



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA
CARRERA DE ECONOMÍA

Proyecto de Investigación, previo a la obtención del Título de Economista

Tema:

**“Generación – consumo de energía eléctrica y la producción del sector
manufacturero en el Ecuador”**

Autor: Ashqui Masabalin, Bryan Israel

Tutor: Econ. Lascano Aimacaña, Nelson Rodrigo

Ambato – Ecuador

2024

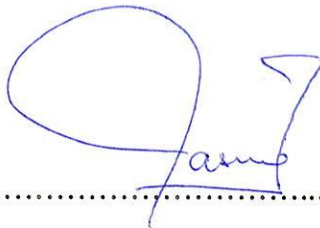
APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, Econ. Nelson Rodrigo Lascano Aimacaña con cédula de ciudadanía No. 180219896-8, en mi calidad de Tutor del proyecto de investigación sobre el tema: **“GENERACIÓN - CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y LA PRODUCCIÓN DEL SECTOR MANUFACTURERO EN EL ECUADOR”**, desarrollado por Bryan Israel Ashqui Masabalin, de la Carrera de Economía, modalidad presencial, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos, tanto técnicos como científicos y corresponde a las normas establecidas en el Reglamento de Graduación de Pregrado, de la Universidad Técnica de Ambato y en el normativo para presentación de Trabajos de Graduación de la Facultad de Contabilidad y Auditoría.

Por lo tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente, para que sea sometido a evaluación por los profesores calificadores designados por el H. Consejo Directivo de la Facultad.

Ambato, Febrero 2024.

TUTOR



Econ. Nelson Rodrigo Lascano Aimacaña

C.C. 180219896-8

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Bryan Israel Ashqui Masabalin con cédula de ciudadanía No. 185094043-6, tengo a bien indicar que los criterios emitidos en el proyecto de investigación, bajo el tema: **“GENERACIÓN - CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y LA PRODUCCIÓN DEL SECTOR MANUFACTURERO EN EL ECUADOR”**, así como también los contenidos presentados, ideas, análisis, síntesis de datos, conclusiones, son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autor de este Proyecto de Investigación.

Ambato, Febrero 2024.

AUTOR



Bryan Israel Ashqui Masabalin

C.C. 185094043-6

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este proyecto de investigación, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi proyecto de investigación, con fines de difusión pública; además apruebo la reproducción de este proyecto de investigación, dentro de las regulaciones de la universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial; y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Febrero 2024.

AUTOR



.....
Bryan Israel Ashqui Masabalin

C.C. 185094043-6

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO


El Tribunal de Grado, aprueba el proyecto de investigación, sobre el tema: **“GENERACIÓN - CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y LA PRODUCCIÓN DEL SECTOR MANUFACTURERO EN EL ECUADOR”**, elaborado por Bryan Israel Ashqui Masabalín, estudiante de la Carrera de Economía, el mismo que guarda conformidad con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Facultad de Contabilidad y Auditoría de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Febrero 2024.




Dra. Tatiana Valle Ph. D.

PRESIDENTE



Ing. Darwin Aldás

MIEMBRO CALIFICADOR



Econ. Geovanny Carrión

MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

El presente proyecto de investigación desde el fondo de mi corazón va dedicado a mis padres Ernesto Ashqui y Olga Masabalin, han sido el pilar fundamental en todo este proceso y mi motivación para seguir adelante. A ustedes que se esfuerzan cada día y me demuestran que todo sacrificio al final tiene su recompensa, los amo y admiro un montón.

A mis hermanos Steeven y Mateo que me brindan su apoyo y amor incondicional, ustedes son el impulso en tiempos difíciles y el motivo por el cual no me he rendido.

Gracias por creer en mí y estar a mi lado en los buenos y malos momentos, este logro es también de ustedes.

Bryan Israel Ashqui Masabalin

AGRADECIMIENTO

Agradezco primero a Dios por darme salud y vida, por el conocimiento y sabiduría en todos estos años de estudio.

A mis padres y hermanos, por no dejarme solo y depositar su confianza en mí, sus consejos y apoyo me permitieron cumplir este sueño. A mis abuelitos, tío David y tía Rosa que forman parte importante en mi vida y han sido fuente de inspiración y fortaleza ante las adversidades.

Gracias Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Contabilidad y Auditoría, por abrirme las puertas; a mi tutor y docentes quienes me compartieron su conocimiento y contribuyeron para desarrollarme como profesional, por último, a mis amigos y aquellas personas que me brindaron su apoyo en todo este camino.

¡Muchas gracias a todos!

Bryan Israel Ashqui Masabalin

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CONTENIDO	PÁGINA
A. PÁGINAS PRELIMINARES	
PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN EJECUTIVO	xiii
ABSTRACT.....	xiv
B. CONTENIDOS	
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Descripción del problema	1
1.2 Justificación.....	4
1.2.1 Justificación teórica, metodológica (viabilidad) y práctica.....	4
1.2.2. Formulación del problema de investigación	9
1.3 Objetivos	9
1.3.1 Objetivo general	9
1.3.2 Objetivos específicos	9
CAPÍTULO II	10
MARCO TEÓRICO.....	10
2.1 Revisión de literatura	10
2.1.1 Antecedentes investigativos	10
2.1.2 Fundamentos teóricos.....	17
2.2. Hipótesis y/o preguntas de investigación	33
CAPÍTULO III.....	34

METODOLOGÍA	34
3.1 Recolección de la información	34
3.2 Tratamiento de la información	36
3.3 Operacionalización de las variables	44
CAPÍTULO IV	47
RESULTADOS.....	47
4.1 Resultados y discusión	47
4.2 Verificación de la hipótesis	110
CAPÍTULO V.....	113
CONCLUSIONES.....	113
5.1 Conclusiones	113
5.2 Limitaciones del estudio	114
5.3 Futuras temáticas de investigación.....	115
C. MATERIAL DE REFERENCIA	
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	116

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 1 Principales resultados y metodologías de los Antecedentes	15
Tabla No. 2 ODS para los sistemas de Generación de Energía y las Industrias	30
Tabla No. 3 Interpretación de los coeficientes Rho de Spearman	41
Tabla No. 4 Variable dependiente: Generación-consumo de energía eléctrica	44
Tabla No. 5 Variable independiente: Producción del sector manufacturero.....	46
Tabla No. 6 Generación de energía eléctrica por tamaño de empresa	51
Tabla No. 7 Generación de energía eléctrica por Provincias	52
Tabla No. 8 Generación de energía eléctrica por Actividad Principal.....	54
Tabla No. 9 Estadísticos descriptivos de la Generación de energía eléctrica Total..	56
Tabla No. 10 Estadísticos descriptivos del Consumo y Venta de energía Total.....	57
Tabla No. 11 Generación de energía eléctrica Solar por tamaño de empresa.....	59
Tabla No. 12 Estadísticos descriptivos de la generación de energía eléctrica Solar.	60
Tabla No. 13 Generación de energía eléctrica Solar por Actividad Principal	61
Tabla No. 14 Consumo de energía eléctrica Solar por Actividad Principal	62
Tabla No. 15 Generación-Consumo de energía eléctrica Solar por tamaño	63
Tabla No. 16 Generación de energía eléctrica Eólica por tamaño de empresa.....	64
Tabla No. 17 Generación de energía eléctrica Biomasa por tamaño de empresa	64
Tabla No. 18 Estadísticos descriptivos de la generación de energía eléctrica Biomasa	65
Tabla No. 19 Generación de energía eléctrica Biomasa por Actividad Principal.....	67
Tabla No. 20 Consumo de energía eléctrica Biomasa por Actividad Principal.....	68
Tabla No. 21 Generación-Consumo de energía Biomasa por tamaño de empresa ...	68
Tabla No. 22 Generación de energía Hidráulica por tamaño de empresa.....	69
Tabla No. 23 Estadísticos descriptivos de la generación de energía Hidráulica.....	70
Tabla No. 24 Generación y Consumo de energía Hidráulica por Actividad Principal	72
Tabla No. 25 Generación y Consumo de energía Hidráulica por tamaño de empresa	72
Tabla No. 26 Estadísticos descriptivos de la generación de energía Termoeléctrica	74
Tabla No. 27 Generación de energía Termoeléctrica por Actividad Principal	77
Tabla No. 28 Consumo de energía Termoeléctrica por Actividad Principal	78

Tabla No. 29	Consumo de energía de la Red Pública por tamaño de empresa.....	82
Tabla No. 30	Estadísticos descriptivos del consumo de energía de la Red Pública .	84
Tabla No. 31	Consumo de energía de la Red Pública por Actividad Principal	86
Tabla No. 32	Empresas del sector manufacturero por tamaño	88
Tabla No. 33	Estadísticos descriptivos del Valor Agregado Bruto.....	90
Tabla No. 34	Valor Agregado Bruto por Actividad Principal	91
Tabla No. 35	Pruebas de normalidad	94
Tabla No. 36	Pruebas de normalidad de las fuentes de generación-consumo	94
Tabla No. 37	Correlación de la generación y consumo de energía eléctrica	96
Tabla No. 38	Supuesto de independencia de los errores Generación - Producción	101
Tabla No. 39	Modelo de regresión lineal simple 1	103
Tabla No. 40	Supuesto de independencia de los errores Consumo - Producción...	106
Tabla No. 41	Modelo de regresión lineal simple 2	108
Tabla No. 42	Correlación entre la producción y la generación-consumo de energía	111

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No. 1 Generación y utilización de energía eléctrica.....	19
Figura No. 2 Fuentes de energía renovables	20
Figura No. 3 Variables que definen el viento	21
Figura No. 4 Consideraciones en un sistema de aprovechamiento hidráulico.....	24
Figura No. 5 Principios de Hannover para la sostenibilidad	32
Figura No. 6 Empresas manufactureras por provincia.....	49
Figura No. 7 Generación de energía eléctrica en las empresas manufactureras	50
Figura No. 8 Fuentes de generación de energía alternativa o complementaria	58
Figura No. 9 Generación de energía eléctrica Solar por Provincias	61
Figura No. 10 Generación de energía eléctrica Biomasa por Provincias.....	66
Figura No. 11 Generación de energía Hidráulica por Provincias	71
Figura No. 12 Generación de energía Termoeléctrica por tamaño de empresa.....	73
Figura No. 13 Generación de energía Termoeléctrica por Provincias	75
Figura No. 14 Generación de energía Termoeléctrica en kWh/año por Provincias .	76
Figura No. 15 Generación-Consumo de energía Termoeléctrica por tamaño	80
Figura No. 16 Generación de energía eléctrica Otro por tamaño de empresa	81
Figura No. 17 Consumo de energía de la Red Pública por tamaño de empresa	83
Figura No. 18 Consumo de energía de la Red Pública por provincias	85
Figura No. 19 Valor Agregado Bruto por tamaño de empresa	89
Figura No. 20 Grado de relación del VAB y la generación - consumo de energía...	97
Figura No. 21 Gráficos de dispersión entre el VAB y la generación – consumo de energía.....	99
Figura No. 22 Supuesto de linealidad Generación de energía - Producción.....	101
Figura No. 23 Supuesto de homocedasticidad Generación de energía - Producción	102
Figura No. 24 Supuesto de Normalidad Generación de energía – Producción.....	103
Figura No. 25 Supuesto de linealidad Consumo de energía - Producción.....	105
Figura No. 26 Supuesto de homocedasticidad Consumo de energía - Producción	107
Figura No. 27 Supuesto de Normalidad Consumo de energía - Producción	108

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA
CARRERA DE ECONOMÍA

TEMA: “GENERACIÓN-CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y LA PRODUCCIÓN DEL SECTOR MANUFACTURERO EN EL ECUADOR”

AUTOR: Bryan Israel Ashqui Masabalin.

TUTOR: Econ. Nelson Rodrigo Lascano Aimacaña.

FECHA: Febrero 2024.

RESUMEN EJECUTIVO

El sector manufacturero es uno de los que más aporte económico refleja en el país, este necesita de diferentes recursos donde se destaca a la energía eléctrica en la matriz productiva. Por tal motivo, el propósito de este estudio es analizar el impacto que tiene la producción industrial en la generación y en el consumo de energía eléctrica que realizan las empresas. Para el desarrollo de la investigación, se utilizó la base de datos del INEC, correspondiente al módulo de gestión ambiental de la Encuesta Estructural Empresarial (ENESEM) del año 2020. La metodología inicia con un análisis descriptivo, donde se identificó el comportamiento que tienen las variables energéticas y de producción, posterior a ello, se aplicó un estudio correlacional a través del Rho de Spearman para establecer el grado de asociación que tienen las diferentes fuentes de energía con el Valor Agregado Bruto (VAB), finalmente, se utilizaron modelos de regresión lineal simple para explicar la relación que tiene la producción industrial en la generación y en el consumo de electricidad. Se concluye que, la producción medida por el VAB si afecta en la generación de energía alternativa o complementaria y en el consumo de electricidad desde la red pública, además, la fuente más significativa en la autogeneración es mediante generadores termoeléctricos, por lo tanto, las empresas manufactureras deben aprovechar este recurso desde la eficiencia energética y el desarrollo sostenible dentro de la economía ecuatoriana.

PALABRAS DESCRIPTORAS: GENERACIÓN, CONSUMO, PRODUCCIÓN, MANUFACTURA, SOSTENIBILIDAD.

TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO
FACULTY OF ACCOUNTING AND AUDITING
CARRER OF ECONOMY

TEMA: "GENERATION-CONSUMPTION OF ELECTRIC POWER AND THE PRODUCTION OF THE MANUFACTURING SECTOR IN ECUADOR".

AUTHOR: Bryan Israel Ashqui Masabalin.

TUTOR: Econ. Nelson Rodrigo Lascano Aimacaña.

DATE: February 2024.

ABSTRACT

The manufacturing sector is one of the sectors with the highest economic contribution in the country, and it requires different resources, where electric energy stands out in the productive matrix. For this reason, the purpose of this study is to analyze the impact that industrial production has on the generation and consumption of electricity by companies. For the development of the research, the INEC database was used, corresponding to the environmental management module of the Enterprise Structural Survey (ENESEM) of the year 2020. The methodology begins with a descriptive analysis, where the behavior of the energy and production variables was identified, followed by a correlational study using Spearman's Rho to establish the degree of association of the different energy sources with the Gross Value Added (GVA), and finally, simple linear regression models were used to explain the relationship between industrial production in the generation and consumption of electricity. It is concluded that the production measured by GVA does affect the generation of alternative or complementary energy and the consumption of electricity from the public grid, in addition, the most significant source of self-generation is through thermoelectric generators, therefore, manufacturing companies should take advantage of this resource from the energy efficiency and sustainable development within the Ecuadorian economy.

KEYWORDS: GENERATION, CONSUMPTION, PRODUCTION, MANUFACTURING, SUSTAINABILITY.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción del problema

El sector manufacturero es uno de los que más aporte económico refleja en el país, por lo que, dentro de su matriz productiva necesita de diferentes recursos, entre ellos, la energía eléctrica. Este sector es altamente solicitado por los demandantes de bienes, por lo tanto, sus actividades tienen mayor participación en el consumo total de energía (Batouta et al., 2023). La industria representó el 37% del consumo de electricidad a nivel mundial en el año 2017, además, se mantiene en tendencia ascendente, pues en el año 2022 la demanda de energía fue del 40% (International Energy Agency, 2022). Sin embargo, los países de la Unión Europea plantean reducir estas cifras, con al menos un 27% de eficiencia energética en todos los sectores consumidores de energía y un 32,5% en el sector industrial hasta el 2030 (Safarzadeh et al., 2020). Es decir, plantean utilizar menos energía y tener la misma o mayor producción en las industrias, por tal razón, muchos países en todo el mundo buscan estrategias de producción más limpias y que generen un vínculo positivo con el medio ambiente.

Existen tendencias de crecimiento para el consumo y la generación de energía eléctrica de los principales demandantes de este recurso. China con el 32% es el mayor consumidor de electricidad a nivel mundial, lo que representó 8.090 TWh en el año 2022 (Enerdata, 2022; National Energy Administration, 2023). El país asiático plantea llegar a su pico más alto de emisiones de CO₂ de las industrias hasta el 2030 y luego lograr una neutralidad de carbono para el año 2060 (U.S. Energy Information Administration, 2022). Por otro lado, en el tema de desarrollo de energías renovables, este país refleja estadísticas energéticas positivas. Según la conferencia de prensa de la Administración Nacional de Energía, la generación de energía eléctrica total en el año 2022 fue de 8848,7 TWh, de los cuales el 47.3% fue por energías renovables y del total el sector manufacturero consumió aproximadamente el 70% (Cooperación climática China, 2023).

En Estados Unidos se prevé que la industria manufacturera entre 2020 y 2050 aumente el consumo total de energía a un 36%, y un 20% en la generación de energías renovables (Patterson et al., 2022). Ahora bien, los principales usos de este recurso

son: el funcionamiento de máquinas (52.5%), calentamiento de maquinaria (9.8%), calefacción, ventilación y aire acondicionado dentro de las instalaciones (8.6%), todo esto, contribuye al 24.2% del total de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que genera el país norteamericano (U.S Energy Information Administration, 2021). Finalmente, en India consumen el 6% del total de energía en el mundo y se espera que para el 2050 aumente al 10% (Kimura et al., 2023), además, actualmente genera el 38% a partir de fuentes de combustibles no fósiles, y del total, el 26% representa el consumo por parte de las industrias (Khare et al., 2022). Así pues, estos países se plantean objetivos para mejorar y aumentar la capacidad en cuanto a generación de energía verde, lo que permite una producción sostenible y reducción de emisiones en las empresas.

La cooperación nacional e internacional forma una estructura importante para trabajar en vista del desarrollo sostenible dentro de los sectores productivos. Al respecto, la Asamblea General de las Naciones Unidas planteó la Agenda 2030 con diferentes Objetivos de Desarrollo Sostenibles (ODS) enlazados bajo aspectos: económicos, sociales y ambientales (Naciones Unidas, 2018). Esta agenda sirve como guía para buscar la sostenibilidad en el mediano y largo plazo. En este sentido, América Latina y el Caribe trabaja para seguir entre las regiones con más fuentes de energía renovables, pues cuenta con una matriz del 61% distribuida en hidroelectricidad (75%), solar, eólica, biomasa y geotérmica (25%), y se espera lograr un 70% hasta el 2030 (Castillo et al., 2022). Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2023), la región en transición energética debe invertir el 1.3% del PIB anual durante una década para contrarrestar las emisiones mundiales de la región (9%) y reducirlas en un 31.5%.

Los países con mayor población de esta región también enfrentan desafíos significativos en términos de continuar con la generación de energía eléctrica sostenible. Brasil cuenta con una capacidad hidroeléctrica instalada de 120 GW que fácilmente satisface la demanda de 90 GW, sin embargo, desde la sequía de 2014-2015 tiene problemas por la reducción considerable en el caudal de sus ríos (Hunt et al., 2022). Por otro lado, México tiene dificultades con la generación de energía limpia, pues del consumo total solo el 30% proviene de fuentes no fósiles donde predominan la energía solar y eólica (Gobierno de México, 2015; Ramirez-Sanchez et al., 2022).

Por último, Colombia quiere dejar a un lado la utilización de combustibles fósiles en la generación de energía eléctrica, por eso, en 27 años pretende satisfacer la demanda con el 100% de energía renovable, con una inversión equivalente a 532 mil millones de dólares (Plazas-Niño et al., 2023). En todo esto, es importante la asignación de recursos para el cuidado del medio ambiente y fortalecimiento del sector energético en cuanto a generación de energía sostenible.

La realidad en el Ecuador no está muy alejada, aunque en materia de generación de energía alternativa el territorio avanza bien, específicamente el sector manufacturero debe tomar con más seriedad este asunto. El país y la industria necesitan trabajar en desarrollo sostenible, con el apoyo internacional se espera que para el 2025 exista una reducción del 20.9% de contaminantes en sectores: energéticos, industriales y agrícolas (Ministerio del Ambiente, 2019). Además, se debe considerar que las empresas nacionales en el año 2021 consumieron 7.779 GWh de energía eléctrica, de los cuales 3.875 GWh fue para la industria manufacturera (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC, 2023), para un total de ventas de USD 31.039 millones que significó un aporte al PIB del 11.8% (Banco Central del Ecuador, 2022; Ministerio de Producción Comercio Exterior Inversiones y Pesca, 2023).

El sector manufacturero ecuatoriano requiere de grandes cantidades de energía eléctrica, por eso, es importante buscar soluciones sostenibles que permitan a las empresas contribuir al crecimiento económico sin comprometer al medio ambiente. En el país, la mayor demanda de energía viene de la región Costa con un 62.2%, seguido de la Sierra y Amazonía con el 34.7% y 3.1% respectivamente (Operador Nacional de Electricidad CENACE, 2021). Por otro lado, las emisiones de GEI de la industria fue aproximadamente 29.000 kton CO₂ eq, lo que representa el 11.5% del total de emisiones (Instituto de Investigación Geológico y Energético - IIGE, 2022). Esto implica adoptar prácticas responsables desde el punto de vista ambiental, con ayuda tanto de la parte pública como privada para mantener un equilibrio con el crecimiento económico en el país.

El gobierno y las empresas transformadoras de materia prima deben trabajar en conjunto sobre mejoras en eficiencia energética, con políticas centradas en la producción, uso y consumo de energía (Ministerio de Energía y Minas, 2022), bajo la

dirección de cumplir el objetivo 7 de la agenda 2030 hacia energías no contaminantes con el planeta. Como apoyo para cumplir este y otros objetivos nace en el Ecuador el Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025 bajo cinco ejes que son: económico, social, seguridad integral y transición ecológica e institucional (Secretaría Nacional de Planificación, 2021). Esto significa un apoyo para mantener las energías renovables que representan el 93%, o aumentar la generación y que eso signifique exportar energía eléctrica a otros países, como fue para Colombia y Perú, lo que repercutió en ingresos por USD 7,25 millones (Operador Nacional de Electricidad CENACE, 2021).

Desafortunadamente, a nivel nacional las empresas que cuentan con una producción de energías renovables solamente representan el 0.48%, a esto, es importante considerar que para la producción de un dólar de Valor Agregado Bruto (VAB) las empresas necesitan de 2.36 MJ de energía eléctrica (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC, 2023). En este sentido, es fundamental considerar la transición energética y una producción sostenible en las industrias porque estas variables tienen gran influencia en el crecimiento y desarrollo productivo del país (Tiwari et al., 2023). En definitiva, el Ecuador necesita fortalecer la fabricación de bienes de manera sostenible, con mayor inversión en el cuidado del medio ambiente y la generación de energías renovables dentro de las propias industrias manufactureras.

1.2 Justificación

1.2.1 Justificación teórica, metodológica (viabilidad) y práctica

La sostenibilidad ambiental es un tema importante en la actualidad, aparecen cada vez más empresas y con eso es mayor la contaminación por las grandes fábricas e industrias. Con esto, el aumento de las actividades económicas en los países necesita de mayor consumo de energía para la producción (Méndez Gutiérrez del Valle et al., 2010). De hecho, en la actualidad el crecimiento económico tiene relación con un incremento en el uso de energía y un mayor consumo de los recursos naturales (Grupo de Economía Ambiental GEA & Correa Restrepo, 2004), bajo la excusa del “crecemos ahora y limpiamos después” (Simioni, 2003, p. 20). Pues las industrias no consideran cargos adicionales en los precios finales de los productos por temas relacionados al impacto medioambiental, a lo que muchos economistas llaman “externalización de costos” (Van Hauwermeiren, 1999, p. 78).

El problema del costo social es otro tema a tratar en aspectos medioambientales y referentes a externalidades negativas. Entonces, la minimización de este problema es la asignación eficiente de los derechos de propiedad, es decir, la solución surge a través de la negociación privada entre las partes afectadas por la externalidad negativa sin depender del gobierno (Coase, 1992). Sin embargo, las empresas se enfocan más en la maximización de sus utilidades sin prestar tanta atención al impacto ambiental, a menos que, hacer eso les genere algún beneficio económico (Aguilar Ibarra et al., 2010). De esta manera, en la mayoría de los procesos productivos es complicado prohibir las actividades que generen algún tipo de contaminación o llegar a una solución entre las partes (Mankiw, 2012). No obstante, las instituciones internacionales, el gobierno y las empresas si pueden plantearse políticas o estrategias que vayan enfocadas al desarrollo sostenible con responsabilidad social y ambiental.

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible fue aprobada en el año 2015 con la visión de transformar el mundo. En la resolución de esta agenda “los objetivos y metas están integradas bajo tres principios específicos de desarrollo sostenible: económico, social y ambiental” (Asamblea General de las Naciones Unidas, 2015, p. 2). Además, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son un instrumento de planificación y control a varios países, constituyéndose en el largo plazo como un apoyo inclusivo y armónico con el medio ambiente (Naciones Unidas, 2018; Ormaza Andrade et al., 2020). En este mismo sentido, el desarrollo sostenible debe ser guiado bajo la triada económica entre los recursos de la naturaleza, la sociedad y el desarrollo (Guillén de Romero et al., 2020). Es decir, bajo la relación del medio ambiente con la economía.

El desarrollo económico y el deterioro del entorno tienen una fuerte relación, pues son parte de los temas más debatidos en economía ambiental. La Curva Ambiental de Kuznets (CAK) planteada por Simón Kuznets manifiesta la relación que existe entre el crecimiento económico y el medio ambiente (Falconí et al., 2016; Olivares Mendoza & Hernández Rodríguez, 2021). Esta hipótesis manifiesta que el crecimiento económico incrementa el deterioro ambiental, pero llega a un punto donde se estabiliza y luego comienza a reducir las emisiones contaminantes (Campo Robledo & Olivares, 2013). La reducción evidencia que los países y las industrias buscan ser más eficientes en el proceso de producción (Grupo de Economía Ambiental GEA & Correa Restrepo, 2004), desde la creación de bienes socialmente más responsable con el ecosistema

(Bórquez Polloni & Lopicich Catalán, 2017). Por lo tanto, es evidente la importancia por ser más eficientes y conscientes sobre los impactos negativos que tienen los sectores productivos en el medioambiente.

En todo el proceso de transformación, las industrias manufactureras generan gran contaminación que es emanada al ambiente. La globalización provoca concientizar sobre la transformación de las materias primas, surge por eso, la necesidad de reinventar las estructuras productivas hacia una producción más limpia y que vaya guiada hacia la Responsabilidad Social Empresarial (Ormaza Andrade et al., 2020). En este mismo sentido, Pigou (1932) presentó la teoría de maximización del bienestar social, que se puede lograr al corregir las fallas de mercado, con imposición de impuestos en las actividades generadoras de contaminantes. De esta manera, las empresas tendrán más cuidado en los procesos que afecten la pureza del medio ambiente (Guillén de Romero et al., 2020). Por lo tanto, para permanecer en el mercado deben ser competitivas y socialmente responsables con el medioambiente, además, su permanencia es vital porque el sector manufacturero contribuye en el crecimiento económico del país.

La contribución de los sectores económicos de un país es sustancial, esto se determina a través de la producción total de bienes y servicios por las empresas. El Valor Agregado Bruto (VAB) es una expresión de crecimiento económico que mide la contribución que tiene un país, empresa o sector en cuanto a producción de bienes y servicios en un periodo determinado (Guerra Espinosa & González Torres, 2015; Salinas Campuzano et al., 2021), asimismo, es uno de los indicadores más relevantes para evaluar la actividad económica de las industrias (Brito-Gaona et al., 2019). En otras palabras, el VAB es el resultado final de la actividad correspondiente a la producción de bienes y servicios en una economía, menos el valor de consumo intermedio (Banco Central del Ecuador, 2023). En efecto, las actividades productivas van en crecimiento y es mayor la necesidad en cuanto a consumo de energía para cumplir con sus objetivos de producción.

En este sentido, la electricidad es imprescindible en las actividades industriales para la automatización de las diferentes maquinarias. Por eso, es relevante analizar su incidencia para que más adelante se tomen medidas de ahorro energético en las industrias, lo cual, repercute en mayor competitividad, beneficios económicos y

desarrollo sostenible (Barragán Llanos & Llanes Cedeño, 2020), con la relación de aspectos ambientales, económicos y sociales, desde una visión consciente sobre el uso de los recursos y con mejoras en la producción sin dejar a un costado lo socioambiental (Arregui, 2011). De manera que, se preste atención a la externalidad negativa provocada por la utilización y transformación de la energía como parte esencial en la matriz productiva y de la sociedad (Cantos & Balsalobre Lorente, 2011), consecuente al incremento de la demanda energética por parte de las nuevas empresas y al aumento de la población (Hernández Pérez, 2021). Por lo tanto, es considerable que un aumento en el consumo de energía este asociado al dinamismo económico.

En el Ecuador, la industria manufacturera forma parte de los sectores más importantes del país, es uno de los responsables de mayor contribución económica, vista como uno de los campos más dinámicos y que generan mayores expectativas de crecimiento (Ruiz Guajala, 2022). Por consiguiente, es necesario estudiarlo desde la eficiencia y correcta utilización de los recursos (Piedra Aguilera et al., 2021), pues con el tiempo aumenta la demanda de bienes y servicios, por lo tanto, se requiere de mayor consumo energético y eso repercute en el medioambiente (Schulze et al., 2019). Por esta razón, es importante que las empresas tomen conciencia al relacionar sus actividades productivas con vista al desarrollo sostenible.

El presente trabajo de titulación se enfoca en analizar la generación - consumo de energía eléctrica y la producción dentro del desarrollo sostenible del sector manufacturero en el Ecuador, para esto, se utilizó información de la base de datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), correspondiente al módulo de gestión ambiental y detalles sobre energía eléctrica de la Encuesta Estructural Empresarial (ENESEM), también, el Valor Agregado Bruto generado por las empresas en el año 2020. Por otro lado, la información teórica se investigó en diferentes bases de datos bibliográficas como: Scopus, ScienceDirect, Redalyc, Springer, eLibro, entre otros, además de páginas web oficiales de organismos nacionales e internacionales que permitió la accesibilidad a datos estadísticos y definiciones para esta investigación.

Asimismo, es importante mencionar que este trabajo forma parte de un proyecto de investigación de la Facultad de Contabilidad y Auditoría, Carrera de Economía de la Universidad Técnica de Ambato con resolución Nro. UTA-CONIN-2023-0038-R y

Código PFCAUD 18, con el tema “Estrategias de sostenibilidad ambiental bajo Principios de Economía Circular en la Industria de Manufactura del Ecuador. Un modelo de optimización”. En tal sentido, esta investigación se enfoca en analizar variables específicas para contribuir en la construcción del modelo de optimización bajo principios de sostenibilidad, lo cual, permita mejorar en los procesos productivos de las industrias manufactureras desde la parte energética.

Así, este estudio es de carácter cuantitativo y se compone de tres niveles de investigación, los cuales permiten el cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos; el primer nivel es descriptivo, pues se utilizó medidas de tendencia central y dispersión para resumir y comprender mejor los datos de la generación-consumo de energía eléctrica y la producción del sector manufacturero del Ecuador. Después, para el nivel correlacional, se utiliza la correlación de Spearman para determinar la relación que existe entre la producción del sector manufacturero con la generación-consumo de energía eléctrica. Por último, en el nivel explicativo, se aplica un modelo econométrico de regresión lineal, para explicar el efecto que tiene la producción del sector manufacturero en la generación y el consumo de energía eléctrica en el Ecuador.

El estudio se apoya en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) aprobados en el año 2015, con principal interés en la sostenibilidad energética dentro de las industrias manufactureras del Ecuador, igualmente, es relevante desde la parte económica, social y medioambiental para las empresas y el país. Por eso, la investigación busca proveer información para que trabajen en eficiencia energética y procesos productivos con menos emisiones contaminantes.

Es necesario considerar que la producción en las industrias está en aumento, con ello también la contaminación ambiental, las emisiones de CO₂ y el calentamiento global, por lo tanto, es importante crear estrategias de sostenibilidad dentro de este sector, de manera que, mejoren la matriz productiva para cuidar el medio ambiente.

Los beneficiarios principales de esta investigación son las industrias manufactureras, pues con esto, pueden trabajar en mejoras sobre gestión ambiental; además, constituye un material útil para la universidad, el gobierno y la sociedad en general, al ser un estudio que permite a los tomadores de decisiones trabajar en materia de

responsabilidad social empresarial, con mayor inversión en cuidado ambiental, sistemas de fabricación sostenibles, producción limpia y que sean amigables con el planeta.

La investigación es factible, pues la base de datos correspondiente a la Encuesta Estructural Empresarial (ENESEM) del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2020) permite que las variables de estudio puedan ser analizadas, puesto que, existe información tanto para el consumo como para la generación de energía eléctrica y el Valor Agregado Bruto para la producción en las industrias manufactureras del país.

Finalmente, este estudio puede ayudar en futuras investigaciones que se encuentren relacionadas con la sostenibilidad en las industrias manufactureras; pues presenta información del impacto que tiene la producción en la generación y el consumo de energía eléctrica en este sector que es muy importante dentro del país. Además, el tema se encuentra relacionado con el perfil profesional de un economista, donde se pone en práctica el conocimiento adquirido y las herramientas utilizadas a lo largo de la carrera.

1.2.2. Formulación del problema de investigación

¿Cómo incide la producción del sector manufacturero en la generación y el consumo de energía eléctrica del Ecuador en el año 2020?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Analizar la generación - consumo de energía eléctrica y la producción dentro del desarrollo sostenible del sector manufacturero del Ecuador en el año 2020.

1.3.2 Objetivos específicos

- Describir la generación - consumo de energía eléctrica y la producción del sector manufacturero en el Ecuador.
- Determinar la relación de la generación - consumo de energía eléctrica y la producción del sector manufacturero en el Ecuador.
- Explicar el efecto de la generación - consumo de energía eléctrica y la producción del sector manufacturero en el Ecuador.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Revisión de literatura

2.1.1 Antecedentes investigativos

En esta sección, se recopilan estudios previos con información bibliográfica que de alguna manera se relacionan a la generación - consumo de energía eléctrica y la producción dentro del sector manufacturero, es decir, los resultados más relevantes de investigaciones anteriores con respecto a estas variables. Las publicaciones están presentes en artículos científicos y contribuyen en la ampliación de conocimiento para la sociedad y la academia.

El desarrollo sostenible debe enlazarse con la responsabilidad medioambiental de las grandes industrias manufactureras. Según Ormaza (2020), a través de una revisión documental, teórica y jurídica, concluye que, la falta de socialización y conocimiento de las normativas estipuladas en la Agenda 2030 dificulta llegar a un total de empresas socialmente responsables con el medio ambiente, así que, existe un camino largo por recorrer, sin embargo, es momento de que los empresarios tomen conciencia sobre las acciones que deben implementar desde la vigencia de la Agenda 2030. Junto con la Responsabilidad Social Empresarial (RSE) como una estrategia de sostenibilidad y de carácter multidisciplinario en los negocios (Lascano Aimacaña et al., 2019). Como contraparte a esto, García-Saravia Ortiz-de-Montellano et al. (2023), expresan que la limitación a la educación y concientización de dicha agenda no es suficiente cuando no se pone en práctica, además, las empresas deben generar un impacto real, que sea tangible con el medio ambiente y que no quede solo como declaraciones para la sociedad.

En relación a lo anterior, Trinh & Chung (2023) luego de realizar una revisión sistemática mencionan que, las energías renovables y la eficiencia energética son las mejores soluciones en el cumplimiento del ODS-7, a la vez que ayudan en: la protección de los combustibles fósiles, disminución de las emisiones GEI, mejoramiento de la calidad del aire y garantía en la seguridad energética, sin embargo, las soluciones que proponen tienen varias desventajas como: fuerte inversión,

ineficiencia en la conversión, dependencia de las condiciones climáticas y problemas ambientales por la ubicación de las plantas de energía. Ante esto, plantearon algunas alternativas para dichas limitaciones como: subsidios, tecnologías de conversión, sistemas de almacenamiento y microproyectos eléctricos.

Por otra parte, los resultados de una extensa revisión de la literatura de las industrias textiles brasileñas que cuentan con innovación tecnológica para su producción, reflejan que, la implementación de prácticas de Producción más Limpia (P+L), minimizan riesgos para el ecosistema y la salud de las personas, aumenta la eficiencia e incrementa ganancias económicas y ambientales, lo último resulta por la optimización de los recursos, cumplimiento normativo y mejoramiento de la imagen corporativa (de Oliveira Neto et al., 2019). En este mismo sentido, mediante la evaluación de desempeño ambiental en una fábrica de tejidos de Bursa, Turquía, por Alkaya & Demirer (2014), concluyen que, al adoptar medidas de sostenibilidad en el consumo de agua, también repercute en el consumo de energía, lo que resulta en beneficios económicos para la industria textil turca, que sigue en el desafío de tener una producción a bajo costo, de calidad y ambientalmente benigna.

