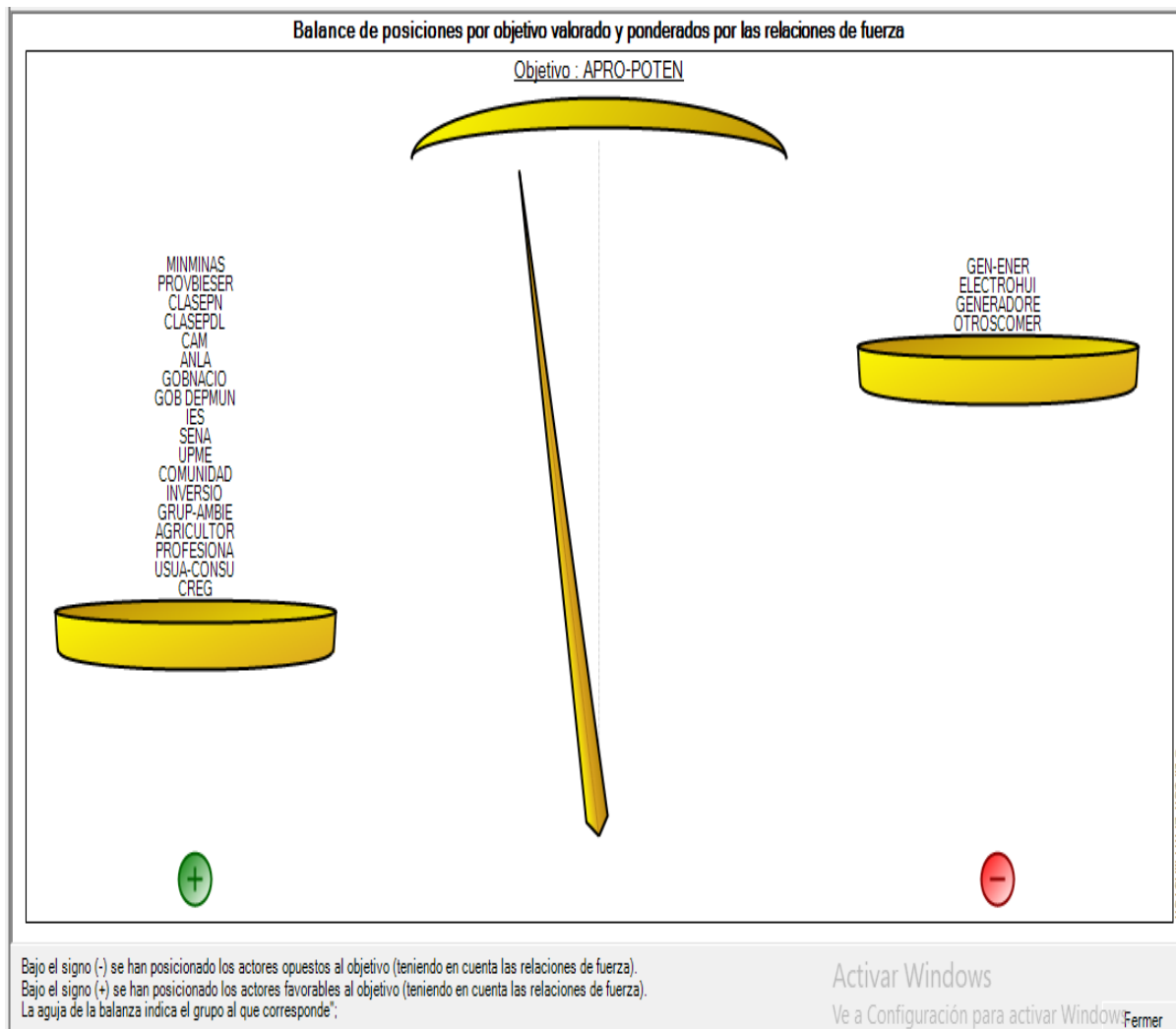


Fuente: Elaboración propia obtenida de software Mactor

Dado que el histograma de los actores sobre los objetivos Matriz 3 MAO centra el estudio de las valoraciones de los objetivos por parte de los actores a través de las relaciones de poder valoradas en las matrices de influencias directas e indirectas, se evidencia que tres objetivos presentan conflicto, es decir presentan poca favorabilidad de unos actores como es el caso del objetivo que pertenece a la variable “Almacenamiento de energía” el cual es

“aprovechar el potencial energético del departamento del Huila en generación de tal forma que se utilice el remanente de energía producido por los sistemas de producción renovables utilizándolos bajo cualquier condición de demanda” y el objetivo “Masificar y mejorar la instalación de sistemas solares fotovoltaicos en los sectores residenciales, comerciales e industriales convirtiéndola en un modelo de implementación en energías solares renovables”, puesto que algunos actores como Generadores de energía, Electrificadora del Huila, Generadores -Agentes del mercado ENEL y otros comercializadores no avalan por completo el que su misión la cual se basa en dos cadenas de valor las cuales son distribución y comercialización se vea afectada por el almacenamiento de energía.

En cuanto al objetivo “Transformar los sistemas de gestión de medida en modelos vanguardistas que permitan integrar las mediciones tradicionales con los métodos modernos de telecontrol y monitoreo para aumentar la certeza de los registros de consumos y detectar fallas en tiempo real, mejorando las oportunidades y tiempos de intervención presenta poco interés” se evidencia poco interés por los actores como generadores de energía, clase política e instituciones de educación puesto que el sistema de gestión de medida es propia de los comercializadores de energía eléctrica para generar control de pérdidas técnicas y no técnicas mejorando los tiempos de intervención en circuitos alimentadores mediante telecontrol.

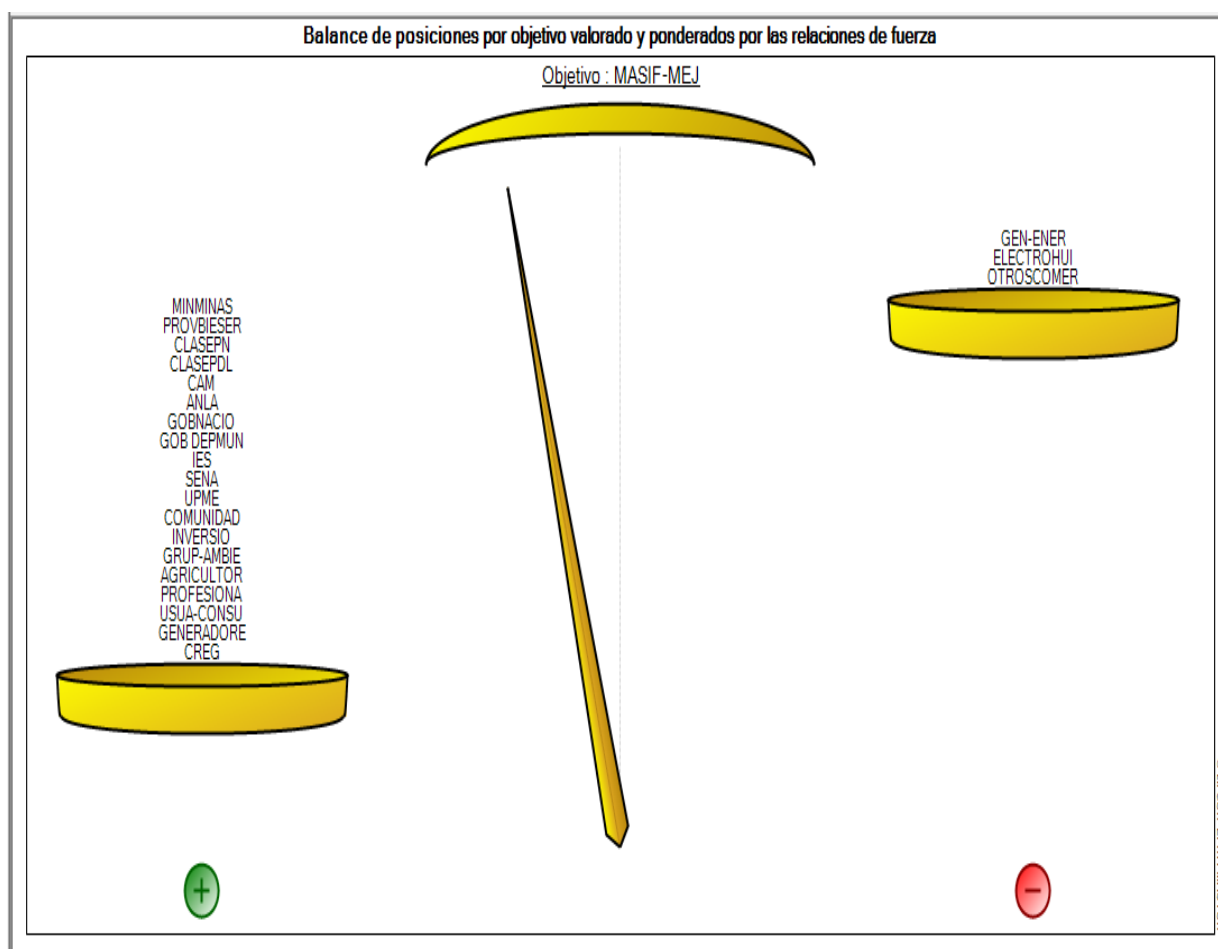
Figura 26*Balance de posiciones por objetivos APRO-POTEN***Fuente:** Elaboración propia obtenida de software Mactor

Para el objetivo “Aprovechar el potencial energético del departamento del Huila en generación de tal forma que se utilice el remanente de energía producido por los sistemas de producción renovables utilizándolos bajo cualquier condición de demanda”, están en contra los actores como los generadores de energía, junto a la Electrificadora del Huila, los generadores Agentes del mercado y otros comercializadores. Sin embargo, al buscar equilibrar la balanza, no se evidenció cambio debido a que la fuerza de los actores no es representativa, los actores no son poderosos.

Por otro lado, el segundo objetivo con conflicto es “Masificar y mejorar la instalación de sistemas solares fotovoltaicos en los sectores residenciales, comerciales e industriales convirtiéndola en un modelo de implementación en energías solares renovables”, asociados a la variable “Generación de energía solar fotovoltaica”. En este caso, el balance de posiciones muestra que generadores de energía, la Electrificadora del Huila, y otros comercializadores están en contra de este objetivo y como en el caso anterior, debido a que los actores no son de gran poder, no hay cambio en la balanza.

Figura 27

Balance de posiciones por objetivos MASIF - MEJ

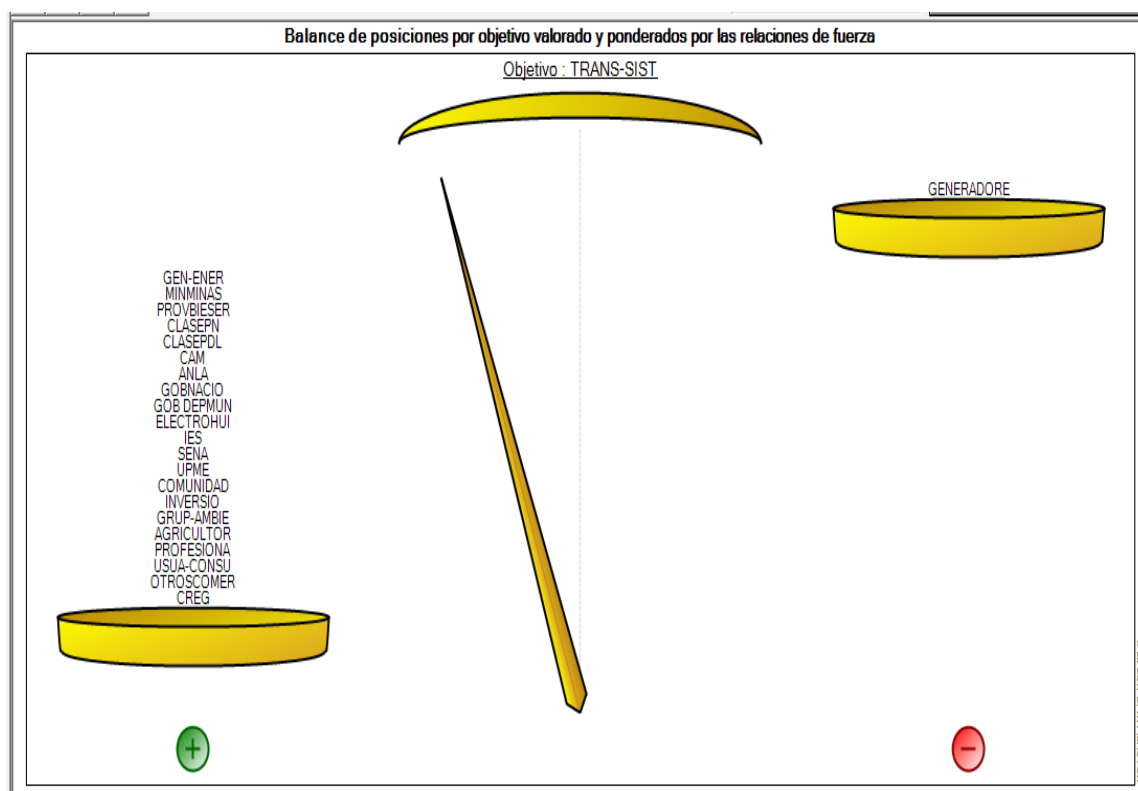


Fuente: Elaboración propia obtenida de software Mactor

Por último, el objetivo que presenta un poco de conflicto es “Transformar los sistemas de gestión de medida en modelos vanguardistas que permitan integrar las mediciones tradicionales con los métodos modernos de telecontrol y monitoreo para aumentar la certeza de los registros de consumos y detectar fallas en tiempo real, mejorando las oportunidades y tiempos de intervención” el cual corresponde a la variable “Sistema de gestión de medida” dado que depende en gran medida de otras variables y objetivos que aportan al desarrollo del sector.