En el estudio de Yajima & Arimura (2022), por medio de modelos de efectos fijos con un enfoque de diferencias en diferencias indican que, la auditoría exclusiva de Japón ERP (Emission Reduction Program) coopera en la reducción de las emisiones de CO₂ de las industrias manufactureras mediante: creación de departamentos ambientales, planteamiento de objetivos, inspección del plan e incentivos por prácticas eco-amigables, sin embargo, dentro de los instrumentos políticos en los municipios, la variable divulgación de información no fue significativa, esto puede ser porque no todas las empresas cuentan con publicaciones actualizadas periódicamente.

En la generación de energía eléctrica existen problemas con referencia a cubrir el total de la demanda. Ante esto, Bagdadee & Zhang (2020) mediante el algoritmo NSGA-II presentaron la solución a la crisis energética con una evaluación de riesgo e importancia para el caso de Bangladesh, por consiguiente, proponen un sistema híbrido a largo plazo con el desarrollo de energías renovables. Esta es una salida con requerimientos mínimos y de menor peligro, que en esencia significa lograr un progreso económico, sostenible, racional y productivo, además, resulta necesaria la

expansión gradual de las energías alternativas con visión a un futuro estable para la sociedad y los sectores productivos.

La capacidad de producción y el consumo de energía industrial tienen una fuerte relación según la investigación ejecutada por Binderbauer et al. (2023), donde al realizar pruebas estadísticas y aplicar la correlación de Pearson a más de 25.000 plantas de las industrias europeas y estadounidenses descubrieron la existencia de “energía de escala”, esto se alinea al modelo de fabricación en grandes cantidades. Así que, existe una reducción en el consumo de energía por cada unidad de producto cuando aumenta la capacidad de producción, es decir, como los costos unitarios se reducen, también los recursos necesarios en los procesos.

Luego de procesar la matriz de memorias sostenibles de una empresa cañicultora en el periodo 2012-2019 con el método CATPCA (Categorical Principal Component Analysis), los resultados indican que, la visión de todos los actores medioambientales debe guiarse hacia la sostenibilidad con el correcto gestionar de los sistemas operativos y el cumplimiento de las normativas sociales-ambientales especialmente en las Pymes (Reyes et al., 2022). Asimismo, a través de un modelo de datos panel que se aplicó a varios cantones de Guayas en el periodo 2007-2016, se concluye que, las empresas deben trabajar eficientemente en la parte social y económica, donde el mejoramiento del capital humano resulta indispensable para abrir el camino hacia el desarrollo integral y sostenible, con la potenciación de las actitudes y aptitudes de los individuos (Proaño Chaca et al., 2019).

De acuerdo con Escalante-Ferrer et al. (2020), en el estado de Morelos de México, existen acuerdos entre empresas y universidades para generar prácticas de sustentabilidad, sin embargo, después de aplicar una encuesta a las industrias manufactureras y realizar la correlación de Spearman, este estudio evidencia que, la relación de estas variables estadísticamente es débil porque no se contempla el trabajo práctico, ante esto, los centros tecnológicos y el gobierno deben ser incluidos en el modelo de producción sustentable para el corto y mediano plazo.

Para Bjørnbet et al. (2021), las empresas manufactureras se vinculaban en un entorno lineal, no obstante, luego de realizar una revisión sistemática de la literatura, concluyen

que: en los últimos años la noción de economía circular ha ganado fuerza, antes del 2015 la mayor parte de la literatura solo quedaba en el concepto y posterior a 2015 existen avances hacia una investigación más empírica dentro de este sector productivo. Del mismo modo, mediante una literatura semisistemática hecha por Valencia et al. (2023), amplían las 3R, 7R o 9R que son conocidas comúnmente en economía circular, a nuevas categorías de R relacionadas a lo socioeconómico como: Rethink policy, Repensar el territorio, Revitalizar, RSE, entre otras, que buscan el crecimiento y desarrollo económico de las partes interesadas.

Dentro del mismo tema Morseletto (2023), realizó un análisis histórico de los aspectos que motivan a inclinarse por lo lineal o lo circular, el primero viene por conveniencia y para generar riqueza, asimismo, tiene tres elementos definidos como: la producción a gran escala, productos baratos y de fácil acceso, y consumo creciente, donde los pensamientos van por el diseño para linealidad, residuo intencional y liberarse de complicaciones. Por otro lado, la circularidad es una solución en la era de escasez y era de oportunidades; y desde este cambio estructural existen diferentes vías, por ejemplo: la reducción de recursos, compartir el producto y valorizar la calidad para que los bienes se conserven a largo plazo.

Por otra parte, la economía colaborativa desde la eficiencia energética, el uso razonable de los recursos y la reducción en los costos ayuda en la actividad económica sostenible de las empresas manufactureras de China. La idea anterior se sustenta en un estudio que utilizó el método de recopilación de datos primarios de cuestionarios y terminó con la percepción de que, el recurso energético es aprovechado por varias familias o empresas de forma colectiva, entonces, al compartirlo deben controlar el mal uso, robo o cualquier desperdicio, como complemento, esto genera un vínculo positivo con los ODS (Chien, 2022). Acotando a esto, existen diferentes políticas medioambientales que pueden fortalecer la inversión en eficiencia energética como: créditos fiscales, I+D ambiental, regulaciones, subsidios e impuestos, sin embargo, al aplicar un modelo de efectos aleatorios en el sector industrial español en el periodo 2010-2017, arroja que, la única variable significativa y que promueve la inversión en eficiencia energética es la de subsidios (García-Quevedo & Jové-Llopis, 2021).

En la investigación de Geng & Evans (2022), luego de realizar un análisis bibliométrico con publicaciones desde 1976 al 2022 de las empresas manufactureras, concluyen que, los esfuerzos realizados se centran en reducir el consumo de energía, mientras que el “desperdicio de energía” como tal, no ha sido reconocido en la literatura. Se deben explorar otros puntos para mejorar el proceso de producción como: refinar el sistema, cambios en el equipo y el rediseño de la matriz productiva, además, el desarrollo de las TICS es inherente a las mejoras anteriormente planteadas. Otra herramienta para mejorar en procesos y sistemas de fabricación según Mawson & Hughes (2019) es el modelado computacional, este método es eficaz en el análisis energético de las industrias, pues permite calcular y estimar el consumo de energía en las diferentes operaciones, de esta manera, se identificarán y reducirán las actividades cuello de botella con puntos críticos de energía.

Las empresas generadoras de energía eléctrica deben trabajar en conjunto a los acuerdos de la agenda 2030 (Adenle, 2020). Según Martínez et al. (2023), mediante el análisis comparativo con variables de desarrollo sostenible de la Corporación Eléctrica del Ecuador (CELEC EP), la empresa solamente enfatiza sus intereses económicos y energéticos, por ende, es necesario focalizarse en los ODS 7, 9 y 13; energía asequible y sostenible, infraestructuras adecuadas y contrarrestar el cambio climático. En la misma línea, Icaza-Alvarez et al. (2023), realizan un análisis del mercado eléctrico del Ecuador, donde el sistema de producción hidroeléctrico refleja el mayor aporte con el 96% del total de energía renovable, con esto concluyen que, depender mayormente de una sola fuente no resulta recomendable y genera preocupación, por ello es obligatorio tener otras alternativas como la eólica y solar en el largo plazo.

Por otro lado, en el estudio de Aldás Salazar et al. (2023), a través de series temporales y modelos ARIMA, identificaron que el sector manufacturero ecuatoriano presenta un gran protagonismo en el crecimiento económico, sin embargo, sus procesos industriales generan impactos que afectan el medioambiente, por eso es importante sostenerse de las normas y estrategias basadas en circularidad como la ISO TC323 que tiene principios de sostenibilidad. Los procesos de producción deben estar bien definidos, para que no se haga mal uso de las máquinas o se produzcan desperdicios en la utilización de recursos y tiempo, además, las empresas deben controlar sus

actividades, realizar mantenimiento de la maquinaria y capacitar a los trabajadores, para mejorar el trabajo y aumentar la productividad (Mayorga Abril et al., 2015).

Por último, Argothy et al. (2023) identifican la relación existente entre: el crecimiento económico, emisiones de CO₂, consumo de energía eléctrica y demografía en un país como el Ecuador que se encuentra en vías de desarrollo. Para esto, el estudio utilizó ecuaciones estructurales y un modelo VAR (Vectores Autorregresivos) con datos obtenidos del Banco Mundial para un periodo de 1960-2016. Los resultados que se obtuvieron en esta investigación fueron que el aumento en el consumo de energía y población, afectan positivamente en el crecimiento económico, por el contrario, el incremento de las emisiones de CO₂ impactan negativamente en el crecimiento económico, esto puede ser por los costos relacionados a la contaminación.

Tabla No. 1

Principales resultados y metodologías de los Antecedentes

Autores	Metodología	Resultados
Trinh & Chung (2023)	Revisión sistemática de la literatura	Las alternativas para superar las limitaciones en la generación de energía renovable y la eficiencia energética son: subsidios, tecnologías de conversión, sistemas de almacenamiento y microproyectos eléctricos.
Bagdadee & Zhang (2020)	Algoritmo NSGA-II (Non-dominated Sorting Genetic Algorithm II)	Solución a la crisis energética con un sistema híbrido en el largo plazo.
Binderbauer et al. (2023)	Pruebas estadísticas y correlación de Pearson	Las “energías de escala” como soporte de la relación entre la capacidad de producción y el

		consumo de energía industrial.
Escalante-Ferrer et al. (2020)	Pruebas estadísticas y correlación de Spearman	Existe una correlación estadísticamente débil entre los acuerdos de las empresas y universidades para generar prácticas de sustentabilidad.
Bjørnbet et al. (2021)	Revisión sistemática de la literatura	Desde el 2015 existen avances con investigación empírica sobre la circularidad en las industrias.
Morseletto (2023)	Análisis histórico	La economía circular es una solución en la era de escasez y era de oportunidades; por otro lado, el camino lineal viene por conveniencia y para generar riqueza.
García-Quevedo & Jové-Llopis, (2021)	Modelos de efectos aleatorios	Los subsidios promueven la inversión en eficiencia energética dentro del sector industrial.
Aldás Salazar et al. (2023)	Series temporales y modelos ARIMA (Autorregresivo Integrado de Media Móvil)	El sector manufacturero ecuatoriano presenta un gran protagonismo en el crecimiento económico, sin embargo, sus procesos industriales generan impactos que afectan el medioambiente

Argohty et al. (2023)	Ecuaciones estructurales y un modelo VAR (Vectores Autorregresivos)	El aumento en el consumo de energía y población impulsan el crecimiento económico, por el contrario, las emisiones de CO ₂ impactan negativamente en el crecimiento económico.
-----------------------	---	---

Nota: El cuadro comparativo presenta las principales consideraciones de los autores.
Fuente: Elaboración propia.

2.1.2 Fundamentos teóricos

Economía del bienestar

Se considera al economista Arthur Pigou como el fundador de la economía del bienestar, en su obra *The Economics of Welfare* publicada en 1920 introdujo formalmente el concepto bajo tres condiciones: una producción tan alta como sea posible, distribución justa de recursos y rectificación de producciones que generan perjuicios (González Paz, 2000). La economía del bienestar hace referencia al uso eficiente de los recursos y especialmente de aquellos que son escasos (Mendieta López, 2007), además, en esta teoría el estado puede intervenir para corregir las fallas de mercado con impuestos o subsidios, y de esa manera maximizar el desarrollo económico y social, bajo el principio de que “el que contamina paga” para aquellos que perjudican al medio ambiente, con eso asumen los costos asociados a sus actividades o toman medidas para prevenir y controlar los daños ambientales (Pigou, 1932).

El afán de esta teoría es descubrir aquellos principios que permita lograr la máxima satisfacción sin causar problemas a los demás, de hecho, el término de economía mismo tiene una dimensión que busca el bienestar, pues genera concientización desde el significado como una ciencia social que busca administrar los recursos escasos en una sociedad con necesidades ilimitadas (Brue & Grant, 2008). De igual forma, el estado asegurador busca crear políticas económicas para generar efectos en el bienestar

de la comunidad, bajo la satisfacción común dentro de un mismo sistema económico (Gutiérrez Pantoja, 2012).

Desde la economía del bienestar moderna, Amartya Sen ha desarrollado un enfoque más amplio y humano, enfocándose más en las personas y no en los indicadores macroeconómicos, en este sentido, el bienestar no es solo sinónimo de ingreso o riqueza, sino va más allá, con términos como: salud, educación, seguridad, libertad y capacidades donde las personas puedan tener una vida digna y con mayores oportunidades (Herrera Márquez, 2020; Morales Nieto, 2022). El centro de esta teoría debe ser el ser humano, sin embargo, existe desigualdad y falta de acceso a recursos básicos, lo que resulta en problemas para lograr el bienestar y un desarrollo equitativo y sostenible (Plata Pérez, 1999).

Energía

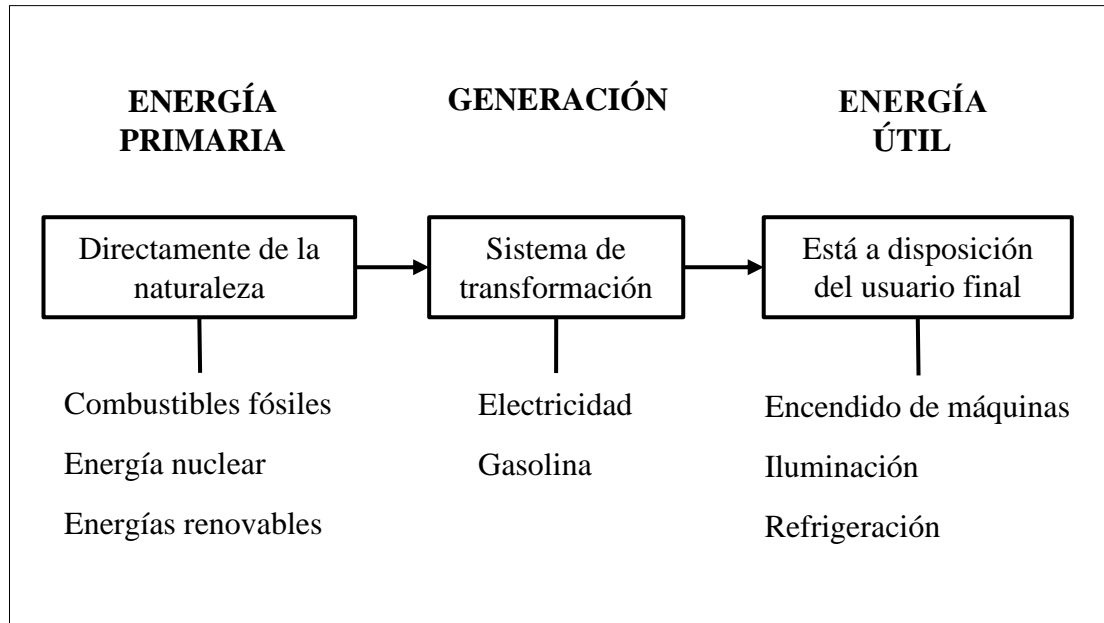
La energía no se puede crear ni destruir, simplemente puede cambiar de forma o ser transferida desde algún punto a otro (Bragado, 2003). Las personas, lugares o cosas contienen energía, sin embargo, se puede apreciar en el momento en el que se transforma o transfiere en el espacio para las actividades diarias (Hewitt, 2007). De igual forma, la energía tiene la posibilidad de convertirse en trabajo, esto significa que es capaz de ejercer una fuerza sobre otro objeto, de ese modo se pueden mover los cuerpos, y en relación a las industrias esto ayuda en la producción y operación (Tippens, 2011).

Generación de energía eléctrica

La generación de energía y especialmente la eléctrica, viene de la transformación de otro tipo de energía (lumínica, solar, térmica, química, entre otras) en las instalaciones o centrales eléctricas, para que luego sean suministradas a todos los consumidores mediante una red eléctrica (Escobar et al., 2022). En la actualidad, la generación de energía debe aprovechar el avance tecnológico con vista en fuentes verdes y sostenibles, y mediante eso satisfacer la demanda sin provocar impactos en el medio ambiente (Ellabban et al., 2014). Además, este proceso de transformación o generación es el cordón que une la energía primaria con la de consumo final.

Figura No. 1

Generación y utilización de la energía eléctrica



Nota. Proceso de la generación de energía eléctrica. Fuente: Elaboración propia con información de Schallenberg Rodríguez et al. (2008).

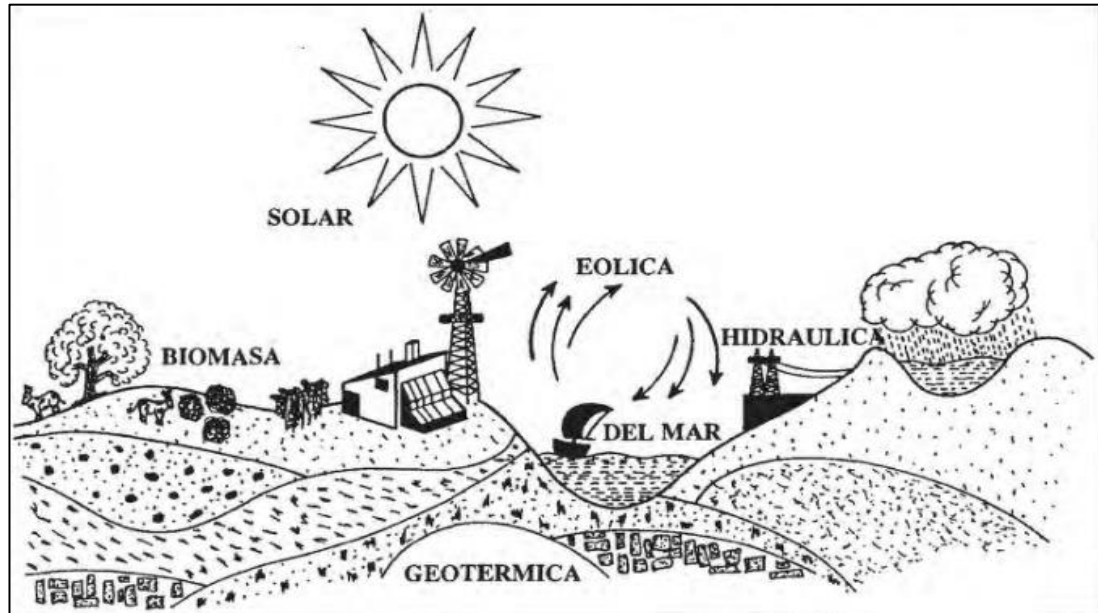
Concepto de energía renovable

Para Sutton Antonio & Cognuck González (2022), esta noción parte de la utilización de aquellos recursos naturales inagotables para generar electricidad, por ejemplo: el sol, viento, agua y biomasa, además, este tipo de energía contribuye en gran manera al cuidado del medio ambiente. El objetivo es llegar a la sustentabilidad y en ese enfoque contrarrestar la esquilmación actual de la utilización de los recursos, asimismo, se denomina renovable porque puede regenerarse y estar disponible en una cantidad similar de forma natural (Cabello Quiñones, 2006). Para complementar, la energía limpia es una forma de continuar el desarrollo económico y la productividad sin mayores contaminantes o residuos adicionales, por eso, en los últimos años ha sido una medida de gran interés en las naciones y economías que buscan dejar a un lado la dependencia de combustibles fósiles (Jaiswal et al., 2022; Nyasapoh et al., 2022).

Fuentes de energía renovables

Figura No. 2

Fuentes de energía renovables



Nota. Principales fuentes de energía renovable que se presentan en la naturaleza.
Fuente: Jarabo Friedrich et al. (1998).

Energía solar: Es la energía que proviene de la radiación solar, esta atraviesa la atmósfera sin presentar cambios sensibles, proporciona a todos los seres vivos luz y calor. Mediante los sistemas o paneles solares fotovoltaicos se puede utilizar los rayos del sol para generar energía eléctrica para su uso o almacenamiento en baterías, por otro lado, a través de sistemas térmicos permite utilizar esta fuente para calentar el agua (Obaideen et al., 2021). Esta fuente necesita de sistemas de captación de la energía solar como:

Sistemas pasivos: Aquellos que no necesitan de algún dispositivo para retener la energía solar.

-*Acríslamiento:* a través del efecto invernadero retiene el calor.

-*Masa térmica:* almacena la energía por elementos estructurales de la casa o de algún material acumulador (piedra, agua).

Sistemas activos: Utilizan colectores para captar las radiaciones solares, bajo la conversión térmica (calor) y la eléctrica (fotones).

-*Subsistema colector:* capta la energía mediante placas solares, paneles o captadores.

-*Subsistema de almacenamiento:* acumulación o depósito de agua caliente que viene de los paneles (Jarabo Friedrich et al., 1998).

Energía eólica: También conocida como energía contenida en el viento, proviene de la fuerza del viento para la producción de electricidad, y es resultante de las variaciones de presión en la atmosfera que generalmente son por diferencias de la temperatura. Se utilizan aerogeneradores o molinos de viento, los cuales capturan la energía cinética del aire y la convierten en energía mecánica, finalmente mediante el rotor y generadores esa energía se convierte en electricidad para los hogares y empresas (L. S. Paraschiv & Paraschiv, 2023).

Figura No. 3

Variables que definen el viento



Nota. Principales variables a considerar en los proyectos eólicos. Fuente: Elaboración propia con información de Jarabo Friedrich et al. (1998).

Las variables que definen la cantidad de viento en un punto determinado son esenciales, pues si se desea aprovechar la energía del viento en algún proyecto es importante conocer donde se van a ubicar las plantas.

Energía de la biomasa: La energía solar que atraviesa la atmosfera es absorbida por las plantas de la tierra en el proceso de la fotosíntesis, esta se almacena en forma de energía química y luego se extiende a todos los seres vivos. Queda inevitablemente contenida como residuos orgánicos y esto puede ser transformado en energía térmica, eléctrica o simplemente como biocombustibles de origen vegetal. Este tipo de captación conlleva asimismo a un almacenamiento de energía involuntario y que no sea artificial (Jaiswal et al., 2022). Asimismo, tiene diferentes fuentes de biomasa y aquellos con fines energéticos son:

Biomasa vegetal: como consecuencia directa de la fotosíntesis.

Biomasa animal: cadena biológica donde los seres vivos se alimenta de la biomasa vegetal.

Biomasa residual: restos no utilizados conocidos como residuos orgánicos.

-*Primario:* agrícolas, forestales y ganaderos.

-*Secundario:* industriales.

-*Consumo:* residuos sólidos urbanos y aguas residuales.

Biomasa fósil: producto de periodos geológicos y combinación de mecanismos bioquímicos o físico-químicas (Jarabo Friedrich et al., 1998).

Para la transformación de la bioenergía existen dos procesos, los cuales son:

Procesos termoquímicos: se somete la biomasa a altas temperaturas.

Procesos bioquímicos: a través de diversos tipos de microorganismos, que producen la descomposición de las moléculas complejas (Jarabo Friedrich et al., 1998).

Energía geotérmica: Está contenido en el interior de la tierra y de igual forma tiene su origen por el sol. Algunos la consideran como energía no renovable, sin embargo, la fricción de las rocas, el vapor o agua líquida al interior de la corteza terrestre, hace que el flujo energético continuo sea inagotable, y esto según la profundidad y temperatura a la que se encuentre establece su disponibilidad. El calor se transmite por los materiales que conforman el subsuelo, y se libera en la superficie, sin embargo, por la baja conductividad térmica este tipo de energía no ha sido aprovechado y continúa almacenada (Jaiswal et al., 2022).

Existen manifestaciones superficiales de la energía geotérmica, siendo las principales:

Volcanismo: territorio con alto gradiente geotérmico.

Alteraciones hidrotermales: se produce por el cambio químico y mineralógico de líquidos y gases de las rocas.

Emanaciones gaseosas: sustancias volátiles ocasionadas por el calentamiento de las rocas.

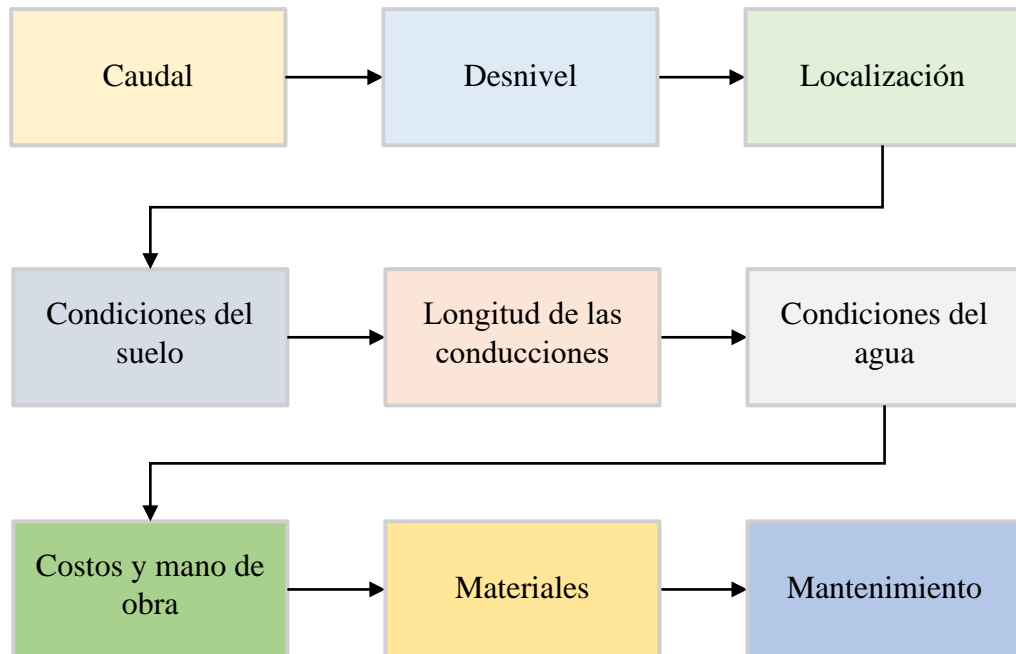
Termales y minerales: características de las regiones volcánicas nuevas.

Anomalías térmicas: a través de focos caloríficos que se producen en profundidad (Jarabo Friedrich et al., 1998).

Energía hidráulica: También conocida como energía del agua, es considerada como una forma de energía solar, pues el sol comienza este ciclo denominado hidrológico, con la evaporación del agua de los océanos o lagos, lo evapora y transporta hasta que luego cae como lluvia o nieve sobre la tierra y posterior a eso vuelve a regresar hacia los océanos o lagos sobre la tierra firme. Esta forma de generar energía aprovecha el movimiento del agua, depende del caudal y altura desde la que cae, por último, se obtiene a partir de energía potencial y cinética que al pasar por turbinas hidráulicas y transmitir la energía hacia un alternador se genera la electricidad (Ellabban et al., 2014).

Figura No. 4

Consideraciones en un sistema de aprovechamiento hidráulico



Nota. Principales consideraciones en la construcción de proyectos hidroeléctricos. Fuente: Elaboración propia con información de Jarabo Friedrich et al. (1998).

Energía del mar: La acción de las fuerzas gravitacionales de la luna, sol y viento sobre los océanos, genera tres formas de este tipo de energía que son a través de: mareas, olas y gradientes térmicos. El mar actúa como gran captador y acumulador de energía, aprovecha las interacciones entre la atmósfera y el mar como los vientos costeros. Las turbinas trabajan con el movimiento de las masas de agua y con ayuda de un alternador se genera electricidad, este proceso termina con el transporte hasta una central ubicada en tierra firme (Ellabban et al., 2014), y se presentan como:

- a) **Energía mareomotriz:** Se produce por el movimiento constante de ascenso y descenso de las aguas del mar, ocasionadas por las acciones astronómicas del sol y la luna.
- b) **Energía maremotérmica:** Parte de la energía solar que llega sobre la tierra y se almacena en la superficie del océano en forma de calor, donde aprovecha la diferencia de temperatura entre las aguas oceánicas profundas y aquellas en la superficie.

c) **Energía de las olas:** Esto se realiza con ayuda de convertidores que permiten capturar y convertir el movimiento de las olas en electricidad (Jarabo Friedrich et al., 1998).

Concepto de energía no renovable

Es aquella que cuenta con el principal recurso de forma limitada, o que simplemente no se puede reponer en la misma velocidad a la que se consume, asimismo, la generación de energía a partir de fuentes no renovables tiene un impacto negativo con el medio ambiente, y no se puede ignorar que se agotará con el tiempo por su constante utilización (Creus Solé, 2014). El petróleo, carbón y gas natural encierran este concepto y son el resultado de millones de años de descomposición animal y vegetal, por otro lado, la energía nuclear también sirve en la generación y es considerada no renovable porque su principal recurso (uranio) es un elemento limitado en la tierra (Calixto Flores et al., 2012).

Fuentes de energía no renovables

Vega de Kuyper & Ramírez Morales Santiago (2014), dividen las fuentes de energías no renovables en dos:

Combustibles Fósiles: Es el proceso de obtención de energía a partir de la quema de combustibles, estos se han formado a partir de restos de seres vivos (plantas y animales) a lo largo de millones de años. Es muy utilizada por su gran densidad energética y disponibilidad, sin embargo, liberan grandes emisiones contaminantes (CO₂ y GEI) que tienen impactos ambientales significativos.

-Petróleo: implica quemar este combustible fósil en las calderas de energía térmica, para generar vapor que mueve las turbinas.

-Gas natural: es considerada como una opción más limpia, mediante las plantas de ciclo combinado se quema el gas natural y eso genera vapor que alimenta la turbina.

-Carbón: se quema este recurso a altas temperaturas en las calderas y se genera electricidad por el vapor que mueve las turbinas.

Energía nuclear: Es el proceso de obtención de energía a partir de la fisión nuclear de átomos, en este desarrollo, los átomos se fragmentan en partes más pequeñas y con eso liberan gran cantidad de energía en forma de radiación y calor. Tiene la ventaja de ser una fuente densa y muy eficiente, en este sentido, se puede generar gran cantidad de electricidad con pequeñas cantidades de combustible nuclear, sin embargo, también genera preocupación por los residuos radiactivos y accidentes nucleares que este tratamiento puede tener.

-*Uranio:* es el principal combustible en la obtención de energía nuclear, se bombardea un núcleo de uranio con neutrones, esto causa la fisión en núcleos más ligeros que libera notables cantidades de calor.

Formas de energía

Aunque existen diferentes formas o tipos de energía dependiendo del campo de estudio o autores, según Jarabo Friedrich & Elortegui Escartín (2000), manejan las siguientes denominaciones:

Energía mecánica: es la consecuencia del movimiento de un cuerpo (cinética) o asociada a que sobre ese cuerpo se presenta una fuerza condicionada a la posición (potencial). Sigue el principio de conservación, es decir, en un objeto que está en caída libre, la energía permanece constante siempre y cuando la fuerza que actúa sobre la masa sea conservadora.

Energía eléctrica: también conocida como electricidad, es el resultado de la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos determinados. En la sociedad se obtiene por las empresas proveedoras del servicio mediante la red eléctrica.

Energía electromagnética: se presentan por medio de ondas electromagnéticas, y se propagan por campos eléctricos y magnéticos a través del campo electromagnético o espacio.

Energía química: este tipo de energía se obtiene por las reacciones entre las moléculas de uno o más compuestos, la reacción o transformación comúnmente se liberan en forma de calor.

Energía nuclear: se da por las reacciones que se efectúan entre los núcleos atómicos, los procesos nucleares liberan este tipo de energía y se realizan de forma artificial o espontánea.

Energía térmica: el movimiento interno y aleatorio de las partículas dentro de un cuerpo genera este tipo de energía, esta puede aumentar o disminuir dependiendo de la transferencia de energía.

Consumo de energía

El consumo de energía es la cantidad de energía final o total que se necesita en las actividades o procesos de la vida cotidiana, y generalmente se mide en kilovatios hora (kWh). Los hogares e industrias son esencialmente dependientes de este recurso, aunque este último es el que más energía consume en la fabricación de bienes, y eso genera preocupación porque sus acciones emiten grandes cantidades de contaminantes al medio ambiente (Gómez et al., 2018). El crecimiento de la demanda de energía está relacionado y mantiene un ritmo a la par con el aumento de la población y la expansión de las actividades económicas (Chen et al., 2023; Espaliat Canu, 2017), por eso el aprovechamiento del recurso energético debe ser visto tanto desde el bienestar económico como de la seguridad social (Lechón Pérez et al., 2019).

Según Cerantola & Ortiz Pinilla (2018), el consumo de energía en la industria genera grandes emisiones de GEI, debido a la manera en cómo se genera la electricidad hasta que termine en su uso final, ante esto, es necesario trabajar en el ahorro y eficiencia energética con mayor apoyo a la utilización de energías renovables. También, es importante tomar en cuenta el efecto rebote que puede ocasionar la reducción del consumo, pues muchas veces la eficiencia energética ocasiona que aumenten nuevos sistemas que igual requieren energía (Kana et al., 2020).

Energía eléctrica comprada a red pública

Las redes de transporte de energía son importantes en los países, los principales demandantes distan de las centrales o sistemas de generación, y para que la electricidad llegue al rincón más alejado depende de capacidades técnicas, infraestructura y grandes inversiones económicas, además en estas construcciones hay que considerar

aspectos ambientales y sociales (Carrizo et al., 2014). Las empresas o entidades públicas mediante la red de distribución abastecen a los consumidores de electricidad que es generada por diferentes fuentes, asimismo, es importante destacar la accesibilidad y conveniencia que los hogares, industrias o cualquier negocio tienen porque la energía eléctrica les llega hasta donde se encuentran (Ibrahim, 2019; Rasaq, 2019).

La energía eléctrica no se puede almacenar en grandes cantidades, de ahí nace la función de la red pública para mantener el equilibrio constante entre la producción y la demanda, como operador del sistema la red debe supervisar todo el camino para no dejar de prever y transportar energía (Díaz Andrade & Hernández, 2011). La infraestructura debe abastecer la generación y transporte del recurso, sin embargo, existen problemas de abastecimiento porque no se realizan los mantenimientos en los tiempos que corresponden (Ramos-Gutiérrez & Montenegro Fragoso, 2012).

Valor Agregado Bruto

Dentro del sistema de cuentas nacionales se encuentra el concepto de Valor Agregado Bruto (VAB), que es el valor total de la producción de una región, país o sector en un periodo determinado, a esto se le descuenta el valor apropiado del gobierno que se presenta como impuestos y el consumo intermedio utilizado en los procesos productivos (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2008). El VAB también se entiende como el saldo contable que se tiene a partir de las cuentas de producción de los agentes económicos industriales e institucionales (Subsecretaría de Hábitat y Asentamientos Humanos - SHAH, 2015).

Este término es una expresión de crecimiento económico y una forma equivalente al PIB del territorio, debido a que considera el resultado final de la actividad de producción de las empresas residentes (Banco Central del Ecuador, 2022; Salinas Campuzano et al., 2021). Es un indicador macroeconómico que ayuda a entender la contribución de los sectores e industrias, y representa el valor económico que se agregan en los bienes y servicios luego de pasar por toda la matriz productiva, por otro lado, es importante analizar su impacto para realizar políticas económicas que beneficien este sector tan importante de la economía (Nievecela Lema et al., 2021),

además, enfocarse en el crecimiento y desarrollo de las empresas tienen varios efectos positivos como: mayor VAB, generación de empleo y surgimiento de nuevos productos (Pereira et al., 2018).

Para Oviedo Arango et al. (2020) y Barahona (2008), las actividades económicas son aquellas que crean valor agregado a través de la producción de bienes y servicios, donde en el proceso actúan la tierra, el capital, el trabajo y algún otro insumo intermedio. El fin es satisfacer las necesidades humanas, y en economía se pueden dividir por sectores: el sector primario que se focaliza en la extracción de recursos naturales que comúnmente se conoce como materias primas, luego está el sector secundario o industrial que se encargan de la transformación de las materias primas en productos finales o manufacturados que tienen valor agregado, y por último, el sector terciario que son aquellas actividades que se relacionan con la prestación de servicios, además, los tres sectores están conectados y son fundamentales dentro de la generación de empleo y la cadena productiva de los países (González González & Pérez Zabaleta, 2009).

Industria manufacturera

La definición de manufactura viene de la concepción del hombre que da valor agregado y realiza las cosas con las manos (Zúñiga Sáenz, 2005). En este sentido, la industria manufacturera pertenece al sector secundario de la economía y comprende la alteración, renovación o reconstrucción de materias primas, sustancias u otros bienes semiprocesados para satisfacer la demanda y necesidad de la sociedad, estos componentes son productos de la silvicultura, agricultura, pesca, explotación minera o productos de otras actividades pertenecientes al sector manufacturero. El sector utiliza la mano de obra, maquinaria y tecnología para cumplir con los procesos de transformación, y los productos finales pueden terminar en la utilización o consumo, o simplemente como un insumo intermedio que servirá en fabricaciones de nuevos bienes (Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL, 2017).