Figura 28

Balance de posiciones por objetivos TRANS-SIST



Fuente: Elaboración propia obtenida de software Mactor

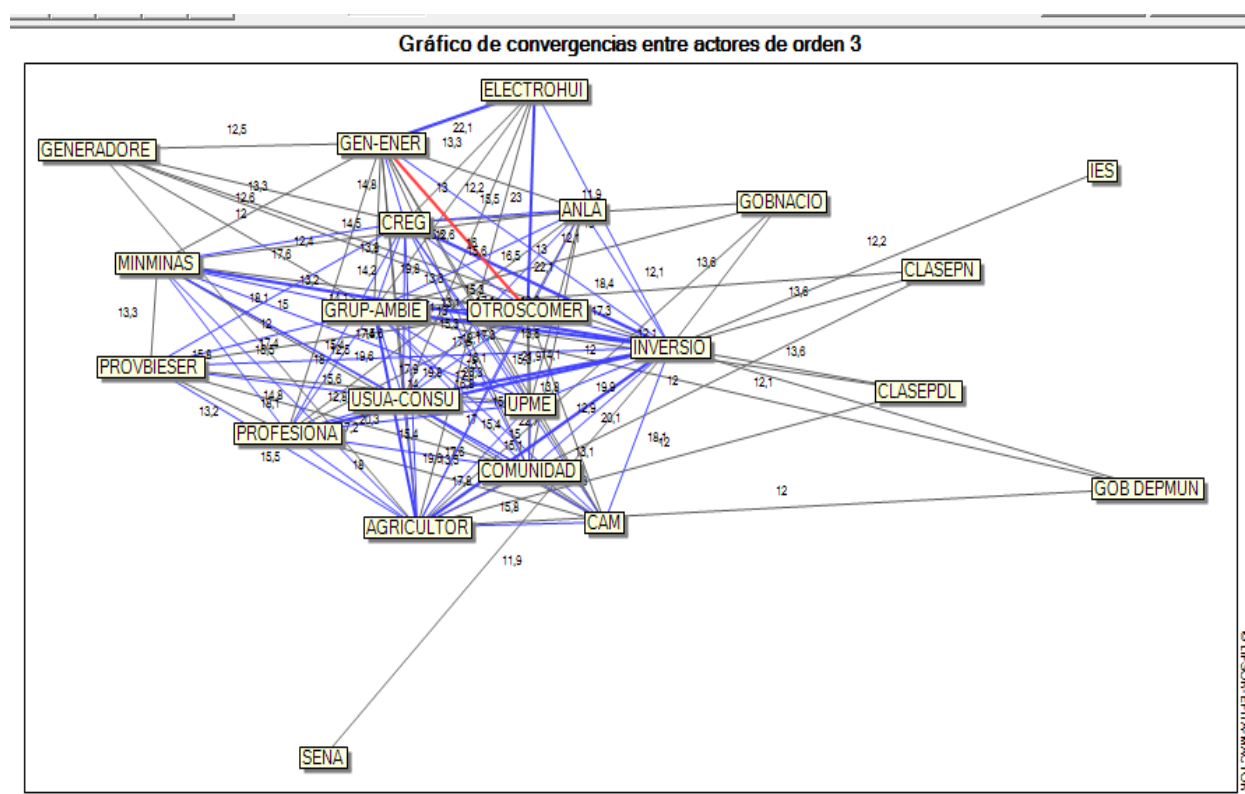
Objetivo: Transformar los sistemas de gestión de medida en modelos vanguardistas que permitan integrar las mediciones tradicionales con los métodos modernos de telecontrol y

monitoreo para aumentar la certeza de los registros de consumos y detectar fallas en tiempo real, mejorando las oportunidades y tiempos de intervención.

En este caso, los generadores Agentes del mercado son quienes están en contra de este objetivo y al cambiar de lado el actor, no cambia la balanza. Pues como en los casos anteriores, no es un actor con mucho poder.

Figura 29

Gráfico de convergencia entre actores



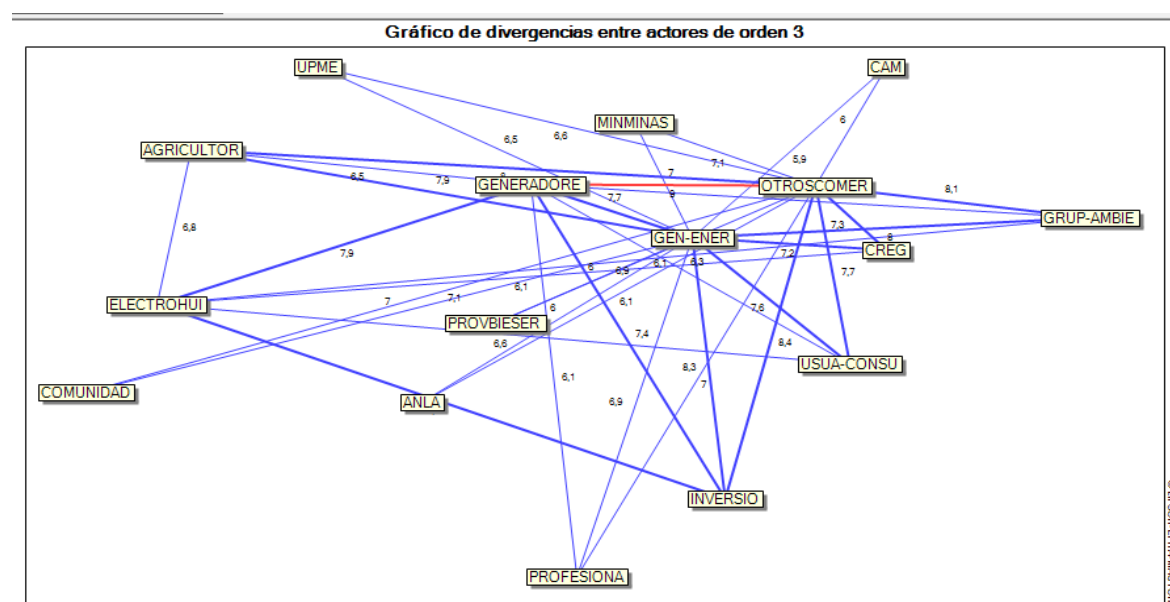
Fuente: Elaboración propia obtenida de software Mactor

Mediante el análisis del gráfico de convergencia entre los actores, se establece que existe una convergencia con más importante entre la generación de energía y otros comercializadores, seguidos de las convergencias relativamente importantes donde se encuentran relaciones entre la CREG, Ministerio de Minas y Energías, profesionales, UPME,

grupos ambientales, agricultores además de los usuarios y consumidores. También se evidencia una convergencia relativamente importante entre la generación de energía, la Electrificadora del Huila y otros comercializadores, esto debido a las coincidencias de intereses entre los actores del sistema en mención.

Figura 30

Gráfico de divergencia entre actores



Fuente: Elaboración propia obtenida de software Mactor

Las divergencias más representativas se presentan entre otros comercializadores y los agentes del mercado ENEL, seguidos de las divergencias relativamente importantes entre otros comercializadores con los agricultores, grupos ambientales, la CREG, usuarios y consumidores e inversionistas. donde se entiende que los objetivos de los operadores sea de generación o uso final difieren en gran medida con los usuarios en el sentido de que el primero se enfoca en ventas y producción y el segundo requiere calidad de energía a un valor moderado y no creciente.

Por otra parte, los generadores de energía presentan también una divergencia relativamente importante con la CREG, Grupos ambientales, inversionistas, lo cual muestra la

constante competencia que se presenta en el sector en el cual cada organización o agente enfocado en sus metas misionales ya sea generar o comercializar no articulan los esfuerzos para presentar propuestas de mejora en un mercado tan cambiante ante el trilema energético del sector que busca la sostenibilidad energética.

4.7. Diseño de escenarios

A continuación, se presentan las hipótesis por cada una de las variables, en las cuales se plantea lo que podría ocurrir para el periodo 2030, donde se tuvieron en cuenta los diferentes movimientos del mercado y se consideraron las situaciones optimistas y pesimistas de lo que podría ocurrir. Para cada variable se plantearon tres hipótesis, la primera corresponde a un escenario ideal, la segunda a un escenario alternativo y la tercera hipótesis a un escenario tendencial.

Tabla 12

Construcción de hipótesis

No.	VARIABLE	Si sucede esto	Entonces Acontece esto
1	Generación de energía solar fotovoltaica	Poner en marcha granjas solares en el territorio huilense aprovechando el potencial de radicación que permitan interconectarse con el sistema eléctrico regional. Implementar programas académicos encaminados a la formación de profesional competente en la instalación de sistemas fotovoltaicos con el fin de realizar una adecuada instalación y mantenimiento al sistema.	Masificar y mejorar la instalación de sistemas solares fotovoltaicos en los sectores residenciales, comerciales e industriales convirtiéndola en un modelo de implementación en energías solares renovables generando competitividad en el precio de kilovatio hora frente al suministrado por el operador de red al igual que utilidades por inyección a la red. Lo anterior significa un cambio de cultura en cuanto a métodos de generación y consumo energético que se traduce en mayor eficiencia e impacto medio ambiental.

2	Almacenamiento de Energía	Implementar bancos de baterías de respaldo para el almacenamiento de energía en las diferentes fuentes de generación aprovechando cada kilovatio de potencia el cual puede ser inyectado a la red cuando se requiera.	Aprovechar el potencial energético del departamento del Huila en generación de tal forma que se utilice el remanente de energía producido por los sistemas de producción renovables utilizándolos bajo cualquier condición de demanda.
3	Mejoramiento de infraestructura	Efectuar cambios en la estructuración de la red mejorando las redes abiertas por redes ecológicas y compactas, reconectores y seccionadores telecontrolados a la vez que se anillan los circuitos teniendo así un respaldo de alimentación.	Incrementar la confiabilidad del sistema eléctrico aumentando los tiempos de servicio sin interrupciones, calidad del servicio y disminución de las pérdidas técnicas basadas en la implementación de las smart green contribuyendo al crecimiento continuo de la región.
4	Big Data – Analítica	Implementar equipos tecnológicos con centrales de monitoreo tipo SCADA complementado con dispositivos de transmisión y recepción, para el monitoreo de la información generada por la red basados en inteligencia artificial y algoritmos de programación predictiva que permiten gestionar el uso eficiente de la energía.	Controlar la información generada en los procesos del desarrollo energético de la región permitiendo realizar proyecciones asertivas para una oportuna toma de decisiones que potencialice los objetivos de desarrollo y sostenibilidad energética.
5	Sistema de Gestión de Medida	Instalar de forma masiva equipos de medida AMI (Advanced Metering Infrastructure) a todos los usuarios conectados al sistema de transmisión regional (STR) integrados a una red de monitoreo remota que se enlace a cada uno de los usuarios del sistema.	Transformar los sistemas de gestión de medida en modelos vanguardistas que permitan integrar las mediciones tradicionales con los métodos modernos de telecontrol y monitoreo para aumentar la certeza de los registros de consumos y detectar fallas en tiempo real, mejorando las oportunidades y tiempos de intervención.
6	Electrolineras o Puntos de Carga Eléctrica	Instalar puntos de recarga a lo largo y ancho del departamento del Huila mediante Electrolineras conectadas al sistema de distribución local o sistemas alternativos de generación de energía.	Implementar puntos de recarga eléctrica lentas, semi-rápidas y rápidas en lugares estratégicos permitiendo la viabilización de la movilidad eléctrica que permita el cambio de combustibles fósiles por energía eléctrica reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero en el departamento del Huila.

Fuente: Elaboración propia

4.8. Hipótesis

Tabla 13

Hipótesis

Variable estrategica	Hipotesis 1	Hipotesis 2	Hipotesis 3
Generación de energía solar fotovoltaica	Masificar y mejorar la instalación de sistemas solares fotovoltaicos en los sectores residenciales, comerciales e industriales convirtiéndola en un modelo de implementación en energías solares renovables generando competitividad en el precio de kilovatio hora frente al suministrado por el operador de red al igual que utilidades por inyección a la red.	Realizar proyectos piloto de sistemas solares fotovoltaicos en los sectores residenciales, comerciales e industriales en la zona Neiva con el fin de implementar energía solar renovable frente a los proyectos propuestos en el departamento puesto que se requiere valorar la reducción en el precio del kilovatio hora según la inyección de energía al sistema.	Realizar proyectos institucionales referentes al sistema solar fotovoltaico donde se promueva e incentive el uso de energías limpias aplicadas al desarrollo sostenible del departamento siendo también una alternativa para contrarrestar el impacto ambiental .
	Lo anterior significa un cambio de cultura en cuanto a métodos de generación y consumo energético que se traduce en mayor eficiencia e impacto medio ambiental. Cabe resaltar que esto se logra al Poner en marcha granjas solares en el territorio huilense aprovechando el potencial de radicación que permitan interconectarse con el sistema eléctrico regional y al implementar programas académicos encaminados a la formación	Anexo a esto se valorará el cambio cultural expuesto en la ciudad frente a los métodos de generación y consumo. Logrando poner en marcha sistemas fotovoltaicos interconectados en edificios inteligentes de la ciudad articulando para estos montajes instituciones educativas para que revisaran el panorama para la creación de dichos programas o evaluaran si solo es necesaria la formación técnica titulada.	

	de profesional competentes en la instalación de sistemas fotovoltaicos con el fin de realizar una adecuada instalación y mantenimiento al sistema.		
Almacenamiento de Energía	Aprovechar el potencial energético del departamento del Huila en generación de tal forma que se utilice el remanente de energía producido por los sistemas de producción renovables utilizándolos bajo cualquier condición de demanda, con la Implementación de bancos de baterías de respaldo para el almacenamiento de energía en las diferentes fuentes de generación aprovechando cada kilovatio de potencia el cual puede ser inyectado a la red cuando se requiera.	Aprovechar el remanente de energía con fuentes no convencionales de proyectos piloto mediante la implementación de bancos de almacenamiento básicos para el almacenamiento directo de la potencia generada en tiempo real sin respaldos para el almacenamiento dado la poca generación de potencia.	Aumentar la instalación y apuesta en funcionamiento de los sistemas de almacenamiento de energía, permitiendo el intercambio de energía y la maximización en la entrega de potencia de las unidades de generación.
Mejoramiento de infraestructura	Incrementar la confiabilidad del sistema eléctrico aumentando los tiempos de servicio sin interrupciones, calidad del servicio y disminución de las pérdidas técnicas basadas en la implementación de las smart green contribuyendo al crecimiento continuo de la región al efectuar cambios en la estructuración de la red mejorando las redes abiertas por redes ecológicas y compactas, reconectadores y seccionadores telecontrolados a la vez que	Desarrollar mantenimientos preventivos y correctivos sobre el sistema eléctrico cumpliendo indicadores de tiempos exigidos por el ministerio de minas y energía que se ven reflejados en calidad básica del servicio sin limitar el crecimiento de la región a mediano plazo, por ende solo se realiza mantenimiento cuando se presentan fallas en el sistema como saltos de circuitos , líneas rotas o incidentes y accidentes de origen eléctrico.	Mejorar sustancialmente las redes de media y baja tensión que se encuentren obsoletas en los municipios del departamento cuando se ha cumplido con el ciclo de vida útil y no han sido repotenciadas. Aún si se encuentran estéticamente bien no significa que cumplan con las condiciones idóneas que permitan mejorar la calidad del servicio eléctrico en sistemas de distribución que permita aumentar la cobertura del servicio.

	se anillan los circuitos teniendo así un respaldo de alimentación.		
Big Data – Analítica	Controlar la información generada en los procesos del desarrollo energético de la región permitiendo realizar proyecciones asertivas para una oportuna toma de decisiones que potencialice los objetivos de desarrollo y sostenibilidad energética con la Implementación de equipos tecnológicos con centrales de monitoreo tipo SCADA complementado con dispositivos de transmisión y recepción, para el monitoreo de la información generada por la red basados en inteligencia artificial y algoritmos de programación predictiva que permiten gestionar el uso eficiente de la energía.	Implementar piloto de generación de datos en centro control del operador de red del departamento que permita realizar proyecciones asertivas en la ciudad de Neiva mediante la focalización en sistema SCADA de circuitos que permitan tomar decisiones acertadas para la sostenibilidad energética con el fin de mejorar el panorama de posibilidades basadas en históricos reales lo que permite hacer un diagnóstico en tiempo real de los circuitos con mayor potencial energético.	Implementar estrategias tecnológicas basadas en big-data en el entorno energía del departamento, ayudando optimizar los procesos de compra venta de energía lo que permite generar ofertas que se ajusten mejor a los consumos reales de los clientes. Trabajando en la nube, reduciendo tiempos de despliegue, las intervenciones manuales y la inversión.
Sistema de Gestión de Medida	Transformar los sistemas de gestión de medida en modelos vanguardistas que permitan integrar las mediciones tradicionales con los métodos modernos de telecontrol y monitoreo para aumentar la certeza de los registros de consumos y detectar fallas en tiempo real, mejorando las oportunidades y tiempos de intervención al instalar de forma masiva equipos de medida AMI (Advanced	Conocer el consumo de energía de las cuentas en circuitos de difícil acceso y mayor defraudación de fluidos del operador de red local o cualquier comercializador con lo cual se controla la entrada y salida de energía del sistema disminuyendo así las perdidas no técnicas (defraudación de fluidos) mediante la instalación de medida AMI (Advanced Metering Infrastructure) instaladas en	Potencializar el desempeño del suministro del sistema eléctrico a partir de las herramientas que brindan las tic's, como los medidores inteligentes, arquitecturas de comunicaciones, estableciendo nuevos esquemas de participación e interacción de las empresas de suministro de energía con los clientes dando a estos una participación como agentes activos del

	Metering Infrastructure) a todos los usuarios conectados al sistema de transmisión regional (STR) integrados a un red de monitoreo remota que se enlace a cada uno de los usuarios del sistema.	proyectos pilotos de sistemas de gestión de medida en circuitos de difícil acceso en el departamento y que presenten mayores pérdidas técnicas y no técnicas.	mercado permitiendo la predicción de la demanda y la gestión de pérdidas.
Electrolineras o Puntos de Carga Eléctrica	Implementar puntos de recarga eléctrica lentas, semi-rápidas y rápidas en lugares estratégicos permitiendo la viabilización de la movilidad eléctrica que permita el cambio de combustibles fósiles por energía eléctrica reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero en el departamento del Huila con la instalación de puntos de recarga a lo largo y ancho del departamento del Huila mediante electrolineras conectadas al sistema de distribución local o sistemas alternativos de generación de energía.	Desarrollar proyectos piloto de recarga eléctrica semi-rápida y rápida con el fin de aumentar a gran escala la utilización de vehículos a motor eléctrico al igual que la puesta en marcha de transporte público con las mismas características llamasen buses, microbuses y taxis siendo este un sistema más eficiente, amigable y sostenible con el medio ambiente, mediante la instalación de electrolineras en la sede promisión del Bote del operador de red donde los circuitos bases ya se encuentran instalados y edificios inteligentes del departamento que se interconecten con el sistema de distribución regional (SDR) .	Aumentar la oferta de electrolineras en los municipios del departamento con el apoyo del gobierno nacional y departamental como apuesta para el mejorar la infraestructura de carga, costos, financiación y conciencia social respecto a la movilidad sostenible del departamento lo que permite impulsar una transición más certera hacia una movilidad de cero emisiones.