La manufactura no debe quedar simplemente en fabricar los mismos productos físicos, pues los consumidores cada vez exigen más y los negocios necesitan cambios para permanecer en el mercado. Los clientes en la actualidad quieren exclusividad y por

eso realizan un pago adicional, en este sentido, varios productores gracias al avance tecnológico se adaptan y genera producción a pequeña escala con modelos innovadores de manufactura (Hagel et al., 2015).

Agenda 2030

Es un plan de acción que trabaja en función de las personas, planeta y prosperidad de los sectores productivos bajo el desarrollo sostenible, plantea 17 objetivos y 169 metas con una visión económica, social y ambiental. Esta agenda es un compromiso mundial a largo plazo en diferentes áreas como: erradicar la pobreza, igualdad de género, brindar educación de calidad, reducir el cambio climático y sobre todo la protección del ecosistema (Naciones Unidas, 2018). La meta se debe alcanzar hasta el 2030, sin embargo, hasta la fecha los avances son pocos y los desafíos cada vez son mayores porque los países se enfocan principalmente en aspectos de crecimiento económico, y no trabajan en estrategias para cumplir la mayoría de los ODS (Bennich et al., 2023; Pradhan et al., 2023).

Tabla No. 2

ODS para los sistemas de Generación de Energía y las Industrias

Objetivos	Propósito
Objetivo 7: Energía asequible y no contaminante	Garantizar el acceso a una energía para todos, con adaptaciones tecnológicas y que se enfoquen en fuentes renovables.
Objetivo 8: Crecimiento económico sostenible, inclusivo y decente para todos	Promover el crecimiento económico desde la sostenibilidad, garantizar un trabajo decente y respetar los derechos laborales.
Objetivo 9: Industria, innovación e infraestructura	Construir infraestructuras resilientes y sostenibles, con adopción de las nuevas tecnologías para los procesos de producción.

Objetivo 12: Consumo y producción sostenibles	Adoptar prácticas de producción responsables, minimizar los contaminantes y generar patrones sostenibles, que promuevan la economía circular.
Objetivo 13: Combatir el cambio climático	Reducir las emisiones de GEI que emiten las industrias, optar por tecnologías limpias y bajas en carbono.
Objetivo 14: Conservar y utilizar sosteniblemente los mares y océanos	Minimizar el impacto en los océanos, por los sistemas de generación implementados en ese lugar y por los desechos que llegan desde las industrias.
Objetivo 15: Uso sostenible de los ecosistemas terrestres	Preservar los ecosistemas terrestres, reducir el impacto a los ecosistemas por la construcción de las grandes infraestructuras.

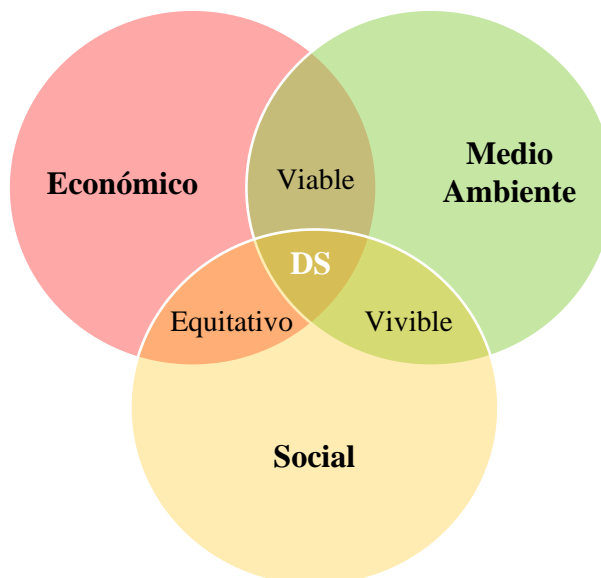
Nota. ODS que se relacionan con el mercado energético y la industria manufacturera.
Fuente: Elaboración propia con información de Martínez et al. (2023), Naciones Unidas (2018) y Torresano Melo (2020).

Desarrollo sostenible

Es un concepto que se extrae desde el paradigma económico, social y ambiental, donde los problemas socioambientales desde la revolución industrial hacen que aparezca este término, en este sentido, es una medida que propone dar la misma o mayor importancia a los sistemas sociales y ambientales con referencia a los económicos, partiendo de una nueva idea para la producción y consumo de los bienes y servicios (Suazo Páez, 2018). Debe existir un equilibrio entre la protección del medio ambiente, desarrollo económico y bienestar social, con la guía de satisfacer actualmente las necesidades de la sociedad sin comprometer las necesidades que tendrán las futuras generaciones (Davydova, 2022; Tseng et al., 2022).

Figura No. 5

Principios de Hannover para la sostenibilidad



Nota. Consideraciones principales de Hannover para el desarrollo sostenible. Fuente: Elaboración propia con información de Lobato Gago (2017).

Economía circular

Es un concepto que encierra a todas aquellas empresas, proyectos e iniciativas hacia una economía sostenible, con el objetivo de que el valor en los recursos y bienes elaborados permanezcan en el círculo económico por el mayor tiempo posible, y de esa manera se aleje de la actual economía lineal que solo busca usar y desechar (F. Mendoza et al., 2022; Graziani, 2018). Este debe ser un camino especialmente para los países en vías de desarrollo, pues los extractivistas generan cada vez más problemas, con esto, el modelo actual de los países no permitirá mantener la ventaja competitiva de las empresas en el largo plazo, por ende, la economía circular debe optar por usar los desechos como recurso, regeneración, y en pocas palabras pensar más allá de la corta vida de los productos (Martínez Cerna et al., 2019).

La economía circular y la economía verde mantienen una estrecha relación, pues esta última busca mejorar el bienestar humano y social, al mismo tiempo que reduce significativamente los peligros y riesgos ambientales, además, es aplicable en los

sectores públicos, privados y la ciudadanía en general para mejorar la gestión de recursos, eficiencia y competitividad (Diputación de Barcelona & Fundación Fórum Ambiental, 2018). La degradación del entorno y el impacto ambiental generado por el ser humano son consecuencias del modelo económico lineal y el crecimiento de la demanda, como complemento, las tres primeras revoluciones industriales tienen un enfoque lineal orientado a extraer, fabricar, usar y tirar, ante esto, la cuarta revolución industrial no solo significa desarrollo tecnológico, sino generar mayor eficiencia en los procesos productivos, reduciendo así el consumo de recursos naturales, las emisiones contaminantes y la huella ambiental (Gasteiz, 2019), por lo que, las empresas deben concientizar sobre mejorar el desarrollo de sus actividades y crear bienes que vayan alineados a la circularidad; en el marco de la industria 4.0 (Kusumowardani & Tjahjono, 2020; Piscitelli et al., 2020; Upadhyay et al., 2023).

2.2. Hipótesis y/o preguntas de investigación

Hipótesis 1: La producción incide significativamente en la generación de energía eléctrica dentro del sector manufacturero del Ecuador en el año 2020.

Hipótesis 2: La producción del sector manufacturero incide significativamente en el consumo de energía eléctrica del Ecuador en el año 2020.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Recolección de la información

En esta parte, se describen las unidades de estudio, procedencia de la información, técnicas, instrumentos, procesos y metodologías para desarrollar el proyecto de investigación. Resultó conveniente utilizar la técnica de análisis documental y el instrumento conocido como ficha de registros de datos secundarios, de esa manera se obtuvo la información necesaria a fin de cumplir con los procesos en los tres niveles investigativos, los cuales son: descriptivo, correlacional y explicativo. Sin perder la esencia de la investigación que consiste en analizar el comportamiento que tienen la generación - consumo de energía y la producción en las industrias manufactureras del Ecuador.

Población

La población entendida como el conjunto de unidades de estudio, permite desarrollar la investigación y es el principal beneficiario de los resultados obtenidos (Supo, 2015), dicho de otra manera, es un grupo de elementos con características comunes que pueden ser delimitados como finitos o infinitos dependiendo del problema y los objetivos de la investigación (Arias, 2012), además, el conjunto completo de individuos debe ser de interés para el investigador por las características e información que puede aportar en el estudio (Vara-Horna, 2012). En este sentido, la población considerada para el proyecto de investigación son todas las industrias pertenecientes al sector manufacturero ecuatoriano, estas conforman un total de 703 empresas y son las que presentan información esencial en este estudio. Asimismo, es importante señalar que, los datos pertenecen al Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), específicamente al módulo de gestión ambiental de la ENESEM (Encuesta Estructural Empresarial) del año 2020.

Muestra

En la investigación no resultó necesario el uso y cálculo de la muestra porque se trabajó con el total de empresas manufactureras, es decir, se cuenta con la población bien

definida para desarrollar el estudio. Sin embargo, es importante conocer que la muestra es una parte de la población, a la vez, la información de este subconjunto de datos debe ser representativa y acorde a lo que se investiga, solo de esa manera se podrá realizar conclusiones generales sin tener que medir a toda la población (Bernal, 2010).

Fuentes secundarias

Son aquellas que ya fueron recolectadas por otros investigadores y se encuentran en documentos, archivos físicos o electrónicos, páginas web, instituciones privadas, registros públicos, etcétera (Hernández Sampieri et al., 2010). También, hacen referencia a la información que fue producto de fuentes primarias, donde primero pasaron por la reorganización, interpretación y análisis respectivo (Osorio & Añez, 2016). En este sentido, para el desarrollo de este proyecto de investigación se utilizó datos de fuentes secundarias, estos pertenecen a la base de información que tiene el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), correspondiente al módulo ambiental de la Encuesta Estructural Empresarial (ENESEM) del año 2020. Es importante mencionar que esta fuente es de acceso libre, es decir, cualquiera puede ingresar a la página web y encontrar la información, además, existen valores para las variables a utilizar en el estudio como son: la generación de energía eléctrica por algunas empresas, el consumo desde la red pública y la producción medida por el Valor Agregado Bruto (VAB).

Técnicas

La técnica de investigación que se utilizó en el desarrollo de este proyecto fue el análisis documental. Esta es una técnica que proporciona información luego de que los datos hayan seguido el proceso correspondiente de recuperación, análisis e interpretación de datos secundarios (Arias, 2012). Asimismo, para Useche et al. (2019) el análisis documental trata sobre la exploración exhaustiva de documentos referentes a algún tema en específico, es decir, permite extraer información sobre las variables de estudio para profundizar la investigación. Mediante esta técnica se pudo buscar gran cantidad de información para el análisis teórico, y de igual manera hallar una base de datos bien definida para trabajar en la parte estadística.

Instrumentos

Los instrumentos deben proporcionar validez y confiabilidad (Hernández Sampieri et al., 2014; Useche et al., 2019). De igual forma, mediante ellos se puede recopilar información, para luego realizar el análisis de su contenido (De la Lama Zubirán et al., 2022). En este sentido, para la presente investigación se utilizó como instrumento la ficha de registro de datos secundarios, este registro cuenta con información para las variables a utilizar en el estudio, donde se presentan los resultados de una encuesta que realizó el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) a las empresas manufactureras a nivel nacional en el año 2020.

3.2 Tratamiento de la información

Con el fin de cumplir los tres objetivos planteados en esta investigación con relación a la generación - consumo de energía y la producción del sector manufacturero, se realizó un análisis a partir de tres diferentes niveles de investigación: descriptivo, correlacional y explicativo. De esta manera se determinó el comportamiento, relación y factores relevantes entre estas variables, además, para trabajar con las variables y datos correspondiente se utilizó el software IBM SPSS Statistics (2017).

Es importante resaltar que, primero se filtró la base de datos del módulo de gestión ambiental de la ENESEM 2020 con variables respecto a la generación y consumo de energía alternativa o complementaria, consumo desde la red pública y el Valor Agregado Bruto (VAB). A continuación se describe el tratamiento de la información para cada uno de los niveles:

Estudios descriptivos

Los estudios descriptivos son aquellos que buscan especificar características, propiedades y aspectos importantes de algún fenómeno de estudio (Hernández Sampieri et al., 2010), este es un procedimiento primordial dentro de la investigación puesto que identifica el comportamiento que tienen las variables; en complemento Bernal (2010) menciona que los estudios descriptivos describen a detalle las partes, clases o categorías del objeto de estudio.

En este sentido, se realizó un Análisis Exploratorio de Datos (AED) a través de estadística descriptiva con medidas de tendencia central (media, mediana y suma) y de dispersión (desviación estándar, varianza, mínimo y máximo), esto con el objetivo de describir el comportamiento que tienen las variables en este proyecto de investigación.

Media aritmética

Se considera como la medida de tendencia central más utilizada, representa el promedio de las observaciones y el cálculo se realiza al sumar todos los valores para luego dividirlos entre el total (Posada Hernández, 2016).

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad [1]$$

Donde:

\bar{X} : media aritmética

n : total de los datos

x_i : dato de la variable

$\sum_{i=1}^n x_i$: suma de todos los valores

Mediana

La mediana representa el valor que ocupa el lugar central del conjunto de datos al ordenarlos de forma ascendente, este resultado deja el 50% de observaciones por debajo y el otro 50% por encima (Posada Hernández, 2016), desde otras palabras, es el valor que divide la distribución en el medio o por la mitad (Hernández Sampieri et al., 2010).

Cuando el total de datos es impar:

$$Me = X_{\frac{n+1}{2}} \quad [2]$$

Cuando el total de datos es par:

$$Me = \frac{X_{\frac{n}{2}} + X_{\frac{n}{2}+1}}{2} \quad [3]$$

Suma

El software SPSS también proporciona dentro de las medidas de tendencia central la suma; esto es el resultado de totalizar o sumar todos los valores del conjunto de datos (Posada Hernández, 2016). Además, dentro de la estadística descriptiva es una medida fundamental para el cálculo de la media y la mediana.

Desviación estándar

El cálculo de la desviación estandar indica la dispersión que tienen los datos con respecto al promedio o media aritmética, y se define como la raíz cuadrada de la varianza (Posada Hernández, 2016).

$$s = \sqrt{s^2} \quad [4]$$

Donde:

s: desviación estándar

s^2 : varianza

Varianza

Es una medida de dispersión que refleja la diferencia de cada observación con respecto al promedio o media aritmética (Posada Hernández, 2016), en otras palabras, es la desviación estándar elevada al cuadrado, entre el número de datos menos uno (Bernal, 2010).

$$s^2 = \frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n - 1} \quad [5]$$

Donde:

\bar{x} : media aritmética

n : total de datos

x_i : cada observación de la variable X

Mínimo y Máximo

El mínimo es aquella observación más pequeña dentro del conjunto de datos, por el contrario, el máximo es el valor mayor y que sobresale del grupo (Posada Hernández, 2016). Este cálculo fue importante debido a que permitió comprender la variabilidad de los datos, además, de la identificación los puntos más bajos y los límites respecto a las variables en esta investigación.

Estudios correlacionales

El propósito de los estudios correlacionales es conocer la relación o grado de asociación que tienen dos o más variables (Hernández Sampieri et al., 2010). Es importante seguir el proceso sistemático en el desarrollo de un trabajo investigativo, por lo mismo Bernal (2010) menciona que, la parte correlacional no trata de encontrar causalidad sino específicamente busca cuantificar la vinculación entre variables.

En este sentido, primero se determinó la normalidad de los datos a través de Kolmogorov-Smirnov en el caso de muestras grandes y Shapiro-Wilk para muestras pequeñas, con esto se evidenció la no normalidad de los datos; por lo tanto, se determinó el grado de correlación mediante el Rho de Spearman. En este apartado se dio cumplimiento al segundo objetivo específico que es determinar la relación de la generación - consumo de energía eléctrica y la producción del sector manufacturero en el Ecuador.

Prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov

La prueba de Kolmogorov-Smirnov o también conocida como K-S, es un procedimiento de bondad de ajuste y es muy utilizada para determinar la normalidad de los datos (Flores Tapia & Flores Cevallos, 2021), además, se emplea en variables cuantitativas y cuando el tamaño de la muestra es superior a 50 observaciones (Romero-Saldaña, 2016).

$$D = \text{máx} |F_n(x) - F_o(x)| \quad [6]$$

Donde:

D : estadístico de prueba K-S

máx : valor máximo

$F_n(x)$: función de distribución empírica muestral

$F_o(x)$: función teórica que corresponde a la población normal

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk

El test estadístico de Shapiro-Wilk permite evaluar si una muestra de observaciones proviene de una distribución normal (Flores Tapia & Flores Cevallos, 2021), y se utiliza exclusivamente cuando el tamaño muestral es igual o inferior a 50 datos (Romero-Saldaña, 2016).

$$W = \frac{(\sum_{i=1}^n a_i x_{(i)})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad [7]$$

Donde:

W : estadístico de prueba Shapiro-Wilk

$\sum_{i=1}^n$: suma de los valores indicados

a_i : coeficientes específicos de la prueba

$x_{(i)}$: valores ordenados de la muestra

\bar{x} : media de la muestra

Se tomó como base la investigación de Flores Tapia & Flores Cevallos (2021) para establecer las hipótesis y criterios de decisión, de esa manera se determinó la normalidad de los datos con lo siguiente:

H_0 : Los datos siguen una distribución normal.

H_1 : Los datos no siguen una distribución normal.

Criterios de decisión:

Si el nivel de significancia o p -value es menor a 0.05 rechazo H_0

Si el nivel de significancia o p -value es mayor a 0.05 acepto H_0

Correlación Rho de Spearman

La correlación de Spearman o también llamada rho de Spearman se utiliza en el análisis de variables cuantitativas que siguen una libre distribución (Roy-García et al., 2019). En este mismo sentido, para Mondragón Barrera (2014) esta técnica permite medir el grado de asociación entre dos variables tiene una puntuación de -1.0 hasta +1.0, y su fórmula es la siguiente:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d_1^2}{n(n^2 - 1)} \quad [8]$$

Donde:

ρ : coeficiente de correlación Rho de Spearman

$\sum d_1^2$: suma de las diferencias entre los rangos de las dos variables al cuadrado

n : tamaño de la muestra

Tabla No. 3

Interpretación de los coeficientes Rho de Spearman

Rango	Grado de relación
-0.91 a -1.00	Correlación negativa perfecta
-0.76 a -0.90	Correlación negativa muy fuerte
-0.51 a -0.75	Correlación negativa considerable

-0.11 a -0.50	Correlación negativa media
-0.01 a -0.10	Correlación negativa débil
0.00	No existe correlación
+0.01 a +0.10	Correlación positiva débil
+0.11 a +0.50	Correlación positiva media
+0.51 a +0.75	Correlación positiva considerable
+0.76 a +0.90	Correlación positiva muy fuerte
+0.91 a +1.00	Correlación positiva perfecta

Nota. Grado de relación según el coeficiente de correlación de Spearman. Fuente: Elaboración propia con información de Montes Díaz et al. (2021).

Los valores que se acercan a +1.0 reflejan que existe una asociación fuerte entre las variables, es decir, a medida que aumenta un rango la otra variable también aumenta; por otro lado, aquellos valores cercanos a -1.0 indican que existe una asociación débil, es decir, cuando se aumente un rango en una variable la otra decrece (Montes Díaz et al., 2021). Para interpretar las correlaciones, según Roy-García et al. (2019) es necesario establecer hipótesis y criterios de decisión, como se establecen a continuación:

$H_0: r = 0$, no existe correlación

$H_1: r \neq 0$, existe correlación y la misma puede ser positiva o negativa

Criterios de decisión:

Si el nivel de significancia o *p-value* es menor a 0.05 rechazo H_0

Si el nivel de significancia o *p-value* es mayor a 0.05 acepto H_0

Estudios explicativos

Los estudios explicativos se centran en explicar por qué ocurre un suceso y en qué condiciones se expresa, además, permite comprender el fenómeno de estudio (Hernández Sampieri et al., 2010). En otras palabras, analizan las causas y los efectos que tiene la relación entre variables dentro de una investigación (Bernal, 2010).

En este sentido, para determinar la incidencia que tiene la producción en la generación - consumo de energía eléctrica del sector manufacturero ecuatoriano, se aplicó dos modelos de regresión lineal simple. El primer modelo con las variables de producción y generación de energía eléctrica alternativa o complementaria; y el segundo modelo con la producción y el consumo de energía desde la red pública. Sin embargo, antes de realizar la regresión fue importante considerar algunos supuestos como: linealidad, independencia de los errores, homocedasticidad y normalidad (Vilá Baños et al., 2019).

Regresión lineal simple

La regresión lineal simple es un modelo que describe la relación entre una variable dependiente y una variable independiente o predictora (Carrasquilla-Batista et al., 2016), también se la conoce como regresión uniecuacional (Gujarati & Porter, 2010), y su fórmula es la siguiente:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \varepsilon \quad [9]$$

Donde:

Y : variable dependiente (generación-consumo)

β_0 : intercepto

β_1 : pendiente de la recta

X_1 : variable independiente (producción)

ε : término o margen de error

Para un adecuado procesamiento de la información y corrección de los errores, se realizó la normalización a través de logaritmos naturales de las variables de estudio. Finalmente, se reemplazó la fórmula con los coeficientes y se interpretó el resumen del modelo.

3.3 Operacionalización de las variables

Tabla No. 4

Variable dependiente: Generación-consumo de energía eléctrica

Conceptualización	Categorías	Indicadores	Ítems	Técnica/ Instrumento
La generación de energía eléctrica es el proceso donde se transforma alguna forma de energía primaria (mecánica, química, solar, entre otras) en energía eléctrica luego de seguir varios pasos de transformación.	Energía eléctrica alternativa generada.	Cantidad en kWh/año de energía eléctrica solar.	¿Cuál es la cantidad en kWh/año de energía eléctrica solar?	Técnica: análisis documental.
		Cantidad en kWh/año de energía eléctrica eólica.	¿Cuál es la cantidad en kWh/año de energía eléctrica eólica?	Instrumento: ficha de registros de datos secundarios.
		Cantidad en kWh/año de energía eléctrica biomasa.	¿Cuál es la cantidad en kWh/año de energía eléctrica biomasa?	
		Cantidad en kWh/año de energía eléctrica hidráulica.	¿Cuál es la cantidad en kWh/año de energía eléctrica hidráulica?	

	Cantidad en kWh/año de energía eléctrica generador termoeléctrico.	en kWh/año de energía eléctrica generador termoeléctrico?	¿Cuál es la cantidad en kWh/año de energía eléctrica generador termoeléctrico?	
		Cantidad en kWh/año de energía eléctrica de otro tipo.	¿Cuál es la cantidad en kWh/año de energía eléctrica de otro tipo?	
El consumo de energía es la cantidad de energía eléctrica utilizada en un lugar, proceso o tiempo específico.	Energía eléctrica comprada a red pública.	Cantidad en kWh/año de energía eléctrica comprada a red pública.	¿Cuál es la cantidad en kWh/año de Energía Eléctrica comprada a red pública?	Técnica: análisis documental. Instrumento: ficha de registros de datos secundarios.

Nota. Operacionalización de las variables dependientes. Fuente: Elaboración propia.

Tabla No. 5

Variable independiente: Producción del sector manufacturero

Conceptualización	Categorías	Indicadores	Ítems	Técnica/ Instrumento
Es la actividad económica que implica la transformación de materias primas, para crear bienes y/o productos finales luego de una serie de procesos.	Valor Agregado Bruto (VAB).	Valor en dólares de VAB generado por las empresas.	¿Cuál es el valor en dólares de VAB generado por las empresas?	Técnica: análisis documental. Instrumento: ficha de registros de datos secundarios.

Nota. Operacionalización de la variable independiente. Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Resultados y discusión

En el siguiente apartado, se presentan los principales resultados para cada uno de los objetivos específicos planteados en este proyecto de investigación. La Encuesta Estructural Empresarial perteneciente al INEC presenta información de un total de 703 empresas entre medianas y grandes para el análisis respectivo, además de datos para cada variable a utilizar en este estudio como son la generación - consumo de energía eléctrica y la producción de las industrias manufactureras ecuatorianas. En este sentido, por la disponibilidad de información se logró dar respuesta a la investigación en los tres objetivos: descriptivo, correlacional y explicativo. Asimismo, estos resultados se presentan en gráficas, tablas y de forma textual, a la vez que, se reflejan por tamaño de empresa, actividad principal, provincia, cantidad en kWh/año y valor USD.

En primer lugar, se describe el comportamiento de la generación - consumo de energía eléctrica y la producción a través de estadística descriptiva, estas variables corresponden al sector industrial ecuatoriano del año 2020. Posterior a ello, se determinó la correlación que existe entre la generación - consumo de energía eléctrica y la producción del sector manufacturero mediante la correlación Rho de Spearman, sin embargo, primero se aplicaron pruebas de normalidad mediante Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk, debido a que existen tanto muestras grandes como pequeñas. Por último, se utilizó un modelo de regresión lineal simple para analizar e interpretar la incidencia que tienen las variables de estudio mencionadas anteriormente.

Es importante mencionar que, los resultados se obtuvieron a través del software IBM SPSS Statistics (2017). Del mismo modo, se complementa la información con base en opiniones, trabajos y resultados de estudios anteriores referentes a este tema de investigación, con el fin de mejorar, reforzar y crear un espacio de discusión para los análisis y resultados en el presente proyecto.

Cumplimiento del objetivo específico 1: Describir la generación - consumo de energía eléctrica y la producción del sector manufacturero en el Ecuador.

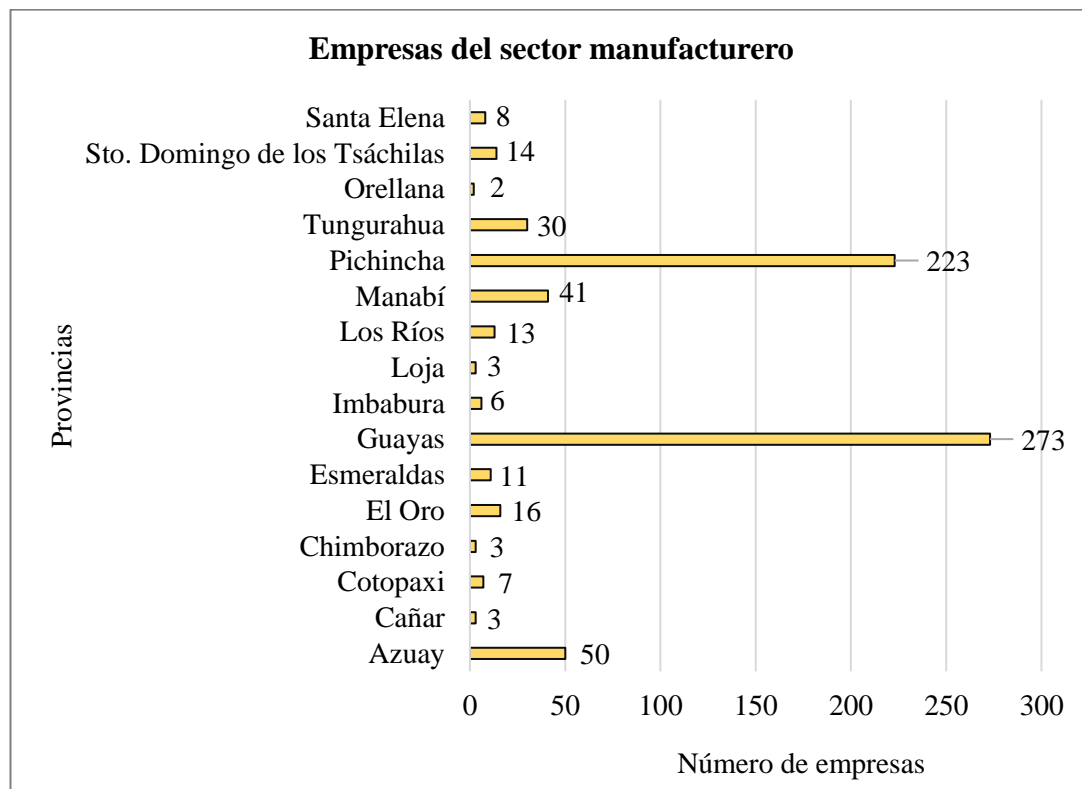
Con el fin de entender el comportamiento que tienen las variables de estudio, se realizó un Análisis Exploratorio de Datos (AED) a través de estadística descriptiva, con medidas de tendencia central y de dispersión. De esta manera, se desarrolló el primer objetivo que consiste en describir la generación de energía eléctrica por fuentes renovables que realizan algunas empresas manufactureras, así como el consumo de dichas fuentes y desde la red pública, por otro lado, se detalla la producción de este sector medido por el Valor Agregado Bruto (VAB) correspondiente al año 2020.

En este sentido, se presentan los diferentes tipos de energía que generan las empresas manufactureras, dentro de la Encuesta Estructural Empresarial (ENESEM) existen las siguientes: solar, eólica, biomasa, hidráulica, generador termoeléctrico y otros. La información de estas variables, tanto para la generación como para el consumo de electricidad se encuentran en kilovatio hora (kWh) y en dólares (USD); por otro lado, los datos correspondientes a la producción se presentan en dólares (USD).

Con esta información, se realiza el análisis del comportamiento que tienen las diferentes variables en el año de estudio, no obstante, a manera de introducción se presenta mediante una gráfica el número de empresas manufactureras que existen en el Ecuador, las mismas que se distribuyen por provincias para un mejor análisis.

Figura No. 6

Empresas manufactureras por provincia



Nota. Distribución del número de empresas sin considerar el tamaño. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

Debido al gran movimiento económico que generan provincias como Guayas y Pichincha, se constata que, las empresas manufactureras optan por colocar sus negocios dentro de las mismas; por lo tanto, es evidente que la provincia del Guayas ubicada en la región Costa tiene el mayor número de empresas manufactureras con un total de 273, seguido de la provincia de Pichincha que se encuentra en la región Sierra con 223 empresas pertenecientes al sector manufacturero.

Además, es importante mencionar otras provincias que resaltan en la gráfica como: Azuay, Manabí y Tungurahua; estas cuentan con un total de 50, 41 y 30 empresas manufactureras respectivamente. De forma general, la concentración de los establecimientos dentro de estas provincias puede ser por el mayor número de habitantes que tienen con respecto a las otras, de esa manera a las industrias les resulta rentable ubicarse en estas zonas; debido a que, existe una fuerte relación en el largo

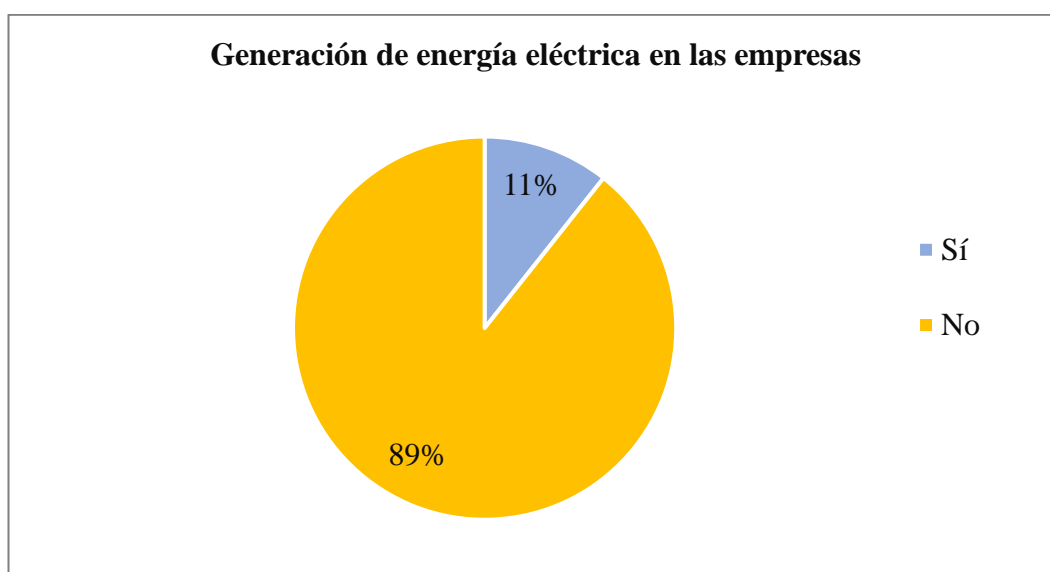
plazo entre las variables demográficas con respecto al crecimiento económico (Argohty, Bernal, et al., 2023).

Generación de energía eléctrica alternativa o complementaria

A continuación, se describe el comportamiento que tiene la generación de energía eléctrica alternativa o complementaria a la red pública, además del consumo de esta de la misma para cada fuente. Toda esta información respecto al sector manufacturero ecuatoriano se resume a través de gráficas y tablas con su respectiva interpretación y discusión.

Figura No. 7

Generación de energía eléctrica en las empresas manufactureras



Nota. Generación de energía eléctrica alternativa o complementaria a la energía de la red pública. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

La figura 7 refleja el porcentaje de las empresas manufactureras que generaron algún tipo de energía eléctrica. De las 703 empresas que integran el sector manufacturero, se evidencia que existen pocas industrias que produjeron algún tipo de energía eléctrica alternativa o complementaria a la red pública, este grupo se conforma de 75 empresas que representa el 11%. Por otro lado, debido a las dificultades que tiene optar por estas estrategias, el mayor número de industrias manufactureras no se motivaron en generar

electricidad desde alguna fuente que bien puede ser renovable o no, este grupo lo conforman un total de 628 empresas que representa el 89%.

Estos datos demuestran que, existen limitaciones al momento de generar energía eléctrica, siendo la alta inversión en infraestructura el principal problema, seguido de la dependencia de los escenarios climáticos y del medio ambiente (Trinh & Chung, 2023), por lo que, a las empresas les resulta conveniente comprar electricidad desde un sistema de red pública, con aquello no tienen tantas complicaciones al momento de satisfacer su demanda energética. Sin embargo, las industrias en la actualidad ponen en marcha estrategias relacionadas a la eficiencia energética para así reducir el consumo de energía por nivel de producción (Barragán Llanos & Llanes Cedeño, 2020); desde las posibilidades empresariales y para un país en vías de desarrollo como el Ecuador esa sería la mejor ruta.

Antes de realizar el siguiente análisis, es necesario conocer cómo se delimita el tamaño de las empresas, el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) estratifica a las empresas por el personal ocupado y las ventas anuales (USD); de esta manera, la Mediana empresa de tipo A es la que tiene entre 50 y 99 trabajadores, y cuenta con ventas anuales de USD 1.000.001 - 2.000.000; la Mediana empresa B cuenta con personal ocupado entre 100 y 199 y ventas de USD 2.000.001 – 5.000.000; por último, la Grande Empresa tiene más de 200 empleados y genera ventas de más de USD 5.000.001 (Gaibor, 2023).

Tabla No. 6

Generación de energía eléctrica por tamaño de empresa

Detalle de la generación de energía eléctrica			
Tamaño	Sí	No	Total
Mediana Empresa A	1	23	24
Mediana Empresa B	5	84	89
Grande Empresa	69	521	590
Total	75	628	703

Nota. Empresas que generaron energía eléctrica alternativa o complementaria a la energía de la red. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

Las grandes empresas por su tamaño obtienen mejores resultados económicos, lo que les permite invertir en nuevas ideas, capacitación, tecnología e innovación (Huerta et al., 2010). De esta forma, en la tabla 6 es evidente observar que las grandes empresas son las que más energía eléctrica generaron, este grupo concentra a 69 de las 75 empresas que generaron energía eléctrica alternativa en el año 2020; en cambio, del conjunto de las medianas empresas “A” solamente una empresa alcanzó el objetivo de generar algún tipo de energía eléctrica. Esto no es nada descabellado, pues las medianas empresas principalmente se enfocan en la parte económica antes que lo ambiental.

Las grandes empresas son las que trabajan en aspectos medioambientales; debido a que estas deben: aprovechar las oportunidades de negocio, adaptarse a los frecuentes cambios del entorno y trabajar en cumplir las exigencias que tiene la sociedad, solo así generan ventaja competitiva y logran permanecer en el mercado (Nájera Ochoa, 2018; Vidal & Asuaga, 2021). Además, la implementación de un Sistema de Gestión Ambiental permite a las empresas mejorar su imagen corporativa y atraer nuevos clientes (Acuña et al., 2017); por aquello, las empresas de mayor tamaño al contar con más trabajadores pueden destinar ciertos colaboradores a departamentos ambientales; también estas empresas por tener mayores ingresos pueden invertir en acciones sostenibles.

Tabla No. 7

Generación de energía eléctrica por Provincias

Energía eléctrica alternativa o complementaria			
Provincia	Sí	No	Total
Azuay	1	49	50
Cañar	1	2	3
Cotopaxi	2	5	7
Chimborazo	0	3	3
El Oro	3	13	16
Esmeraldas	5	6	11
Guayas	16	257	273
Imbabura	4	2	6
Loja	1	2	3
Los Ríos	2	11	13
Manabí	10	31	41

Pichincha	28	195	223
Tungurahua	1	29	30
Orellana	0	2	2
Sto. Domingo de los Tsáchilas	0	14	14
Santa Elena	1	7	8
Total	75	628	703

Nota. Ubicación según la sede de la empresa. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

Dada la aglomeración de industrias manufactureras en las provincias de Guayas y Pichincha, se evidencia que las mismas tienen el mayor número de empresas que han optado por generar electricidad, sin embargo, pese a que la provincia de la Sierra cuenta con menos industrias con respecto al Guayas, es la que más goza en generación de algún tipo de energía eléctrica, alcanzando las 28 empresas. Algo similar, sucede con Azuay, aun cuando es el tercer territorio con mayor número de empresas manufactureras, solo tiene una que produce energía alterna o complementaria.

La provincia de Manabí ocupa el cuarto lugar en cantidad de empresas manufactureras dentro de su territorio, a pesar de ello, concentra un mayor número que se motivó a generar electricidad por ellas mismas con 10 industrias. Esta variabilidad en los datos puede ser porque existen limitaciones geográficas en algunas provincias del Ecuador; además, los proyectos energéticos dentro de las empresas deben ser estudiados a profundidad, ya que el riesgo al implementarlos es elevado por las mismas condiciones de la naturaleza (Paraschiv, 2023).

Otro dato importante de la tabla 7 lo reflejan las provincias de Chimborazo, Orellana y Santo Domingo de los Tsáchilas, debido a que éstas no cuentan con ninguna empresa que se incline por estrategias energéticas. Una de las causas del anterior problema puede ser porque no existe mayor interés o apoyo por parte del estado; sin embargo, la pobreza energética (Argohty, et al., 2023) en estas provincias se puede superar con políticas gubernamentales en favor de aquellos negocios que buscan fortalecerse en temas de sostenibilidad ambiental (Jaiswal et al., 2022).

Tabla No. 8*Generación de energía eléctrica por Actividad Principal*

Energía eléctrica alternativa o complementaria			
Actividad Principal	Sí	No	Total
Actividades de impresión	2	15	17
Elaboración de aceites y grasas de origen vegetal y animal	5	18	23
Elaboración de alimentos preparados para animales	2	22	24
Elaboración de azúcar	5	1	6
Elaboración de cacao, chocolate y productos de confitería	1	8	9
Elaboración de productos de molinería	1	33	34
Elaboración de productos de panadería	1	11	12
Elaboración de productos de tabaco	1	0	1
Elaboración de productos lácteos	5	16	21
Elaboración y conservación de carne	3	19	22
Elaboración y conservación de frutas, legumbres y hortalizas	4	23	27
Elaboración y conservación de pescados, crustáceos y moluscos	18	55	73
Fabricación de aparatos electrónicos de consumo	1	3	4
Fabricación de cemento, cal y yeso	1	1	2
Fabricación de hojas de madera para enchapado y tableros a base de madera	3	4	7
Fabricación de jabones y detergentes, preparados para limpiar y pulir, perfumes y preparados de tocador	1	12	13
Fabricación de muebles	1	7	8
Fabricación de otras bombas, compresores, grifos y válvulas	1	2	3
Fabricación de otros productos químicos n	1	6	7
Fabricación de papel y cartón ondulado y de envases de papel y cartón	1	17	18
Fabricación de partes, piezas y accesorios para vehículos automotores	1	3	4
Fabricación de pilas, baterías y acumuladores	1	2	3
Fabricación de prendas de vestir, excepto prendas de piel	1	11	12
Fabricación de productos de la refinación del petróleo	2	7	9
Fabricación de productos de plástico	2	58	60

Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico	6	21	27
Fabricación de sustancias químicas básicas	1	10	11
Fabricación de tanques, depósitos y recipientes de metal	1	4	5
Tejedura de productos textiles	2	15	17
Subtotal	75	404	479
Otras actividades principales	0	224	224
Total	75	628	703

Nota. Empresas que generaron energía eléctrica según descripción de su actividad principal. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

Dentro de la Encuesta Estructural Empresarial (ENESEM) se detallan 83 actividades principales, sin embargo, para un mejor análisis se consideró a aquellas actividades pertenecientes a las empresas manufactureras que si aplican acciones energéticas, es así que en la tabla 8 se evidencian 29 labores primordiales. Ahora bien, predominan las empresas que cumplen tareas relacionadas a alimentos y bebidas porque son una oportunidad de negocio (Tapia-Segura et al., 2021); también, se debe considerar que su mercado es amplio en cuanto a la variedad de productos y al ser una necesidad básica de la sociedad, su demanda es constante.

En consecuencia, el mayor número de empresas (73) se dedican a la Elaboración y Conservación de pescados, crustáceos y moluscos, sin embargo, dentro de este grupo solo existen 18 industrias que, muy aparte de su rol principal también tienen planes activos sobre generación de energía eléctrica alternativa o complementaria. Por otro lado, solo una empresa se dedica a la Elaboración de productos de tabaco, y complementario a aquello cuenta con la iniciativa de sostenibilidad energética.

Por último, dentro de las 628 empresas manufactureras que no generan algún tipo de energía se encuentran 224 que pertenecen a descripciones de otras ideas de negocio, estas no tienen intenciones de generar energía eléctrica, trabajan en otros proyectos de sostenibilidad o simplemente se encaminan en generar riqueza; esto se corrobora con un estudio realizado en la India, donde se revela que numerosas empresas al cumplir sus actividades principales no se enfocan en la sostenibilidad ambiental, más bien priorizan el desarrollo financiero y crecimiento económico (Sethi et al., 2020).

Tabla No. 9*Estadísticos descriptivos de la Generación de energía eléctrica Total*

Estadísticos	Casos	Producción de Energía Total - kWh/año	Producción de Energía Total - Valor USD
N	Válido	75	75
	Perdidos	628	628
Media		7569483.35	534405.48
Mediana		15453.00	1674.00
Desv. Desviación		29438482.30	2133613.00
Varianza		866624240050868.00	4552304424382.68
Mínimo		0.00	0.00
Máximo		151357462.00	13133343.00
Suma		567711251.00	40080411.00

Nota. Medidas de tendencia central y de dispersión de la producción de energía Total.

Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

Dentro de las 75 empresas del sector manufacturero que generan electricidad ya sea alternativa o complementaria, el promedio de producción es de 7569483.35 kWh y USD 534405.48 en el 2020. Ahora bien, el valor mínimo tanto en kilovatio-hora como dólares es 0.00, esto debido a que, existieron empresas que trataron de generar dos tipos de energía, sin embargo, no tuvieron éxito y no llegaron ni a 1 kWh, por lo tanto, tampoco representó algún valor monetario. En cuanto a la producción máxima, esta llegó a 151357462.00 kWh lo que significó 13133343.00 dólares.

Por otro lado, la desviación estándar de la producción en kilovatios-hora es de 29438482.30 y de la producción en dólares es de 2133613.00, esta información quiere decir que los datos se encuentran dispersos en relación a la media, asimismo, esto se corrobora con el valor de la varianza, pues los mismos alcanzan valores muy elevados.

Los sistemas de autogeneración eléctrica traen beneficios económicos al exportar excedentes de generación (Restrepo et al., 2018). Desde el lado de producción total esta fuente alcanzó la suma de 567711251.00 kWh con un valor monetario de 40080411.00 dólares en el año de estudio, con eso se constata que las empresas si pueden generar energía para el consumo, pero a la vez podrían venderla y eso significaría un ingreso extra.

Tabla No. 10*Estadísticos descriptivos del Consumo y Venta de energía Total*

Estadísticos	Casos	Consumo de la Empresa Total - kWh/año	Venta Total - Ingresos Valor USD
N	Válido	73	6
	Perdidos	630	697
Media		5132880.68	2760868.67
Mediana		14000.00	476623.50
Desv. Desviación		23270299.45	5167327.20
Varianza		541506836437395.00	26701270371871.50
Mínimo		0.00	100.00
Máximo		151357462.00	13133343.00
Suma		374700290.00	16565212.00

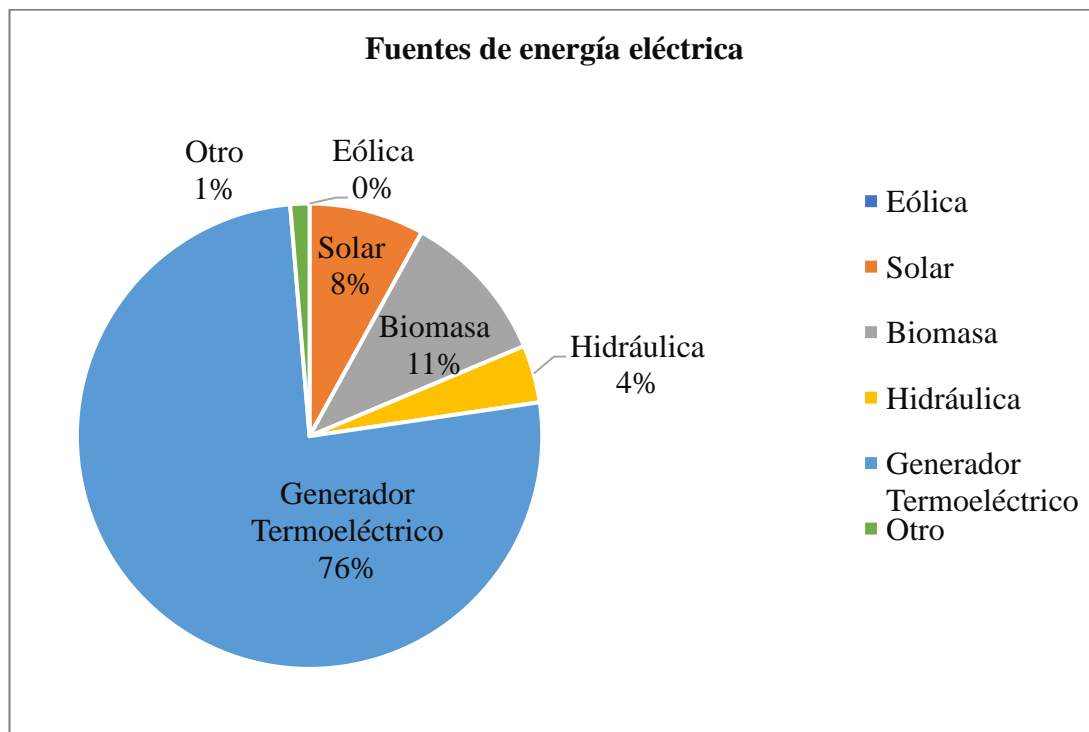
Nota. Los ingresos son por venta de energía generada en la misma empresa. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

Existen 73 empresas del sector manufacturero que consumen la energía generada, las dos industrias faltantes no consumieron la energía alternativa o complementaria que produjeron y consideraron mejor venderla, por lo mismo se evidencia el valor mínimo de consumo que es 0.00 kWh; por otro lado, la suma llegó los 374700290.00 kilovatios-hora, esto no cubre el total de producción por el hecho de que varias empresas vendieron todo o una parte de la electricidad obtenida.

La venta de energía no es tema en esta investigación, sin embargo, en este párrafo se realizó un análisis general respecto a la misma. Se pone en manifiesto que 6 empresas prefirieron vender la energía generada, dos industrias lo realizaron de forma total y las restantes solamente una parte; el ingreso mínimo que percibió una de estas empresas fue de USD 100.00, y el máximo quedó en 13133343.00 dólares. De esta manera, la inversión en proyectos energéticos puede repercutir en beneficios económicos, pues este pequeño grupo en total obtuvo una recaudación de 16 millones de dólares aproximadamente.

Figura No. 8

Fuentes de generación de energía alternativa o complementaria



Nota. Porcentaje de las fuentes de generación de electricidad en el sector manufacturero. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

La producción de energía eléctrica en el sector manufacturero ecuatoriano en el año 2020 fue encabezada por la generación a través de generadores termoeléctricos. Se puede apreciar que de las 75 empresas el 76% optó por generar termoelectricidad; si bien el Ecuador tradicionalmente se abastece de hidroelectricidad, también para el desarrollo industrial se complementa con un porcentaje correspondiente a la energía térmica (Barragán Llanos & Llanes Cedeño, 2020), sin embargo, esta es una fuente que impacta al medioambiente si como recurso utiliza combustibles fósiles (Zhou et al., 2022).

La generación por biomasa ocupa el segundo puesto con el 11%, seguido se encuentra la energía solar con el 8%; estas fuentes son renovables, tiene una producción más limpia y en temas ambientales pueden aportar positivamente, no obstante, a la última no se ha prestado mucha atención, pese a que es considerada una opción importante para la sostenibilidad energética (Salah et al., 2022). Asimismo, es importante

mencionar que ninguna empresa del sector manufacturero generó energía eólica, esto es debido a que el costo para el proyecto es muy elevado.

A continuación, se utilizaron las variables de producción en kWh y valor USD, consumo en kWh, tamaño de empresa, provincia donde está su sede y actividad principal para describir de forma individual cada fuente de energía.

Energía eléctrica alternativa o complementaria – Solar

Tabla No. 11

Generación de energía eléctrica Solar por tamaño de empresa

Detalle de energía eléctrica - Solar			
Tamaño	Sí	No	Total
Mediana Empresa A	0	1	1
Mediana Empresa B	0	5	5
Grande Empresa	7	62	69
Total	7	68	75

Nota. Empresas que generaron energía eléctrica alternativa Solar. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

Esta fuente de energía renovable aprovecha la radiación solar, donde a través de sistemas fotovoltaicos se genera la electricidad. En la tabla 11 se encuentra que las grandes empresas son las únicas que generaron energía eléctrica alternativa solar, con 7 empresas de las 69 que conforman este grupo; por lo tanto, en el largo plazo se aconseja tomar medidas para diversificar la matriz energética y apuntar hacia opciones viables como la mencionada anteriormente (Naik et al., 2022).

A diferencia del anterior grupo, las medianas empresas “A” y las medianas empresas “B” no produjeron este tipo de energía, en conjunto solamente representan 6 industrias y por ahora no se podría exigir tanto como a las de gran tamaño, por las mismas consideraciones respecto a personal e ingresos que tiene cada una.

Tabla No. 12*Estadísticos descriptivos de la generación de energía eléctrica Solar*

Estadísticos	Casos	Producción de energía Solar - kWh/año	Producción de energía Solar - Valor USD/año
N	Válido	7	7
	Perdidos	696	696
Media		85391.00	2556.57
Mediana		12500.00	105.00
Desv. Desviación		152260.77	5341.65
Varianza		23183342555.67	28533291.29
Mínimo		200.00	0.00
Máximo		413626.00	14552.00
Suma		597737.00	17896.00

Nota. Medidas de tendencia central y de dispersión de la producción de energía Solar.

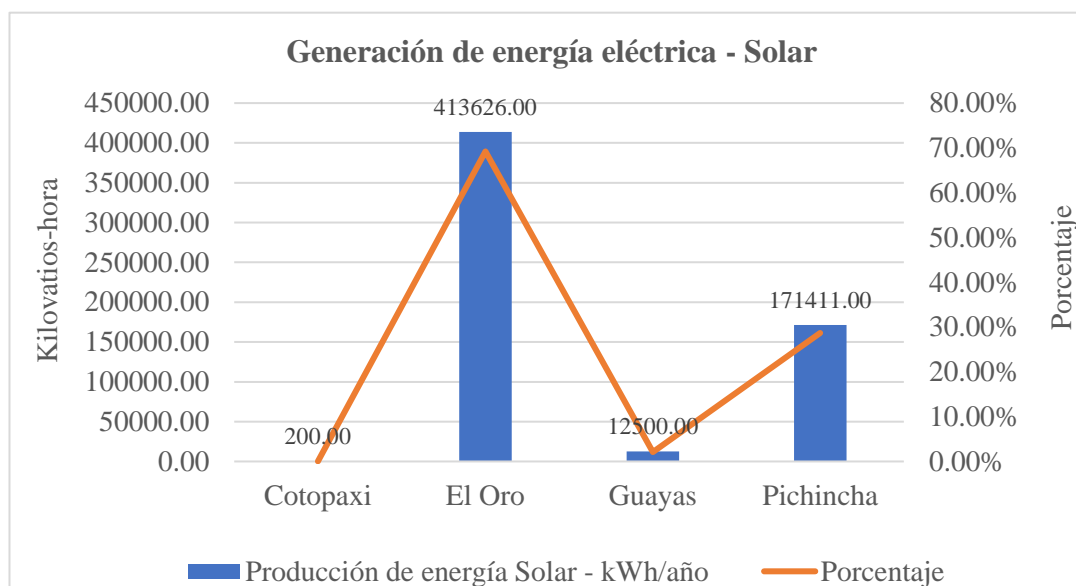
Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

Son siete empresas las que generaron energía solar y a partir de la información que las mismas presentaron se realiza el análisis. Entonces, de las principales medidas de tendencia central y de dispersión consideradas se observa que, el promedio de producción de este tipo de energía fue de 85351.00 kWh/año y USD 2556.57 para el 2020; por otro lado, el valor medio fue de 12500.00 kWh/año y USD 105.00 respectivamente. Es importante considerar que la empresa que menos generó está en los 200.00 kWh/año y aquella industria que alcanzó el pico más alto en esta fuente produjo 413626.00 kWh/año; además, el total de producción llegó a 597737.00 kWh/año que en significa \$17896.00; y pese a que no es de las fuentes más visibles, la energía eólica debe ser complementaria en términos internos de consumo (Paraschiv, 2023).

Ahora bien, en cuanto a la dispersión de los datos a través de la desviación estándar, para la producción de energía solar en kWh/año fue de 152260.77 y en USD/año 5341.65, esto indica que los valores individuales están dispersos. De igual forma, la varianza en las dos medidas de producción refleja valores muy altos, por lo tanto, en el conjunto de producción de energía solar los datos se alejan respecto a la media.

Figura No. 9

Generación de energía eléctrica Solar por Provincias



Nota. Cantidad de energía solar generada en kilovatios-hora según la sede de la empresa. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

Las empresas manufactureras que generaron energía eléctrica solar se ubican en cuatro provincias del Ecuador. Es importante considerar que en cada provincia se alberga una industria, a excepción de Pichincha que contó con cuatro y alcanzó los 171411.00 kWh, sin embargo, pese a que tiene mayores centros quedó por detrás de El Oro que representa el 69.20% del total generado, esto significa 413626.00 kilovatios-hora; en orden de importancia le siguen Guayas y Cotopaxi con 12500.00 kWh y 200.00 kWh respectivamente, los mismos que reflejan porcentajes menores.

Tabla No. 13

Generación de energía eléctrica Solar por Actividad Principal

Actividad Principal	Producción de energía Solar - kWh/año	Porcentaje
Elaboración de alimentos preparados para animales	413626.00	69.20%
Elaboración de cacao, chocolate y productos de confitería	37359.00	6.25%
Elaboración de productos lácteos	132490.00	22.17%
Fabricación de pilas, baterías y acumuladores	1500.00	0.25%

Fabricación de productos de la refinación del petróleo	12500.00	2.09%
Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico	262.00	0.04%
Total	597737.00	100.00%

Nota. Energía solar generada en kilovatios-hora según la actividad principal de la empresa. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

La información resalta a dos actividades principales que tienen mayor producción de energía solar, la Elaboración de alimentos preparados para animales y la Elaboración de productos lácteos con 413626.00 y 132490.00 kilovatios-hora en el año 2020. Estos datos corroboran el estudio de Tapia-Segura et al. (2021), pues las empresas relacionadas a alimentos pueden diversificar su oferta y mantenerse en el largo plazo, obteniendo así mayores ingresos para invertir en otros planes. En este mismo sentido, para cerrar el grupo de las actividades económicas que poseen mayor porcentaje en generación alternativa solar se encuentra la Elaboración de cacao, chocolate y productos de confitería con 37359.00 kWh/año.

Tabla No. 14

Consumo de energía eléctrica Solar por Actividad Principal

Actividad Principal	Consumo de energía Solar - kWh/año	Porcentaje
Elaboración de alimentos preparados para animales	413626.00	69.20%
Elaboración de cacao, chocolate y productos de confitería	37359.00	6.25%
Elaboración de productos lácteos	132490.00	22.17%
Fabricación de pilas, baterías y acumuladores	1500.00	0.25%
Fabricación de productos de la refinación del petróleo	12500.00	2.09%
Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico	262.00	0.04%
Total	597737.00	100%

Nota. Este consumo es de la energía generada por las mismas empresas. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

Dentro del consumo de energía solar, la actividad de Elaboración de alimentos preparados para animales fue la que más utilizó este recurso con 413626.00 kWh, seguido de la Elaboración de productos lácteos y la Elaboración de cacao, chocolate y productos de confitería con 132490.00 y 37359.00 kilovatios-hora respectivamente en el año de estudio. En las actividades de elaboración o fabricación de bienes, las industrias necesitan de energía eléctrica para la iluminación o calefacción de las instalaciones, y en esencia para alimentar a las máquinas (Binderbauer et al., 2023); ahora bien, en el marco de la sostenibilidad ambiental resulta positivo satisfacer la demanda energética a través de fuentes renovables, y aún más si es generada por la propia empresa.

Tabla No. 15

Generación-Consumo de energía eléctrica Solar por tamaño

Tamaño	Producción de energía Solar - kWh/año	Consumo de energía Solar - kWh/año
Mediana Empresa A	0.00	0.00
Mediana Empresa B	0.00	0.00
Grande Empresa	597737.00	597737.00
Total	597737.00	597737.00

Nota. Las empresas aprovecharon el total de energía solar generada. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

En la tabla 15 se observa el total de la energía solar generada, así como el total consumido por las empresas del sector manufacturero. La media empresa “A” y la mediana empresa “B” no generaron nada de electricidad a partir de la radiación solar, por ende, tampoco registran información sobre el consumo de la misma. Por otro lado, la categoría de grande empresa produjo un total de 597737.00 kWh y registró un consumo por la misma cantidad. Entonces, estos pequeños proyectos energéticos pueden ayudar a las empresas en tiempos de crisis energética; pues es la capacidad de manufactura y el consumo de energía están estrechamente relacionados (Binderbauer et al., 2023).

Energía eléctrica alternativa o complementaria – Eólica

Tabla No. 16

Generación de energía eléctrica Eólica por tamaño de empresa

Detalle de energía eléctrica - Eólica			
Tamaño	Si	No	Total
Mediana Empresa A	0	1	1
Mediana Empresa B	0	5	5
Grande Empresa	0	69	69
Total	0	75	75

Nota. Ninguna empresa manufacturera generó energía eólica. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

El sector manufacturero integra 75 empresas que generan algún tipo de energía eléctrica, ya sea desde fuentes renovables o con la utilización de combustibles fósiles. Sin embargo, ninguna se inclinó por la energía que se obtiene a partir de la fuerza del viento; es decir, tanto la mediana empresa “A”, mediana empresa “B” y grande empresa no realizaron inversiones en energía eólica. La debilidad y escasa presencia de esta fuente se debe a la extensa planificación que requiere en temas: técnicos, climáticos, geográficos y por su puesto económicos (Kumar et al., 2023).

Los detalles sobre la energía eléctrica eólica no permiten realizar un mayor análisis de la misma, debido a que no se contempla mayor información sobre la generación y consumo a través de esta fuente.

Energía eléctrica alternativa o complementaria – Biomasa

Tabla No. 17

Generación de energía eléctrica Biomasa por tamaño de empresa

Detalle la energía eléctrica - Biomasa			
Tamaño	Sí	No	Total
Mediana Empresa A	0	1	1
Mediana Empresa B	0	5	5
Grande Empresa	8	61	69
Total	8	67	75

Nota. Empresas que generaron energía eléctrica alternativa o complementaria Biomasa. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

Las empresas que generaron electricidad a partir de los residuos agrícolas, forestales, desechos orgánicos, etc., fueron un total de 8. Al filtrar por tamaño de empresa, se observa que la denominada grande empresa reúne a todas las industrias que generaron energía eléctrica alternativa o complementaria a la red pública; así pues, este grupo es el único que invirtió en producción de energía mediante la biomasa. Por otro lado, la categoría de mediana empresa “A” y mediana empresa “B” no aprovecharon esta fuente renovable como apoyo para las actividades dentro de sus instalaciones.

Tabla No. 18

Estadísticos descriptivos de la generación de energía eléctrica Biomasa

Estadísticos	Casos	Producción de energía Biomasa - kWh/año	Producción de energía Biomasa - Valor USD/año
N	Válido	8	8
	Perdidos	695	695
Media		32425216.38	2430626.25
Mediana		5075200.50	272573.00
Desv. Desviación		54533854.70	4624681.18
Varianza		2973941308365180.00	21387676000826.20
Mínimo		500.00	0.00
Máximo		139443375.00	13133343.00
Suma		259401731.00	19445010.00

Nota. Medidas de tendencia central y de dispersión de la producción de energía Biomasa. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

En la tabla 18 se precian los principales resultados respecto a las medidas de tendencia central y de dispersión de la producción energética a partir de la biomasa, esto para kWh y valor USD en el año 2020. De esta manera, las ocho empresas que produjeron energía por biomasa presentaron un promedio de 32425216.38 kWh y valor medio de 5075200.50 kWh al año; en términos monetarios esto significa 2430626.25 y 2430626.25 dólares respectivamente, y en comparación con el análisis de las anteriores fuentes esta expresa mejores resultados. Ahora, el máximo generado quedó en 139443375.00 kWh y desde la producción en dólares es importante considerar el mínimo que tiene un valor de cero, esto es porque una empresa no calculó el precio de

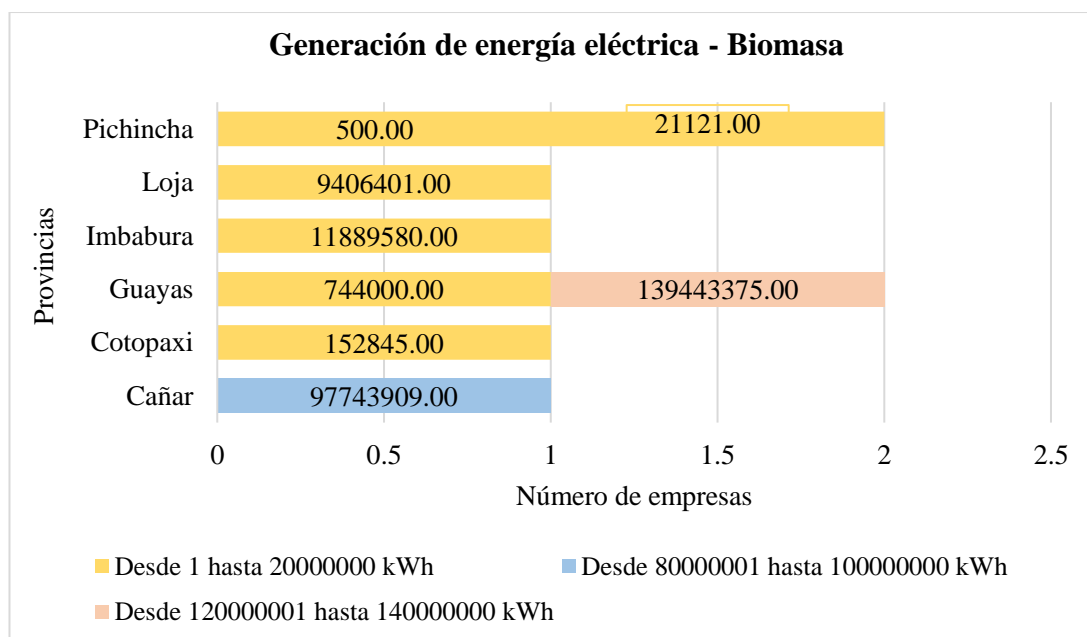
su generación porque tenía claro que lo producido iba directamente para el consumo interno.

En alusión al total, las ocho empresas acumularon 259401731.00 kWh durante todo el año, con un valor aproximado de 19.5 millones de dólares. Estos datos fortalecen la investigación realizada por de Oliveira Neto et al. (2019), donde se demuestra que las políticas de producción más limpia incrementan las ganancias económicas y ambientales en complemento a los beneficios en la imagen corporativa.

Por último, los valores resultantes para la desviación estándar expresan una gran dispersión de los datos, esto se confirma y es más notorio al revisar la varianza, pues la misma es muy elevada en relación a la media; en conclusión, tanto para la producción en kilovatios-hora y en valor USD los valores se encuentran dispersos.

Figura No. 10

Generación de energía eléctrica Biomasa por Provincias



Nota. Cantidad de energía por biomasa generada en kilovatios-hora según la sede de la empresa. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

En la figura 10 se puede observar que seis provincias tienen empresas manufactureras que aplicaron estrategias energéticas desde la biomasa; el primer dato a resaltar es que

las provincias de Pichincha y Guayas guardan a dos industrias dentro de su territorio. En orden de importancia Guayas es quien lidera la producción de energía a partir de la materia orgánica con un total de 140187375.00 kWh, seguido se encuentra Cañar con 97743909.00 kWh, esta última posee ese registro por una sola industria. De forma general, los negocios con sedes en provincias como: Pichincha, Loja, Imbabura y Cotopaxi mantienen una generación de electricidad en un rango de 1 hasta 20 millones de kWh al año.

Tabla No. 19

Generación de energía eléctrica Biomasa por Actividad Principal

Actividad Principal	Producción de energía Biomasa - kWh/año	Porcentaje
Elaboración de azúcar	259227265.00	99.9%
Fabricación de hojas de madera para enchapado y tableros a base de madera	174466.00	0.1%
Total	259401731.00	100%

Nota. La mayor cantidad de kW se encuentra en una empresa dedicada al área de alimentos. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

En la tabla 19 se evidencia solamente dos actividades económicas que generan electricidad por una fuente alternativa que en este caso es la biomasa. La producción de bioenergía está claramente dominada por la actividad de Elaboración de azúcar con el 99.9% que en otros términos representa 259227265.00 kWh/año. Por otro lado, la tarea referente a Fabricación de hojas de madera para enchapado y tableros a base de madera generó el 0.1% de dicha energía, esto corresponde a 174466.00 kWh en el año 2020.; aunque existe una gran diferencia en comparación de las dos actividades, es importante resaltar la iniciativa que tienen las empresas. Para Griffa et al. (2017) la biomasa presenta varias ventajas, entre ellas la de reducir la disposición de residuos y convertirlos en recursos, además, este tema tiene mayor importancia en fuentes alternativas como es en el caso de Argentina.

Tabla No. 20*Consumo de energía eléctrica Biomasa por Actividad Principal*

Actividad Principal	Consumo de energía Biomasa - kWh/año	Porcentaje
Elaboración de azúcar	70389674.00	99.8%
Fabricación de hojas de madera para enchapado y tableros a base de madera	174466.00	0.2%
Total	70564140.00	100%

Nota. Energía biomasa consumida en kilovatios-hora según la actividad principal de la empresa. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

Asimismo, en cuanto a consumo también aparecen dos actividades principales, sin embargo, para la actividad económica que se encarga de Elaborar azúcar existen variaciones tanto para el consumo en kWh como en el porcentaje; ahora esta labor representa el 99.8% de aprovechamiento que corresponde a 70389674.00 kWh. Por otro lado, el sector encargado de Fabricar hojas de madera a base de madera conforma el restante 0.2% con 174466.00 kilovatios-hora en el año 2020; en resumen, la primera actividad mencionada es la que represento un consumo significativo de energía desde la biomasa.

Tabla No. 21*Generación-Consumo de energía Biomasa por tamaño de empresa*

Tamaño	Producción de energía Biomasa - kWh/año	Consumo de energía Biomasa - kWh/año
Mediana Empresa A	0.00	0.00
Mediana Empresa B	0.00	0.00
Grande Empresa	259401731.00	70564140.00
Total	259401731.00	70564140.00

Nota. La diferencia de kW fue destinado a la venta. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

En la tabla 21 se observa el total de la energía solar generada, así como el total consumido por las empresas del sector manufacturero. La media empresa “A” y la mediana empresa “B” no generaron nada de electricidad a partir de la radiación solar, por ende, tampoco registran información sobre el consumo de la misma. Por otro lado,

la categoría de grande empresa produjo un total de 597737.00 kWh y registró un consumo por la misma cantidad. Entonces, estos pequeños proyectos pueden ayudar a las empresas en tiempos de crisis energética; para Neme Castillo et al. (2015) la capacidad de manufactura depende del consumo de energía, pues dentro de un estudio realizado a las empresas manufactureras de México se evidenció la relación causal entre estas variables.

Para finalizar con el análisis de la energía eléctrica a través de la biomasa, se comparó la producción y consumo total. En este sentido, se aprecia que tanto la mediana empresa “A” como la mediana empresa “B” no generaron energía a partir de la materia orgánica, por tal motivo tampoco arrojan información respecto al consumo. No obstante, la categoría de grande empresa generó un total de 259401731.00 kWh y de ese total solo consumieron 70564140.00 kWh; la diferencia que es 188837591.00 kilovatios-hora fue destinada a la venta. Para complementar, esta fuente es una excelente alternativa debido a que no depende las condiciones climatológicas, como en el caso de la energía eólica y solar (Griffa et al., 2017).

Energía eléctrica alternativa o complementaria – Hidráulica

Tabla No. 22

Generación de energía Hidráulica por tamaño de empresa

Detalle la energía eléctrica - Hidráulica			
Tamaño	Sí	No	Total
Mediana Empresa A	1	0	1
Mediana Empresa B	0	5	5
Grande Empresa	2	67	69
Total	3	72	75

Nota. Empresas que generaron energía eléctrica alternativa o complementaria Hidráulica. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

La generación de energía eléctrica a partir del flujo o caída del agua fue aprovechada únicamente por tres empresas, donde la categoría de grande empresa alberga a 2 de ellas, en complemento, la mediana empresa de tipo “A” tiene una industria que ejecutó acciones para la hidroelectricidad. Dentro de este estudio, los proyectos hidroeléctricos forman parte de los que requiere una inversión inicial significativa, por lo mismo, se

evidencia que la mediana empresa “B” no tiene a ninguna que se direccionó por esta fuente renovable. Además, es importante considerar el compromiso que esta implementación requiere, no resulta tan viable porque desenfocaría a las industrias de sus operaciones principales; y las mismas deben ser competitivas desde su actividad comercial (Mantilla-Falcón et al., 2014).

Tabla No. 23

Estadísticos descriptivos de la generación de energía Hidráulica

Estadísticos	Casos	Producción de energía Hidráulica - kWh/año	Producción de energía Hidráulica - Valor USD/año
N	Válido	3	3
	Perdidos	700	700
Media		7160685.67	432965.00
Mediana		117558.00	11107.00
Desv. Desviación		12296392.67	739936.60
Varianza		151201272583384.00	547506179239.00
Mínimo		5310.00	440.00
Máximo		21359189.00	1287348.00
Suma		21482057.00	1298895.00

Nota. Medidas de tendencia central y de dispersión de la producción de energía Hidráulica. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

En la tabla 23 se aprecian las principales medidas de tendencia central y de dispersión de la generación de electricidad a partir de hidroeléctricas. Las tres empresas que produjeron este tipo de energía registran un promedio de 7160685.67 kWh y una mediana de 117558.00 kWh al año; desde los valores monetarios esto constituye \$432965.00 y \$11107.00 respectivamente. Ahora bien, la industria que aprovechó más este recurso llegó a un máximo de 21359189.00 kWh y aquella de menor producción quedó en 5310.00 kWh; con respecto a los valores USD es importante resaltar el valor máximo que es de 1.2 millones de dólares, esta cantidad refleja el costo de producción de la empresa que lidera en hidroelectricidad.