Fuente: Elaboración propia

4.9. Análisis morfológico.

Mediante el método de “análisis morfológico” en referencia a las variables expuestas como son generación de energía solar fotovoltaica, almacenamiento de Energía, mejoramiento de infraestructura, Big Data – Analítica, Sistema de Gestión de Medida y Electrolineras o puntos de Carga Eléctrica, se realiza la exploración de futuros posibles mediante diferentes estados o hipótesis, las cuales serán seleccionadas para cada variables creando de esta manera un escenario ideal o deseable, dos escenarios alternativos o probables y un escenario tendencial.

Tabla 14

Escenario 1. Deseable “Sostenibilidad Energética”

Variable estratégica	Hipotesis 1	Hipotesis 2	Hipotesis 3
Generación de energía solar fotovoltaica	Masificar y mejorar la instalación de sistemas solares fotovoltaicos en los sectores residenciales, comerciales e industriales convirtiéndola en un modelo de implementación en energías solares renovables generando competitividad en el precio de kilovatio hora frente al suministrado por el operador de red al igual que utilidades por inyección a la red. Lo anterior significa un cambio de cultura en cuanto a métodos de generación y consumo energético que se traduce en mayor eficiencia e impacto medio ambiental. Cabe resaltar que esto se logra al Poner en marcha granjas solares en el territorio huilense aprovechando el potencial de radicación que permitan interconectarse con el sistema eléctrico regional y al implementar programas académicos encaminados a la formación de profesional competentes en la instalación de sistemas fotovoltaicos con el fin de realizar una adecuada instalación y mantenimiento al sistema.	Realizar proyectos piloto de sistemas solares fotovoltaicos en los sectores residenciales, comerciales e industriales en la zona Neiva con el fin de implementar energía solar renovable frente a los proyectos propuestos en el departamento puesto que se requiere valorar la reducción en el precio del kilovatio hora según la inyección de energía al sistema. Anexo a esto se valorará el cambio cultural expuesto en la ciudad frente a los métodos de generación y consumo. Logrando poner en marcha sistemas fotovoltaicos interconectados en edificios inteligentes de la ciudad articulando para estos montajes instituciones educativas para que revisaran el panorama para la creación de dichos programas o evaluaran si solo es necesaria la formación técnica titulada.	Realizar proyectos institucionales referentes al sistema solar fotovoltaico donde se promueva e incentive el uso de energías limpias aplicadas al desarrollo sostenible del departamento siendo también una alternativa para contrarrestar el impacto ambiental .
Almacenamiento de Energía	Aprovechar el potencial energético del departamento del Huila en generación de tal forma que se utilice el remanente de energía producido por los sistemas de producción renovables utilizándolos bajo cualquier	Aprovechar el remanente de energía con fuentes no convencionales de proyectos piloto mediante la implementación de bancos de almacenamiento básicos para el almacenamiento directo de la	Aumentar la instalación y apuesta en funcionamiento de los sistemas de almacenamiento de energía, permitiendo el intercambio de energía y la

	condición de demanda, con la Implementación de bancos de baterías de respaldo para el almacenamiento de energía en las diferentes fuentes de generación aprovechando cada kilovatio de potencia el cual puede ser inyectado a la red cuando se requiera.	potencia generada en tiempo real sin respaldos para el almacenamiento dado la poca generación de potencia.	maximización en la entrega de potencia de las unidades de generación.
Mejoramiento de infraestructura	Incrementar la confiabilidad del sistema eléctrico aumentando los tiempos de servicio sin interrupciones, calidad del servicio y disminución de las pérdidas técnicas basadas en la implementación de las smart green contribuyendo al crecimiento continuo de la región al efectuar cambios en la estructuración de la red mejorando las redes abiertas por redes ecológicas y compactas, reconectores y seccionadores telecontrolados a la vez que se anillan los circuitos teniendo así un respaldo de alimentación.	Desarrollar mantenimientos preventivos y correctivos sobre el sistema eléctrico cumpliendo indicadores de tiempos exigidos por el ministerio de minas y energía que se ven reflejados en calidad básica del servicio sin limitar el crecimiento de la región a mediano plazo, por ende solo se realiza mantenimiento cuando se presentan fallas en el sistema como saltos de circuitos , líneas rotas o incidentes y accidentes de origen eléctrico.	Mejorar sustancialmente las redes de media y baja tensión que se encuentren obsoletas en los municipios del departamento cuando se ha cumplido con el ciclo de vida útil y no han sido repotenciadas. Aún si se encuentran estéticamente bien no significa que cumplan con las condiciones idóneas que permitan mejorar la calidad del servicio eléctrico en sistemas de distribución que permita aumentar la cobertura del servicio.
Big Data – Analítica	Controlar la información generada en los procesos del desarrollo energético de la región permitiendo realizar proyecciones asertivas para una oportuna toma de decisiones que potencialice los objetivos de desarrollo y sostenibilidad energética con la Implementación de equipos tecnológicos con centrales de monitoreo tipo SCADA complementado con dispositivos de transmisión y recepción, para el monitoreo de la información generada por la red basados en inteligencia artificial y algoritmos de	Implementar piloto de generación de datos en centro control del operador de red del departamento que permita realizar proyecciones asertivas en la ciudad de Neiva mediante la focalización en sistema SCADA de circuitos que permitan tomar decisiones acertadas para la sostenibilidad energética con el fin de mejorar el panorama de posibilidades basadas en históricos reales lo que permite hacer un diagnóstico en tiempo real de los circuitos con mayor potencial energético.	Implementar estrategias tecnológicas basadas en big-data en el entorno energía del departamento, ayudando optimizar los procesos de compra venta de energía lo que permite generar ofertas que se ajusten mejor a los consumos reales de los clientes. Trabajando en la nube, reduciendo tiempos de despliegue, las intervenciones manuales y la inversión.

	programación predictiva que permiten gestionar el uso eficiente de la energía.		
Sistema de Gestión de Medida	Transformar los sistemas de gestión de medida en modelos vanguardistas que permitan integrar las mediciones tradicionales con los métodos modernos de telecontrol y monitoreo para aumentar la certeza de los registros de consumos y detectar fallas en tiempo real, mejorando las oportunidades y tiempos de intervención al instalar de forma masiva equipos de medida AMI (Advanced Metering Infrastructure) a todos los usuarios conectados al sistema de transmisión regional (STR) integrados a un red de monitoreo remota que se enlace a cada uno de los usuarios del sistema.	Conocer el consumo de energía de las cuentas en circuitos de difícil acceso y mayor defraudación de fluidos del operador de red local o cualquier comercializador con lo cual se controla la entrada y salida de energía del sistema disminuyendo así las pérdidas no técnicas (defraudación de fluidos) mediante la instalación de medida AMI (Advanced Metering Infrastructure) instaladas en proyectos pilotos de sistemas de gestión de medida en circuitos de difícil acceso en el departamento y que presenten mayores pérdidas técnicas y no técnicas.	Potencializar el desempeño del suministro del sistema eléctrico a partir de las herramientas que brindan las TIC's, como los medidores inteligentes, arquitecturas de comunicaciones, estableciendo nuevos esquemas de participación e interacción de las empresas de suministro de energía con los clientes dando a estos una participación como agentes activos del mercado permitiendo la predicción de la demanda y la gestión de pérdidas.
Electrolineras o Puntos de Carga Eléctrica	Implementar puntos de recarga eléctrica lentas, semi-rápidas y rápidas en lugares estratégicos permitiendo la viabilización de la movilidad eléctrica que permita el cambio de combustibles fósiles por energía eléctrica reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero en el departamento del Huila con la instalación de puntos de recarga a lo largo y ancho del departamento del Huila mediante electrolineras conectadas al sistema de distribución local o sistemas alternativos de generación de energía.	Desarrollar proyectos piloto de recarga eléctrica semi-rápida y rápida con el fin de aumentar a gran escala la utilización de vehículos a motor eléctrico al igual que la puesta en marcha de transporte público con las mismas características llamasen buses, microbuses y taxis siendo este un sistema más eficiente, amigable y sostenible con el medio ambiente, mediante la instalación de electrolineras en la sede promisión del Bote del operador de red donde los circuitos bases ya se encuentran instalados y edificios inteligentes del departamento que se interconecten con el sistema de distribución regional (SDR) .	Aumentar la oferta de electrolineras en los municipios del departamento con el apoyo del gobierno nacional y departamental como apuesta para el mejorar la infraestructura de carga, costos, financiación y conciencia social respecto a la movilidad sostenible del departamento lo que permite impulsar una transición más certera hacia una movilidad de cero emisiones.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15

Escenario 2. Probable “Nuevo Horizonte Energético”

Variable estratégica	Hipotesis 1	Hipotesis 2	Hipotesis 3
Generación de energía solar fotovoltaica	Masificar y mejorar la instalación de sistemas solares fotovoltaicos en los sectores residenciales, comerciales e industriales convirtiéndola en un modelo de implementación en energías solares renovables generando competitividad en el precio de kilovatio hora frente al suministrado por el operador de red al igual que utilidades por inyección a la red. Lo anterior significa un cambio de cultura en cuanto a métodos de generación y consumo energético que se traduce en mayor eficiencia e impacto medio ambiental. Cabe resaltar que esto se logra al Poner en marcha granjas solares en el territorio huilense aprovechando el potencial de radicación que permitan interconectarse con el sistema eléctrico regional y al implementar programas académicos encaminados a la formación de profesional competentes en la instalación de sistemas fotovoltaicos con el fin de realizar una adecuada instalación y mantenimiento al sistema.	Realizar proyectos piloto de sistemas solares fotovoltaicos en los sectores residenciales, comerciales e industriales en la zona Neiva con el fin de implementar energía solar renovable frente a los proyectos propuestos en el departamento puesto que se requiere valorar la reducción en el precio del kilovatio hora según la inyección de energía al sistema. Anexo a esto se valorará el cambio cultural expuesto en la ciudad frente a los métodos de generación y consumo. Logrando poner en marcha sistemas fotovoltaicos interconectados en edificios inteligentes de la ciudad articulando para estos montajes instituciones educativas para que revisaran el panorama para la creación de dichos programas o evaluaran si solo es necesaria la formación técnica titulada.	Realizar proyectos institucionales referentes al sistema solar fotovoltaico donde se promueva e incentive el uso de energías limpias aplicadas al desarrollo sostenible del departamento siendo también una alternativa para contrarrestar el impacto ambiental .
Almacenamiento de Energía	Aprovechar el potencial energético del departamento del Huila en generación de tal forma que se utilice el remanente de energía producido por los sistemas de producción renovables utilizándolos bajo cualquier condición de demanda, con la Implementación de	Aprovechar el remanente de energía con fuentes no convencionales de proyectos piloto mediante la implementación de bancos de almacenamiento básicos para el almacenamiento directo de la potencia generada en tiempo real sin respaldos	Aumentar la instalación y apuesta en funcionamiento de los sistemas de almacenamiento de energía, permitiendo el intercambio de energía y la

	bancos de baterías de respaldo para el almacenamiento de energía en las diferentes fuentes de generación aprovechando cada kilovatio de potencia el cual puede ser inyectado a la red cuando se requiera.	para el almacenamiento dado la poca generación de potencia.	maximización en la entrega de potencia de las unidades de generación.
Mejoramiento de infraestructura	Incrementar la confiabilidad del sistema eléctrico aumentando los tiempos de servicio sin interrupciones, calidad del servicio y disminución de las pérdidas técnicas basadas en la implementación de las smart green contribuyendo al crecimiento continuo de la región al efectuar cambios en la estructuración de la red mejorando las redes abiertas por redes ecológicas y compactas, reconectores y seccionadores telecontrolados a la vez que se anillan los circuitos teniendo así un respaldo de alimentación.	Desarrollar mantenimientos preventivos y correctivos sobre el sistema eléctrico cumpliendo indicadores de tiempos exigidos por el ministerio de minas y energía que se ven reflejados en calidad básica del servicio sin limitar el crecimiento de la región a mediano plazo, por ende solo se realiza mantenimiento cuando se presentan fallas en el sistema como saltos de circuitos , líneas rotas o incidentes y accidentes de origen eléctrico.	Mejorar sustancialmente las redes de media y baja tensión que se encuentren obsoletas en los municipios del departamento cuando se ha cumplido con el ciclo de vida útil y no han sido repotenciadas. Aún si se encuentran estéticamente bien no significa que cumplan con las condiciones idóneas que permitan mejorar la calidad del servicio eléctrico en sistemas de distribución que permita aumentar la cobertura del servicio.
Big Data – Analítica	Controlar la información generada en los procesos del desarrollo energético de la región permitiendo realizar proyecciones asertivas para una oportuna toma de decisiones que potencialice los objetivos de desarrollo y sostenibilidad energética con la Implementación de equipos tecnológicos con centrales de monitoreo tipo SCADA complementado con dispositivos de transmisión y recepción, para el monitoreo de la información generada por la red basados en inteligencia artificial y algoritmos de programación predictiva que permiten gestionar el uso eficiente de la energía.	Implementar piloto de generación de datos en centro control del operador de red del departamento que permita realizar proyecciones asertivas en la ciudad de Neiva mediante la focalización en sistema SCADA de circuitos que permitan tomar decisiones acertadas para la sostenibilidad energética con el fin de mejorar el panorama de posibilidades basadas en históricos reales lo que permite hacer un diagnóstico en tiempo real de los circuitos con mayor potencial energético.	Implementar estrategias tecnológicas basadas en big-data en el entorno energía del departamento, ayudando optimizar los procesos de compra venta de energía lo que permite generar ofertas que se ajusten mejor a los consumos reales de los clientes. Trabajando en la nube, reduciendo tiempos de despliegue, las intervenciones manuales y la inversión.