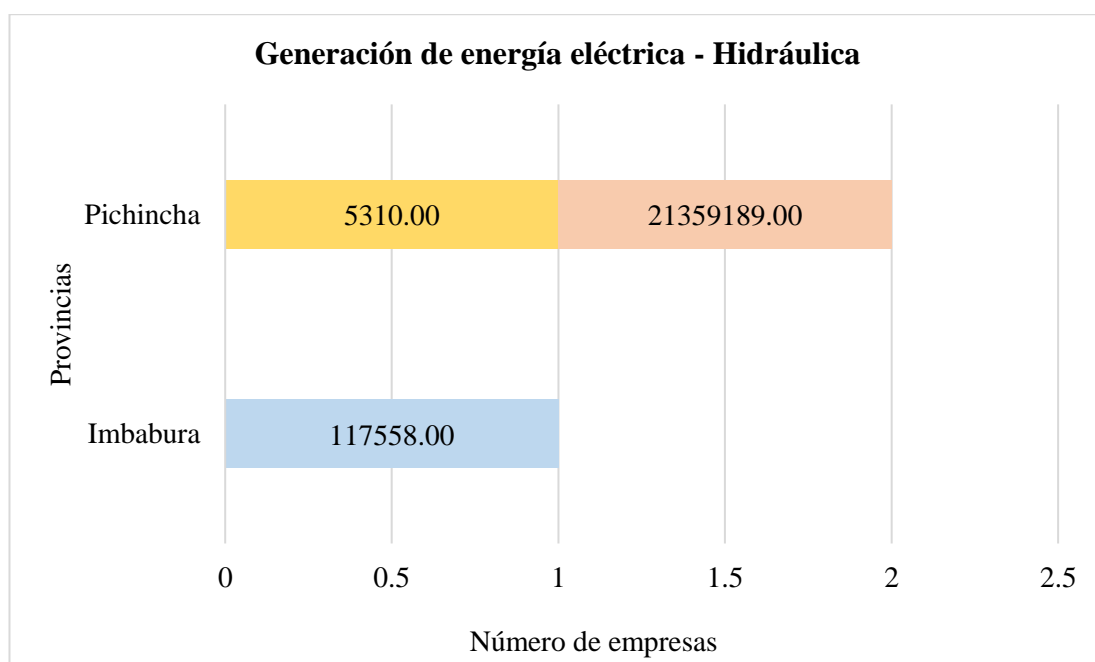
La suma de energía hidroeléctrica es de 21482057.00 kilovatios-hora, lo que representa 1298895.00 dólares, esta información demuestra las cifras millonarias que puede generar el implementar estrategias energéticas, puesto que la inversión repercute

en beneficios ambientales y también económicos. Esta transición es considerada como como un componente importante en la generación de riqueza y desarrollo económico (Algarni et al., 2023).

La dispersión de los datos se interpreta a través de la desviación estándar y la varianza, en este sentido, tanto para la producción en kWh/año como para el valor USD son elevados, con más notoriedad se observa en la varianza, por lo tanto, los datos se encuentran separados o dispersos en relación a la media.

Figura No. 11

Generación de energía Hidráulica por Provincias



Nota. Cantidad de energía hidráulica generada en kilovatios-hora según la sede de la empresa. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

La producción de hidroelectricidad se distribuye en dos provincias del Ecuador, Pichincha concentra a dos sedes que en total generaron 21364499.00 kWh durante el año 2020, y evidentemente es el territorio que más protagonismo tiene en este tema, por otro lado, Imbabura únicamente produjo 117558.00 kWh. Sobre esta base, el aprovechamiento de este recurso debe tener apoyo de las autoridades, pues se constata que es posible la generación de este tipo de energía desde las industrias.

Tabla No. 24*Generación y Consumo de energía Hidráulica por Actividad Principal*

Actividad Principal	Producción de energía Hidráulica - kWh/año	Consumo de energía Hidráulica - kWh/año
Elaboración de productos de molinería	5310.00	5310.00
Elaboración y conservación de carne	117558.00	0.00
Tejedura de productos textiles	21359189.00	21359189.00
Total	21482057.00	21364499.00

Nota. La diferencia de energía en kW fue destinada a la venta. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

La información respecto a la producción y consumo de energía hidráulica reúne a tres actividades económicas. Las empresas que se dedican a elaborar productos de molinería generaron 5310.00 kWh y consumieron la misma cantidad, por otro lado, las industrias que encaran de la elaboración y conservación de carne produjeron 117558.00 kWh, sin embargo, en el consumo no registrar alguna cantidad debido a que vendieron toda la generación de energía, por último, las empresas que se ocupan de la tejedura de productos textiles alcanzaron los 21359189.00 kWh de producción de electricidad y un consumo por la misma cantidad, puesto que esta actividad utilizó toda la electricidad generada para sus actividades internas.

Tabla No. 25*Generación y Consumo de energía eléctrica Hidráulica por tamaño de empresa*

Tamaño	Producción de energía Hidráulica - kWh/año	Consumo de energía Hidráulica - kWh/año
Mediana Empresa A	117558.00	0.00
Mediana Empresa B	0.00	0.00
Grande Empresa	21364499.00	21364499.00
Total	21482057.00	21364499.00

Nota. La diferencia de energía en kW fue destinada a la venta. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

La tabla comparativa de la producción y consumo energético con respecto al tamaño de las empresas reflejan que, la categoría de grande empresa generó 21364499.00 kWh

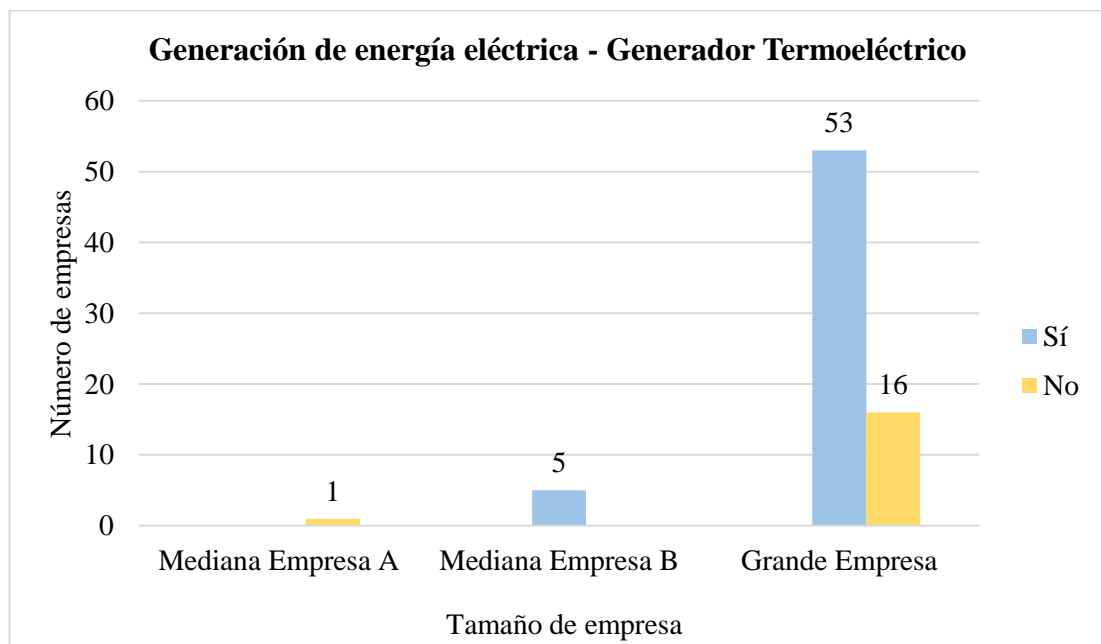
en el año 2020 y esta cantidad fue consumida en su totalidad para cumplir con las actividades diarias. Por otro lado, la mediana empresa “A” registro una generación de menor cantidad, la misma representa 117558.00 kWh y en cuanto al consumo no concedió ninguna cantidad puesto que este grupo consideró mejor vender la producción; finalmente, desde la categoría de mediana empresa “B” no se evidencia la generación y consumo de energía hidroeléctrica.

En este mismo sentido, el total de producción y consumo muestran una diferencia de 117558.00 kWh, esto es el resultado de la venta de energía que tuvo la mediana empresa “A” por esa cantidad de kilovatios-hora. Para terminar, la generación de electricidad a partir de esta fuente renovable es una necesidad ante las desventajas de energías no renovables; además, el cambio de la matriz energética que adoptó el Ecuador debe ser implantado con otras fuentes alternativas para el propio beneficio del sector industrial nacional (Guastay Cajo & Llanes Cedeño, 2020).

Energía eléctrica alternativa o complementaria – Generador Termoeléctrico

Figura No. 12

Generación de energía Termoeléctrica por tamaño de empresa



Nota. Empresas que generaron energía eléctrica alternativa o complementaria Termoeléctrica. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

Las empresas que producen energía alternativa o complementaria a la red pública a partir de generadores termoeléctricos constituyen un total de 58; este tipo de generación es altamente aplicado en las industrias y en mayor medida por las grandes empresas. En la categoría de mediana empresa “B” se encuentran 5 empresas y las 53 industrias restantes se ubican en el grupo de grandes empresas; por otro lado, la mediana empresa “A” no alberga a ninguna industria del sector manufacturero que aplique estrategias de termoelectricidad.

Tabla No. 26

Estadísticos descriptivos de la generación de energía Termoeléctrica

Estadísticos	Casos	Producción de energía Termoeléctrica - kWh/año	Producción de energía Termoeléctrica - Valor USD/año
N	Válido	58	58
	Perdidos	645	645
Media		4934728.84	333056.16
Mediana		9994.00	1605.50
Desv. Desviación		25591169.36	1639535.55
Varianza		654907949257301.00	2688076816828.24
Mínimo		0.00	0.00
Máximo		151357462.00	10292307.00
Suma		286214273.00	19317257.00

Nota. Medidas de tendencia central y de dispersión de la producción de energía termoeléctrica. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

Dentro de las empresas manufactureras que generaron algún tipo de energía en el año 2020, se encuentran aquellas que implementaron esta acción mediante generadores termoeléctricos, este grupo es el que cuenta con el mayor número en comparación a las anteriores con un total de 58 industrias. A continuación, se describen las principales medidas de tendencia central y de dispersión de la producción de energía termoeléctrica en kWh como en dólares.

El promedio de la producción de energía por generadores termoeléctricos es de 4934728.84 kWh, con un valor medio de 9994.00 kWh en el año 2020; además, la generación a través de esta fuente alcanzó como máximo los 151357462.00 kWh, constituyéndose como un gran apoyo para realizar las actividades en las instalaciones.

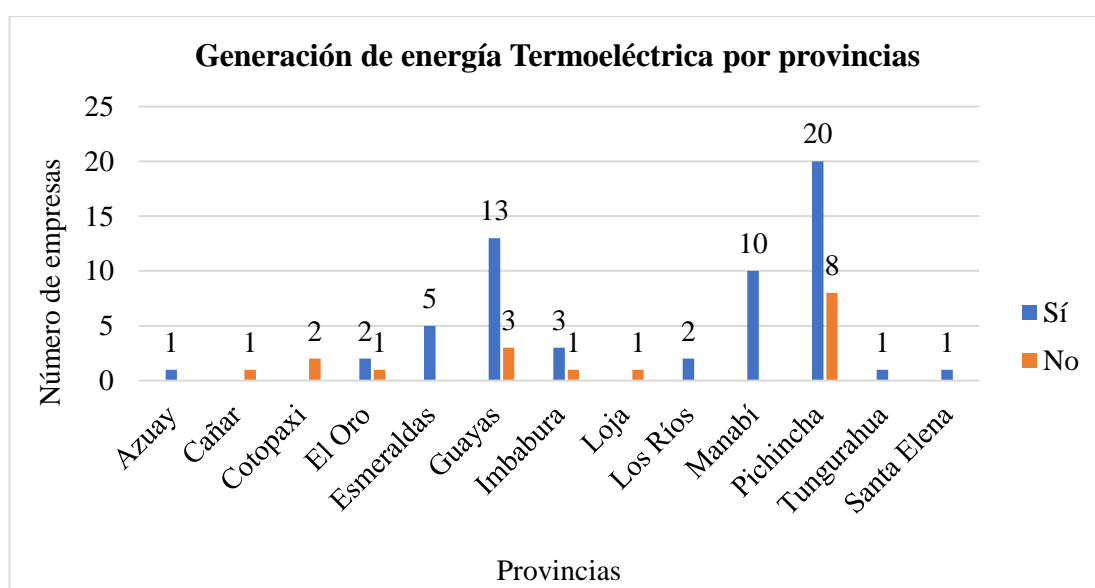
En este caso, para tener una visión a largo plazo es necesaria la expansión gradual de energías alternativas con la implementación de un sistema híbrido (Bagdadee & Zhang, 2020), esto tanto para la producción como para el consumo, pues ayuda en el progreso económico y sostenible dentro de las industrias manufactureras.

Desde la parte económica, la generación de este tipo de energía tuvo un costo promedio de 333056.16 dólares y un valor medio estimado en 1605.50 dólares; para considerar de mejor manera los beneficios que implica la inversión en generación de energía se encuentra que una sola empresa llegó a un costo máximo de aproximadamente 10.2 millones de dólares; así la autogeneración eléctrica permite la satisfacción de la demanda interna o la exportación de excedentes, lo cual repercute en beneficios económicos (Restrepo et al., 2018).

En cuanto a la dispersión de los datos, la información de la desviación estándar para la producción de energía termoeléctrica en kWh/año y USD reflejan valores elevados en relación a la media, de igual forma, desde la varianza esto es más evidente, pues la misma arroja como resultado que los datos se encuentran dispersos en la generación de electricidad a partir de generadores termoeléctricos.

Figura No. 13

Generación de energía Termoeléctrica por Provincias

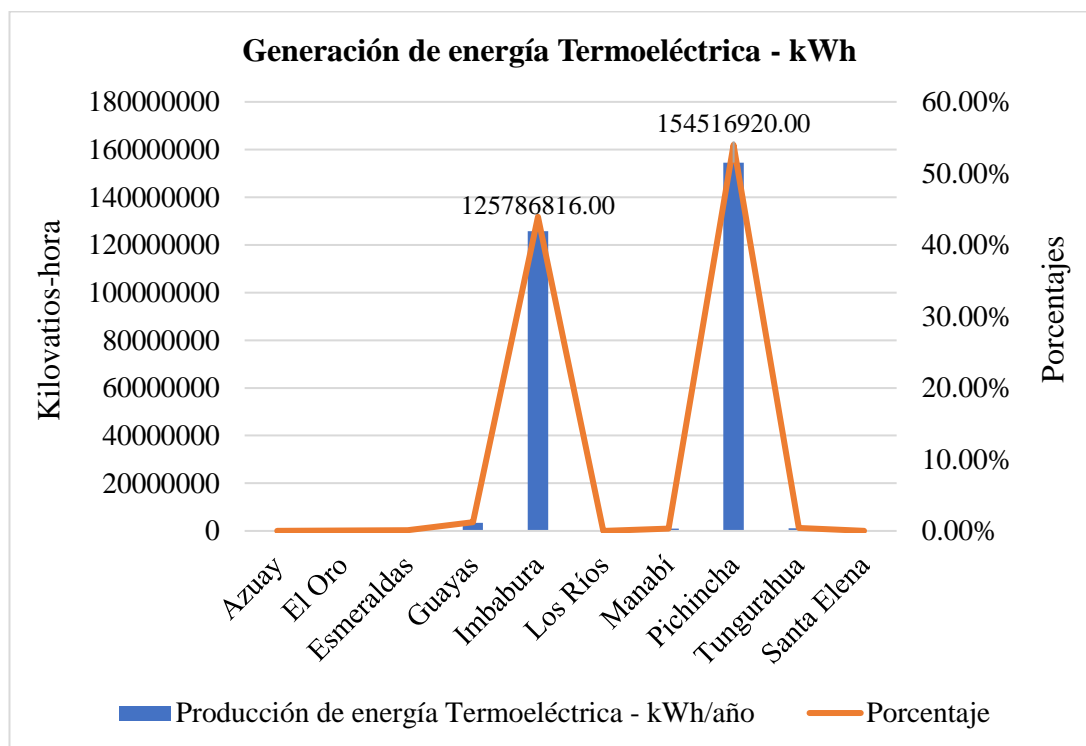


Nota. Cantidad de empresas que generaron energía termoeléctrica según la sede de la empresa. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

La figura 13 revela que son diez las provincias que generar energía mediante generadores termoeléctricos, sobresale en la misma provincias como Pichincha, Guayas y Manabí con 20, 13 y 10 empresas respectivamente, esto se debe a que dentro de estos territorios se encuentra el mayor número de empresas manufactureras; por otro lado, en las provincias de Cañar, Cotopaxi y Loja no existen estrategias guiadas bajo la termoelectricidad, caso contrario al resto de provincias que tienen al menos una industria que genera energía complementaria a la red pública.

Figura No. 14

Generación de energía Termoeléctrica en kWh/año por Provincias



Nota. Las principales provincias generadores de termoelectricidad son Imbabura y Pichincha. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

Las provincias que destacan en la grafica son unicamente dos; anteriormente se evidenció que el mayor número de empresas generadoras de energía termoeléctrica se encuentran en Pichincha, por lo mismo, este territorio es el que más generó con 154516920.00 kWh. Sin embargo, es sorprendente la producción de Imbabura, pues alcanzó los 125786816.00 kWh, a pesar de que solamente tuvo tres empresas que aplicaron este tipo de generación en comparación a Guayas, Manabí y Esmeraldas que

contaban con un mayor número de industrias. Mejorar estos sistemas son importantes, tal es el caso de Esmeraldas que busca desarrollar propuestas de eficiencia energética en las centrales termoeléctricas, con la implementación de tecnología para mejorar la seguridad energética, aumentar la productividad, reducir los contaminantes y cuidar del medioambiente (Chere Quiñónez et al., 2022).

Tabla No. 27

Generación de energía Termoeléctrica por Actividad Principal

Actividad Principal	Producción de energía Termoeléctrica - kWh/año	Porcentaje
Actividades de impresión	23280.00	0.01%
Elaboración de aceites y grasas de origen vegetal y animal	274429.00	0.10%
Elaboración de alimentos preparados para animales	1138542.00	0.40%
Elaboración de azúcar	4490.00	0.00%
Elaboración de productos de panadería	1921.00	0.00%
Elaboración de productos de tabaco	8320.00	0.00%
Elaboración de productos lácteos	287135.00	0.10%
Elaboración y conservación de carne	2662762.00	0.93%
Elaboración y conservación de frutas, legumbres y hortalizas	44813.00	0.02%
Elaboración y conservación de pescados, crustáceos y moluscos	3119660.00	1.09%
Fabricación de aparatos electrónicos de consumo	20000.00	0.01%
Fabricación de cemento, cal y yeso	125781726.00	43.95%
Fabricación de jabones y detergentes, preparados para limpiar y pulir, perfumes y preparados de tocador	3500.00	0.00%
Fabricación de muebles	29630.00	0.01%
Fabricación de otras bombas, compresores, grifos y válvulas	116068.00	0.04%
Fabricación de otros productos químicos n	2331.00	0.00%
Fabricación de papel y cartón ondulado y de envases de papel y cartón	10500.00	0.00%
Fabricación de partes, piezas y accesorios para vehículos automotores	1250.00	0.00%

Fabricación de prendas de vestir, excepto prendas de piel	100.00	0.00%
Fabricación de productos de la refinación del petróleo	151357462.00	52.88%
Fabricación de productos de plástico	147644.00	0.05%
Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico	3110.00	0.00%
Fabricación de sustancias químicas básicas	1170000.00	0.41%
Fabricación de tanques, depósitos y recipientes de metal	5000.00	0.00%
Tejedura de productos textiles	600.00	0.00%
Total	286214273.00	100%

Nota. Energía termoeléctrica generada en kWh según la actividad económica de la empresa. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

Existen diferentes actividades económicas que implementaron estrategias de termoelectricidad, sin embargo, son dos actividades las que predominan entre todas ellas. Las industrias dedicadas a la fabricación de productos de la refinación del petróleo generaron 151357462.00 kWh que representa el 52.88%, este alto porcentaje se debe a que deja una gran cantidad de calor residual por sus actividades; seguido se encuentran las empresas que se encargan de fabricar cemento, cal y yeso con un total de 125781726.00 kWh que significa el 43.95%. La intensidad en los procesos industriales de estas actividades ocasiona que puedan aprovechar el calor residual para convertirlo en electricidad a través de los generadores.

Las demás actividades principales si lograron generar este tipo de energía, pero en comparación al total no representan una cantidad en kWh y porcentaje significativo. No obstante, es importante considerar la iniciativa y el aporte conjunto que tienen en la producción de energía termoeléctrica.

Tabla No. 28

Consumo de energía Termoeléctrica por Actividad Principal

Actividad Principal	Consumo de energía Termoeléctrica - kWh/año	Porcentaje
Actividades de impresión	23280.00	0.01%

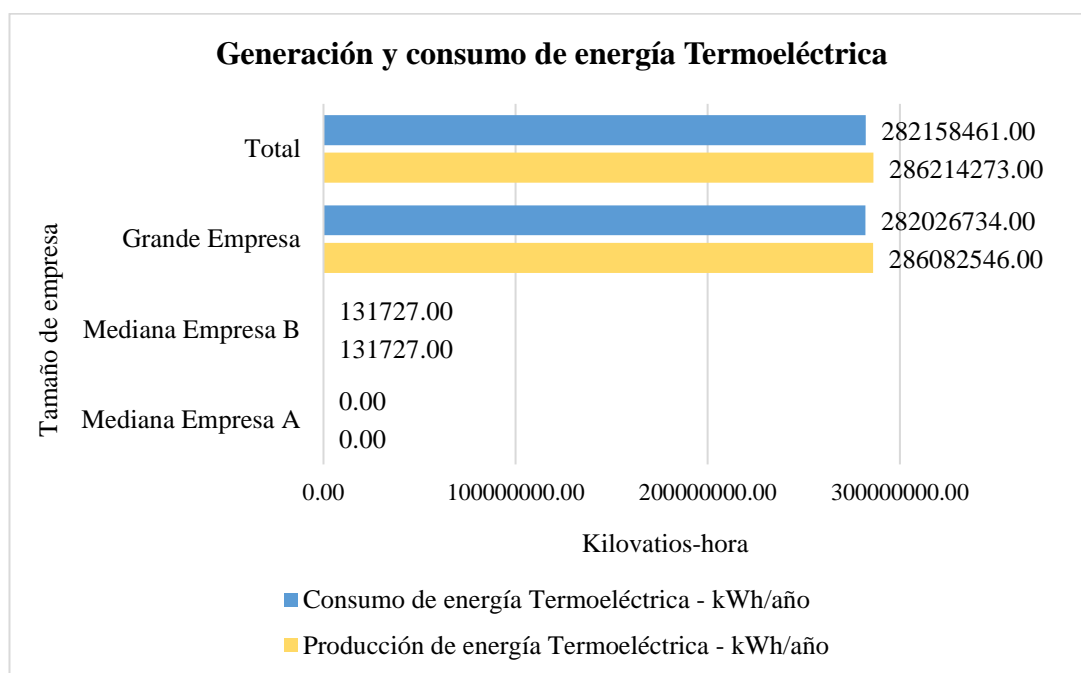
Elaboración de aceites y grasas de origen vegetal y animal	274429.00	0.10%
Elaboración de alimentos preparados para animales	1138542.00	0.40%
Elaboración de azúcar	4490.00	0.00%
Elaboración de productos de panadería	1921.00	0.00%
Elaboración de productos de tabaco	8320.00	0.00%
Elaboración de productos lácteos	287135.00	0.10%
Elaboración y conservación de carne	2662762.00	0.94%
Elaboración y conservación de frutas, legumbres y hortalizas	44813.00	0.02%
Elaboración y conservación de pescados, crustáceos y moluscos	3119560.00	1.11%
Fabricación de aparatos electrónicos de consumo	20000.00	0.01%
Fabricación de cemento, cal y yeso	121726014.00	43.14%
Fabricación de jabones y detergentes, preparados para limpiar y pulir, perfumes y preparados de tocador	3500.00	0.00%
Fabricación de muebles	29630.00	0.01%
Fabricación de otras bombas, compresores, grifos y válvulas	116068.00	0.04%
Fabricación de otros productos químicos n	2331.00	0.00%
Fabricación de papel y cartón ondulado y de envases de papel y cartón	10500.00	0.00%
Fabricación de partes, piezas y accesorios para vehículos automotores	1250.00	0.00%
Fabricación de prendas de vestir, excepto prendas de piel	100.00	0.00%
Fabricación de productos de la refinación del petróleo	151357462.00	53.64%
Fabricación de productos de plástico	147644.00	0.05%
Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico	3110.00	0.00%
Fabricación de sustancias químicas básicas	1170000.00	0.41%
Fabricación de tanques, depósitos y recipientes de metal	5000.00	0.00%
Tejedura de productos textiles	600.00	0.00%
Total	282158461.00	100%

Nota. Las mismas empresas aprovecharon el total generado. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

Los datos en cuanto al consumo de energía por actividades principales son muy similares a la generación de energía mediante generadores termoeléctricos. En este sentido, se observa que las empresas encargadas de la fabricación de productos de la refinación del petróleo consumieron 151357462.00 kWh que representa el 53.64%; seguido se encuentran las actividades que fabricación de cemento, cal y yeso con 121726014.00 kWh con el 43.14%. Estas actividades necesitan de una cantidad significativa de energía por las mismas actividades que realizan, pues sus máquinas deben ser alimentadas por grandes cantidades de energía.

Figura No. 15

Generación-Consumo de energía Termoeléctrica por tamaño



Nota. La diferencia de energía termoeléctrica en kW fue destinado a la venta. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

La generación de energía termoeléctrica alcanzó en la grande empresa una oferta total de 286082546.00 kWh, la misma que no fue consumida en la misma cantidad por esta categoría, pues llegó a los 282026734.00 kWh y en este caso la diferencia se destinó a la venta a otras industrias; por otro lado, la mediana empresa “B” aporta con una generación y consumo de 131727.00 kWh, esta categoría aprovechó al máximo esta fuente de energía. Por último, la mediana empresa “A” no aplicó estrategias de

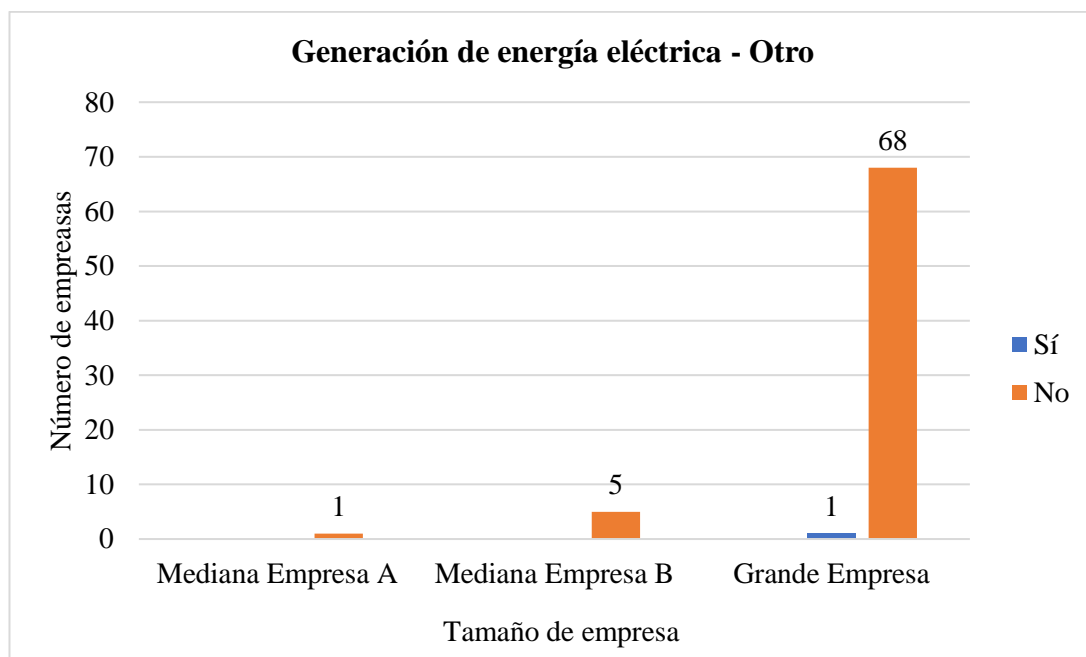
termoelectricidad; y en referencia al total de las tres empresas, los valores mantienen una diferencia de aproximadamente 4 millones de kWh que es producto de las acciones tomadas por la grande empresa.

Las empresas manufactureras deben aumentar su participación en la generación de energía; este sector puede contribuir de manera significativa a la flexibilidad en el sistema energético y alinearse con su producción, así aumentan su competitividad y reducen los costos por adquirir energía desde otras empresas (Leinauer et al., 2022).

Energía eléctrica alternativa o complementaria – Otro

Figura No. 16

Generación de energía eléctrica Otro por tamaño de empresa



Nota. La única empresa se ubica en el nivel de gran tamaño. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

Dentro de las 75 empresas que generaron algún tipo de energía alternativa o complementaria a la red pública existe una sola empresa que produjo energía desde otra fuente diferente a las detalladas anteriormente. No existe mucha información respecto a la misma, pero se resume lo poco a continuación: la industria pertenece a la categoría de grande empresa y se dedica a la elaboración de productos lácteos con la

sede en la provincia de Pichincha. La producción de electricidad que logró tan solo fue de 1 kilovatio-hora en el año 2020; no obstante, es importante considerar la iniciativa que tuvo esta industria en la generación de energía.

Consumo de energía eléctrica desde la Red Pública

En este apartado, se describe el comportamiento del consumo de energía eléctrica desde la red pública que tienen las 703 empresas pertenecientes al sector manufacturero. Toda esta información se resume mediante gráficas y tablas con su respectiva interpretación y discusión.

Tabla No. 29

Consumo de energía de la Red Pública por tamaño de empresa

Detalle del consumo de energía desde la Red Pública			
Tamaño	Sí	No	Total
Mediana Empresa A	20	4	24
Mediana Empresa B	86	3	89
Grande Empresa	571	19	590
Total	677	26	703

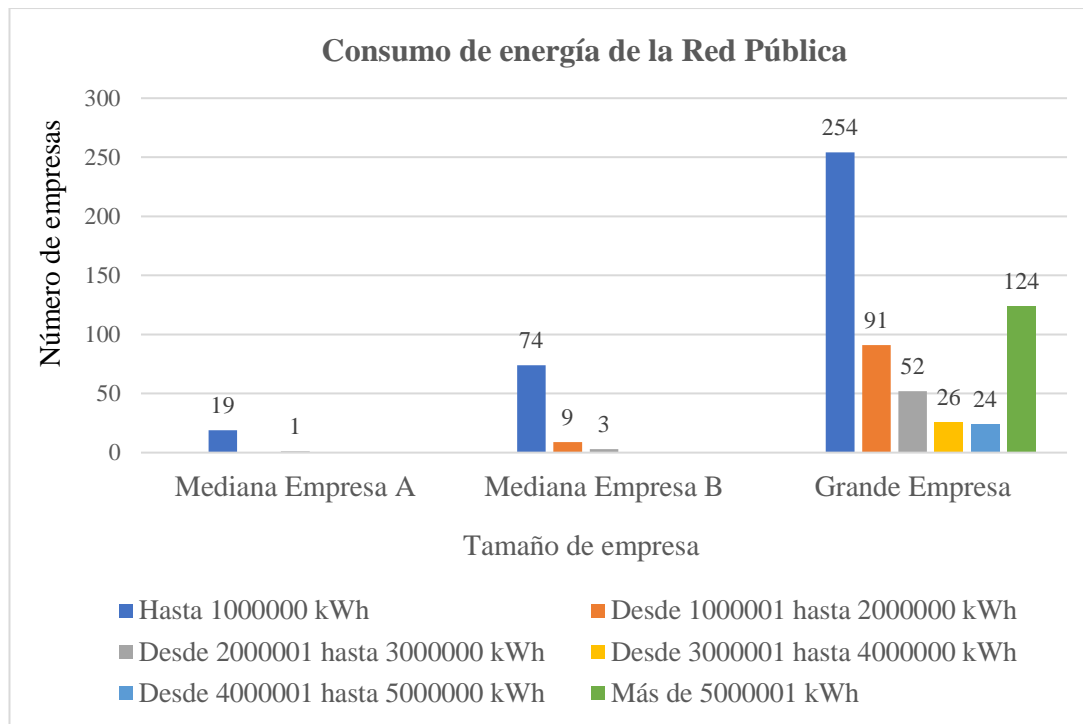
Nota. Empresas que compraron energía eléctrica a la red pública. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

En la tabla 29 se evidencia el número de empresas que compraron energía eléctrica desde la Red Pública; en primera instancia, se observa que 677 industrias si asumieron el consumo desde esta red y la mayor cantidad se encuentra en la categoría de grande empresa con 571 negocios. Esta información se corrobora con el estudio de Abdel-Hadi et al. (2021), donde entre sus conclusiones manifiesta que es mayor el consumo de energía cuando más grande es el tamaño de la empresa.

Por otro lado, son 26 las empresas que no registraron el consumo de energía desde la Red Pública, esto se debe a que el gasto lo asume otra empresa, no cuentan con medidores a nombre de la misma, el servicio básico se cancela con el arriendo o simplemente consumen la energía generada por sus plantas privadas.

Figura No. 17

Consumo de energía de la Red Pública por tamaño de empresa



Nota. Se establecieron rangos para una mejor interpretación. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

Para un mejor análisis se establecieron rangos en cuanto al consumo de energía desde la red pública, esto porque dentro de la base de datos se evidenció que la mayor cantidad de empresas consumió hasta los 5 millones de kWh aproximadamente. Ahora bien, la categoría de grande empresa alberga al mayor número de industrias que utilizan este servicio básico en sus actividades; es importante mencionar que las empresas que consumen hasta 1000000 kWh y aquellas que están en un rango de 2000001 hasta 3000000 kWh de consumo se encuentran en las tres categorías y con mayor presencia en la grande empresa; por todo esto, las grandes categorías económicas necesitan de políticas específicas en eficiencia energética para reducir la demanda final del sector industrial (Ramirez-Sanchez et al., 2022).

Tabla No. 30*Estadísticos descriptivos del consumo de energía de la Red Pública*

Estadísticos	Casos	Consumo de energía eléctrica - kWh/año	Consumo de energía eléctrica - Valor USD
N	Válido	677	677
	Perdidos	26	26
Media		4709644.05	404322.08
Mediana		971128.00	118511.00
Desv. Desviación		14870441.18	1129990.10
Varianza		221130020908370.00	1276877620615.39
Mínimo		830.00	238.00
Máximo		222635486.00	13870672.00
Suma		3188429025.00	273726049.00

Nota. Medidas de tendencia central y de dispersión del consumo de energía de la Red Pública. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

Este análisis se realiza a las 677 empresas del sector manufacturero que compraron energía eléctrica a la red pública. Se aprecia que el promedio de consumo es de 4709644.05 kWh con un valor medio de 971128.00 kWh, este sector al ser altamente demandado cuenta con empresas de gran tamaño que a la vez necesitan de predominantes máquinas; además, por el nivel de producción a gran escala que tienen se evidencia un máximo de consumo de 222635486.00 kWh; por el contrario, existe un mínimo de 830.00 kWh que pertenece a las industrias que cuentan con autogeneración de energía en sus instalaciones.

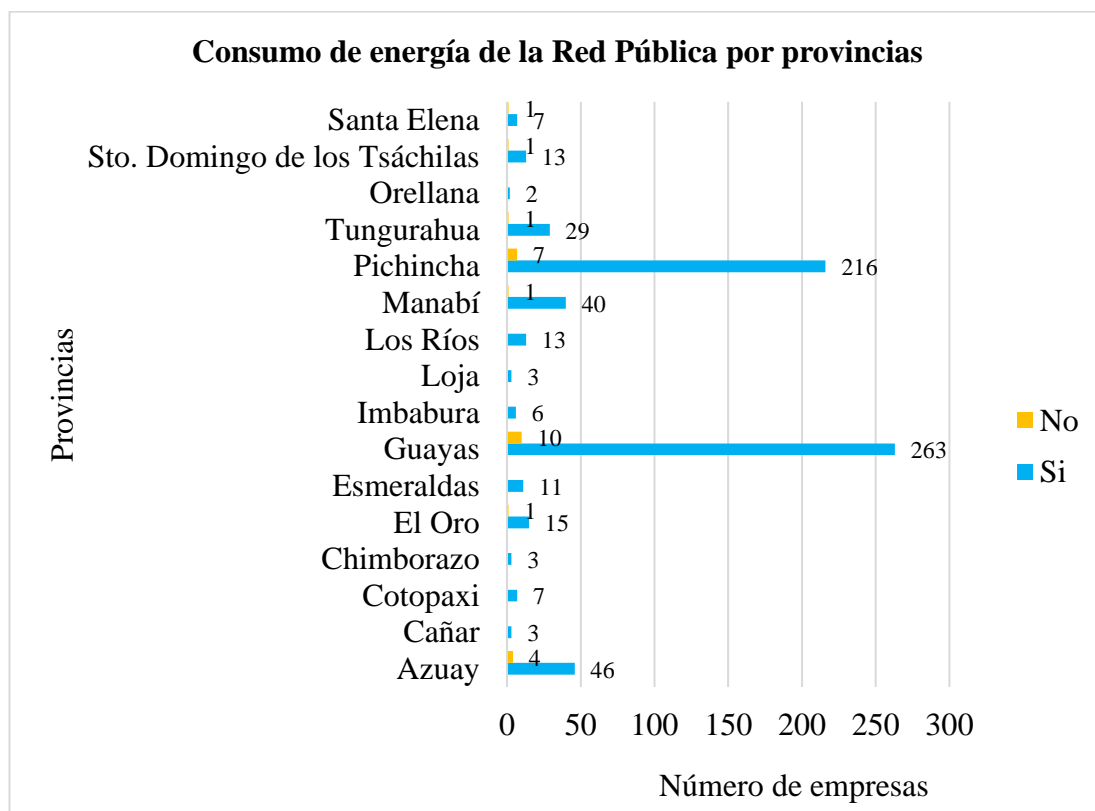
Con referencia al valor monetario que el consumo desde la red pública generó, se muestra un costo promedio de 404322.08 dólares y un valor de la mediana por 118511.00 dólares. El consumo de energía eléctrica es un gran gasto para la empresa, donde para cumplir con sus actividades una sola industria llegó a pagar en el año 2020 un máximo de 13870672.00 dólares; por otro lado, aquella empresa que aplicó estrategias energéticas y generó su propia energía solamente pagó a 238.00 dólares en el mismo año. Cabe recalcar que la suma total por el consumo de energía alcanzó los 3188429025.00 kWh con un costo de 273 millones de dólares aproximadamente; es importante considerar la flexibilidad energética, eso según Pierri et al. (2021)

contribuye en la estabilización de la red y reduce la necesidad de actualización en el largo plazo.