Sistema de Gestión de Medida	Transformar los sistemas de gestión de medida en modelos vanguardistas que permitan integrar las mediciones tradicionales con los métodos modernos de telecontrol y monitoreo para aumentar la certeza de los registros de consumos y detectar fallas en tiempo real, mejorando las oportunidades y tiempos de intervención al instalar de forma masiva equipos de medida AMI (Advanced Metering Infrastructure) a todos los usuarios conectados al sistema de transmisión regional (STR) integrados a un red de monitoreo remota que se enlace a cada uno de los usuarios del sistema.	Conocer el consumo de energía de las cuentas en circuitos de difícil acceso y mayor defraudación de fluidos del operador de red local o cualquier comercializador con lo cual se controla la entrada y salida de energía del sistema disminuyendo así las pérdidas no técnicas (defraudación de fluidos) mediante la instalación de medida AMI (Advanced Metering Infrastructure) instaladas en proyectos pilotos de sistemas de gestión de medida en circuitos de difícil acceso en el departamento y que presenten mayores pérdidas técnicas y no técnicas.	Potencializar el desempeño del suministro del sistema eléctrico a partir de las herramientas que brindan las TIC's, como los medidores inteligentes, arquitecturas de comunicaciones, estableciendo nuevos esquemas de participación e interacción de las empresas de suministro de energía con los clientes dando a estos una participación como agentes activos del mercado permitiendo la predicción de la demanda y la gestión de pérdidas.
Electrolineras o Puntos de Carga Eléctrica	Implementar puntos de recarga eléctrica lentas, semi-rápidas y rápidas en lugares estratégicos permitiendo la viabilización de la movilidad eléctrica que permita el cambio de combustibles fósiles por energía eléctrica reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero en el departamento del Huila con la instalación de puntos de recarga a lo largo y ancho del departamento del Huila mediante electrolineras conectadas al sistema de distribución local o sistemas alternativos de generación de energía.	Desarrollar proyectos piloto de recarga eléctrica semi-rápida y rápida con el fin de aumentar a gran escala la utilización de vehículos a motor eléctrico al igual que la puesta en marcha de transporte público con las mismas características llamasen buses, microbuses y taxis siendo este un sistema más eficiente, amigable y sostenible con el medio ambiente, mediante la instalación de electrolineras en la sede promisión del Bote del operador de red donde los circuitos bases ya se encuentran instalados y edificios inteligentes del departamento que se interconecten con el sistema de distribución regional (SDR) .	Aumentar la oferta de electrolineras en los municipios del departamento con el apoyo del gobierno nacional y departamental como apuesta para el mejorar la infraestructura de carga, costos, financiación y conciencia social respecto a la movilidad sostenible del departamento lo que permite impulsar una transición más certera hacia una movilidad de cero emisiones.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17

Escenario 3. Probable “Incidencia De Crisis Post-pandemia En El Sector Energético”

Variable estratégica	Hipotesis 1	Hipotesis 2	Hipotesis 3
Generación de energía solar fotovoltaica	Masificar y mejorar la instalación de sistemas solares fotovoltaicos en los sectores residenciales, comerciales e industriales convirtiéndola en un modelo de implementación en energías solares renovables generando competitividad en el precio de kilovatio hora frente al suministrado por el operador de red al igual que utilidades por inyección a la red. Lo anterior significa un cambio de cultura en cuanto a métodos de generación y consumo energético que se traduce en mayor eficiencia e impacto medio ambiental. Cabe resaltar que esto se logra al Poner en marcha granjas solares en el territorio huilense aprovechando el potencial de radicación que permitan interconectarse con el sistema eléctrico regional y al implementar programas académicos encaminados a la formación de profesional competentes en la instalación de sistemas fotovoltaicos con el fin de realizar una adecuada instalación y mantenimiento al sistema.	Realizar proyectos piloto de sistemas solares fotovoltaicos en los sectores residenciales, comerciales e industriales en la zona Neiva con el fin de implementar energía solar renovable frente a los proyectos propuestos en el departamento puesto que se requiere valorar la reducción en el precio del kilovatio hora según la inyección de energía al sistema. Anexo a esto se valorará el cambio cultural expuesto en la ciudad frente a los métodos de generación y consumo. Logrando poner en marcha sistemas fotovoltaicos interconectados en edificios inteligentes de la ciudad articulando para estos montajes instituciones educativas para que revisaran el panorama para la creación de dichos programas o evaluaran si solo es necesaria la formación técnica titulada.	Realizar proyectos institucionales referentes al sistema solar fotovoltaico donde se promueva e incentive el uso de energías limpias aplicadas al desarrollo sostenible del departamento siendo también una alternativa para contrarrestar el impacto ambiental .
Almacenamiento de Energía	Aprovechar el potencial energético del departamento del Huila en generación de tal forma que se utilice el remanente de energía producido por los sistemas de producción	Aprovechar el remanente de energía con fuentes no convencionales de proyectos piloto mediante la implementación de bancos de	Aumentar la instalación y apuesta en funcionamiento de los sistemas de almacenamiento de energía, permitiendo

	renovables utilizándolos bajo cualquier condición de demanda, con la Implementación de bancos de baterías de respaldo para el almacenamiento de energía en las diferentes fuentes de generación aprovechando cada kilovatio de potencia el cual puede ser inyectado a la red cuando se requiera.	almacenamiento básicos para el almacenamiento directo de la potencia generada en tiempo real sin respaldos para el almacenamiento dado la poca generación de potencia.	el intercambio de energía y la maximización en la entrega de potencia de las unidades de generación.
Mejoramiento de infraestructura	Incrementar la confiabilidad del sistema eléctrico aumentando los tiempos de servicio sin interrupciones, calidad del servicio y disminución de las pérdidas técnicas basadas en la implementación de las smart green contribuyendo al crecimiento continuo de la región al efectuar cambios en la estructuración de la red mejorando las redes abiertas por redes ecológicas y compactas, reconectores y seccionadores telecontrolados a la vez que se anillan los circuitos teniendo así un respaldo de alimentación.	Desarrollar mantenimientos preventivos y correctivos sobre el sistema eléctrico cumpliendo indicadores de tiempos exigidos por el ministerio de minas y energía que se ven reflejados en calidad básica del servicio sin limitar el crecimiento de la región a mediano plazo, por ende solo se realiza mantenimiento cuando se presentan fallas en el sistema como saltos de circuitos , líneas rotas o incidentes y accidentes de origen eléctrico.	Mejorar sustancialmente las redes de media y baja tensión que se encuentren obsoletas en los municipios del departamento cuando se ha cumplido con el ciclo de vida útil y no han sido repotenciadas. Aún si se encuentran estéticamente bien no significa que cumplan con las condiciones idóneas que permitan mejorar la calidad del servicio eléctrico en sistemas de distribución que permita aumentar la cobertura del servicio.
Big Data – Analítica	Controlar la información generada en los procesos del desarrollo energético de la región permitiendo realizar proyecciones asertivas para una oportuna toma de decisiones que potencialice los objetivos de desarrollo y sostenibilidad energética con la Implementación de equipos tecnológicos con centrales de monitoreo tipo SCADA complementado con dispositivos de transmisión y recepción, para el monitoreo de la información generada por la red basados en inteligencia artificial y algoritmos de programación predictiva que permiten gestionar el uso eficiente de la energía.	Implementar piloto de generación de datos en centro control del operador de red del departamento que permita realizar proyecciones asertivas en la ciudad de Neiva mediante la focalización en sistema SCADA de circuitos que permitan tomar decisiones acertadas para la sostenibilidad energética con el fin de mejorar el panorama de posibilidades basadas en históricos reales lo que permite hacer un diagnóstico en tiempo	Implementar estrategias tecnológicas basadas en big-data en el entorno energía del departamento, ayudando optimizar los procesos de compra venta de energía lo que permite generar ofertas que se ajusten mejor a los consumos reales de los clientes. Trabajando en la nube, reduciendo tiempos de despliegue, las intervenciones manuales y la inversión.

		real de los circuitos con mayor potencial energético.	
Sistema de Gestión de Medida	Transformar los sistemas de gestión de medida en modelos vanguardistas que permitan integrar las mediciones tradicionales con los métodos modernos de telecontrol y monitoreo para aumentar la certeza de los registros de consumos y detectar fallas en tiempo real, mejorando las oportunidades y tiempos de intervención al instalar de forma masiva equipos de medida AMI (Advanced Metering Infrastructure) a todos los usuarios conectados al sistema de transmisión regional (STR) integrados a un red de monitoreo remota que se enlace a cada uno de los usuarios del sistema.	Conocer el consumo de energía de las cuentas en circuitos de difícil acceso y mayor defraudación de fluidos del operador de red local o cualquier comercializador con lo cual se controla la entrada y salida de energía del sistema disminuyendo así las pérdidas no técnicas (defraudación de fluidos) mediante la instalación de medida AMI (Advanced Metering Infrastructure) instaladas en proyectos pilotos de sistemas de gestión de medida en circuitos de difícil acceso en el departamento y que presenten mayores pérdidas técnicas y no técnicas.	Potencializar el desempeño del suministro del sistema eléctrico a partir de las herramientas que brindan las TIC's, como los medidores inteligentes, arquitecturas de comunicaciones, estableciendo nuevos esquemas de participación e interacción de las empresas de suministro de energía con los clientes dando a estos una participación como agentes activos del mercado permitiendo la predicción de la demanda y la gestión de pérdidas.
Electrolineras o Puntos de Carga Eléctrica	Implementar puntos de recarga eléctrica lentas, semi-rápidas y rápidas en lugares estratégicos permitiendo la viabilización de la movilidad eléctrica que permita el cambio de combustibles fósiles por energía eléctrica reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero en el departamento del Huila con la instalación de puntos de recarga a lo largo y ancho del departamento del Huila mediante electrolineras conectadas al sistema de distribución local o sistemas alternativos de generación de energía.	Desarrollar proyectos piloto de recarga eléctrica semi-rápida y rápida con el fin de aumentar a gran escala la utilización de vehículos a motor eléctrico al igual que la puesta en marcha de transporte público con las mismas características llamasen buses, microbuses y taxis siendo este un sistema más eficiente, amigable y sostenible con el medio ambiente, mediante la instalación de electrolineras en la sede promisión del Bote del operador de red donde los circuitos bases ya se encuentran instalados y edificios inteligentes del departamento que se	Aumentar la oferta de electrolineras en los municipios del departamento con el apoyo del gobierno nacional y departamental como apuesta para el mejorar la infraestructura de carga, costos, financiación y conciencia social respecto a la movilidad sostenible del departamento lo que permite impulsar una transición más certera hacia una movilidad de cero emisiones.

interconecten con el sistema de distribución regional (SDR) .

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18

Escenario 4. Tendencial “Generando y Transmitiendo Buena Energía”

Variable estratégica	Hipotesis 1	Hipotesis 2	Hipotesis 3
Generación de energía solar fotovoltaica	Masificar y mejorar la instalación de sistemas solares fotovoltaicos en los sectores residenciales, comerciales e industriales convirtiéndola en un modelo de implementación en energías solares renovables generando competitividad en el precio de kilovatio hora frente al suministrado por el operador de red al igual que utilidades por inyección a la red. Lo anterior significa un cambio de cultura en cuanto a métodos de generación y consumo energético que se traduce en mayor eficiencia e impacto medio ambiental. Cabe resaltar que esto se logra al Poner en marcha granjas solares en el territorio huilense aprovechando el potencial de radicación que permitan interconectarse con el sistema eléctrico regional y al implementar programas académicos encaminados a la formación de profesional competentes en la instalación de sistemas fotovoltaicos con el fin de realizar una adecuada instalación y mantenimiento al sistema.	Realizar proyectos piloto de sistemas solares fotovoltaicos en los sectores residenciales, comerciales e industriales en la zona Neiva con el fin de implementar energía solar renovable frente a los proyectos propuestos en el departamento puesto que se requiere valorar la reducción en el precio del kilovatio hora según la inyección de energía al sistema. Anexo a esto se valorará el cambio cultural expuesto en la ciudad frente a los métodos de generación y consumo. Logrando poner en marcha sistemas fotovoltaicos interconectados en edificios inteligentes de la ciudad articulando para estos montajes instituciones educativas para que revisaran el panorama para la creación de dichos programas o evaluaran si solo es necesaria la formación técnica titulada.	Realizar proyectos institucionales referentes al sistema solar fotovoltaico donde se promueva e incentive el uso de energías limpias aplicadas al desarrollo sostenible del departamento siendo también una alternativa para contrarrestar el impacto ambiental .

Almacenamiento de Energía	Aprovechar el potencial energético del departamento del Huila en generación de tal forma que se utilice el remanente de energía producido por los sistemas de producción renovables utilizándolos bajo cualquier condición de demanda, con la Implementación de bancos de baterías de respaldo para el almacenamiento de energía en las diferentes fuentes de generación aprovechando cada kilovatio de potencia el cual puede ser inyectado a la red cuando se requiera.	Aprovechar el remanente de energía con fuentes no convencionales de proyectos piloto mediante la implementación de bancos de almacenamiento básicos para el almacenamiento directo de la potencia generada en tiempo real sin respaldos para el almacenamiento dado la poca generación de potencia.	Aumentar la instalación y apuesta en funcionamiento de los sistemas de almacenamiento de energía, permitiendo el intercambio de energía y la maximización en la entrega de potencia de las unidades de generación.
Mejoramiento de infraestructura	Incrementar la confiabilidad del sistema eléctrico aumentando los tiempos de servicio sin interrupciones, calidad del servicio y disminución de las pérdidas técnicas basadas en la implementación de las smart green contribuyendo al crecimiento continuo de la región al efectuar cambios en la estructuración de la red mejorando las redes abiertas por redes ecológicas y compactas, reconectores y seccionadores telecontrolados a la vez que se anillan los circuitos teniendo así un respaldo de alimentación.	Desarrollar mantenimientos preventivos y correctivos sobre el sistema eléctrico cumpliendo indicadores de tiempos exigidos por el ministerio de minas y energía que se ven reflejados en calidad básica del servicio sin limitar el crecimiento de la región a mediano plazo, por ende solo se realiza mantenimiento cuando se presentan fallas en el sistema como saltos de circuitos, líneas rotas o incidentes y accidentes de origen eléctrico.	Mejorar sustancialmente las redes de media y baja tensión que se encuentren obsoletas en los municipios del departamento cuando se ha cumplido con el ciclo de vida útil y no han sido repotenciadas. Aún si se encuentran estéticamente bien no significa que cumplan con las condiciones idóneas que permitan mejorar la calidad del servicio eléctrico en sistemas de distribución que permita aumentar la cobertura del servicio.
Big Data – Analítica	Controlar la información generada en los procesos del desarrollo energético de la región permitiendo realizar proyecciones asertivas para una oportuna toma de decisiones que potencialice los objetivos de desarrollo y sostenibilidad energética con la Implementación de equipos tecnológicos con centrales de monitoreo tipo SCADA complementado con dispositivos de transmisión y recepción, para el monitoreo de la información generada	Implementar piloto de generación de datos en centro control del operador de red del departamento que permita realizar proyecciones asertivas en la ciudad de Neiva mediante la focalización en sistema SCADA de circuitos que permitan tomar decisiones acertadas para la sostenibilidad energética con el fin de mejorar el panorama de posibilidades basadas en históricos	Implementar estrategias tecnológicas basadas en big-data en el entorno energía del departamento, ayudando optimizar los procesos de compra venta de energía lo que permite generar ofertas que se ajusten mejor a los consumos reales de los clientes. Trabajando en la nube,

	por la red basados en inteligencia artificial y algoritmos de programación predictiva que permiten gestionar el uso eficiente de la energía.	reales lo que permite hacer un diagnóstico en tiempo real de los circuitos con mayor potencial energético.	reduciendo tiempos de despliegue, las intervenciones manuales y la inversión.
Sistema de Gestión de Medida	Transformar los sistemas de gestión de medida en modelos vanguardistas que permitan integrar las mediciones tradicionales con los métodos modernos de telecontrol y monitoreo para aumentar la certeza de los registros de consumos y detectar fallas en tiempo real, mejorando las oportunidades y tiempos de intervención al instalar de forma masiva equipos de medida AMI (Advanced Metering Infrastructure) a todos los usuarios conectados al sistema de transmisión regional (STR) integrados a un red de monitoreo remota que se enlace a cada uno de los usuarios del sistema.	Conocer el consumo de energía de las cuentas en circuitos de difícil acceso y mayor defraudación de fluidos del operador de red local o cualquier comercializador con lo cual se controla la entrada y salida de energía del sistema disminuyendo así las pérdidas no técnicas (defraudación de fluidos) mediante la instalación de medida AMI (Advanced Metering Infrastructure) instaladas en proyectos pilotos de sistemas de gestión de medida en circuitos de difícil acceso en el departamento y que presenten mayores pérdidas técnicas y no técnicas.	Potencializar el desempeño del suministro del sistema eléctrico a partir de las herramientas que brindan las TIC's, como los medidores inteligentes, arquitecturas de comunicaciones, estableciendo nuevos esquemas de participación e interacción de las empresas de suministro de energía con los clientes dando a estos una participación como agentes activos del mercado permitiendo la predicción de la demanda y la gestión de pérdidas.
Electrolineras o Puntos de Carga Eléctrica	Implementar puntos de recarga eléctrica lentas, semi-rápidas y rápidas en lugares estratégicos permitiendo la viabilización de la movilidad eléctrica que permita el cambio de combustibles fósiles por energía eléctrica reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero en el departamento del Huila con la instalación de puntos de recarga a lo largo y ancho del departamento del Huila mediante electrolineras conectadas al sistema de distribución local o sistemas alternativos de generación de energía.	Desarrollar proyectos piloto de recarga eléctrica semi-rápida y rápida con el fin de aumentar a gran escala la utilización de vehículos a motor eléctrico al igual que la puesta en marcha de transporte público con las mismas características llamasen buses, microbuses y taxis siendo este un sistema más eficiente, amigable y sostenible con el medio ambiente, mediante la instalación de electrolineras en la sede promisión del Bote del operador de red donde los circuitos bases ya se encuentran instalados y edificios inteligentes	Aumentar la oferta de electrolineras en los municipios del departamento con el apoyo del gobierno nacional y departamental como apuesta para el mejorar la infraestructura de carga, costos, financiación y conciencia social respecto a la movilidad sostenible del departamento lo que permite impulsar una transición más certera hacia una movilidad de cero emisiones.

del departamento que se interconecten con el sistema de distribución regional (SDR) .	
---	--

Fuente: Elaboración propia

4.9.1. Descripción De Escenarios

Una vez establecidas las hipótesis mediante el método de “análisis morfológico” para la creación de cada escenario, se realiza una descripción de estos según el orden de ocurrencia y el tipo de escenario, donde escenario 1 es el deseable, escenario 2 y 3 son los probables y el escenario 4 es el tendencial.

Escenario 1. Deseable “Sostenibilidad Energética”

Avanza el año 2030, el sector energético en el departamento del Huila se fortaleció con la ejecución masiva de sistemas solares fotovoltaicos dando cobertura a los sectores residenciales, comerciales e industriales. De igual manera y con el fin de aprovechar el potencial de radiación solar de la región se realizó interconexión con el sistema eléctrico regional permitiendo a los generadores satisfacer la demanda local y exportar los excedentes al sistema, lo que genera ingresos adicionales. Es de aclarar que lo anteriormente expuesto se realizó con la articulación de profesionales competentes formados en programas profesionales que satisfacen las necesidades propias del mercado.

Con el auge de las generaciones renovables se desarrollaron bancos de baterías con las cuales se almaceno energía permitiendo así el aprovechamiento del potencial de los equipos y dispositivos cuando las condiciones climáticas son favorables, por esto se optimizo la generación de energía, se redujeron los costos de producción y se aprovechó cada kilovatio de potencia el cual puede ser inyectado a la red cuando se requiera.

Para el correcto funcionamiento de la red se efectuaron cambios en la infraestructura con un recambio de redes abiertas por redes ecológicas y compactas, instalación estratégica de reconectadores y seccionadores telecontrolados a la vez que se han anillado la totalidad de los circuitos, traducido en un respaldo de alimentación en caso de contingencias con lo cual se ha incrementado la confiabilidad del sistema eléctrico aumentando los tiempos de servicio

sin interrupciones, calidad del servicio y disminución de las pérdidas técnicas en referencia a la puesta en funcionamiento de las smart green, contribuyendo al crecimiento continuo de la región al efectuar cambios en la estructuración de la red mejorando las redes abiertas por redes ecológicas y compactas, reconectores y seccionadores telecontrolados a la vez que se anillan los circuitos teniendo así un respaldo de alimentación.

Por otra parte, se implementaron dispositivos tecnológicos con centrales de monitoreo tipo SCADA conectados a sistemas de transmisión y recepción, con el fin de brindar monitoreo de la información generada por la red basados en inteligencia artificial y algoritmos de programación predictiva que permiten identificar al mediano y largo plazo el comportamiento de las variables eléctricas con lo cual se puede anticipar a la presencia de novedades que afecte el desarrollo del plan energético.

Aunado a lo anterior, se instalaron de forma masiva equipos de medida tipo AMI (Advanced Metering Infrastructure) a todos los usuarios del operador de red los cuales están integrados a una red de monitoreo remota que se enlace a cada uno de los clientes al sistema lo que permite conocer al instante de tiempo el consumo de energía de todas las cuentas vinculadas o fallas de suministro, con lo cual se controla la entrada y salida de energía del sistema disminuyendo así las pérdidas no técnicas (defraudación de fluidos) aumenta así la efectividad en la administración de recursos.

Finalmente se creó un ecosistema de crecimiento energético tan favorable que ha permitido la transición de las fuentes de energía como los combustibles fósiles por energías limpias, esto se ve reflejado en la puesta en marcha de Electrolineras y puntos de recarga con lo cual se masifica el uso local de la movilidad eléctrica renovándose así los vehículos de combustión interna por vehículos a motor eléctrico al igual que el uso masivo de transporte público con las mismas características siendo este un sistema más eficiente, amigable y sostenible con el medio ambiente.

Escenario 2. Probable “Nuevo Horizonte Energético”

Avanza el año 2030, el sector energético en el departamento del Huila realizó proyectos piloto de sistemas solares fotovoltaicos en los sectores comerciales e industriales en la ciudad de Neiva con el fin de aplicar la generación de energía solar renovable frente a los proyectos propuestos en el departamento, cabe resaltar que esto creó un cambio cultural expuesto en la ciudad frente a los métodos de generación y consumo, logrando poner en marcha sistemas fotovoltaicos interconectados en edificios inteligentes de la ciudad articulando para estos montajes instituciones educativas que evalúan el panorama para la creación de dichos programas en la formación técnica titulada. Se aumentó la instalación y puesta en funcionamiento de los sistemas de almacenamiento de energía, lo que permitió el intercambio de energía y la maximización en la entrega de potencia de las unidades de generación.

De igual manera, se realizaron mantenimientos preventivos y correctivos sobre el sistema eléctrico cumpliendo indicadores de tiempos exigidos por el ministerio de minas y energía que se ven reflejados en calidad básica del servicio sin limitar el crecimiento de la región a mediano plazo, por ende, solo se realiza mantenimiento cuando se presentan fallas en el sistema como saltos de circuitos, líneas rotas o incidentes y accidentes de origen eléctrico.

Por otra parte, se introdujeron dispositivos tecnológicos con centrales de monitoreo tipo SCADA los cuales están conectados a sistemas de transmisión y recepción, con lo que se busca realizar monitoreo de la información generada por la red basados en inteligencia artificial y algoritmos de programación predictiva que permiten identificar al mediano y largo plazo el comportamiento de las variables eléctricas con lo cual se puede anticipar a la presencia de novedades que afecte el desarrollo del plan energético.

Anexo a lo anterior, se potencializó el desempeño del suministro del sistema eléctrico a partir de las herramientas que brindan las TIC's, como los medidores inteligentes, arquitecturas de comunicaciones, estableciendo nuevos esquemas de participación e interacción de las empresas de suministro de energía con los clientes dando a estos una participación como agentes activos del mercado permitiendo la predicción de la demanda y la gestión de pérdidas.

Dado el auge de la mega tendencia cambio climático y el compromiso adquirido por los habitantes del departamento se desarrollaron proyectos piloto de recarga eléctrica semi-rápida y rápida con el fin de aumentar a gran escala la utilización de vehículos a motor eléctrico al igual que la puesta en marcha de transporte público con las mismas características llamasen buses, microbuses y taxis siendo este un sistema más eficiente, amigable y sostenible con el medio ambiente, mediante la instalación de Electrolineras en la sede promisión del Bote del operador de red donde los circuitos bases ya se encuentran instalados y edificios inteligentes del departamento que se interconecten con el sistema de distribución regional (SDR) .

Escenario 3. Probable “Incidencia De Crisis Post-pandemia En El Sector Energético”

Avanza el año 2030, a raíz de las exigencias presidenciales el sector energético del departamento del Huila puso en funcionamiento diversas granjas solares con el fin de inyectar energía al sistema y suplir la falencia de grandes hidroeléctricas que no están en funcionamiento, sin embargo, al no existir ecosistemas energéticos y poca articulación con sistemas educativos las granjas dependen en gran medida de los mantenimientos que realicen proveedores externos al departamento generando deterioro y poco avance puesto que la cantidad de kilovatios generada no es la proyectada mostrando así que el sistema

fotovoltaico no es eficiente ante las propuestas realizadas aumentando de esta manera las pérdidas monetarias y el valor de kilovatio adjunto a la confianza de los clientes y usuarios de diferentes comercializadores.

Se aumentaron las instalaciones y puesta en funcionamiento los sistemas de almacenamiento de energía, lo que ha permitido el intercambio de energía y la maximización en la entrega de potencia de las unidades de generación sin embargo, los bancos de baterías dado temas de escases de componentes por la poca mano de obra son cada vez más costosos por lo cual se evalúan nuevamente depender de generación de energía mediante centrales hidroeléctricas puesto que solo requieren baterías de impulso en las plantas de generación reduciendo en gran medida el tema de costos e inversión y ejecutar en un 40% los proyectos a partir de fuentes no convencionales.

Por otra parte, se realizaron mantenimientos eléctricos automatizados para la inspección de líneas de transmisión de alta tensión y de distribución, es de resaltar que gracias a la nueva tecnología de control mediante autómatas programados de forma remota se ha disminuido la accidentalidad en un 95% Efectuando de igual manera cambios en la estructuración de la red mejorando las redes abiertas por redes ecológicas y compactas, reconectores y seccionadores telecontrolados a la vez que se anillan los circuitos teniendo así un respaldo de alimentación.

De igual manera se controló la información generada en los procesos del desarrollo energético de la región, permitiendo realizar proyecciones asertivas para una oportuna toma de decisiones que potencialice los objetivos de desarrollo y sostenibilidad energética mediante la puesta en servicio de equipos tecnológicos para la central de monitoreo, la instalación de equipos de transmisión y recepción para el monitoreo de la información generada por la red y finalmente por la creación de sistemas monitoreados por inteligencia artificial, que permiten llevar a cabo el uso eficiente de la energía, facilitando así la

gestión caracterizada por una interfaz de usuario intuitiva e inmediata, que permite trabajar en línea, actualizando los datos directamente en las instalaciones conectadas.

Al poder conocer el consumo de energía de las cuentas en circuitos de difícil acceso y mayor defraudación de fluidos del operador de red local se logró controlar la entrada y salida de energía del sistema lo cual trajo una disminución en las pérdidas no técnicas (defraudación de fluidos) mediante la instalación de medida AMI (Advanced Metering Infrastructure) instaladas en proyectos pilotos de sistemas de gestión de medida en circuitos de difícil acceso en el departamento y que presenten mayores pérdidas técnicas y no técnicas.

En cuanto a los puntos de recarga eléctrica se evidencia que aumento la oferta de electrolineras en los municipios del departamento con el apoyo del gobierno nacional y departamental como apuesta para el mejorar la infraestructura de carga, costos, financiación y conciencia social aprovechando que el departamento cuenta con una instalación del 40% de puntos de recarga en sitios estratégicos interconectados al sistema de distribución local permitiendo la viabilización de la movilidad eléctrica que propicia el cambio de combustibles fósiles por energía eléctrica reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero en el departamento del Huila.

Escenario 4. Tendencial “Generando y Transmitiendo Buena Energía”

Avanza el año 2030, el sector energético del departamento del Huila implemento proyectos con las diferentes instituciones a nivel nacional y departamental donde se promueve e incentiva el uso de energías limpias aportando beneficios a los diferentes municipios del Huila que no contaban con el servicio de energía a la vez que se aporta a la reducción de gases de efecto invernadero, y se está apoyando la diversificación de los suministros de energía y la disminución en la dependencia de los combustibles fósiles.

Por otro lado, los sistemas de almacenamiento instalados cumplieron satisfactoriamente sus proyecciones para este año, logrando un intercambio de energía y maximización en la entrega de potencia. Estos sistemas han sido un factor clave para la descarbonización de los sistemas energéticos, pues es una herramienta muy versátil para proveer flexibilidad a los sistemas y con la ayuda de la generación solar fotovoltaica y eólica, se ha logrado mantener un balance continuo entre la generación y la demanda, donde los sistemas de almacenamiento actúan como una carga o una fuente alterna de electricidad.

Otro aspecto importante son las mejoras que se realizaron a las redes de medida en los diferentes municipios, donde los consumidores son también productores. Al dar solución en los diferentes retos en almacenamiento, gestión, logística y Ciberseguridad se dio una interconexión en tiempo real, donde se aporta y recibe información. Logrando así tener un sistema óptimo reduciendo costos en la producción y mantenimiento. La red está compuesta por centrales de generación, generadores, gestión de la demanda, procesadores, almacenamiento, parque eólico, dispositivos inteligentes y oficinas. La digitalización se implementó en todos los niveles de la red, para así aprovechar toda la carga de producción. La integración con la tecnología fue un factor determinante para un rendimiento óptimo, como también para el seguimiento, reparaciones y mantenimientos oportunos y adecuados. Esto también se logró gracias a la ayuda de los expertos en la ciencia de datos y energías renovables recibiendo atención e inversión.

Las redes eléctricas tradicionales, presentaron una evolución gradual, debido a la vinculación de las nuevas tecnologías, logrando aportar valor agregado al mercado solucionando las necesidades que presentaba el sistema anterior. Se logró establecer políticas públicas que incentivaron la autogeneración a pequeña escala, como también la gestión de la demanda y la medición inteligente.

Gracias al apoyo por parte del gobierno nacional y departamental, se logró tener la infraestructura necesaria para la implementación de Electrolineras en los diferentes municipios, aportando al desarrollo del departamento, la movilidad y medio ambiente al cambiar las fuentes de energía fósiles, disminuyendo considerablemente la contaminación.