En cuanto a la dispersión de los datos, mediante la desviación estándar se puede decir que estos se encuentran distantes en relación a la media, esto se corrobora con la varianza debido a que, la misma presenta valores muy elevados para el consumo de energía eléctrica desde la red pública tanto en kWh/año como en valor USD.

Figura No. 18

Consumo de energía de la Red Pública por provincias



Nota. Empresas que consumieron energía eléctrica desde la Red Pública sin considerar el tamaño. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

Dada la concentración de empresas manufactureras en las principales provincias del Ecuador, se evidencia una cantidad representativa en Guayas con un total de 263 industrias que consumen energía eléctrica desde la red pública, cerca se encuentra Pichincha con 216 industrias y en orden de importancia le siguen provincias como Manabí, Azuay y Tungurahua. Esta información debe ser considerada por los

gobiernos locales, debido a que dentro del sector manufacturero estas son las principales provincias en generar dinamismo económico y por ende urgen de enormes cantidades de energía eléctrica; y como en el caso de Ghana son necesarias políticas energéticas en los principales territorios para equilibrar las preocupaciones ambientales, económicas y de abastecimiento (Nyasapoh et al., 2023).

Tabla No. 31

Consumo de energía de la Red Pública por Actividad Principal

Actividad Principal	Consumo de energía eléctrica - kWh/año	Consumo de energía eléctrica - Valor USD
Elaboración y conservación de pescados, crustáceos y moluscos	375465870.00	33744679.00
Industrias básicas de hierro y acero	355030151.00	27259236.00
Fabricación de productos de plástico	299522681.00	27354332.00
Fabricación de papel y cartón ondulado y de envases de papel y cartón	235699717.00	18120537.00
Fabricación de cemento, cal y yeso	228951935.00	14501680.00
Fabricación de partes y piezas de carpintería para edificios y construcciones	116226.00	34868.00
Reparación de equipo eléctrico	84363.00	11196.00
Fabricación de artículos de cuchillería, herramientas de mano y artículos de ferretería	52392.00	6811.00
Fabricación de tejidos de punto y ganchillo	16609.00	6402.00
Fabricación de equipo eléctrico de iluminación	10964.00	3728.00
Subtotal	1494950908.00	121043469.00
Otras actividades	1693478117.00	152682580.00
Total	3188429025.00	273726049.00

Nota. Actividades económicas con mayor y menor consumo de energía eléctrica de la Red Pública. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

El sector manufacturero cuenta con una diversidad de actividades principales en las que trabajan las empresas, sin embargo, para un mejor análisis solamente se consideraron a aquellas cinco actividades que exigieron mayor y menor consumo de energía eléctrica desde la red pública.

En este sentido, la empresa que lidera se dedica a la elaboración y conservación de pescados, crustáceos y moluscos que consumió un total de 375465870.00 kWh y por eso pagaron 33744679.00 dólares durante el año 2020; esta información se ratifica por Rodríguez-Sauceda et al. (2014) quienes mencionan que el mayor reto de la industria de alimentos es la conservación de los productos, por lo tanto, necesitan de energía eléctrica para los procesos de refrigeración, congelación y almacenamiento. Le sigue aquella industria que trabajan con el hierro y acero con 355030151.00 kWh de consumo y que en valores monetarios significó 27259236.00 dólares; las relacionadas a la fabricación de productos de plástico, así como quienes fabrican papel y cartón, y aquellas que fabrican cemento, cal y yeso completan el grupo de actividades económicas que más consumieron energía desde el servicio de red pública.

Por otro lado, la empresa que se encarga de la fabricación de equipo eléctrico de iluminación solamente consumió desde la red un total de 10964.00 kWh por lo que desembolsó 3728.00 dólares, muy cerca se encuentra la industria que fabrica de tejidos de punto y ganchillo que únicamente demandó a la red pública un total de 16609.00 kWh que representó 6402.00 dólares en el año 2020. Las demás actividades como: fabricación de artículos de cuchillería, reparación de equipo eléctrico y fabricación de partes de carpintería igualmente tienen valores menores; las principales causas son su tamaño y la poca participación económica, por ende, el consumo de energía eléctrica tiende a ser menor (Neme Castillo et al., 2015).

Producción del sector manufacturero

Por último, se describe el comportamiento de la producción del sector manufacturero con las 703 empresas que pertenecen a este sector, la información para el análisis se presenta por el Valor Agregado Bruto (VAB) y se resume mediante gráficas y tablas con su respectiva interpretación y discusión.

Tabla No. 32

Empresas del sector manufacturero por tamaño

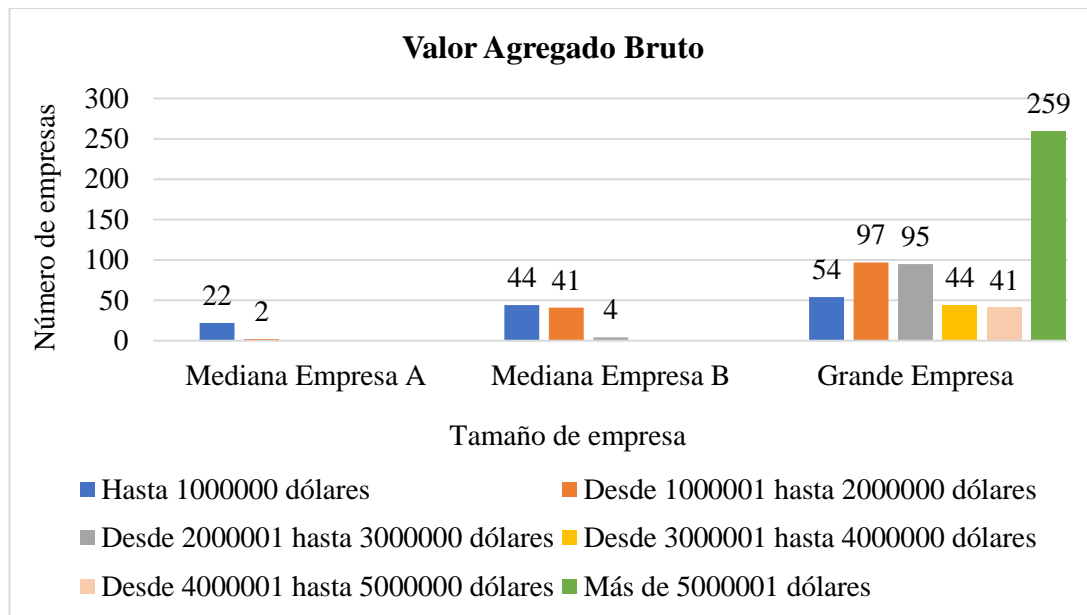
Detalle de empresas por tamaño		
Tamaño	Frecuencia	Porcentaje
Mediana Empresa A	24	3.41%
Mediana Empresa B	89	12.66%
Grande Empresa	590	83.93%
Total	703	100%

Nota. Número de empresas que integran el sector manufacturero. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

Debido al crecimiento económico y al posicionamiento que quieren lograr las empresas dentro del sector manufacturero, se evidencia que la mayor parte se concentra en la categoría de gran tamaño. En este sentido, el 83.93% de las industrias se encuentra dentro del grupo de grandes empresas con un total de 590, seguido están las medianas empresas “B” (12.66%) y las medianas empresas “A” (3.41%) con 89 y 24 industrias respectivamente. Esta distribución tiene implicaciones significativas, pues las grandes empresas contratan más trabajadores y los ingresos que perciben son mayores; sin embargo, esto difiere con la investigación de Haro Sarango (2021) donde menciona que las pequeñas empresas tienen un fuerte impacto, una explicación puede ser por la población de estudio que fue del triple en comparación con la grande empresa.

Figura No. 19

Valor Agregado Bruto por tamaño de empresa



Nota. Se establecieron rangos para una mejor interpretación. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

Dada la producción a gran escala que tienen las empresas de mayor tamaño, se evidencia una concentración del Valor Agregado Bruto en esta categoría. Ahora, la grande empresa cuenta con industrias que se ubican en todos los rangos establecidos; es relevante resaltar que, las empresas que generaron un VAB de hasta 1000000.00 en dólares y aquellas que se encuentran en un rango de 1000001.00 hasta 2000000.00 de dólares se localizan en las tres categorías y con mayor presencia en la grande empresa. Esto se corrobora con la investigación de Salinas Campuzano et al. (2021), donde mencionan que las grandes empresas son las que tienen mayor aporte en el Valor Agregado Bruto, esto para el mismo caso ecuatoriano con datos del Banco Mundial.

Por otro lado, existen 259 empresas que generan más de 5 millones de dólares de VAB, en comparación, este resultado es el mayor porque dentro del sector manufacturero existen más empresas grandes que por su tamaño generan mayor producción y como resultado tienen un VAB superior. Esto se ratifica con el estudio de Villalba et al. (2021), pues las grandes empresas tienen un nexo positivo con el crecimiento económico por las desmesuradas ventas que mantiene.

Tabla No. 33*Estadísticos descriptivos del Valor Agregado Bruto*

Estadísticos	Casos	Valor Agregado Bruto - USD
N	Válido	703
	Perdidos	0
Media		11246041.16
Mediana		2920706.00
Desv. Desviación		76430654.52
Varianza		5841644950652290.00
Rango		1982573069.00
Mínimo		10509.00
Máximo		1982583578.00
Suma		7905966934.00

Nota. Medidas de tendencia central y de dispersión del VAB empresarial. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

El sector manufacturero del Ecuador está compuesto por 703 empresas y todas generaron Valor Agregado Bruto (VAB) en el año 2020. Con esta información se evidencia que el promedio de VAB generado fue de 11246041.16 dólares y con respecto a la mediana quiere decir que el 50% de las empresas generó un VAB inferior a 2920706.00 dólares y el otro 50% de industrias generó un VAB superior a dicha cantidad. Además, debido a la eficiencia y altos niveles de producción una empresa llegó a un máximo de 1982583578.00 dólares de valor añadido en la manufactura de sus bienes; por el contrario, el mínimo registrado fue de 10509.00 dólares. Estas variaciones pueden ser por el tamaño de empresa, pues aquellas de mayor tamaño por la presencia de economías de escala tienden a ser más productivas (Bogetić & Olusi, 2013).

Es importante mencionar que, el Valor Agregado Bruto producido por las 703 empresas manufactureras llegó a un total de 7905966934.00 dólares, estas cifras son significativas para el país; pues Guerra Espinosa & González Torres (2015) mencionan que, el VAB es un indicador proporcional al PIB y además es un reflejo del crecimiento económico. Por último, el valor de la desviación estandar revela que los datos están dispersos o distantes respecto a la media, esto se respalda con la varianza que también presenta una cantidad muy elevada.

Tabla No. 34*Valor Agregado Bruto por Actividad Principal*

Actividad Principal	Valor Agregado Bruto - USD	Porcentaje
Fabricación de productos de la refinación del petróleo	2008562077.00	25.41%
Elaboración y conservación de pescados, crustáceos y moluscos	818630958.00	10.35%
Elaboración de alimentos preparados para animales	408464660.00	5.17%
Elaboración y conservación de carne	375313375.00	4.75%
Fabricación de productos de plástico	317668632.00	4.02%
Fabricación de partes y piezas de carpintería para edificios y construcciones	1295659.00	0.02%
Actividades de servicios relacionados con la impresión	1193739.00	0.02%
Fabricación de tejidos de punto y ganchillo	1126392.00	0.01%
Fabricación de artículos de cuchillería, herramientas de mano y artículos de ferretería	1020531.00	0.01%
Fabricación de equipo eléctrico de iluminación	268237.00	0.00%
Subtotal	3933544260.00	49.75%
Otras actividades	3972422674.00	50.25%
Total	7905966934.00	100%

Nota. Actividades económicas con mayor y menor VAB empresarial. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

Dentro de la Encuesta Estructural Empresarial (ENESEM) existe una diversidad de actividades principales, sin embargo, para el siguiente análisis solamente se consideró a aquellas industrias que mayor y menor VAB generaron en el año 2020. Partiendo de eso, las empresas que se dedican a la fabricación de productos de la refinación del petróleo aportaron con 2008562077.00 dólares de VAB que representa la cuarta parte (25.41%) del total aproximadamente; en este contexto, la producción del petróleo en el Ecuador es decisiva e importante en cuanto a desarrollo económico y social (Cepeda Chacaguasay et al., 2016), al igual que en la economía venezolana (Rincón et al., 2016); ahora bien, las tres industrias siguientes se relacionan con la elaboración de algún tipo de alimento y en quinto lugar está la empresa que se ocupa de la fabricación de productos de plástico.

Por otro lado, la industria que participa en la fabricación de equipo eléctrico de iluminación es la que menor VAB generó con 268237.00 dólares, seguido de las empresas que se encargan de fabricar artículos de cuchillería (0.01%) y producir tejidos de punto y ganchillo (0.01%) con 1020531.00 y 1126392.00 dólares de valor añadido respectivamente; la explicación a esto es porque solo existe una empresa dentro de estas actividades principales y el aporte que tienen es menor en comparación a las demás económicas que albergan un mayor número de industrias; asimismo, influye su tamaño en la productividad (Bogetić & Olusi, 2013).

De esta forma, en la base de datos de la ENESEM proporcionada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), se evidenció que de las 703 empresas pertenecientes al sector manufacturero solo 75 (10.67%) produjeron energía alternativa o complementaria a la red pública; las principales fuentes incluyen a generadores termoeléctricos, biomasa y solar con 58, 8 y 6 industrias respectivamente, estas se concentran en mayor cantidad en la categoría de grande empresa; asimismo, las industrias que más generaron por estas fuentes se dedican a actividades relacionadas a la elaboración de alimentos y tienen por lo menos una sede en las provincias de Guayas y Pichincha. En esa misma línea, las 75 empresas aprovecharon al máximo la generación y consumieron energía eléctrica desde las fuentes alternativas o complementarias, por lo tanto, el consumo desde la red pública fue menor en comparación a las otras empresas que no aplicaron estrategias energéticas.

En cuanto al Valor Agregado Bruto, la actividad principal que más generó fue la de fabricación de productos de la refinación del petróleo con 2008562077.00 dólares que refleja el 25.41% del total; de forma general, aquellas empresas que más aporte tienen al VAB pertenecen a la categoría de grande empresa se encuentran en las provincias de Guayas y Pichincha. Para complementar, el sector manufacturero es importante en el Ecuador; pues en una economía en desarrollo este sector se encuentra entre los principales generadores de empleo, VAB y crecimiento económico (Hallward-Driemeier & Nayyar, 2017).

En conclusión, la generación de energía eléctrica alternativa o complementaria es limitada en el sector manufacturero ecuatoriano; por consiguiente, como mencionan García-Quevedo & Jové-Llopis (2021) es importante la implementación de políticas

medioambientes como: I+D ambiental, subsidios, impuestos, regulaciones, etc., de ese modo, las industrias podrán trabajar en la sostenibilidad energética. Por otro lado, no es recomendable que las empresas dependan únicamente de la red pública para satisfacer su demanda de electricidad, en especial aquellas grandes empresas que cuentan con el capital para iniciar con proyectos de energía renovables.

Cumplimiento del objetivo específico 2: Determinar la relación de la generación - consumo de energía eléctrica y la producción del sector manufacturero en el Ecuador.

Para el cumplimiento del segundo objetivo específico que es determinar la relación de la generación - consumo de energía eléctrica y la producción del sector manufacturero en el Ecuador, se aplicó un análisis estadístico correlacional para conocer si existe asociación entre una variable con la otra. En primer lugar, se aplicó la prueba de Kolmogórov-Smirnov para las variables de: generación de energía eléctrica kWh, consumo de energía eléctrica generada kWh, consumo de energía eléctrica de la red pública, generación de energía termoeléctrica y Valor Agregado Bruto, esto porque es útil cuando existen muestras grandes; por otro lado, se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk para las muestras pequeñas respecto a la generación de energía eléctrica por fuentes que son: solar, eólica, biomasa, hidráulica y otro.

A través de estas pruebas se determinó la presencia de no normalidad para todas las variables, por lo tanto, se utilizó la prueba no paramétrica Rho de Spearman para medir la correlación. A continuación, se presentan los resultados de las pruebas de normalidad y correlación para las variables en este estudio como son: la producción manufacturera, la generación de energía eléctrica alternativa o complementaria y el consumo desde fuentes renovables, complementarias o desde la red pública.

Tabla No. 35*Pruebas de normalidad*

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Generación de energía eléctrica kWh	0.479	75	0.000	0.275	75	0.000
Consumo de energía eléctrica generada kWh	0.472	73	0.000	0.231	73	0.000
Consumo de energía eléctrica de la Red Pública kWh	0.376	677	0.000	0.288	677	0.000
Valor Agregado Bruto USD	0.442	703	0.000	0.072	703	0.000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Prueba de normalidad para las variables generales de generación, consumo y producción. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

En la tabla 35 se evidencia los resultados de la prueba de normalidad para las variables de forma general, en este caso se analizó desde Kolmogorov-Smirnov debido a que son muestras grandes; tanto para la generación, consumo y VAB la significancia es 0.000 que es menor a 0.05, en este sentido, la distribución de los datos es no normal y fue necesaria la utilización de pruebas no paramétricas para medir la correlación.

Tabla No. 36*Pruebas de normalidad de las fuentes de generación-consumo*

	Pruebas de normalidad generación-consumo					
	Kolmogorov-Smirnov^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Generación - Solar	0.338	7	0.015	0.659	7	0.001
Generación - Eólica	No hay casos válidos					
Generación - Biomasa	0.397	8	0.001	0.667	8	0.001
Generación - Hidráulica	0.383	3	.	0.754	3	0.009
Generación - Generador Termoeléctrico	0.507	58	0.000	0.190	58	0.000
Generación - Otro	Se omite el resultado					
Consumo - Solar	0.338	7	0.015	0.659	7	0.001
Consumo - Eólica	No hay casos válidos					

Consumo - Biomasa	0.318	7	0.031	0.643	7	0.001
Consumo - Hidráulica	0.260	2
Consumo - Generador Termoeléctrico	0.506	58	0.000	0.190	58	0.000
Consumo - Otro	Se omite el resultado					

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Se omiten resultados por la falta de información. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

La prueba de normalidad para las diferentes fuentes de generación de energía eléctrica se analizó desde Shapiro-Wilk a excepción de la generación-consumo por generador termoeléctrico que fue desde Kolmogorov-Smirnov debido a que representa una muestra grande; para esta última, se evidencia una significancia del 0.000 tanto para la generación como para el consumo de energía, este valor es inferior a 0.05 por lo tanto, los datos son no normales; lo mismo sucede desde las otras fuentes de energía (solar, biomasa, hidráulica), mediante Shapiro-Wilk se tiene una significancia menor a 0.05 para la generación-consumo y de igual forma los datos son no normales. Es importante mencionar que, la prueba de normalidad para el caso de energía eólica el software SPSS arrojó que no hay casos válidos debido a que ninguna empresa generó o consumió este tipo de energía y por lo mismo no registraron información; por otro lado, para otra fuente se omiten los resultados desde la aplicación pues los valores son mínimos y el software no calcula la prueba de normalidad, algo parecido sucede con el consumo de energía hidráulica.

Al comprobar la no normalidad para todas las variables, a continuación, se presentan los resultados de la correlación a través del Rho de Spearman, donde se identificó el nivel de significancia y el grado de correlación entre las variables de generación-consumo de energía y la producción manufacturera del Ecuador.

Tabla No. 37

Correlación de la generación y consumo de energía eléctrica

Rho de Spearman	Correlación generación-consumo		
	Coefficiente de correlación	Valor Agregado Bruto Sig. (bilateral)	Grado de relación
Generación de energía alternativa o complementaria	.396**	0.000	Correlación positiva media
Consumo de energía alternativa o complementaria	.469**	0.000	Correlación positiva media
Consumo de energía de la Red Pública	.633**	0.000	Correlación positiva considerable
Generación - Generador Termoeléctrico	.541**	0.000	Correlación positiva considerable
Consumo - Generador Termoeléctrico	.539**	0.000	Correlación positiva considerable
Generación - Solar	-0.393	0.383	No son significativas
Consumo - Solar	-0.393	0.383	No son significativas
Generación - Biomasa	0.548	0.160	No son significativas
Consumo - Biomasa	0.321	0.482	No son significativas
Generación - Hidráulica	-0.500	0.667	No son significativas
Consumo - Hidráulica	-1.000	-	Los datos son mínimos
Generación - Otro	-	-	Los datos son mínimos
Consumo - Otro	-	-	Los datos son mínimos
Generación - Eólica			No hay casos válidos
Consumo - Eólica			No hay casos válidos

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

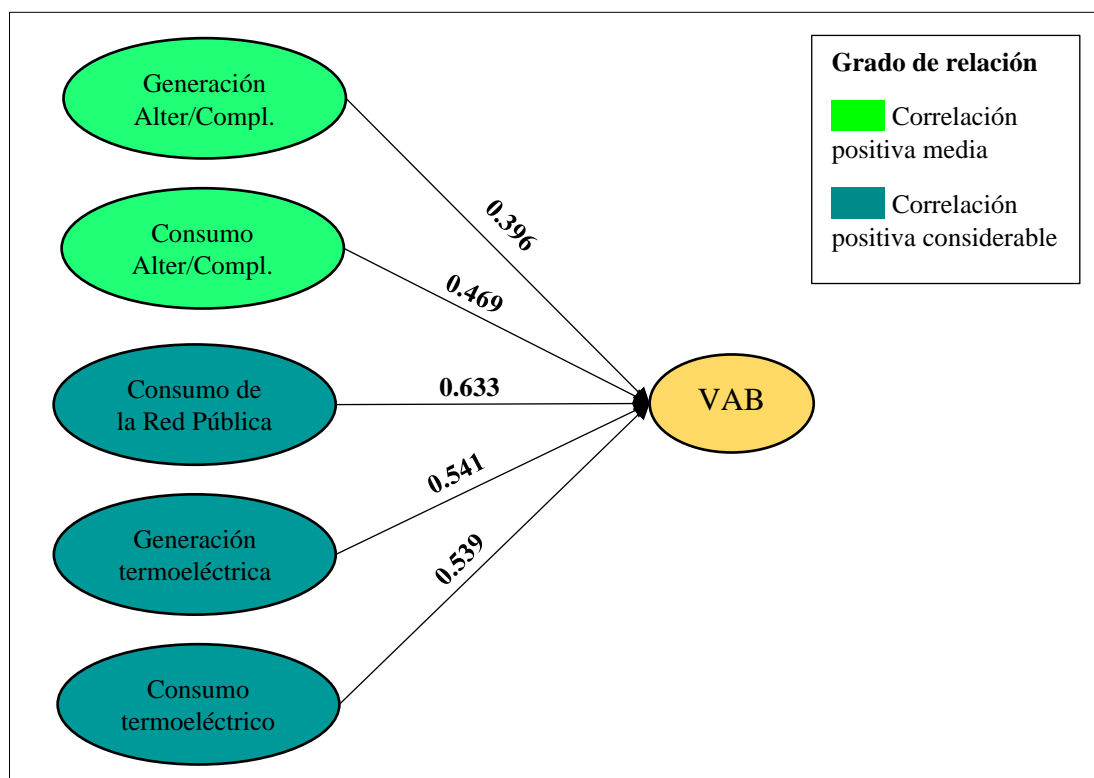
Nota. Correlación Rho de Spearman para las variables generación-consumo de energía eléctrica y la producción manufacturera. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

En la tabla 37 se presentan las correlaciones entre la generación-consumo de energía eléctrica y el Valor Agregado Bruto (VAB). Se analizó la significancia bilateral para conocer si existe o no correlación entre las variables; para la generación-consumo de energía eléctrica alternativa o complementaria, consumo desde la red pública y la generación-consumo por generadores termoeléctricos se evidencia una significancia de 0.000 que refleja que existe relación entre estas variables de energía con la producción del sector manufacturero del Ecuador. Estos resultados se corroboran con el estudio de Neme Castillo et al., (2015), donde mencionan la dependencia de variables energéticas con la producción del sector manufacturero mexicano.

Por otro lado, por el nivel de significancia las fuentes de energía solar, biomasa e hidráulica no mantiene relación con la producción. Además, el software SPSS no arrojó correlación para la energía eólica puesto que no hay información respecto a la misma; algo parecido sucede con la categoría de otra fuente de energía, sin embargo, la ausencia de esta correlación es porque los valores son mínimos para el análisis.

Figura No. 20

Grado de relación del VAB y la generación – consumo de energía



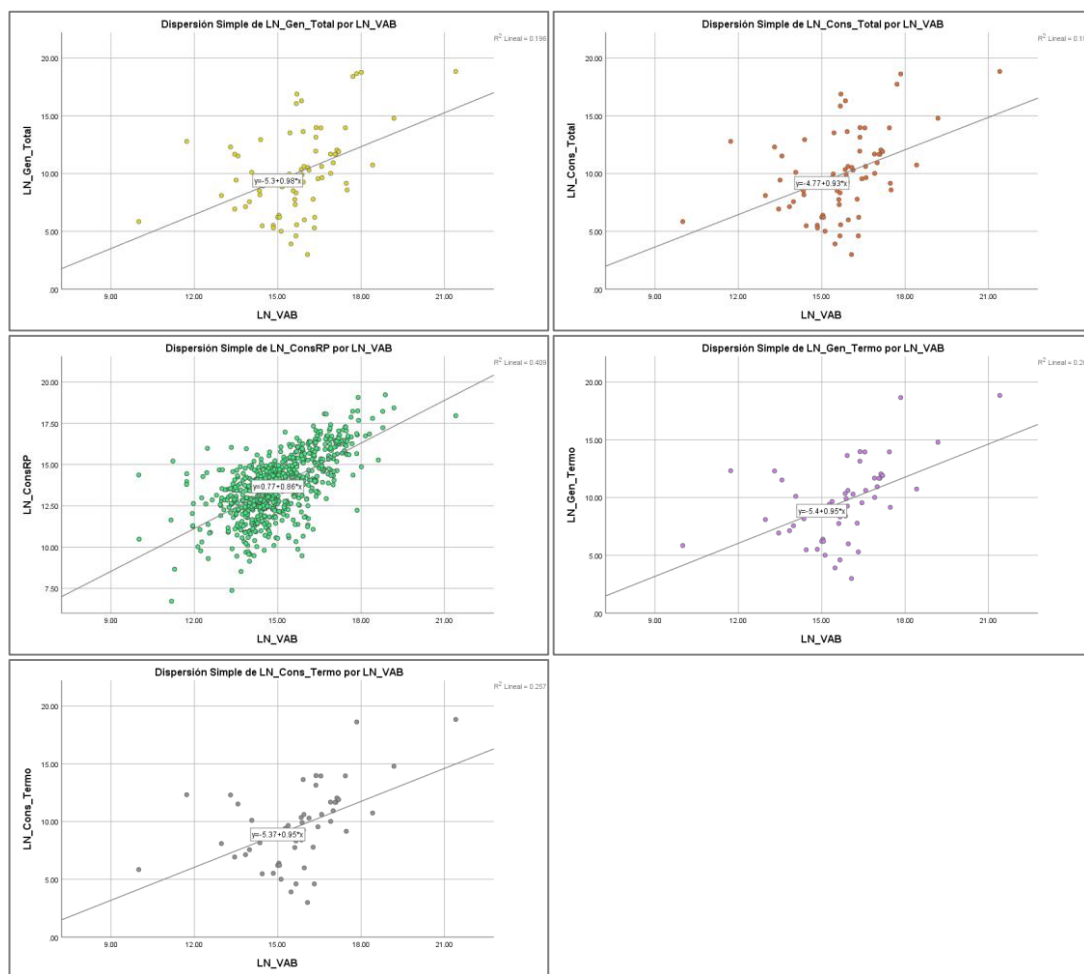
Nota. Se consideraron las variables que si mantienen correlación y son significativas. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

En cuanto al coeficiente de correlación que mide el grado de asociación entre las variables (Montes Díaz et al., 2021); en la figura 20 se observa que existe una correlación positiva media para la generación (0.396) y el consumo (0.469) de energía alternativa o complementaria, es decir, cada vez que aumenta la producción también lo hacen las variables energéticas; por ende, los procesos manufactureros dependen del uso de electricidad y viceversa (Marroquín Arreola et al., 2015); asimismo, el consumo de energía desde la red pública (0.633), así como la generación (0.541) y el consumo (0.539) de energía por generadores termoeléctricos mantienen una correlación positiva considerable, en este sentido, la relación que mantienen estas variables es directamente proporcional.

El grado de asociación de las otras fuentes de energía (solar, biomasa e hidráulica) no fueron consideradas, esto por el análisis previo que se hizo respecto al nivel de significancia donde estas variables demostraron que no mantienen relación o no son significativas. Por otro lado, el coeficiente de correlación para la energía eólica no se refleja debido a que no existieron casos válidos para el análisis en el software, asimismo, para el caso de otra fuente tampoco se evidenció el coeficiente porque la información que presentó esta variable es mínima dentro de la base de datos.

Figura No. 21

Gráficos de dispersión entre el VAB y la generación – consumo de energía



Nota. Se consideraron las variables que si mantienen correlación y son significativas.

Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

En la figura 21, se observa la dispersión que tienen los datos donde en el eje Y se encuentran las variables dependientes, en este caso son la generación – consumo de energía eléctrica alternativa o complementaria, consumo desde la red pública y la generación – consumo de energía termoeléctrica, por otro lado, para el eje X la variable es el Valor Agregado Bruto (VAB); en este sentido, se visualiza que los puntos en todos los gráficos están cerca de la línea de tendencia, además, a través de esto se corrobora la correlación positiva y directamente proporcional entre las diferentes variables.

En conclusión, la producción del sector manufacturero mantiene un grado de correlación positiva con aquellas variables generales y que engloban a las diferentes

fuentes de energía; para Gómez & Rodríguez (2015) existe una relación de cointegración y causalidad entre el consumo de energía eléctrica y el crecimiento económico de México. De igual forma, la relación también se presenta con el consumo de energía desde la red pública y por la generación-consumo con generadores termoeléctricos, esta última aparece debido a que el mayor número de empresas que aplicó estrategias energéticas lo hizo desde esa fuente y por lo mismo la relación es evidente.

Cumplimiento del objetivo específico 3: Explicar el efecto de la generación - consumo de energía eléctrica y la producción del sector manufacturero en el Ecuador.

Al final, el proyecto termina siendo explicativo, donde se determinó la incidencia de la producción en la generación y el consumo de energía eléctrica del sector manufacturero ecuatoriano. Se aplicaron modelos de regresión lineal simple para conocer la incidencia que tiene una variable sobre otra. En primer lugar, se realizó un modelo con las variables de producción manufacturera medida por el Valor Agregado Bruto (VAB) y la generación de energía eléctrica alternativa o complementaria a la red pública; luego se realizó el siguiente modelo con el VAB y el consumo de energía eléctrica de la red pública.

Es importante mencionar que, antes de realizar la regresión lineal se buscó cumplir con los supuestos del modelo como son: linealidad, independencia, homocedasticidad y normalidad (Vilá Baños et al., 2019).

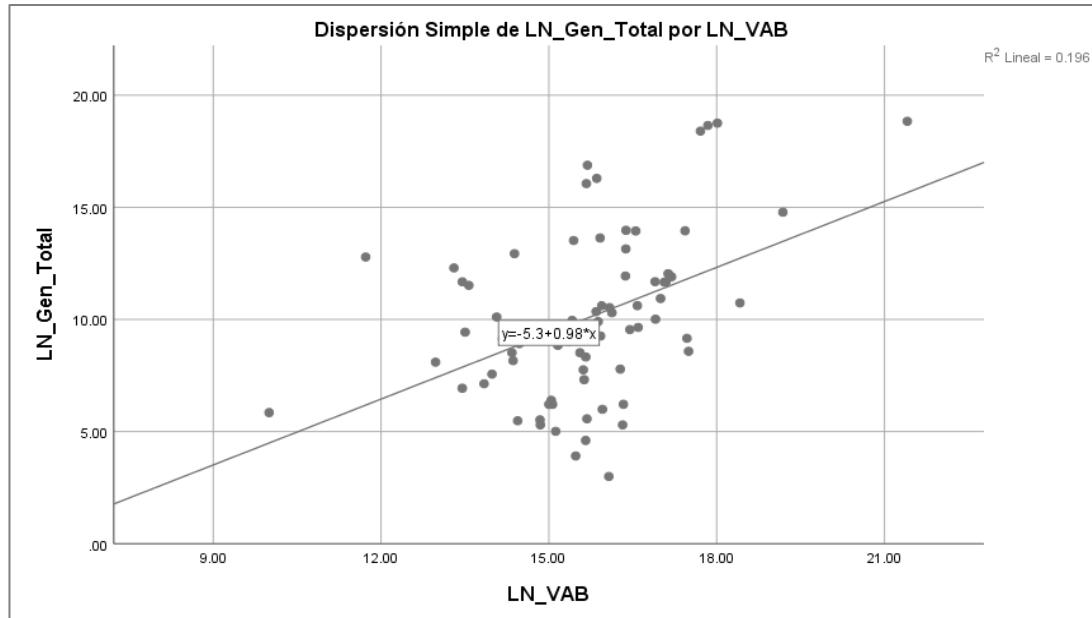
Modelo 1

A continuación, se presentan los resultados del primer modelo que tienen como variable dependiente a la generación de energía eléctrica alternativa o complementaria y como variable independiente a la producción manufacturera.

Supuestos del modelo 1

Figura No. 22

Supuesto de linealidad Generación de energía - Producción



Nota. Supuesto de linealidad del modelo uno. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

La figura 22 muestra el primer supuesto del modelo, que indica la relación lineal entre las variables (Vilá Baños et al., 2019). En este caso, se evidencia que la relación entre la variable dependiente “generación de energía eléctrica o alternativa” y la variable independiente “producción manufacturera” tiene una tendencia lineal positiva, además, se observa un r^2 de 19.6% que es el porcentaje de explicación de la variable explicativa.

Tabla No. 38

Supuesto de independencia de los errores Generación - Producción

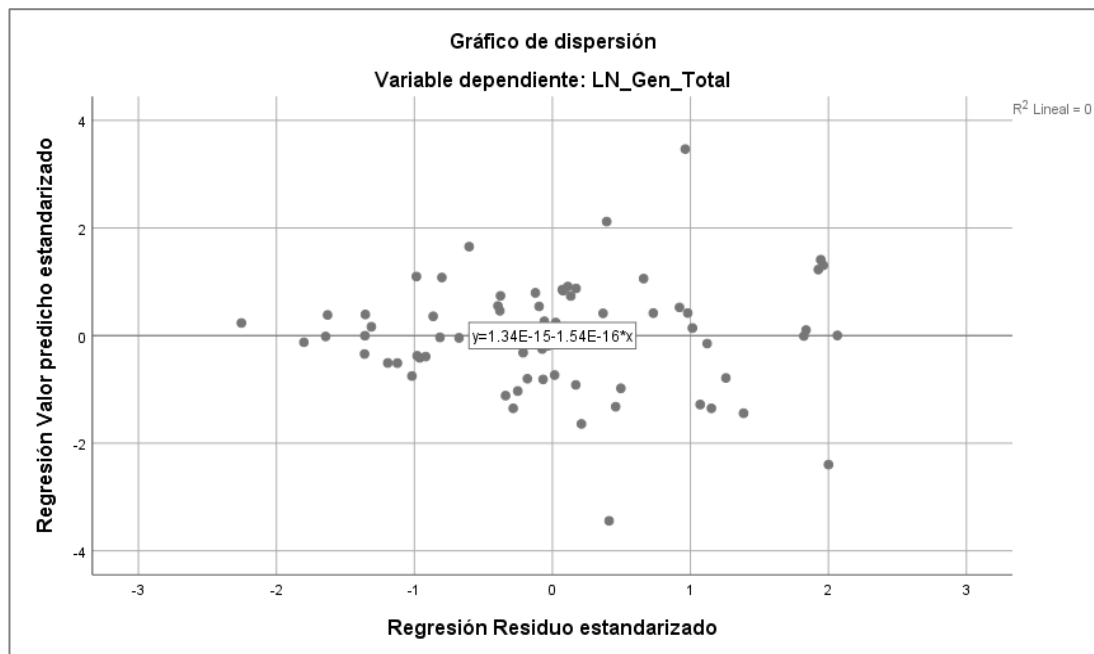
Resumen del modelo					
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	.442	0.196	0.184	3.30100	1.841

Nota. Supuesto de independencia del modelo uno. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

El supuesto de independencia de los errores se analiza a través del estadístico de Durbin-Watson; según Vilá Baños et al. (2019) el resultado de D-W debe estar entre 1,5 y 2,5. El valor que presenta la tabla es de 1,841 que se encuentra dentro del rango establecido y de esa manera se cumple con este supuesto.