4.10. Probabilidades – Smic Prob

Mediante el Sistema de Matrices de Impactos Cruzados se pretende determinar y analizar las probabilidades de los escenarios planteados en el estudio prospectivo del sector energético al año 2030. Este sistema se desarrolló con la valoración de tres (3) grupos de expertos donde se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 19

Probabilidades simples				
VARIABLES	GRUPOS DE EXPERTOS			PROMEDIO
	1	2	3	
1 - ALMACENAMI	0,463	0,529	0,529	0,518
2 - MEJORAINFR	0,42	0,437	0,437	0,435
3 - BIG DATA	0,507	0,518	0,518	0,487
4 - SISTEGESTI	0,451	0,496	0,496	0,486
5 - FOTOVOLTAI	0,429	0,495	0,495	0,502
6 - ELECTROLIN	0,531	0,51	0,51	0,482

Fuente: Elaboración propia con base en la información obtenida de las calificaciones de los expertos en el programa Smic Prob.

Se puede observar la posición del grupo de expertos frente las probabilidades de las hipótesis planteadas, donde la variable con mayor probabilidad de ocurrencia es el almacenamiento de energía con un 51.8 % de probabilidad. Según los expertos esto se da puesto que es un pilar que permite que la producción de energía sea más flexible impulsando también un futuro energético descarbonizado. Por otra parte, la segunda variable con mayor probabilidad es la generación de energía solar fotovoltaica con un 50.2 % de probabilidad de ocurrencia y según los expertos, para esta variable se tiene en cuenta que el departamento busca alcanzar los objetivos climáticos y es con este tipo de generación de energía que se puede lograr una transformación.

Tabla 20

Probabilidades si realización

GRUPO DE EXPERTOS	VARIABLES	ALMACENAMI	MEJORAINFR	BIG DATA	SISTEGESTI	FOTOVOLTAI	ELECTROLIN
1	1 - ALMACENAMI	0,463	0,709	0,631	0,606	0,891	0,694
	2 - MEJORAINFR	0,644	0,42	0,566	0,726	0,519	0,542
	3 - BIG DATA	0,691	0,682	0,507	0,863	0,708	0,649
	4 - SISTEGESTI	0,592	0,78	0,769	0,451	0,606	0,594
	5 - FOTOVOLTAI	0,827	0,529	0,6	0,576	0,429	0,542
	6 - ELECTROLIN	0,796	0,684	0,68	0,699	0,671	0,531
2	1 - ALMACENAMI	0,529	0,685	0,617	0,688	0,911	0,768
	2 - MEJORAINFR	0,566	0,437	0,495	0,667	0,481	0,567
	3 - BIG DATA	0,604	0,587	0,518	0,819	0,618	0,651
	4 - SISTEGESTI	0,645	0,757	0,784	0,496	0,637	0,577
	5 - FOTOVOLTAI	0,852	0,545	0,591	0,636	0,495	0,615
	6 - ELECTROLIN	0,742	0,663	0,641	0,594	0,635	0,51
3	1 - ALMACENAMI	0,463	0,709	0,631	0,606	0,891	0,694
	2 - MEJORAINFR	0,644	0,42	0,566	0,726	0,519	0,542
	3 - BIG DATA	0,691	0,682	0,507	0,863	0,708	0,649
	4 - SISTEGESTI	0,592	0,78	0,769	0,451	0,606	0,594
	5 - FOTOVOLTAI	0,827	0,529	0,6	0,576	0,429	0,542
	6 - ELECTROLIN	0,796	0,684	0,68	0,699	0,671	0,531
PROMEDIO	1 - ALMACENAMI	0,518	0,704	0,634	0,671	0,927	0,71
	2 - MEJORAINFR	0,591	0,435	0,582	0,726	0,532	0,524
	3 - BIG DATA	0,596	0,65	0,487	0,832	0,595	0,579
	4 - SISTEGESTI	0,629	0,811	0,83	0,486	0,625	0,576
	5 - FOTOVOLTAI	0,898	0,614	0,614	0,646	0,502	0,614
	6 - ELECTROLIN	0,66	0,581	0,573	0,572	0,589	0,482

Fuente: Elaboración propia con base en la información obtenida de las calificaciones de los expertos en el programa Smic Prob.

En la tabla 19 los expertos calificaron las hipótesis según la influencia en la probabilidad de ocurrencia donde se puede observar que la variable Almacenamiento de energía, cuyo objetivo es “Aprovechar el potencial energético del departamento del Huila en generación de tal forma que se utilice el remanente de energía producido por los sistemas de producción renovables utilizándolos bajo cualquier condición de demanda” influye a variables como Mejoramiento de infraestructura con el 70,4% de probabilidad, Generación de energía solar fotovoltaica con 92,7% de probabilidad y las Electrolineras o puntos de carga eléctrica con el 71% de probabilidad.

Por otra parte, se resaltan las variables que se relacionan con más del 70% de probabilidad de ocurrencia donde se encuentran el Mejoramiento de infraestructura con el sistema de gestión de medida con un 72.6% de probabilidad, Big-Data analítica con la variable sistema de gestión de demanda cuyo porcentaje de probabilidad es del 83.2%, también está la gestión de demanda con mejoramiento de infraestructura con el 81.1% y por último se observa la generación de energía solar fotovoltaica con el almacenamiento de energía y su porcentaje de probabilidad es del 89.8%.

Tabla 21

Probabilidades no realización

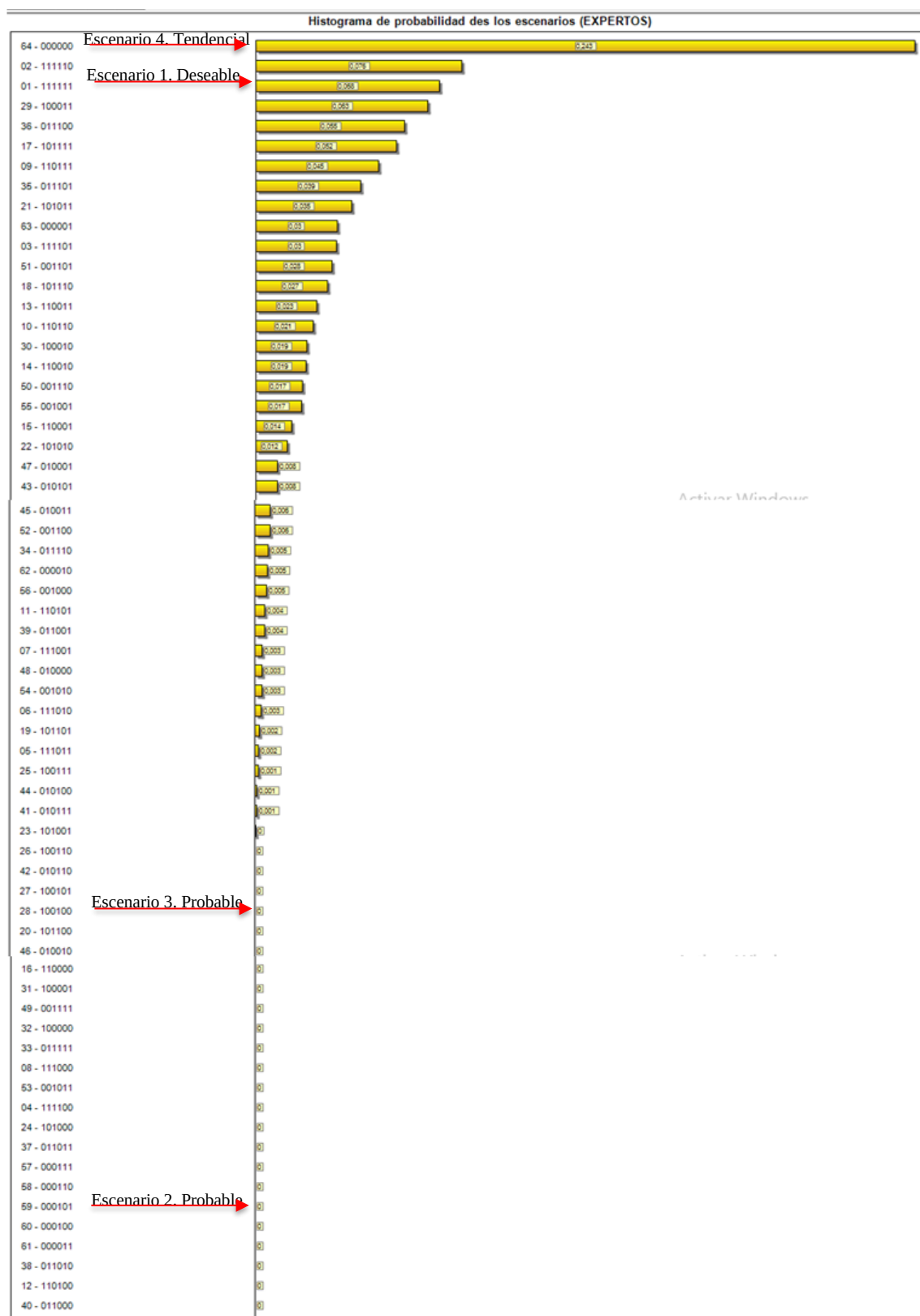
GRUPO DE EXPERTOS	VARIABLES	ALMACENAMI	MEJORAINFR	BIG DATA	SISTEGESTI	FOTOVOLTAI	ELECTROLIN
1	1 - ALMACENAMI	0	0,284	0,29	0,344	0,141	0,202
	2 - MEJORAINFR	0,228	0	0,271	0,169	0,347	0,283
	3 - BIG DATA	0,348	0,379	0	0,214	0,355	0,346
	4 - SISTEGESTI	0,331	0,213	0,126	0	0,335	0,29
	5 - FOTOVOLTAI	0,087	0,356	0,254	0,308	0	0,301
	6 - ELECTROLIN	0,303	0,419	0,378	0,392	0,425	0
2	1 - ALMACENAMI	0	0,408	0,434	0,372	0,155	0,279
	2 - MEJORAINFR	0,292	0	0,374	0,21	0,393	0,301
	3 - BIG DATA	0,421	0,464	0	0,222	0,42	0,379
	4 - SISTEGESTI	0,328	0,293	0,186	0	0,357	0,411
	5 - FOTOVOLTAI	0,094	0,455	0,392	0,356	0	0,369
	6 - ELECTROLIN	0,251	0,392	0,37	0,428	0,389	0
3	1 - ALMACENAMI	0	0,284	0,29	0,344	0,141	0,202
	2 - MEJORAINFR	0,228	0	0,271	0,169	0,347	0,283
	3 - BIG DATA	0,348	0,379	0	0,214	0,355	0,346
	4 - SISTEGESTI	0,331	0,213	0,126	0	0,335	0,29
	5 - FOTOVOLTAI	0,087	0,356	0,254	0,308	0	0,301
	6 - ELECTROLIN	0,303	0,419	0,378	0,392	0,425	0
PROMEDIO	1 - ALMACENAMI	0	0,375	0,408	0,373	0,106	0,34
	2 - MEJORAINFR	0,267	0	0,296	0,16	0,337	0,352
	3 - BIG DATA	0,369	0,36	0	0,161	0,377	0,401
	4 - SISTEGESTI	0,331	0,235	0,159	0	0,345	0,401
	5 - FOTOVOLTAI	0,076	0,416	0,396	0,366	0	0,398
	6 - ELECTROLIN	0,29	0,406	0,396	0,397	0,374	0

Fuente: Elaboración propia con base en la información obtenida de las calificaciones de los expertos en el programa Smic Prob.

En la tabla 20. Probabilidades de no realización, los expertos calificaron las hipótesis según la influencia en la probabilidad de no ocurrencia donde se resaltan las variables como almacenamiento de energía donde afecta a la variable Big- Data con un 40.8% de probabilidad de no ocurrencia. La generación de energía solar fotovoltaica afecta al mejoramiento de infraestructura con un 41.6% de no ocurrencia. Por último la variable Electrolineas o puntos de carga eléctrica, es afectada por las variables Big-Data analítica, sistemas de gestión de medida y la generación de energía solar fotovoltaica con el 40.1%, 40.1% y 39.8% de probabilidad de no ocurrencia respectivamente.

Figura 31

Histograma de probabilidad de escenarios



Fuente: Elaboración propia con base en la información obtenida de las calificaciones de los expertos en el programa Smic Prob.

La figura 31 permitió identificar la posición de los escenarios según la probabilidad de ocurrencia donde se pudo observar lo siguiente:

El escenario 64 -000000 el cual se ubica en el primer lugar, existe una probabilidad del 24.3% de mayor grado de que no se cumpla ninguna de las hipótesis que para este caso sería el escenario 4. Tendencial. El escenario 1. Deseado, se encuentra en el tercer lugar con la probabilidad relativa del 6.8% que ocurran las hipótesis anteriormente establecidas, llevando al cumplimiento de los objetivos. Los escenarios 2 y 3 que son los escenarios probables, se encuentran en la posición 59 y 28 respectivamente y estos no tienen probabilidad de ocurrencia según los datos obtenidos por el grupo de expertos.

4.11. Matriz IGO (Importancia Y Gobernabilidad)

Se plantean las estrategias o acciones que se deben tener en cuenta para lograr este escenario seleccionado (Mojica, 2009), basado en cada variable estratégica, las cuales se desarrollan a continuación mediante la matriz de Importancia y Gobernabilidad en lo cual se tiene presente:

- Gobernabilidad es la capacidad que tiene el experto para controlar y dominar la estrategia con el fin de cumplir el objetivo propuesto.
- Las variables se califican estimando el control que los actores implicados podrían tener sobre cada una de las acciones o variables a analizar, se emplea la codificación F=FUERTE, M=MODERADO, D=DÉBIL, N=NULO.

Figura 32

Plano Cartesiano – Importancia – Gobernabilidad

Plano Cartesiano – Importancia - Gobernabilidad			
IMPORTANCIA	(+)	A Mayor importancia, Menor gobernabilidad	B Mayor importancia, Mayor gobernabilidad
	(-)	C Poca importancia, Poca gobernabilidad	D Baja importancia, Alta gobernabilidad
		(+)	(-)
GOBERNABILIDAD			

Fuente: Francisco José Mojica (2009).

4.11.1. Matriz de Importancia y Gobernabilidad

Tabla 22

Variable No.1 Generación de energía solar fotovoltaica

Acciones/proyectos: Objetivo: Masificar y mejorar la instalación de sistemas solares fotovoltaicos en los sectores residenciales, comerciales e industriales convirtiéndola en un modelo de implementación en energías solares renovables generando competitividad en el precio de kilovatio hora frente al suministrado por el operador de red al igual que utilidades por inyección a la red. Lo anterior significa un cambio de cultura en cuanto a métodos de generación y consumo energético que se traduce en mayor eficiencia e impacto medio ambiental.	Importancia	Gobernabilidad			
		F	M	D	N
Incentivar y educar a la población sobre el uso de energías limpias y sostenibles con el fin de reducir gases de efecto invernadero diversificando el suministro de energía y la disminución en la dependencia de los combustibles fósiles.	1		X		
Invertir en energías renovables que generen competitividad en el precio de kilovatio hora frente al suministrado por el operador de red al igual que utilidades por inyección a la red.	2			X	
Verificar los índices de radiación solar en la ubicación donde se instalará el proyecto con el fin de asegurar el uso eficiente del sistema y determinar el potencial energético solar y las condiciones de la zona de implementación en el departamento.	3		X		
Analizar el impacto en energía generada y la viabilidad económica de los proyectos	4		X		
Caracterizar los equipos e instrumentos a conectar en el sistema solar fotovoltaico teniendo en cuenta las necesidades eléctricas y requerimientos del cliente.	5	X			
Construir sistema solar fotovoltaico de acuerdo con los parámetros establecidos en el plano y memorias de cálculo cumpliendo con la normatividad eléctrica (RETIE, NTC Y NEC).	6	X			
Promover ecosistemas responsables con el ambiente, en referencia a eficiencia energética, creando alianzas con el Servicio nacional de aprendizaje Sena- modalidad de apoyo a innovación SENNOVA, electrificadora del Huila, FET Fundación Escuela Tecnológica De Neiva "Jesús Oviedo Pérez", ACIEM, CONTE regional Huila, entes municipales y gubernamentales.	7		X		

Fuente: Elaboración propia

El objetivo planteado en referencia a variable generación de energía solar fotovoltaica cuenta con dos estrategias de gobernabilidad fuerte como son: Caracterizar los equipos e instrumentos a conectar en el sistema solar fotovoltaico teniendo en cuenta las necesidades eléctricas y requerimientos del cliente y construir sistema solar fotovoltaico de acuerdo con los

parámetros establecidos en el plano y memorias de cálculo cumpliendo con la normatividad eléctrica (RETIE, NTC y NEC), puesto que son controlados por profesionales competentes en el área de la electrotecnia sin embargo su nivel de importancia es menor dado que hace parte de la construcción de sistemas fotovoltaicos. En cuanto a la mayoría de las estrategias se establecen que están en gobernabilidad moderado dado que el experto en el área tiene control de cierta manera sobre estas.

Tabla 23

Variable No. 2 Almacenamiento de Energía

Acciones/proyectos: Objetivo: Aprovechar el potencial energético del departamento del Huila en generación de tal forma que se utilice el remanente de energía producido por los sistemas de producción renovables utilizándolos bajo cualquier condición de demanda.	Importancia	Gobernabilidad			
		F	M	D	N
Identificar en el mercado las baterías con mayor eficiencia para el almacenamiento de energías con el fin de utilizar las más apropiadas según la necesidad.	1	X			
Dimensionar correctamente los sistemas de generación con el fin de identificar con precisión el excedente de energía para el cual se requiere un banco de baterías.	2		X		
Diseñar una configuración de conexión serie, paralelo o mixto con el fin de optimización el número de baterías utilizadas para el almacenamiento energético.	3		X		
Proyectar programas de formación en el uso y conexión de equipos de almacenamiento con el fin de mejorar el aprovechamiento y la vida útil de los mismos.	4			X	
Tramitar las licencias medio ambientales y lineamientos requeridos para la utilización masiva de baterías en el mercado local al igual que la disposición final o programas de reutilización y reciclaje de los equipos en desuso.	5				X

Fuente: Elaboración propia

Anexo a lo anterior se evidencia que el objetivo “Aprovechar el potencial energético del departamento del Huila en generación de tal forma que se utilice el remanente de energía producido por los sistemas de producción renovables utilizándolos bajo cualquier condición de demanda de la variable Almacenamiento de Energía” presenta una estrategia de

governabilidad fuerte dado que identificar en el mercado las baterías con mayor eficiencia para el almacenamiento de energías con el fin de utilizar las más apropiadas según la necesidad, pueden ser controladas por personal capacitado y educado en almacenamiento y dado que es identificación y análisis hace parte del mayor grado de importancia, caso contrario del trámite de licencias medioambientales puesto que tiene una gobernabilidad nula puesto que depende de la autoridad nacional y regional.

Tabla 24

Variable No. 3 Mejoramiento de infraestructura

Acciones/proyectos: Objetivo: Incrementar la confiabilidad del sistema eléctrico aumentando los tiempos de servicio sin interrupciones, calidad del servicio y disminución de las pérdidas técnicas basadas en la implementación de las smart green contribuyendo al crecimiento continuo de la región.	Importancia	Gobernabilidad			
		F	M	D	N
Focalizar mediante análisis predictivos los posibles lugares donde se generen pérdidas técnicas por puntos calientes y deterioro de aislamientos mediante infrasonido y/o termografía.	1			X	
Instalar reconectores en todas las fronteras de circuitos alimentadores con el fin de interconectarlos para formar anillos que suplen la demanda en caso de fallos.	2				X
Implementar un plan de mantenimiento generalizado que permita renovar equipos e infraestructura que requiera recambio.	3			X	
Sustituir las redes existentes por conductores aislados y de mejor eficiencia con lo cual se mejora la continuidad del servicio y la calidad de la energía entregada a los usuarios.	4				X
Repotenciar los circuitos existentes en baja tensión con reconductorización y cambio de subestaciones tipo poste por transformadores más eficientes en términos energéticos y ambientales lo que permite al usuario final reducción de fluctuaciones y un mejor servicio.	5				X

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al objetivo “Incrementar la confiabilidad del sistema eléctrico aumentando los tiempos de servicio sin interrupciones, calidad del servicio y disminución de las pérdidas

técnicas basadas en la implementación de las Smart Green contribuyendo al crecimiento continuo de la región” perteneciente a la variable Mejoramiento de infraestructura, se evidencia que las estrategias presentan gobernabilidad débil y nulas puesto que son propias del operador de red y comercializadores del departamento.

Tabla 25

Variable No. 4 Big Data – Analítica

Acciones/proyectos: Objetivo: Controlar la información generada en los procesos del desarrollo energético de la región permitiendo realizar proyecciones asertivas para una oportuna toma de decisiones que potencialice los objetivos de desarrollo y sostenibilidad energética.	Importancia	Gobernabilidad			
		F	M	D	N
Implementar equipos de última tecnología que permitan realizar el procesamiento y minería de datos con eficiencia y solvencia con base en las entradas.	1			X	
Conformar equipos de trabajo multidisciplinarios con profesionales en áreas de análisis de información, seguridad informática y estadística con el fin orientar la información obtenida a los objetivos propuestos.	2		X		
Adoptar una plataforma que permita centralizar la información recibida en tiempo real para su posterior análisis.	3				X
Implementar plataformas locales que permitan a los auxiliares y analistas la sistematización de la información de forma digital y que a su vez se cargue en una base de datos del operador de red en la cual se consigne la información de forma ordenada.	4				X

Fuente: Elaboración propia

En el objetivo “Controlar la información generada en los procesos del desarrollo energético de la región permitiendo realizar proyecciones asertivas para una oportuna toma de decisiones que potencialice los objetivos de desarrollo y sostenibilidad energética” perteneciente a la variable Big Data – Analítica. Se observa que solo una estrategia presenta gobernabilidad Moderada puesto que es propia del experto que hace parte del sector y puede influir en conformar los equipos de trabajo multidisciplinario, caso contrario de las estrategias

que hacen referencia a implementar y adoptar plataformas para análisis de información puesto que son propias de los operadores de red y centros de control del departamento.

Tabla 26

Variable No. 5 Sistema de Gestión de Medida

Acciones/proyectos: Objetivo: Transformar los sistemas de gestión de medida en modelos vanguardistas que permitan integrar las mediciones tradicionales con los métodos modernos de telecontrol y monitoreo para aumentar la certeza de los registros de consumos y detectar fallas en tiempo real, mejorando las oportunidades y tiempos de intervención.	Importancia	Gobernabilidad			
		F	M	D	N
Sustituir los equipos de medida de energía tradicionales por equipos AMI (Advanced Metering Infrastructure) con lo cual se integran las tecnologías informáticas a las estructuras físicas del operador de red.	1				X
Concentrar la información mediante una central de monitoreo generalizada que permita identificar las entradas y salidas de energía en tiempo real con lo cual se pueden particularizar los puntos de pérdidas.	2			X	
Integrar los sistemas en los cuales se cargan datos de usuarios en los diferentes frentes y divisiones del operador de red con el fin de identificar tendencias que permitan proponer proyectos con el fin de aumentar la eficiencia en las intervenciones.	3				X
Instalar sistemas de medidas en media tensión con lo cual se monitorean los balances energéticos a gran escala permitiendo de esta manera monitorear el comportamiento de las variables eléctricas y del sistema de distribución local (SDL) en general.	4				X

Fuente: Elaboración propia

El objetivo “Transformar los sistemas de gestión de medida en modelos vanguardistas que permitan integrar las mediciones tradicionales con los métodos modernos de telecontrol y monitoreo para aumentar la certeza de los registros de consumos y detectar fallas en tiempo real, mejorando las oportunidades y tiempos de intervención” perteneciente a la variable Sistema de Gestión de Medida, presenta en su gran mayoría estrategias que tienen un nivel de gobernabilidad Nulo dado que son propias y controladas por el operador de red del departamento.

Tabla 27

Variable No. 6 Electrolineas o Puntos de Carga Eléctrica

Acciones/proyectos: Objetivo: Implementar puntos de recarga eléctrica lentas, semi-rápidas y rápidas en lugares estratégicos permitiendo la viabilización de la movilidad eléctrica que permita el cambio de combustibles fósiles por energía eléctrica reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero en el departamento del Huila.	Importancia	Gobernabilidad			
		F	M	D	N
Diseñar proyectos de sensibilización con las entidades gubernamentales, académicas y comercializadoras de energía en donde se planteen los beneficios de la implementación en movilidad eléctrica.	1	X			
Realizar comparativos en los cuales se evalúen los vehículos eléctricos que se adapten a las condiciones topográficas, climáticas y demás requerimientos propios del mercado al cual se destinara su uso.	2	X			
Identificar las tecnologías más apropiadas para el mercado local en donde el costo beneficio permita dar un margen de rentabilidad y eficiencia en la implementación de los puntos de recarga.	3	X			
Normalizar el modelo de implementación en movilidad eléctrica regional acorde a los lineamientos nacionales y en concordancia con las normas del operador de red local.	4				X
Instalar puntos de recarga en lugares de alta concentración vehicular con el fin de facilitar la accesibilidad a las Electrolineas.	5			X	

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al objetivo “Implementar puntos de recarga eléctrica lentas, semi-rápidas y rápidas en lugares estratégicos permitiendo la viabilización de la movilidad eléctrica que permita el cambio de combustibles fósiles por energía eléctrica reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero en el departamento del Huila” perteneciente a la variable Electrolineas o Puntos de Carga Eléctrica, se visualiza gobernabilidad fuerte en su mayoría de estrategias puesto que hacen parte de las memorias de cálculo y diseños generados por profesionales competentes en el área de la electrotecnia, en cuanto al tema normativo y de instalación depende de agentes externo y contratados para tal fin.

5. Conclusión

El sector energético enfrenta grandes retos dado su correlación con el cambio climático, en referencia al impacto generado por los diferentes métodos adoptados para la generación de la energía, en una actualidad donde los ciudadanos demandan energía limpia, confiable y de mayor acceso a lugares apartados, los gobiernos están trabajando por conseguir economías bajas en carbón y los operadores de red y comercializadores de energía requieren control y eficacia en la calidad del servicio.

En relación con las tendencias globales del sector energético se establecen las tendencias nacionales enfocadas en desarrollo sostenible que se enlaza con la transición energética de del departamento y cultura en el ámbito social, económico y apoyo político. En cuanto a la matriz energética se aumenta la oferta de energía eléctrica proveniente de fuentes no convencionales de energía renovable, pero con avances tecnológicos y alianzas estratégicas que permiten un mejor desarrollo de las mismas mediante el enfoque de los cuatro eslabones en la cadena del sistema eléctrico, los cuales son generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica.

La identificación de variables estratégicas permitió establecer el futuro del sector eléctrico al año 2030 mediante el ábaco de Regnier, en análisis de consulta de expertos, priorizando los factores de cambio e identificando las variables de mayor conveniencia en cuanto a sostenibilidad energética en el departamento del Huila. Es de notar que las variables más representativas son, almacenamiento de Energía, seguida de Generación de energía solar fotovoltaica, Mejoramiento de infraestructura, Big Data – Analítica, Electrolineras o Puntos de Carga Eléctrica y Sistema de Gestión de Medida.

Anexo a esto, mediante análisis realizado con el método estructural MIC MAC se evidenció que las variables de enlace altamente influyentes y dependientes en el cuadrante zona

de conflicto son: almacenamiento de energía, Big Data, consumo de energía renovable, generación de energía fotovoltaica e infraestructura de medida avanzada (AMI). Estos factores son fundamentales puesto que se pueden influenciar de manera directa buscando crear a largo plazo el efecto domino con los factores del cuadrante de zona de resultados.

En cuanto a la dinámica de los actores estratégicos y sus posiciones frente al futuro del sector energético se entiende que el desarrollo regional en materia energética está supeditado a las decisiones que se tomen en las organizaciones y entes regionales en las cuales se analizan los impactos inmediatos que puede generar los diferentes actores del sector. Por ende, en referencia al comportamiento que tienen los actores dentro del sistema, se puede observar que los actores con más poder e influencia son los gobiernos tanto nacionales como departamentales, seguidos de las clases políticas departamentales, locales y nacionales, junto los generadores de energía, agentes del mercado, inversionistas y la Comisión de Regulación de energía y gas. Con relación a los actores de dependencia se establecen los grupos ambientalistas, la UPME (Unidad de Planeación Minero Energética), el ANLA (Ministerio de Medio Ambiente), la CAM (Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena), proveedores de bienes y servicios y la Electrificadora del Huila, demostrando que la energía eléctrica es un servicio el cual está enmarcado por las regulaciones, los esquemas jurídicos y administrativos, puesto que señalan y administran los parámetros con las cuales se mueven los agentes económicos que participan en el sector, sin dejar de lado el operador de red que es el dueño de la infraestructura eléctrica del departamento.

El escenario deseable “Sostenibilidad Energética” mejora la percepción integral de la instalación de sistemas fotovoltaicos desde la masificación y mejora de las instalaciones del sistema hasta un cambio cultural que se traduce en mayor eficiencia e impacto medio ambiental, sin dejar de lado la implementación de bancos de baterías de respaldo para el almacenamiento de energía en las diferentes fuentes de generación aprovechando cada

kilovatio de potencia el cual puede ser inyectado a la red cuando se requiera. En cuanto a la calidad de servicio y con el fin de incrementar la confiabilidad del sistema eléctrico aumentando los tiempos de servicio sin interrupciones y disminución de las pérdidas técnicas, se establece el mejoramiento de la infraestructura eléctrica, el cual consta de la instalación de redes ecológicas y compactas, reconectores y seccionadores telecontrolados. En referencia a tecnología y control se plantea el sistema Big Data – Analítica y gestión de medida los cuales permiten dar un paso a la medida avanzada y establecer el seguimiento del servicio suministrado. Adicional a esto, se tienen las Electrolíneas o Puntos de Carga Eléctrica que permite el cambio de combustibles fósiles por energía eléctrica reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero en el departamento del Huila.

Finalmente se concluye que el sector energético del departamento debe establecer estrategias adecuadas que permitan alcanzar el escenario deseado y que contribuyen para hacer frente a los desafíos en materia de competitividad, incentivando y educando a la población sobre el uso de energías limpias y sostenibles con el fin de reducir gases de efecto invernadero lo cual permite diversificar el suministro de energía y la disminución en la dependencia de los combustibles fósiles, de igual manera invertir en energías renovables que generen competitividad en el precio de kilovatio hora frente al suministrado por el operador de red al igual que utilidades por inyección a la red. En referencia a distribución se plantea repotenciar los circuitos existentes en baja tensión con reconductorización y cambio de subestaciones tipo poste por transformadores más eficientes en términos energéticos y ambientales lo que permite al usuario final reducción de fluctuaciones y un mejor servicio y la instalación de los sistemas de medida. Lo anterior sin dejar de lado los avances tecnológicos como apuesta productiva y sostenible del sector energético en el departamento del Huila al año 2030.

Referencias Bibliográficas

Allard, L. (2020). Desarrollo prospectivo del sistema eléctrico europeo para el año 2050.