Figura No. 23

Supuesto de homocedasticidad Generación de energía - Producción

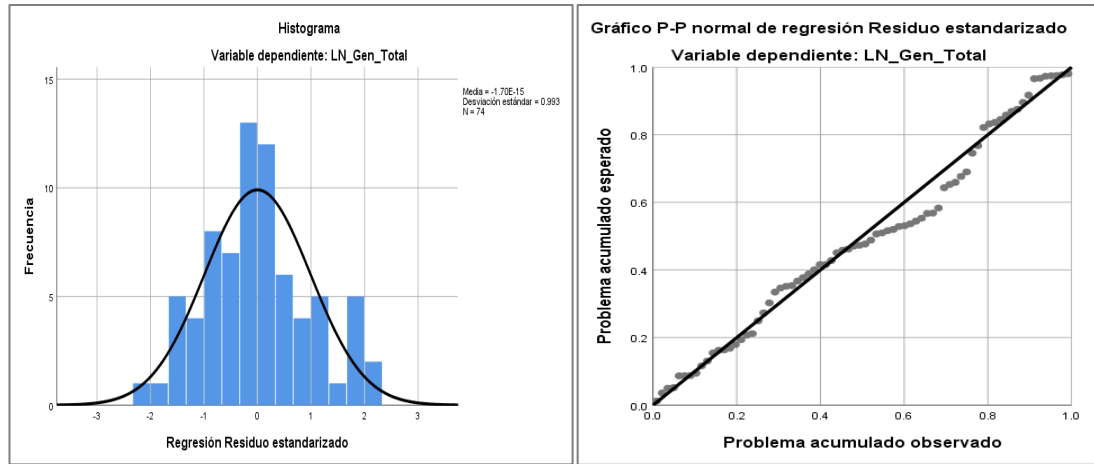


Nota. Supuesto de homocedasticidad del modelo uno. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

El supuesto de homocedasticidad establece la igual dispersión o igual varianza de los errores (Gujarati & Porter, 2010). En la figura 23 se puede apreciar la dispersión entre los valores pronosticados estandarizados y los residuos estandarizados, se evidencia una distribución uniforme y con eso se comprueba el tercer supuesto.

Figura No. 24

Supuesto de Normalidad Generación de energía - Producción



Nota. Supuesto de normalidad del modelo uno. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

El supuesto de normalidad verifica que los datos estén normalmente distribuidos (Gujarati & Porter, 2010). Se observa mediante el histograma y el gráfico P-P normal de regresión de residuos estandarizados que las observaciones siguen una distribución normal, por lo tanto, se comprueba el cuarto supuesto y se procede con el modelo de regresión lineal.

Tabla No. 39

Modelo de regresión lineal simple 1

Coefficientes del modelo					
Modelo 1	Coefficientes no estandarizados		Coefficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Desv. Error	Beta		
(Constante)	-5.296	3.690		-1.435	0.156
VAB	0.979	0.234	0.442	4.184	0.000
Resumen del modelo					
R	R cuadrado	R cuadrado ajustado		Error estándar de la estimación	
.442	0.196	0.184		3.30100	

Nota. Resultados del primer modelo de regresión lineal simple. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

La relación entre estas dos variables es directamente proporcional, además, mostraron ser significativas a través de la regresión del modelo ANOVA que arrojó un $p\text{-value} < 0,05$ (0.000). De igual forma, se presenta una correlación positiva media de 0.44, esto significa que las variables de generación de energía y la producción del sector manufacturero presenta una relación directa y positiva; asimismo, mediante el coeficiente de determinación (R cuadrado) se observa que el modelo explica en un 19.6% de la varianza.

Ecuación del modelo de regresión lineal simple 1:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 VAB + \varepsilon \quad [10]$$

Donde:

Y : Generación de energía eléctrica

β_0 : Constante

β_1 : Parámetro de influencia

VAB : Producción del sector manufacturero

ε : término o margen de error

Ecuación reemplazada:

$$Y = -5.296 + 0.979VAB + 0.05 \quad [11]$$

Luego de comprobar los supuestos, se aplicó la regresión lineal para conocer los coeficientes en este primer modelo que tiene como variables a la generación de energía eléctrica y la producción manufacturera. En la tabla 39 se observa el valor de la constante de -5,296 que hace referencia al valor que toma la variable dependiente cuando la producción en el sector manufacturero es igual a cero. Por otro lado, en cuanto a el coeficiente para el Valor Agregado Bruto (VAB) es de 0,979, esto quiere decir que por cada dólar de producción se genera 0,979 kW de energía eléctrica menos la constante (-5,296).

Por ejemplo: con una producción de \$100 dentro del sector manufacturero se genera 92,65 kW de energía eléctrica.

$$\text{Generación de energía eléctrica} = -5.296 + 0.979(100) + 0.05$$

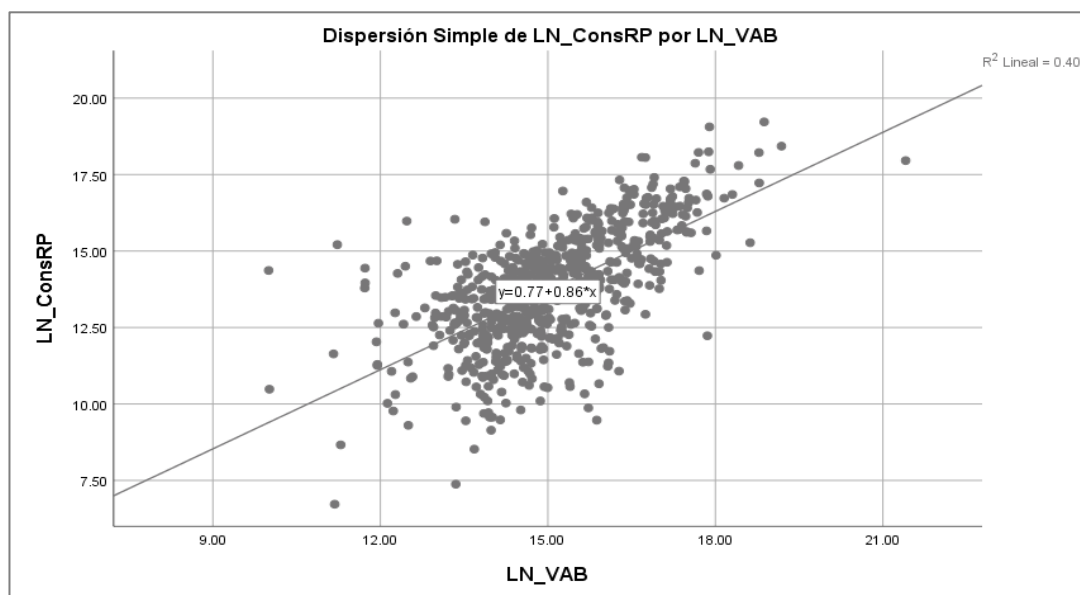
$$\text{Generación de energía eléctrica} = 92,65 \text{ kW}$$

En conclusión, la producción del sector manufacturero si influye en la generación de energía eléctrica que bien puede ser alternativa o complementaria a la red pública. Estos resultados se corroboran con otras investigaciones que demuestran la relación directamente proporcional entre las variables energéticas y la producción industrial (Barragán Llanos & Llanes Cedeño, 2020; Guastay Cajo & Llanes Cedeño, 2020; Restrepo et al., 2018). Por otro lado, para una mejor explicación del modelo hay que considerar que la generación de energía depende de otras variables como el aumento de la demanda e inversión en proyectos energéticos desde el sector público y privado (Barragán Llanos & Llanes Cedeño, 2020).

Supuestos del modelo 2

Figura No. 25

Supuesto de linealidad Consumo de energía - Producción



Nota. Supuesto de linealidad del modelo dos. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

La figura 25 refleja el supuesto de linealidad, para Vilá Baños et al. (2019) este supuesto indica la relación lineal que existe entre las variables. En el segundo modelo, se evidencia que la relación entre el consumo de energía desde la red pública (variable dependiente) y la producción manufacturera (variable independiente) tiene una tendencia lineal positiva, además, se observa que la explicación de la variable exógena está en un 40.9%.

Tabla No. 40

Supuesto de independencia de los errores Consumo - Producción

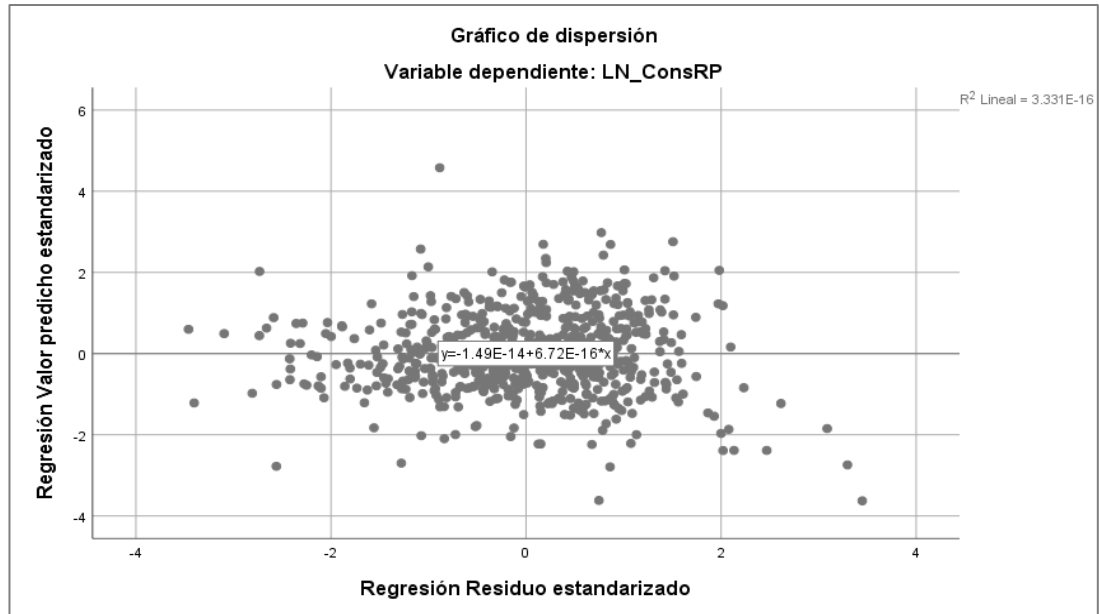
Resumen del modelo					
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
2	.640 ^a	0.409	0.408	1.44210	2.001

Nota. Supuesto de independencia del modelo dos. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

Este supuesto indica que los errores no están influenciados por otros factores que no se presentan en el modelo y que cada dato es independiente de los otros; se analiza a través del estadístico de Durbin-Watson y el mismo debe estar entre 1,5 y 2,5 (Vilá Baños et al., 2019). En este caso, la tabla 40 presenta un valor de D-W de 2,00 que se encuentra en el rango establecido y así se comprueba el supuesto de independencia de los errores.

Figura No. 26

Supuesto de homocedasticidad Consumo de energía - Producción

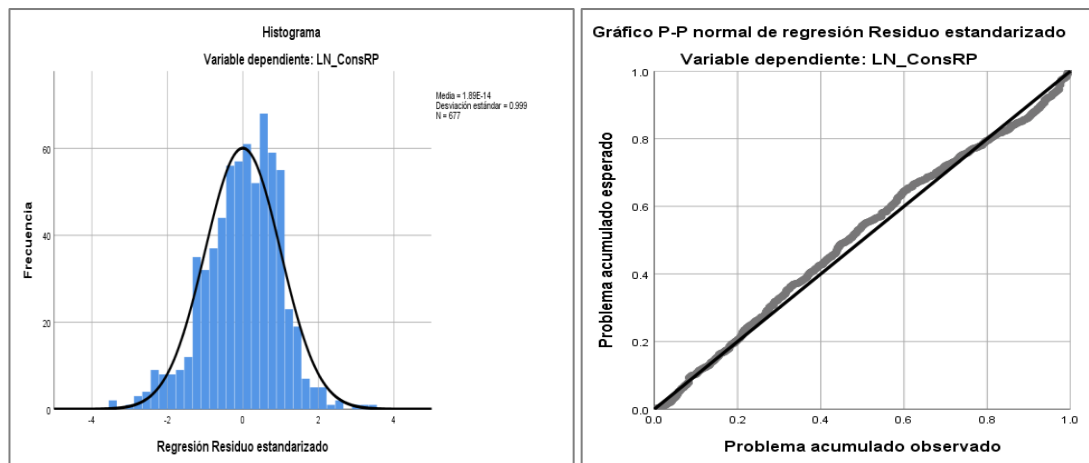


Nota. Supuesto de homocedasticidad del modelo dos. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

El supuesto de homocedasticidad establece igual dispersión o igual varianza para los errores (Gujarati & Porter, 2010). En la figura 26 se evidencia que la dispersión de los valores pronosticados estandarizados y los residuos estandarizados sigue una distribución uniforme sobre la recta y por debajo de la misma, con eso se comprueba el tercer supuesto de homogeneidad de varianzas para el segundo modelo.

Figura No. 27

Supuesto de Normalidad Consumo de energía - Producción



Nota. Supuesto de normalidad del modelo dos. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

El supuesto de normalidad verifica que los datos estén normalmente distribuidos (Gujarati & Porter, 2010). Se observa mediante el histograma y el gráfico P-P normal de regresión de residuos estandarizados que las observaciones siguen una distribución normal, por lo tanto, se comprueba el cuarto supuesto y se procede con el segundo modelo de regresión lineal.

Tabla No. 41

Modelo de regresión lineal simple 2

Coefficientes					
Modelo 2	Coefficientes no estandarizados		Coefficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Desv. Error	Beta		
(Constante)	0.770	0.603		1.277	0.202
VAB	0.863	0.040	0.640	21.620	0.000
Resumen del modelo					
R	R cuadrado	R cuadrado ajustado		Error estándar de la estimación	
.640	0.409	0.408		1.44210	

Nota. Resultados del segundo modelo de regresión lineal simple. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

Las dos variables en este estudio presentan una relación directamente proporcional, además, a través de la regresión del modelo ANOVA mostraron ser significativas con un $p\text{-value} < 0,05$ (0.000). De igual manera, las variables presentan una correlación positiva considerable de 0.64, esto significa que el consumo de energía eléctrica y la producción del sector manufacturero presenta una relación directa y positiva; asimismo, se observa un R cuadrado de 0.409 el cual expresa que el modelo explica en un 40.9% de la varianza.

Ecuación del modelo de regresión lineal simple 2:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 VAB + \varepsilon \quad [12]$$

Donde:

Y : Consumo de energía eléctrica

β_0 : Constante

β_1 : Parámetro de influencia

VAB : Producción del sector manufacturero

ε : término o margen de error

Ecuación reemplazada:

$$Y = 0.770 + 0.863VAB + 0.05 \quad [13]$$

Después de comprobar los supuestos del modelo, se aplicó la regresión lineal para hallar los coeficientes del segundo modelo que tiene como variables el consumo de energía eléctrica y la producción manufacturera. En la tabla 41 se evidencia el valor de 0,770 para la constante, esto hace referencia al valor que toma la variable explicada cuando la producción del sector manufacturero es igual a cero. Por otro lado, el coeficiente para la producción manufacturera es de 0,863, esto quiere decir que por cada dólar de producción se consume 0,863 kW de energía eléctrica más la constante (0,770).

Por ejemplo: con una producción de \$100 dentro del sector manufacturero se consume 87,12 kW de energía eléctrica desde la red pública.

$$\text{Consumo de energía eléctrica} = 0.770 + 0.863(100) + 0.05$$

$$\text{Consumo de energía eléctrica} = 87,12 \text{ kW}$$

En conclusión, la producción del sector manufacturero si influye en el consumo de energía eléctrica desde la red pública. Estos resultados se corroboran con otras investigaciones, donde demuestran que la producción del sector industrial índice en el consumo de electricidad (Gómez et al., 2018; Hernández Pérez, 2021; Marroquín Arreola et al., 2015; Neme Castillo et al., 2015). De igual forma, para explicar mejor el modelo hacen falta otras variables como el aumento de la actividad económica y el nivel de exportaciones (Gómez et al., 2018), así como de la innovación tecnológica (Bagdadee & Zhang, 2020).

4.2 Verificación de la hipótesis

1. Planteo de hipótesis

a) Modelo lógico

H_0 1: No hay relación estadística significativa entre la producción y la generación de energía eléctrica dentro del sector manufacturero del Ecuador en el año 2020.

H_1 1: Si hay relación estadística significativa entre la producción y la generación de energía eléctrica dentro del sector manufacturero del Ecuador en el año 2020.

H_0 2: No hay relación estadística significativa entre la producción del sector manufacturero y el consumo de energía eléctrica del Ecuador en el año 2020.

H_1 2: Si hay relación estadística significativa entre la producción del sector manufacturero y el consumo de energía eléctrica del Ecuador en el año 2020.

a) Modelo matemático

$$H_0: \rho = 0$$

$$H_1: \rho \neq 0$$

a) Modelo estadístico

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d_1^2}{n(n^2 - 1)} \quad [14]$$

2. Regla de decisión

Se acepta la hipótesis nula (H_0) si el valor del Rho de Spearman (ρ) es igual a cero o con un nivel de significancia superior a 0,05, caso contrario se rechaza.

3. Cálculo del Rho de Spearman

Tabla No. 42

Correlación entre la producción y la generación-consumo de energía

		Correlaciones		
		Consumo	Generación	VAB
Consumo	Rho	1.000		
	Sig. (bilateral)			
Generación	Rho	.400**	1.000	
	Sig. (bilateral)	0.000		
VAB	Rho	.633**	.465**	1.000
	Sig. (bilateral)	0.000	0.000	

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Nota. Correlación Rho de Spearman entre las variables de producción manufacturera y generación-consumo de energía eléctrica. Fuente: Elaboración propia con información de la ENESEM (2020).

4. Conclusión

En función de los resultados del Rho de Spearman de 0.40 para la generación de energía eléctrica alternativa o complementaria con relación a la producción manufacturera se rechaza la hipótesis nula H_0 y se acepta la hipótesis alternativa H_1 ,

es decir, si hay relación estadística significativa entre la producción y la generación de energía eléctrica dentro del sector manufacturero del Ecuador en el año 2020; en cuanto al grado de correlación es positiva media (Montes Díaz et al., 2021).

Por otro lado, para el consumo de energía y la producción manufacturera se evidencia un Rho de Spearman de 0.63, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula H_0 y se acepta la hipótesis alternativa H_1 , es decir, si hay relación estadística significativa entre la producción del sector manufacturero y el consumo de energía eléctrica del Ecuador en el año 2020; en cuanto al grado de correlación es positiva considerable (Montes Díaz et al., 2021).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

5.1 Conclusiones

En este apartado se presentan las conclusiones para cada uno de los objetivos específicos planteados en este proyecto de investigación.

El sector manufacturero es uno de los que más aporte económico refleja en el país, por lo que, dentro de su matriz productiva necesita de diferentes recursos, entre ellos, la energía eléctrica. En este sentido, en el primer objetivo específico se evidenció que solo el 10.67% (75) de empresas pertenecientes al sector manufacturero generó electricidad alternativa o complementaria a la red pública, entre las principales fuentes se encuentran generadores termoeléctricos, biomasa y solar con 58, 8 y 6 industrias respectivamente. Esta estrategia energética fue liderada por la categoría de grande empresa y la mayor cantidad de kWh/año se generó por negocios que se dedican a actividades relacionadas a la elaboración de alimentos, con una gran concentración de sedes en las principales provincias del país (Guayas y Pichincha), en complemento, es importante resaltar que las empresas por tener estos proyectos de autogeneración demandaron una mínima cantidad de energía a la red pública.

Por otro lado, la actividad principal que generó mayor Valor Agregado Bruto fue la de fabricación de productos de la refinería del petróleo con un aporte del 25.41% (2.008.562.077,00) del total; asimismo, estas empresas que tienen mayor participación pertenecen a la categoría de gran tamaño y se concentran principalmente en las provincias de Guayas y Pichincha. A partir de lo antes mencionado, es necesario implementar políticas gubernamentales como: inversión en I+D ambiental, subsidios, incentivos, regulaciones e impuestos (García-Quevedo & Jové-Llopis, 2021), en este sector que se considera como uno de los más importantes y que mayor contribución económica tiene (Ruiz Guajala, 2022).

En el objetivo específico dos, a través del Rho de Spearman se determinó el grado de asociación entre variables (Mondragón Barrera, 2014). Los resultados arrojaron que, tanto la generación de energía eléctrica alternativa o complementaria, así como el consumo de energía desde la red pública mantiene una correlación positiva media y

correlación positiva considerable respectivamente, con respecto al Valor Agregado Bruto (VAB). Además, es importante mencionar que la generación-consumo de energía por generadores termoeléctricos fue la única fuente significativa y que presentó una relación positiva con la producción del sector manufacturero, esto debido a que el mayor número de empresas optó por estos proyectos energéticos.

Finalmente, a través de dos modelos de regresión lineal se determinó que el aumento de una unidad en la producción se asocia con un aumento de 0,98 en la generación de energía alternativa o complementaria; asimismo, el aumento de una unidad en la generación de Valor Agregado Bruto (VAB) se refleja con el aumento de 0,86 en el consumo de energía desde la red pública. Estos resultados demuestran que es importante trabajar en el sector industrial con estrategias energética y que vayan en función del desarrollo sostenible; además, la implementación de estas iniciativas trae beneficios económicos y ambientales, así como el mejoramiento de la imagen corporativa (de Oliveira Neto et al., 2019).

El sector industrial se abastece principalmente desde la red pública, no obstante, debe trabajar en autogeneración para satisfacer su demanda en tiempo de crisis energética, por lo tanto, promover medidas y políticas sostenibles es fundamental, aún más si se alinea hacia fuentes de energía renovables y que sean amigables con el medio ambiente.

5.2 Limitaciones del estudio

Dentro de las principales limitaciones que se encontraron en este proyecto de investigación están: la presencia de varios datos perdidos de la Encuesta Estructural Empresarial (ENESEM) correspondiente al INEC en el año 2020, asimismo, la falta de información registrada por las empresas y específicamente desde el consumo de energía de la red pública; de igual forma, la poca información que presentaron las fuentes de generación de energía no tuvo efectos significativos para el segundo y tercer objetivo, por lo que, se trabajó con las variables centralizadas para continuar con el estudio.

Po otra parte, en el tercer objetivo fue necesaria la aplicación de logaritmo natural para cada una de las observaciones, debido a que los datos presentaban gran dispersión y no permitían cumplir con el supuesto de normalidad para la regresión lineal.

5.3 Futuras temáticas de investigación

En el desarrollo de este proyecto surgieron nuevos temas de investigación que podrían recabar en un análisis más profundo y un nuevo aporte al conocimiento que tenga relación con la generación y el consumo de energía eléctrica, entre estas temáticas se encuentran:

- Economía circular en la generación de energía por generadores termoeléctricos, esto debido a que, este tipo de energía se puede generar mediante combustibles fósiles, pero también por el aprovechamiento del calor residual, es decir, se puede investigar cómo las empresas aprovechan el calor que dejan sus grandes máquinas en sus procesos industriales y eso convertirlo en electricidad desde la eficiencia energética.
- Proyección de la generación de energía eléctrica por fuentes renovables en el sector industrial ecuatoriano; si bien es cierto, en el país se genera más del 90% de energía por hidroeléctricas, pero específicamente el sector manufacturero necesita autoabastecerse y no depender únicamente de la red pública.
- Gasto e inversión de las empresas en la generación y el consumo de energía eléctrica alternativa o complementaria, estos temas ayudan en la sostenibilidad ambiental, por lo tanto, es importante conocer si las industrias invierten en estos proyectos energéticos.
- Demografía e innovación tecnológica en la generación y el consumo de energía; estas variables pueden tener impactos significativos en la generación-consumo, debido al aumento poblacional, innovación, implementación de nuevas máquinas en las industrias, etc.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdel-Hadi, A., Salem, A. R., Abbas, A. I., Qandil, M., & Amano, R. S. (2021). Study of energy saving analysis for different industries. *Journal of Energy Resources Technology, Transactions of the ASME*, 143(5).
<https://doi.org/10.1115/1.4048249>
- Acuña, N., Figueroa, L., & Wilches, M. J. (2017). Influencia de los Sistemas de Gestión Ambiental ISO 14001 en las organizaciones: caso estudio empresas manufactureras de Barranquilla. *Revista Chilena de Ingeniería*, 25(1), 143–153.
<https://doi.org/10.4067/S0718-33052017000100143>
- Adenle, A. A. (2020). Assessment of solar energy technologies in Africa- opportunities and challenges in meeting the 2030 agenda and sustainable development goals. *Energy Policy*, 137, 1–16.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.111180>
- Aguilar Ibarra, A., Ávila Foucat, S., & Pérez Espejo, R. (2010). *Introducción a las economías de la naturaleza*. UNAM Universidad Nacional Autónoma de México. <http://biblioteca.clacso.edu.ar/Mexico/iiec-unam/20110804015113/IntEcNat.pdf>
- Aldás Salazar, D., Barrera Erreyes, H., Luzuriaga Jaramillo, H., & Abril Flores, J. (2023). Crecimiento económico y la gestión ambiental en las industrias de manufactura del Ecuador. Estrategias hacia un modelo de economía circular. *Revista Gobierno y Gestión Pública*, 10(1), 85–98.
<https://revistagobiernoygestionpublica.usmp.edu.pe/index.php/RGGP/article/view/308>
- Algarni, S., Tirth, V., Alqahtani, T., Alshehery, S., & Kshirsagar, P. (2023). Contribution of renewable energy sources to the environmental impacts and economic benefits for sustainable development. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 56. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2023.103098>
- Alkaya, E., & Demirer, G. N. (2014). Sustainable textile production: A case study from a woven fabric manufacturing mill in Turkey. *Journal of Cleaner Production*, 65, 595–603. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.07.008>

- Argohty, A., Arévalo, A., Moreta, L. E., & Herrera, F. (2023). Energy poverty in ALADI member countries: a study based on multi-criteria methods. *CEUR Workshop Proceedings*, 63–74. https://ceur-ws.org/Vol-3520/icaiw_aiesd_3.pdf
- Argohty, A., Bernal, J., Andrade, C., Bedoya, M., & Andrade, F. (2023). Relationship between economic growth, population and environment: empirical evidence from Ecuador. *RES MILITARIS*, 13(2), 2737–2752. <https://resmilitaris.net/menu-script/index.php/resmilitaris/article/view/2694>
- Arias, F. G. (2012). *El Proyecto de Investigación* (sexta). Editorial Episteme. <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf-1.pdf>
- Arregui, O. (2011). Sostenibilidad y estudios de impacto ambiental. *Revista Virtual Universidad Católica Del Norte*, 1(18). <https://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/view/204>
- Asamblea General de las Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. https://unctad.org/system/files/official-document/ares70d1_es.pdf
- Bagdadee, A. H., & Zhang, L. (2020). Electrical power crisis solution by the developing renewable energy based power generation expansion. *Energy Reports*, 6, 480–490. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2019.11.106>
- Banco Central del Ecuador. (2022a). *Informe de la evolución de la economía ecuatoriana en 2021 y perspectivas 2022*. https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Administracion/EvolEconEcu_2021pers2022.pdf
- Banco Central del Ecuador. (2022b). *Programación Macroeconómica*. https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Administracion/SectorReal_092022.pdf
- Banco Central del Ecuador. (2023). *Programación Macroeconómica Sector Real 2023-2026*. https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Administracion/SectorReal_042023.pdf
- Barahona, C. (2008). *Economía Aplicada*. SS Centro de Diseño.

- Barragán Llanos, R. A., & Llanes Cedeño, E. A. (2020). La generación de energía eléctrica para el desarrollo industrial en el Ecuador a partir del uso de las energías renovables. *Universidad Ciencia y Tecnología*, 24(104), 36–46. <https://doi.org/https://doi.org/10.47460/uct.v24i104.364>
- Batouta, K. I., Aouhassi, S., & Mansouri, K. (2023). Energy efficiency in the manufacturing industry - A tertiary review and a conceptual knowledge-based framework. *Energy Reports*, 9, 4635–4653. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2023.03.107>
- Bennich, T., Persson, Å., Beaussart, R., Allen, C., & Malekpour, S. (2023). Recurring patterns of SDG interlinkages and how they can advance the 2030 Agenda. *One Earth*, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2023.10.008>
- Bernal, C. A. (2010). *Metodología de la investigación* (tercera). Pearson education. <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>
- Binderbauer, P. J., Woegerbauer, M., Nagovnak, P., & Kienberger, T. (2023). The effect of “energy of scale” on the energy consumption in different industrial sectors. *Sustainable Production and Consumption*, 41, 75–87. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.07.031>
- Bjørnbet, M. M., Skaar, C., Magerholm Fet, A., & Øverbø Schulte, K. (2021). Circular economy in manufacturing companies: A review of case study literature. *Journal of Cleaner Production*, 294, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126268>
- Bogetić, Ž., & Olusi, O. (2013). Drivers of Firm-Level Productivity in Russia’s Manufacturing Sector. *Policy Research Working Paper*, 6572, 1–29. <https://doi.org/10.1596/1813-9450-6572>
- Bórquez Polloni, B., & Lopichich Catalán, B. (2017). La dimensión bioética de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). *Revista de Bioética y Derecho*, 41, 121–139. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1886-58872017000300009

- Bragado, I. M. (2003). *Física General*. Physics Book.
<https://fisicas.ucm.es/data/cont/media/www/pag-39686/fisica-general-libro-completo.pdf>
- Brito-Gaona, L. F., Sotomayor-Pereira, G., & Apolo-Vivanco, J. (2019). Analysis and perspectives of the gross added value in the Ecuadorian economy. *X-Pendientes Económicos*, 3(5), 17–36. https://ojs.supercias.gob.ec/index.php/X-pendientes_Economicos/article/view/29
- Brue, S. L., & Grant, R. R. (2008). *Historia del pensamiento económico* (séptima). CENGAGE Learning. https://www.ucursos.cl/facso/2018/1/SOC01015/1/material_docente/bajar?id=2084043
- Cabello Quiñones, A. M. (2006). *Energías alternativas: Solución para el desarrollo sustentable* (primera). REFINOR S.A.
http://dspace.utalca.cl/retrieve/10081/cabello_quinones_am.pdf
- Calixto Flores, R., Herrera Reyes, L., & Hernández Guzmán, V. D. (2012). *Ecología y medio ambiente*. Cengage Learning Editores, S.A.
https://canvas.utp.edu.pe/courses/25332/files/1047101/download?download_frd=1
- Campo Robledo, J., & Olivares, W. (2013). Relación entre las emisiones de CO₂, el consumo de energía y el PIB: El caso de los Civets. *Semestre Económico*, 16(33), 45–65. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=165028418002>
- Cantos, J. M., & Balsalobre Lorente, D. (2011). Las energías renovables en la Curva de Kuznets Ambiental: Una aplicación para España. *Estudios de Economía Aplicada*, 29(2), 1–31. <https://www.redalyc.org/pdf/301/30120840017.pdf>
- Carrasquilla-Batista, A., Chacón-Rodríguez, A., Núñez-Montero, K., Gómez-Espinoza, O., Valverde, J., & Guerrero-Barrantes, M. (2016). Regresión lineal simple y múltiple: aplicación en la predicción de variables naturales relacionadas con el crecimiento microalgal. *Revista Tecnología En Marcha*, 29(8), 33–45. <https://doi.org/10.18845/tm.v29i8.2983>
- Carrizo, S. C., Forget, M. E., & Jacinto, G. (2014). Redes de energía y cohesión territorial. Conformación de los sistemas de transporte de electricidad y gas en

- Argentina. *Revista Transporte y Territorio*, 11, 53–69.
<https://doi.org/10.34096/rtt.i11.655>
- Castillo, T., García, F., Mosquera, L., Rivadeneira, T., Segura, K., & Yujato, M. (2022). *Panorama energético de América Latina y el Caribe 2022* (primera). Organización Latinoamericana de Energía (OLADE).
<https://www.olade.org/publicaciones/panorama-energetico-de-america-latina-y-el-caribe-2021-2/>
- Cepeda Chacaguasay, P., Zurita Moreano, E., & Ayaviri Nina, D. (2016). Los ingresos petroleros y el crecimiento económico en Ecuador (2000-2015). *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 18(4), 459–466.
<https://doi.org/10.18271/ria.2016.238>
- Cerantola, N., & Ortiz Pinilla, M. T. (2018). *La economía circular en el sector agroalimentario*. ADICAE.
<https://www.otroconsumoposible.es/publicacion/economia-circular.pdf>
- Chen, Y., Raza, K., & Alharthi, M. (2023). The nexus between remittances, education, and energy consumption: Evidence from developing countries. *Energy Strategy Reviews*, 46, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2023.101069>
- Chere Quiñónez, B. F., Valencia Ortiz, N. P., Ulloa De Souza, R. C., Vernaza Quiñónez, L., Olmedo Ponce, J. D., Martínez Peralta, A. J., & Mercado Bautista, J. D. (2022). Mejoras para la eficiencia energética de la Central Térmica Esmeraldas I. *Brazilian Journal of Development*, 8(1), 6978–6991.
<https://doi.org/10.34117/bjdv8n1-471>
- Chien, F. S. (2022). The mediating role of energy efficiency on the relationship between sharing economy benefits and sustainable development goals (Case Of China). *Journal of Innovation and Knowledge*, 7(4), 1–10.
<https://doi.org/10.1016/j.jik.2022.100270>
- Coase, R. H. (1992). El problema del costo social. *Estudio Públicos*, 81–134.
<https://www.estudiospublicos.cl/index.php/cep/article/view/1397>

- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2008). *Sistema de Cuentas Nacionales*. CEPAL.
https://www.cepal.org/sites/default/files/document/files/sna2008_web.pdf
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2023). *Transición energética justa y sostenible en América Latina y el Caribe*.
https://www.cepal.org/sites/default/files/news/files/cepal_alc_transicion_energetica.pdf
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL. (2017). *Manufactura y cambio estructural: Aportes para pensar la política industrial en la Argentina* (M. Abeles, M. Cimoli, & P. Lavarello, Eds.). Naciones Unidas.
<https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/4712fe24-a21d-4e78-b699-fc3463cae278/content>
- Cooperación climática China. (2023, February). *Las estadísticas energéticas de 2022 muestran un rápido desarrollo de las energías renovables en china*.
Cooperación Climática China. <https://climatecooperation.cn/climate/2022-energy-data-released/>
- Creus Solé, A. (2014). *Energías renovables* (segunda). Ediciones de la U.
<https://edicionesdelau.com/producto/energias-renovables/>
- Davydova, T. (2022). Differentiation of views on green energy in the concept of sustainable development. *Transportation Research Procedia*, 63, 2972–2977.
<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.06.347>
- De la Lama Zubirán, P., De la Lama Zubirán, M. A., & De la Lama García, A. (2022). Los instrumentos de la investigación científica. Hacia una plataforma teórica que clarifique y gratifique. *Horizonte de La Ciencia*, 12(22), 189–202.
<https://doi.org/10.26490/uncp.horizonteciencia.2022.22.1078>
- de Oliveira Neto, G. C., Ferreira Correia, J. M., Silva, P. C., de Oliveira Sanches, A. G., & Lucato, W. C. (2019). Cleaner Production in the textile industry and its relationship to sustainable development goals. *Journal of Cleaner Production*, 228, 1514–1525. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.334>