Alcaldía de Medellín (23 de 04 de 2007). Convenio marco de relaciones municipio de Medellín - Empresas públicas de Medellín E.S.P. Recuperado de:
https://www.epm.com.co/site/Portals/0/centro_de_documentos/centro_de_contacto/relacion_estado/Anexo4-ConvenioMarcoRelacionesEPM-Municipio_001.pdf

Artículo técnico sector eléctrico (2014). “Tesla y la electricidad inalámbrica – La Witricidad”. Perú. Obtenido de <https://www.sectorelectricidad.com/9817/tesla-y-la-electricidad-inalambrica-la-witricidad/>

Asociación Nacional de Empresarios de Colombia ANDI (2019). Sector minero-energético, plan nacional UPME. Bogotá D.C. Recuperado de
<http://www.andi.com.co/Home/Noticia/8383-sector-minero-energetico-estrategico-par>

Balbi, E. (2014). Construyendo el futuro: Metodología prospectiva. Método MEYEP de prospectiva estratégica. Buenos Aires, Argentina.

Barahona, A., Sanguña, C., Murillo A. y Pantoja L. (2019). Modelos prospectivos: análisis teóricos, revisión de literatura de estudios desarrollados por Godet y Mojica. Sangolquí, Ecuador.

Bello, B. (2010). Caracterización del pronóstico del precio spot de la energía eléctrica en Colombia. Bogotá D.C.

Benavides, J. (2019). El sol y el viento transformaran la matriz energética de Colombia. Recuperado de <https://minciencias.gov.co/mision-sabios/energia-sostenible>

Cárdenas, P. (2019). El sol y el viento transformaran la matriz energética de Colombia.

Carvajal, B. (1998). “Coo-petencia y co-inspiración. Reflexiones para el Cambio Organizacional universitario” Obtenido de <https://1library.co/document/z11o8g3z-coo-petencia-co-inspiracion-reflexiones-cambio-organizacional-universitario.html>

CELSIA S.A. (2018). Reporte integrado de gestión 2018. Recuperado de https://www.celsia.com/es/Portals/0/Documentos/Reporte_%20Integrado_%20Celsia_2018.pdf#page=61

Congreso de la República de Colombia (2014). Ley 1715 de 2014. Diario Oficial N° 49.150 de 13 de mayo de 2014 "Por medio del cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional". Bogotá D.C.

Editorial La República (2013). “empresas realizan estudio de competitividad del sector energético”. Bogotá D.C.

Electrohuila S.A. ESP. (2015). Informe de gestión. Neiva - Huila. Recuperado de <https://www.electrohuila.com.co/#>

Electrohuila S.A. ESP. (2017). Informe de gestión. Neiva - Huila. Recuperado de <https://www.electrohuila.com.co/#>

Electrohuila S.A. ESP. (2018). Reporte integrado de gestión 2018. Neiva. Recuperado de <https://www.electrohuila.com.co/#>

Electrificadora del Huila S.A. E.S.P. (2019). Historia del sector energético
Electrificadora del Huila.

Electrohuila S.A. ESP. (2020). Informe de gestión. Neiva - Huila. Recuperado de
<https://www.electrohuila.com.co/#>

El nuevo siglo (2021). “Colombia tiene todo por explorar en energía nuclear”. Bogotá
D.C. Recuperado de <https://www.elnuevosiglo.com.co/articulos/03-07-2021-colombia-tiene-todo-por-explorar-en-energia-nuclear>

Fotorenergia (2018). Artículo energía eólica que es y como funciona, recuperado de
<https://www.factorenergia.com/es/blog/eficiencia-energetica/energia-eolica/>

Fundación de Chile, (2020). Artículo Hidrogeno verde. Recuperado de
<https://fch.cl/iniciativa/hidrogeno-verde/>

Gobernación del Huila (2019) “Plan Regional de Competitividad del Huila- cámara
de comercio”.

Grupo EPM. (2018). Informe de gestión 2018. Recuperado de
<https://www.epm.com.co/site/Portals/0/Informe-de-gestio%CC%81n-2018-2.pdf?ver=2019-05-02-075927-260>

Godet, M. (1993). De la Anticipación a la Acción. Paris, Francia: Marcombo.
Recuperado el 22 de 4 de 2019. Obtenido de
<https://administracion.uexternado.edu.co/matdi/clap/De%20la%20anticipaci%C3%B3n%20a%20la%20acci%C3%B3n.pdf>

Godet. M. (2007). La caja de herramientas de la prospectiva: problemas y métodos.
Paris: CNAM.

IDEAM, A. (2014). Estaciones del atlas de radiación solar en Colombia. Recuperado de <https://www.energie.ws/datos-radiacion-solar-colombia-atla>

Mera, C. (2012). Concepto, aplicación y modelo de prospectiva estratégica en la administración de las organizaciones. Estrategia Organizacional, 25-30. Recuperado el 22 de 4 de 2019, de <file:///C:/Users/ESTUDIANTES.LABCON-S4-09/Downloads/1208-2210-1-PB.pdf>

Mera, C. (2014). Pensamiento prospectivo: visión sistémica de la construcción del futuro. Análisis. Revista Colombiana de Humanidades. , Bogotá. Recuperado el 22 de 4 de 2019, de <https://www.redalyc.org/pdf/5155/515551535005.pdf>

Ministerio de Minas y Energía de Colombia (2018). Atlas de Viento y Energía Eólica de Colombia. Bogotá D.C.

Ministerio de Minas y Energía de Colombia (2018). Comisión de regulación de energía y gas resolución No. 030. Bogotá D.C.

Ministerio de Energía y Minas Perú (2016). Prospectiva estratégica del sector energético. Recuperado de <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/per159758anx2.pdf>

Mojica, F. (2010). Introducción a la prospectiva estratégica. Bogotá: Universidad Externado de Colombia. Recuperado el 22 de 4 de 2019, de <http://sigug.uniguajira.edu.co:8080/planeacion/word/documentos/Introducci%C3%B3n%20a%20la%20prospectiva%20estrat%C3%A9gica.pdf>

Mojica, F. (1999). Determinismo y construcción del futuro. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/273765429/Francisco-Jose-Mojica-Determinismo-y-construccion-del-futuro>

Mojica, F. (2005). La Construcción del Futuro. Obtenido de: La Construcción del Futuro, U Externado, Convenio Andrés Bello.

OLADE. (2016). Cambia la energía cambia el clima. Cambio climático y su impacto en el sector energético. Cuenca, Ecuador.

Portafolio (25 de 04 de 2016). Portafolio. Obtenido de <https://www.portafolio.co/economia/gobierno/finaliza-campana-apagar-paga-494701>

Rodríguez, M. (2008). Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas. Revista de Ingeniería - Universidad de los Andes, 83-89.

Sampieri, R. (2010). “Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta” Obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

Santa María, M. (2019). El sector eléctrico en Colombia: Recomendaciones de ajuste para un sistema exitoso. Bogotá D.C.

Sanabria, S., Pedraza, P., & Hurtado, E. (2014). El emprendimiento como fuente de desarrollo y fortalecimiento de las capacidades endógenas para el aprovechamiento de las energías renovables. Revista EAN, 152-167.

Secretaría de Energía de México (2016). Estudio prospectivo de energías renovables México 2016 – 2030.

Sitio Solar.com. (2019). La historia de la energía solar fotovoltaica. Obtenido de <http://www.sitiosolar.com/la-historia-de-la-energia-solar-fotovoltaica/>

Universidad Autónoma de Querétaro (2021). Materiales nanotecnológicos innovadores. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/490807037/Materiales-2021>

Universidad Externado de Colombia (2017). prospectiva estratégica para la identificación de oportunidades de innovación del operador de red del departamento del Huila. Recuperado de <https://bdigital.uexternado.edu.co/handle/001/677>

Universidad Nacional de Colombia (2002). Metodología para el seguimiento al mercado eléctrico en Colombia. Bogotá D.C.

Unidad de Planeación Minero-Energética. (2012). Estudio de generación eléctrica bajo el escenario de cambio climático. Bogotá D.C.

Unidad de Planeación Minero-Energética. (2010). Formulación de un Plan de Desarrollo para las Fuentes No Convencionales de Energía en Colombia (PDFNCE). Bogotá D.C.: Unidad de Planeación Minero Energética UPME. Obtenido de UPME.

Unidad de Planeación Minero-Energética. (04 de 2016 a). Smart Grids Colombia: Visión 2030. Obtenido de http://www.upme.gov.co/Estudios/2016/SmartGrids2030/4_Parte4_Anexo1_Proyecto_Smart_Grids.pdf

Unidad de Planeación Minero-Energética. (2016 b). Proyección de Demanda de Energía Eléctrica y Potencia Máxima en Colombia 2016. Bogota: Ministerio de Minas y Energía. Obtenido de <http://www.siel.gov.co/siel/documentos/documentacion/>

Unidad de Planeación Minero-Energética. (2018). UPME. Obtenido de Boletín estadístico de minas y energías:

https://www1.upme.gov.co/PromocionSector/SeccionesInteres/Documents/Boletines/Boletin_Estadistico_2018.pdf

Vargas, J. (2020). Programa de Formación de Lideres Energéticos, Consejo Mundial de Energía-Colombia, 7-125.

Villada, F. & Muñoz, N. (2017). Efectos de los incentivos para energías renovables en Colombia. Ingeniería y Universidad - Universidad Javeriana, 257-272.

Watch&Act International Consulting S L. (21 de julio de 2021). ¿Cómo afectaran las nuevas tecnologías al sector eléctrico?. <https://watchandact.eu/nuevas-tecnologias-sector-electrico/>

Anexos

Anexo 1. Ábaco De Régnier

Se implementa un método de consulta a expertos denominados el ábaco de Régnier, el cual es conocido por la amplia variedad de opciones de respuesta en cada tema.

5	Muy Importante
4	Importante
3	Duda
2	Poco Importante
1	No Importante
0	No responde

<i>Prospectiva del desarrollo energético sostenible en el departamento del Huila al año 2030</i>								
N°	Variable	Abreviación	Experto 1 Generación	Experto 2 Transmisión	Experto 3 Distribución	Experto 4 Comercialización	Experto 5 Consumidores	Sumatoria
1	<i>Redes inteligentes de distribución de energía (Smart grids)</i>	SMARTGIRDS						0
2	<i>Big Data – Analítica</i>	BIG DATA						0
3	<i>Electrolineras o Puntos de Carga Eléctrica</i>	ELECTROLIN						0
4	<i>Generación de energía solar fotovoltaica</i>	FOTOVOLTAI						0
5	<i>Generación de energía eólica</i>	EOLICA						0
6	<i>Generación de energía Geotérmica</i>	GEOTERMICA						0
7	<i>Generación de energía del Hidrógeno</i>	HIDROGENO						0

8	Generación de energía Mareomotriz	MAREOMOTRI						0
9	Generación de energía a partir de la Biomasa	BIOMASA						0
10	Generación de energía Nuclear	NUCLEAR						0
11	Smartflower	SMARTFLOWE						0
12	Generación de Biodisel de agua - Microalgas	MICROALGAS						0
13	Almacenamiento de Energía	ALMACENAMI						0
14	Uso racional de la energía	USORACIO						0
15	Construcciones Sostenibles	CONSTRUCSOS						0
16	Energía Inalámbrica	INALAMBRIC						0
17	Expansión del sistema de transmisión	EXPANSIÓN						0
18	Mejoramiento de infraestructura	MEJORAINFR						0
19	Reposición de equipos en subestaciones	REPOSIEQUI						0
20	Sistema de Gestión de Medida	SISTEGESTI						0
21	Automatización de subestaciones y redes	AUTOMASUBE						0
22	Infraestructura de medida avanzada (AMI)	AMI						0
23	Vehículos eléctricos	VEHIELEC						0
24	Equipos de medida prepago	EQUIMEDPRE						0
25	Sistema regulatorio	SISTEREGU						0
26	Calidad del servicio	CALIDSERVI						0
27	Reducción de pérdida de energía	REDUCPERDI						0
28	Eficiencia energética	EFICERGE						0
29	Gestión de la demanda	GESTIDEMAN						0
30	Consumo de energías limpias	CONSUENER						0

Anexo 2. El método MACTOR (Método, Actores, Objetivos, Resultados de Fuerza)

El método permite determinar los actores estratégicos y sus posiciones frente al futuro del sector energético del departamento del Huila

Matriz de influencia Directa Actores por Actores

[illegible]

Anexo 3. Matriz de influencia Directa Actores por Objetivos

			Objetivos					
			1	2	3	4	5	6
Ítem	ABREVIACIÓN	NOMBRE DEL ACTOR						
1	GEN-ENER	Generadores de energía						
2	MINMINAS	Ministerio de Minas y Energía						
3	PROVBIESER	Proveedores de bienes y servicios						
4	CLASEPN	Clase Política Nacional						
5	CLASEPCL	Clase Política Departamental y Local						
6	CAM	CAM (Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena)						
7	ANLA	ANLA (Ministerio de Medio Ambiente)						
8	GOBNACIO	Gobiernos nacional,						
9	GOB DEPMUN	Gobierno Departamental y Municipal						
10	ELECTROHUI	Electrificadora del Huila						
11	IES	IES- Instituciones de educación superior						
12	SENA	Servicio Nacional de Aprendizaje						
13	UPME	UPME (Unidad de Planeación Minero Energética)						
14	COMUNIDAD	Comunidad						
15	INVERSIO	Inversionistas (nacionales e internacionales)						
16	GRUP-AMBIE	Grupos ambientalistas						
17	AGRICULTOR	Agricultores						
18	PROFESIONA	Profesionales en energías renovables y sector eléctrico						
19	USUA-CONSU	Consumidores						
20	GENERADORE	Generadores -Agentes del mercado ENEL						
21	OTROSCOMER	Otros comercializadores						
22	CREG	CREG - Comisión de Regulación de Energía y Gas						

Anexo 4. SMIC PRO (sistema de matrices de impactos cruzados)

Mediante el sistema de matrices de impactos cruzados se pretende determinar y analizar las probabilidades de los escenarios planteados en el estudio prospectivo del sector energético al año 2030.

EXPERTO 1	
HIPOTESIS	PROBABILIDADES
<i>ALMACENAMI</i>	
<i>MEJORAINFR</i>	
<i>BIG DATA</i>	
<i>SISTEGESTI</i>	
<i>FOTOVOLTAI</i>	
<i>ELECTROLIN</i>	

PROBABILIDAD CONDICIONALES SI REALIZACIÓN (SI SE DA (LAHIPOTESIS), QUE TANTO INFLUYE EN (LA OTRA HOPIETESIS)

EXPERTO 1						
HIPOTESIS	<i>ALMACENAMI</i>	<i>MEJORAINFR</i>	<i>BIG DATA</i>	<i>SISTEGESTI</i>	<i>FOTOVOLTAI</i>	<i>ELECTROLIN</i>
<i>ALMACENAMI</i>						
<i>MEJORAINFR</i>						
<i>BIG DATA</i>						
<i>SISTEGESTI</i>						
<i>FOTOVOLTAI</i>						
<i>ELECTROLIN</i>						

PROBABILIDAD CONDICIONALES SI NO REALIZACIÓN (SI NO SE DA (LAHIPOTESIS), QUE TANTO INFLUYE EN (LA OTRA HOPIETESIS)

EXPERTO 1						
HIPOTESIS	<i>ALMACENAMI</i>	<i>MEJORAINFR</i>	<i>BIG DATA</i>	<i>SISTEGESTI</i>	<i>FOTOVOLTAI</i>	<i>ELECTROLIN</i>
<i>ALMACENAMI</i>						
<i>MEJORAINFR</i>						
<i>BIG DATA</i>						
<i>SISTEGESTI</i>						
<i>FOTOVOLTAI</i>						
<i>ELECTROLIN</i>						