- Díaz Andrade, C. A., & Hernández, J. C. (2011). Smart Grid: Las TICs y la modernización de las redes de energía eléctrica – Estado del Arte. *Sistemas y Telemática*, 9(18), 53–81. <https://www.redalyc.org/pdf/4115/411534385004.pdf>
- Diputació de Barcelona, & Fundació Fòrum Ambiental. (2018). *Economía Circular y Verde en el mundo local: Cómo pasar a la acción y herramientas para los entes locales*. Xarxa.
<https://www.diba.cat/documents/471041/371353645/Gu%C3%ADa+sobre+Econom%C3%ADa+Circular+y+Verde+en+el+mundo+local.+Como+pasar+a+la+acci%C3%B3n+y+herramientas+para+las+entidades+locales>
- Ellabban, O., Abu-Rub, H., & Blaabjerg, F. (2014). Renewable energy resources: Current status, future prospects and their enabling technology. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 39, 748–764.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.113>
- Enerdata. (2022). *Consumo nacional de electricidad*. Enerdata.
<https://datos.enerdata.net/electricidad/datos-consumo-electricidad-hogar.html>
- Escalante-Ferrer, A. E., Torres-Salazar, M. del C., & García-Garnica, A. (2020). Indicadores de sustentabilidad en empresas manufactureras y vinculación con instituciones generadoras de conocimiento: estudio de caso. *Revista CEA*, 6(12), 29–46. <https://doi.org/https://doi.org/10.22430/24223182.1601>
- Escobar, J. J., Reol, N., Castells, C., Marti, X., Larruy, Y., & Chiva, P. (2022). *La electricidad: el recorrido de la energía* (primera). Tallers Gràfics Soler, S.A.
<https://www.fenercom.com/wp-content/uploads/2019/05/recorrido-de-la-energia-la-electricidad.pdf>
- Espaliat Canu, M. (2017). *Economía circular y Sostenibilidad*. CreateSpace.
https://wolfypablo.com/documentacion/documentos/2017-10/710%20Economia_circular_y_sostenibilidad.pdf
- F. Mendoza, J. M., Gallego-Schmid, A., Velenturf, A. P. M., Jensen, P. D., & Ibarra, D. (2022). Circular economy business models and technology management strategies in the wind industry: Sustainability potential, industrial challenges

- and opportunities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 163, 1–16.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112523>
- Falconí, F., Burbano, R., & Cango, P. (2016). La discutible curva de Kuznets. *Flacso Andes*, 1–19. <https://www.flacsoandes.edu.ec/agora/62767-la-discutible-curva-de-kuznets>
- Flores Tapia, C. E., & Flores Cevallos, K. L. (2021). Pruebas para comprobar la normalidad de datos en procesos productivos: Anderson-Darling, Ryan-Joiner, Shapirto-Wilk y Kolmogorov-Smirnov. *Revista de Ciencias Sociales y Humanísticas*, 23(2), 83–97.
<http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/341/3412237018/3412237018.pdf>
- Gaibor, A. (2023). *Encuesta Estructural Empresarial (ENESEM) 2021*.
https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Encuesta_Estructural_Empresarial/2021/2021_ENESEM_Disenio_Muestral.pdf
- García-Quevedo, J., & Jové-Llopis, E. (2021). Environmental policies and energy efficiency investments. An industry-level analysis. *Energy Policy*, 156, 1–9.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112461>
- García-Saravia Ortiz-de-Montellano, C., Samani, P., & van der Meer, Y. (2023). How can the circular economy support the advancement of the Sustainable Development Goals (SDGs)? A comprehensive analysis. *Sustainable Production and Consumption*, 40, 352–362.
<https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.07.003>
- Gasteiz, V. (2019). *Estrategias de Economía Circular de Euskadi 2030* (primera). Euskadi.
https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/economia_circular/es_def/djuntos/EstrategiaEconomiaCircular2030.pdf
- Geng, D., & Evans, S. (2022). A literature review of energy waste in the manufacturing industry. *Computers and Industrial Engineering*, 173, 1–12.
<https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108713>

- Gobierno de México. (2015, April 11). *Informe sobre la participación de las energías renovables en la generación de electricidad en México*. Secretaría de Energía. <https://www.gob.mx/sener/documentos/informe-sobre-la-participacion-de-las-energias-renovables-en-la-generacion-de-electricidad-en-mexico>
- Gómez, M., Ciarreta, A., & Zarraa, A. (2018). Consumo de energía, crecimiento económico y comercio: Un análisis de causalidad para México. *EconoQuantum*, 15(1), 53–72. <https://doi.org/10.18381/eq.v15i1.7112>
- Gómez, M., & Rodríguez, J. C. (2015). Electricity Consumption and Economic Growth: The case of Mexico. *International Journal of Economics and Management Engineering*, 9(8), 2803–2808. <https://zenodo.org/record/1107974/files/10002082.pdf>
- González Gonzáles, M. J., & Pérez Zabaleta, A. (2009). *Introducción a la Economía* (segunda). Pearson Educación S.A. http://148.202.167.116:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3181/introduccion_economia.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- González Paz, J. (2000). Pasado, presente y futuro de la economía del bienestar. *Real Academia de Doctores*, 4(1), 51–73. <https://www.rade.es/imageslib/doc/1v4n1-gonzalez%20paz-economiabienestar.pdf>
- Graziani, P. (2018). *Economía circular e innovación tecnológica en residuos sólidos. Oportunidades en América Latina*. CAF - Banco de Desarrollo de América Latina. <https://cdi.mecon.gob.ar/bases/docelec/az4041.pdf>
- Griffa, B., Marcó, L., & Goldstein, E. (2017). Producir electricidad con biomasa : beneficios, experiencias y actualidad en Argentina. *Revista de La Facultad de Ciencias Económicas*, 19, 67–79. <https://doi.org/10.30972/rfce.0192858>
- Grupo de Economía Ambiental GEA, & Correa Restrepo, F. (2004). Crecimiento Económico y Medio Ambiente: Una revisión analítica de la hipótesis de la curva ambiental de Kuznets. *Semestre Económico*, 7(14), 73–104. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=165013658003>
- Guastay Cajó, W. E., & Llanes Cedeño, E. A. (2020). The use of hydraulic energy for the generation of electrical energy as a strategy for industrial development in

Ecuador. *Universidad Ciencia y Tecnología*, 24(104), 28–35.
<https://doi.org/10.47460/uct.v24i104.363>

Guerra Espinosa, C. M., & González Torres, I. M. (2015). La relación dinámica del valor agregado bruto, la producción mercantil y el gasto material. Su importancia para la toma de decisiones. *Economía y Desarrollo*, 154(1), 118–131. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0252-85842015000200009&script=sci_abstract

Guillén de Romero, J., Calle García, J., Gavidia Pacheco, A. M., & Vélez Santana, A. G. (2020). Desarrollo sostenible: Desde la mirada de preservación del medio ambiente colombiano. *Revista de Ciencias Sociales*, 26(4), 293–307.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7687041>

Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2010). *Econometría* (quinta). McGraw-Hill.
<https://fvela.files.wordpress.com/2012/10/econometria-damodar-n-gujarati-5ta-ed.pdf>

Gutiérrez Pantoja, G. (2012). *Historia del pensamiento económico*. Editorial Académica Española.
http://www.paginaspersonales.unam.mx/files/698/Publica_20110921175115.pdf

Hagel, J., Seely Brown, J., Kulasoorya, D., Giffi, C., & Chen, M. (2015). *El futuro de la manufactura: Fabricando cosas en un mundo cambiante*. Deloitte Development LLC.
<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/mx/Documents/manufacturing/Futuro-Manufactura-Espanol.pdf>

Hallward-Driemeier, M., & Nayyar, G. (2017). *Trouble in the Making?: The Future of Manufacturing-Led Development*. World Bank Group.
<http://hdl.handle.net/10986/27946>

Haro Sarango, A. F. (2021). El tamaño de la empresa y su influencia en la productividad del sector comercio. *INNOVA Research Journal*, 6(3), 227–245.
<https://doi.org/10.33890/innova.v6.n3.2021.1781>

Hernández Pérez, J. (2021). Efecto del consumo de energía renovable en las emisiones de gases de efecto invernadero en países con ingresos bajos y altos.

Acta Universitaria, 31, 1–10.

<https://doi.org/https://doi.org/10.15174/au.2021.3030>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2010).

Metodología de la investigación (quinta). Mc Graw Hill Education.

<https://www.icmujeres.gob.mx/wp-content/uploads/2020/05/Sampieri.Met.Inv.pdf>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014).

Metodología de la investigación (sexta). Mc Graw Hill Education.

https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf

Herrera Márquez, J. A. (2020). *Amartya Sen y la economía del bienestar*. Edición

Kindle. <https://www.amazon.com/-/es/Jos%C3%A9-Antonio-Herrera-M%C3%A1rquez-ebook/dp/B084YMXJ19>

Hewitt, P. G. (2007). *Física conceptual* (décima). Pearson educación.

https://ccie.com.mx/wp-content/uploads/2020/03/fisica-conceptual_paulhewitt.pdf

Huerta, P., Contreras, S., Almodóvar, P., & Navas, J. (2010). Influencia del tamaño empresarial sobre los resultados: un estudio comparativo entre empresas chilenas y españolas. *Revista Venezolana de Gerencia*, 15(50), 207–230.

<https://doi.org/10.31876/revista.v15i50.10566>

Hunt, J. D., Nascimento, A., Schwengber ten Caten, C., Caputo Tomé, F. M., Smith

Schneider, P., Ribeiro Thomazoni, A. L., de Castro, N. J., Brandão, R.,

Vasconcelos de Freitas, M. A., Colombo Martini, J. S., Soares Ramos, D., &

Senne, R. (2022). Energy crisis in Brazil: Impact of hydropower reservoir level on the river flow. *Energy*, 239, 1–13.

<https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121927>

IBM Corporation. (2017). *IBM SPSS Statistics para Windows, versión 25.0*.

<https://www.ibm.com/support/pages/how-cite-ibm-spss-statistics-or-earlier-versions-spss>

- Ibrahim, R. (2019). Energy demand management and integration of sustainable energy sources to determine a “Best mix approach” to energy generation. *Procedia Manufacturing*, 35, 383–388.
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.05.056>
- Icaza-Alvarez, D., Jurado, F., Flores, C., & Reivan Ortiz, G. (2023). Ecuadorian electrical system: Current status, renewable energy and projections. *Heliyon*, 9(5), 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16010>
- Instituto de Investigación Geológico y Energético - IIGE. (2022). *Balance Energético Nacional 2021*.
<https://www.bce.fin.ec/informacioneconomica/sector-real>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC. (2020). *Banco de datos abiertos*.
<https://aplicaciones3.ecuadorencifras.gob.ec/BIINEC-war/index.xhtml>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC. (2023). *Boletín Técnico: Módulo de Información Económica Ambiental en Empresas*.
https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/EMPRESAS/Empresas_2021/BOL_TEC_MOD_AMB_EMP_ENESEM_2021_04.pdf
- International Energy Agency. (2022). *World Energy Outlook*. International Energy Agency. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/830fe099-5530-48f2-a7c1-11f35d510983/WorldEnergyOutlook2022.pdf>
- Jaiswal, K. K., Chowdhury, C. R., Yadav, D., Verma, R., Dutta, S., Jaiswal, K. S., SangmeshB, & Kumar Karuppasamy, K. S. (2022). Renewable and sustainable clean energy development and impact on social, economic, and environmental health. *Energy Nexus*, 7, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2022.100118>
- Jarabo Friedrich, F., Pérez Domínguez, C., Elortegui Escartin, N., Fernández González, J., & Macías Hernández, J. J. (1998). *El libro de las Energías Renovables* (primera). S.A. de Publicaciones Técnicas.
<http://www.grupoblascabrera.org/webs/ficheros/08%20Bibliograf%C3%ADa/08%20Renovables/04%20El%20libro%20de%20las%20energ%C3%ADas%20renovables.pdf>

- Jarabo Friedrich, Francisco., & Elortegui Escartín, N. (2000). *Energías renovables* (segunda). S.A.P.T. Publicaciones Técnicas, S.L.
https://fjarabo.webs.ull.es/CV/3_Publicaciones/Libros/Textos/LIB_2000a%20-%20Energias%20renovables.pdf
- Kana, K., Mativenga, P., & Marnewick, A. (2020). Understanding energy use in the South African manufacturing industry. *Procedia CIRP*, *91*, 445–451.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.02.197>
- Khare, V., Khare, C. J., Nema, S., & Baredar, P. (2022). Path towards sustainable energy development: Status of renewable energy in Indian subcontinent. *Cleaner Energy Systems*, *3*, 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.cles.2022.100020>
- Kimura, S., Phoumin, H., & Joko Purwanto, A. (2023). *Energy Outlook and Energy-Saving Potential in East Asia 2023*. y Economic Research Institute for ASEAN and East Asia. <https://www.eria.org/publications/energy-outlook-and-energy-saving-potential-in-east-asia-2023/>
- Kumar, R., Kumar Mishra, S., & Kumar Mohanta, D. (2023). Reliability and economics evaluation for generation expansion planning incorporating variability in wind energy sources. *Electric Power Systems Research*, *224*.
<https://doi.org/10.1016/j.epsr.2023.109720>
- Kusumowardani, N., & Tjahjono, B. (2020). Circular economy adoption in the aquafeed manufacturing industry. *Procedia CIRP*, *90*, 43–48.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.01.088>
- Lascano Aimacaña, N. R., Morales Carrasco, L. M., Córdova, A. C., & Chisag Punina, G. (2019). Modelo de responsabilidad social del sector curtiembre del cantón Ambato-Ecuador. *Revista Inclusiones*, *6*, 216–238.
<https://revistainclusiones.org/index.php/inclu/article/view/2163>
- Lechón Pérez, Y., Cuesta, H. C., & Cervantes Rendón, E. (2019). *Perspectivas de sustentabilidad en México*. CIEMAT.
<http://www.colech.edu.mx/cont/invest/ecervantes/2019/1.Energia%20y%20sociedad.pdf>

- Leinauer, C., Schott, P., Fridgen, G., Keller, R., Ollig, P., & Weibelzahl, M. (2022). Obstacles to demand response: Why industrial companies do not adapt their power consumption to volatile power generation. *Energy Policy*, *165*, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.112876>
- Lobato Gago, I. (2017). *Economía circular de la Eco-obligación a la Eco-oportunidad*. Tagus. https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/ceneam/recursos/materiales/economia-circular-ebook_tcm30-442642.pdf
- Mankiw, G. (2012). *Principios de Economía* (sexta). Cengage Learning Editores,. <https://clea.edu.mx/biblioteca/files/original/bd2711c3969d92b67fcf71d844bcbaed.pdf>
- Mantilla-Falcón, L. M., Ruiz-Guajala, M. E., Mayorga-Abril, C. M., & Vilcacundo-Córdova, A. G. (2014). La competitividad de las Pymes manufactureras de Ambato-Ecuador. *Panorama Económico*, *22*, 17–30. <https://doi.org/10.32997/2463-0470-vol.22-num.0-2014-1371>
- Marroquín Arreola, Neme Castillo, O., & Valderrama Santibáñez, A. L. (2015). Producción manufacturera, consumo de energía y empleo en México: Un análisis por clases manufactureras. *Cuadernos de Economía (Colombia)*, *34(65)*, 377–400. <https://doi.org/10.15446/cuad.econ.v34n65.48623>
- Martínez, A. P., Jara-Alvear, J., Andrade, R. J., & Icaza, D. (2023). Sustainable development indicators for electric power generation companies in Ecuador: A case study. *Utilities Policy*, *81*, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2023.101493>
- Martínez Cerna, L., Henríquez Aravena, A., Freire Castellano, N., & Rodríguez Urrutia, R. (2019). *Economía Circular y Políticas Públicas* (primera). EKLA KAS. https://base.socioeco.org/docs/economia_circular_y_politicas_publicas.pdf
- Mawson, V. J., & Hughes, B. R. (2019). The development of modelling tools to improve energy efficiency in manufacturing processes and systems. *Journal of Manufacturing Systems*, *51*, 95–105. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2019.04.008>

- Mayorga Abril, C., Ruiz Guajala, M., Mantilla, L. M., & Moyolema Moyolema, M. (2015). Procesos de producción y productividad en la industria de calzado ecuatoriana: caso empresa Mabelyz. *Revista ECA Sinergia*, 6(2), 88–100. https://doi.org/10.33936/eca_sinergia.v6i2.331
- Méndez Gutiérrez del Valle, R., Abad Aragón, L., Álvarez González, I., Ascensión Calatrava, A., García Balestena, I., Mancebo Azor, S., Melero Guilló, A., Michelini, J. J., Prada Trigo, J., Sánchez Moral, S., Sanz Cañada, J., Tébar Arjona, J., & Torres Enjuto, C. (2010). *Estrategias de innovación industrial y desarrollo económico en las ciudades intermedias de España* (R. Méndez, Ed.). Fundación BBVA. https://www.fbbva.es/wp-content/uploads/2017/05/dat/DE_2010_estrategias_innovacion.pdf
- Mendieta López, J. C. (2007). *Economía del Bienestar Aplicado*. <https://alvaroaltamirano.files.wordpress.com/2010/05/notas-de-economia-del-bienestar-juan-carlos-mendieta.pdf>
- Ministerio de Energía y Minas. (2022). *Ministerio de Energía y Minas expidió políticas públicas para fomentar la eficiencia energética en el Ecuador*. <https://www.recursoyenergia.gob.ec/ministerio-de-energia-y-minas-expidio-politicas-publicas-para-fomentar-la-eficiencia-energetica-en-el-ecuador-2/>
- Ministerio de Producción Comercio Exterior Inversiones y Pesca. (2023). *Boletín de cifras del Sector Productivo*. <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2023/06/Boletin-Cifras-Productivas-JUN-2023.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (2019). *Ecuador reducirá sus emisiones de gases de efecto invernadero hasta el 2025*. <https://www.ambiente.gob.ec/ecuador-reducira-sus-emisiones-de-gases-de-efecto-invernadero-hasta-el-2025/>
- Mondragón Barrera, M. A. (2014). Uso de la correlación de Spearman en un estudio de intervención en Fisioterapia. *Movimiento Científico*, 8(1), 98–104. <https://doi.org/10.33881/2011-7191.mct.08111>
- Montes Díaz, A., Ochoa Celis, J., Juárez Hernández, B., Vázquez Mendoza, M., & Díaz León, C. (2021). Aplicación del coeficiente de correlación de Spearman en un estudio de fisioterapia. *Grupo Académico de Probabilidad y Estadística*, 1–

4.

<https://www.fcfm.buap.mx/SIEP/2021/Extensos%20Carteles/Extenso%20Juliana.pdf>

Morales Nieto, J. (2022). Amartya Sen y la moderna teoría económica del bienestar y desarrollo humano. *Consejo Uruguayo Para Las Relaciones Internacionales*, 1–12. <https://curi.org.uy/wp-content/uploads/Amartya-Sen-y-la-moderna-teor%C3%ADa-econ%C3%B3mica-del-bienestar-y-desarrollo-humano.pdf>

Morseletto, P. (2023). Sometimes linear, sometimes circular: States of the economy and transitions to the future. *Journal of Cleaner Production*, 390, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136138>

Naciones Unidas. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf

Naik, K. R., Rajpathak, B., Mitra, A., Sadanala, C., & Kolhe, M. L. (2022). Power management scheme of DC micro-grid integrated with photovoltaic - Battery - Micro hydro power plant. *Journal of Power Sources*, 525. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2022.230988>

Nájera Ochoa, J. (2018). Oportunidades de negocio y tendencias medioambientales. *Universidad & Empresa*, 20(35), 13–50. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/empresa/a.5740>

National Energy Administration. (2023). *国家能源局2023年一季度新闻发布会文字实录*. 国家能源局 National Energy Administration. http://www.nea.gov.cn/2023-02/13/c_1310697149.htm

Neme Castillo, O., Valderrama Santibáñez, A. L., & García Meza, M. A. (2015). Consumo de energía, empleo y producción manufacturera en México. *Análisis Económico*, 30(74), 115–143. <https://analiseconomico.azc.uam.mx/index.php/rae/article/view/85>

Nievecela Lema, J. M., Covri Rivera, D., & Castillo Ortega, Y. (2021). El Valor Agregado Bruto, la corrupción y la desigualdad en Ecuador. Un análisis

descriptivo y correlacional. *Visionario Digital*, 5(2), 30–48.
<https://doi.org/10.33262/visionariodigital.v5i2.1634>

Nyasapoh, M. A., Debrah, S. K., & Twerefou, D. K. (2023). Long-term electricity generation analysis and policy implications—the case of Ghana. *Cogent Engineering*, 10(1), 1–28. <https://doi.org/10.1080/23311916.2023.2209996>

Nyasapoh, M. A., Elorm, M. D., & Agyemang Derkyi, N. S. (2022). The role of renewable energies in sustainable development of Ghana. *Scientific African*, 16, 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2022.e01199>

Obaideen, K., AlMallahi, M. N., Alami, A. H., Ramadan, M., Abdelkareem, M. A., Shehata, N., & Olabi, A. G. (2021). On the contribution of solar energy to sustainable developments goals: Case study on Mohammed bin Rashid Al Maktoum Solar Park. *International Journal of Thermofluids*, 12, 1–14.
<https://doi.org/10.1016/j.ijft.2021.100123>

Olivares Mendoza, J. A., & Hernández Rodríguez, C. (2021). ¿La curva ambiental de Kuznets sigue siendo válida para explicar la degradación? Una revisión teórica. *Revista de Coyuntura y Perspectiva*, 6(3), 3–52.
http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2415-06222021000300003&script=sci_abstract

Operador Nacional de Electricidad CENACE. (2021). *La demanda eléctrica del Ecuador aumentó en un 8.13%*. <https://www.cenace.gob.ec/la-demanda-electrica-del-ecuador-aumento-en-un-813/>

Ormaza Andrade, J., Ochoa Crespo, J., Ramírez Valarezo, F., & Quevedo Vásquez, J. (2020). Responsabilidad social empresarial en el Ecuador: Abordaje desde la Agenda 2030. *Revista de Ciencias Sociales*, 26(3), 175–193.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7565475>

Osorio, B. E., & Añez, E. (2016). Estructura referencial y prácticas de citación en tesis doctorales en educación. *Revista de Investigación*, 40(89), 105–122.
<https://revistas-historico.upel.edu.ve/index.php/revinvest/article/view/5212>

Oviedo Arango, J. D., Valencia Ramírez, R., De la Ossa Archila, M. F., Ortiz González, M., Moreno Mayorga, S. L., Monroy Londoño, D., Solano Villa, J.

- A., & Palacios Matallana, J. E. (2020). *Economía circular: Primer Reporte 2020* (C. A. Cely Ruiz & G. A. Quintero Hernández, Eds.). DANE.
<https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/economia-circular/economia-circular-1-reporte.pdf>
- Paraschiv, L. S., & Paraschiv, S. (2023). Contribution of renewable energy (hydro, wind, solar and biomass) to decarbonization and transformation of the electricity generation sector for sustainable development. *Energy Reports*, 9, 535–544. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2023.07.024>
- Paraschiv, S. (2023). Assessment of renewable energy generated by a hybrid system based on wind, hydro, solar, and biomass sources for decarbonizing the energy sector and achieving a sustainable energy transition. *Energy Reports*, 9, 167–174. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2023.04.316>
- Patterson, M., Singh, P., & Cho, H. (2022). The current state of the industrial energy assessment and its impacts on the manufacturing industry. *Energy Reports*, 8, 7297–7311. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.05.242>
- Pereira, S., Apunte, R., & Pulgar, M. E. (2018). Relación entre el desempeño de las Pyme y el Valor Bruto Agregado. *Ciencia América*, 7(1), 98–108.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6553191>
- Piedra Aguilera, M. A., Dutto, M., & Stimolo, M. I. (2021). Análisis de la eficiencia en el uso de los recursos de las empresas del sector industrial manufacturero de Ecuador. *Saberes*, 13(2), 213–238.
<https://saberes.unr.edu.ar/index.php/revista/article/view/260>
- Pierri, E., Hellkamp, D., Thiede, S., & Herrmann, C. (2021). Enhancing Energy Flexibility through the Integration of Variable Renewable Energy in the Process Industry. *Procedia CIRP*, 98, 7–12. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.12.001>
- Pigou, A. C. (1932). *The economics of welfare* (4th ed.). Liberty Fund.
https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4154221/mod_resource/content/0/Pigou-The_Economic_of_Welfare_1920.pdf
- Piscitelli, G., Ferazzoli, A., Petrillo, A., Cioffi, R., Parmentola, A., & Travaglioni, M. (2020). Circular economy models in the industry 4.0 era: A review of the last

decade. *Procedia Manufacturing*, 42, 227–234.
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.02.074>

Plata Pérez, L. (1999). Amartya Sen y la economía del bienestar. *Estudios Económicos*, 14(1), 3–32. <https://core.ac.uk/download/pdf/6328114.pdf>

Plazas-Niño, F. A., Yeganyan, R., Cannone, C., Howells, M., & Quirós-Tortós, J. (2023). Informing sustainable energy policy in developing countries: An assessment of decarbonization pathways in Colombia using open energy system optimization modelling. *Energy Strategy Reviews*, 50, 1–15.
<https://doi.org/10.1016/j.esr.2023.101226>

Posada Hernández, G. J. (2016). *Elementos básicos de estadística descriptiva para el análisis de datos*. Editorial Luis Amigó.

Pradhan, B. K., Yadav, S., Ghosh, J., & Prashad, A. (2023). Achieving the sustainable development goals (SDGs) in the Indian State of Odisha: Challenges and opportunities. *World Development Sustainability*, 3, 1–10.
<https://doi.org/10.1016/j.wds.2023.100078>

Proaño Chaca, S. A., Quiñonez Alvarado, E. S., Molina Villacís, C. J., & Mejía Flores, O. G. (2019). Desarrollo económico local en Ecuador: Relación entre producto interno bruto y sectores económicos. *Revista de Ciencias Sociales*, 25(1), 82–98. <https://www.redalyc.org/journal/280/28065583005/html/>

Ramirez-Sanchez, E., Evangelista-Palma, G., Gutierrez-Navarro, D., Kammen, D. M., & Castellanos, S. (2022). Impacts and savings of energy efficiency measures: A case for Mexico’s electrical grid. *Journal of Cleaner Production*, 340. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130826>

Ramos-Gutiérrez, L. de J., & Montenegro Fragoso, M. (2012). La generación de energía eléctrica en México. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, 3(4), 197–211.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=353531979012>

Rasaq, I. (2019). Energy demand management and integration of sustainable energy sources to determine a “Best mix approach” to energy generation. *Procedia Manufacturing*, 35, 383–388. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.05.056>

- Restrepo, Á. R., Nope, S. E., & Enríquez, D. E. (2018). Beneficios Económicos de la Gestión de la Demanda y la Energía Autogenerada en el Contexto de la Regulación Colombiana. *Información Tecnológica*, 29(1), 105–116. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642018000100105>
- Reyes, V. M., Gonzabay Núñez, J. C., Herrera Brunett, G. A., & Deza Navrrete, C. A. (2022). Factores determinantes de la sostenibilidad en una empresa cañicultora del Ecuador. *Revista de Ciencias Sociales*, 28(1), 288–302. <https://doi.org/https://doi.org/10.31876/rsc.v28i1.37692>
- Rincón, É., Acosta, N., Añez, C., & Rincón, J. (2016). Petróleo y desarrollo en Venezuela: Un balance a 100 años de su explotación. Período 1914-2014. *Multiciencias*, 16(1), 28–38. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/multiciencias/article/view/22364>
- Rodríguez-Sauceda, R., Rojo-Martínez, G. E., Martínez-Ruiz, R., Piña-Ruiz, H. H., Ramírez-Valverde, B., Vaquera-Huerta, H., & Con-Hermida, M. de la C. (2014). Envases inteligentes para la conservación de alimentos. *Ra Ximhai*, 10(6), 151–173. <https://www.redalyc.org/pdf/461/46132135012.pdf>
- Romero-Saldaña, M. (2016). Pruebas de bondad de ajuste a una distribución normal. *Revista de Enfermería Del Trabajo*, 6(3), 105–114. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5633043>
- Roy-García, I., Rivas-Ruiz, R., Pérez-Rodríguez, M., & Palacios-Cruz, L. (2019). Correlación: no toda correlación implica causalidad. *Revista Alergia México*, 66(3), 354–360. <https://doi.org/10.29262/ram.v66i3.651>
- Ruiz Guajala, M. E. (2022). Análisis espacial de la eficiencia de las empresas manufactureras del Ecuador. *Revista San Gregorio*, 52, 51–73. <https://revista.sangregorio.edu.ec/index.php/REVISTASANGREGORIO/article/view/2118/2118-ART-rsan52-2212.pdf>
- Safarzadeh, S., Rasti-Barzoki, M., & Reza Hejazi, S. (2020). A review of optimal energy policy instruments on industrial energy efficiency programs, rebound effects, and government policies. *Energy Policy*, 139.

- Salah, S. I., Eltaweel, M., & Abeykoon, C. (2022). Towards a sustainable energy future for Egypt: A systematic review of renewable energy sources, technologies, challenges, and recommendations. *Cleaner Engineering and Technology*, 8, 1–30. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2022.100497>
- Salinas Campuzano, D. X., Cedeño Alonso, J. I., Vega Jaramillo, F. Y., & Sotomayor Pereira, J. G. (2021). El valor agregado bruto del Ecuador 2007-2017. *Conference Proceedings (Machala)*, 5(1), 9–27. <https://doi.org/https://doi.org/10.48190/cp.v5n1a2>
- Schallenberg Rodríguez, J. C., Piernavieja Izquierdo, G., Hernández Rodríguez, C., Unamunzaga Falcón, P., García Déniz, R., Díaz Torres, M., Cabrera Pérez, D., Martel Rodríguez, G., Pardilla Fariña, J., & Subiela Ortin, V. (2008). *Energías renovables y eficiencia energética* (primera). Instituto Tecnológico de Canarias, S.A.
- Schulze, C., Blume, S., Siemon, L., Herrmann, C., & Thiede, S. (2019). Towards energy flexible and energy self-sufficient manufacturing systems. *Procedia CIRP*, 81, 683–688. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.03.176>
- Secretaría Nacional de Planificación. (2021). Plan Creación de Oportunidades 2021-2025. In *Observatorio Regional de Planificación para el Desarrollo*. <https://observatorioplanificacion.cepal.org/es/planes/plan-de-creacion-de-oportunidades-2021-2025-de-ecuador>
- Sethi, P., Chakrabarti, D., & Bhattacharjee, S. (2020). Globalization, financial development and economic growth: Perils on the environmental sustainability of an emerging economy. *Journal of Policy Modeling*, 42(3), 520–535. <https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2020.01.007>
- Simioni, D. (2003). *Contaminación atmosférica y conciencia ciudadana*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44220/S02121026_es.pdf
- Suazo Páez, B. (2018). *Economía Circular en Chile: Alcances, problemas y desafíos en la gestión de la ley REP*. Observatorio de Sostenibilidad Universidad de Chile. <https://www.studocu.com/cl/document/universidad->

mayor/comportamiento-organizacional/resumen-economia-circular-en-chile/9960060

Subsecretaría de Hábitat y Asentamientos Humanos - SHAH. (2015). *Informe Nacional del Ecuador: Tercera conferencia de las Naciones Unidas sobre la vivienda y el desarrollo urbano sostenible*. Hábitat III.
<https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2022/03/Informe-Nacional-del-Ecuador.pdf>

Supo, J. (2015). *Cómo empezar una tesis* (primera). Bioestadístico EIRL.
<https://asesoresenturismoperu.files.wordpress.com/2016/03/107-josc3a9-supoc3b3mo-empezar-una-tesis.pdf>

Sutton Antonio, A. C., & Cognuck González, S. (2022). *Energía Sostenible: una guía para jóvenes*. UNICEF. <https://www.unicef.org/lac/media/40746/file/La-energia-sostenible-una-guia-para-jovenes.pdf>

Tapia-Segura, S. G., Bastidas-Araúz, M. B., & Paredes-Guerrero, R. B. (2021). Crecimiento de los Emprendimientos de alimentos y bebidas sector turístico gastronómico y económico periodo 2016-2020, cantón Riobamba. *Polo Del Conocimiento*, 6(9), 224–242.
<https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/3022>

Tippens, P. E. (2011). *Física, conceptos y aplicaciones*. Mc Graw Hill .
<https://www.centroculturalabierto.com.mx/assets/fisica---paul-e.-tippens---7ma.-edicion-revisada.pdf>

Tiwari, S., Si Mohammed, K., Mentel, G., Majewski, S., & Shahzadi, I. (2023). Role of circular economy, energy transition, environmental policy stringency, and supply chain pressure on CO2 emissions in emerging economies. *Geoscience Frontiers*, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2023.101682>

Torresano Melo, M. (2020). *La economía circular en el entorno empresarial*. UNACEM. https://unacem.ec/wp-content/uploads/2020/03/la-economia-circular-en-el-entorno-empresarial_unacem-ecuador.pdf

Trinh, V. L., & Chung, C. K. (2023). Renewable energy for SDG-7 and sustainable electrical production, integration, industrial application, and globalization:

Review. *Cleaner Engineering and Technology*, 15, 1–22.
<https://doi.org/10.1016/j.clet.2023.100657>

Tseng, M.-L., Ardaniah, V., Negash, Y. T., & Lin, C.-W. (2022). Building a hierarchical sustainable development transition model in qualitative information approach: Electric utility industry in Indonesia. *Cleaner and Responsible Consumption*, 5, 1–21. <https://doi.org/10.1016/j.clrc.2022.100060>

Upadhyay, A., Balodi, K. C., Naz, F., Di Nardo, M., & Jraisat, L. (2023). Implementing industry 4.0 in the manufacturing sector: Circular economy as a societal solution. *Computers and Industrial Engineering*, 177, 1–10.
<https://doi.org/10.1016/j.cie.2023.109072>

U.S Energy Information Administration. (2021). *Annual Energy Outlook 2021*.
<https://www.eia.gov/outlooks/ieo/>

U.S. Energy Information Administration. (2022). *Country Analysis Executive Summary: China*.
https://www.eia.gov/international/content/analysis/countries_long/China/china.pdf

Useche, M. C., Artigas, W., Queipo, B., & Perozo, É. (2019). *Técnicas e Instrumentos de recolección de datos cuali-cuantitativos* (primera). Universidad de la Guajira.
<https://repositoryinst.uniguajira.edu.co/bitstream/handle/uniguajira/467/88.%20Tecnicas%20e%20instrumentos%20recolecci%C3%B3n%20de%20datos.pdf?sequence=1>

Valencia, M., Bocken, N., Loaiza, C., & De Jaeger, S. (2023). The social contribution of the circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 408, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137082>

Van Hauwermeiren, S. (1999). *Manual de Economía Ecológica* (segunda).
https://ecuador.fes.de/fileadmin/user_upload/pdf/indice_libros-manual-de-economia-ecologica_0357.pdf

Vara-Horna, A. (2012). *Desde la idea hasta la sustentación: Siete pasos para una tesis exitosa. Un método efectivo para las ciencias empresariales* (tercera).

Universidad San Martín de Porres.

<https://www.administracion.usmp.edu.pe/investigacion/files/7-PASOS-PARA-UNA-TESIS-EXITOSA-Desde-la-idea-inicial-hasta-la-sustentaci%C3%B3n.pdf>

Vega de Kuyper, J. C., & Ramírez Morales Santiago. (2014). *Fuentes de energía, renovables y no renovables* (primera). Alfaomega Grupo Editor, S.A.

https://www.google.com.ec/books/edition/Fuentes_de_energ%C3%ADa/PNh0EAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&printsec=frontcover

Vidal, A., & Asuaga, C. (2021). Gestión ambiental en las organizaciones: una revisión de la literatura. *Revista Del Instituto Internacional de Costos*, 18, 84–122. <https://intercostos.org/ojs/index.php/riic/article/view/33>

Vilá Baños, R., Torrado Fonseca, M., & Reguant Álvarez, M. (2019). Anàlisi de regressió lineal múltiple amb SPSS: un exemple pràctic. *REIRE Revista d'Innovació i Recerca En Educació*, 12(2), 1–10.

<https://doi.org/10.1344/reire2019.12.222704>

Villalba, D., Romero, H., & Fajardo, E. (2021). Desempeño de las grandes empresas y crecimiento económico en América Latina. *Revista Venezolana de Gerencia*, 26(5), 276–289. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.26.e5.19>

Yajima, N., & Arimura, T. H. (2022). Promoting energy efficiency in Japanese manufacturing industry through energy audits: Role of information provision, disclosure, target setting, inspection, reward, and organizational structure. *Energy Economics*, 114, 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2022.106253>

Zhou, J., Yin, T., & Tian, J. (2022). Research on the impact of Beijing–Tianjin–Hebei electric power and thermal power industry on haze pollution. *Energy Reports*, 8, 1698–1710. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2022.02.283>

Zúñiga Sáenz, R. (2005). Operaciones: concepto, sistema, estrategia y simulación. *Academia. Revista Latinoamericana de Administración*, 34, 1–24.

<https://www.redalyc.org/pdf/716/71603402.pdf>