



**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

“DISEÑO DE REDES SINÉRGICAS PARA LA REDUCCIÓN DE
RESIDUOS QUE OCASIONA EL SECTOR MADERERO EN LA
PARROQUIA ATAHUALPA, SANTA ELENA, ECUADOR”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO(A) INDUSTRIAL

AUTOR (ES):

MALAVÉ ORRALA ANTHONY ARIEL

TUTOR:

BUENAÑO BUENAÑO EDISON NOE

La Libertad, Ecuador

2024

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

“DISEÑO DE REDES SINÉRGICAS PARA LA REDUCCIÓN DE RESIDUOS QUE OCASIONA EL SECTOR MADERERO EN LA PARROQUIA ATAHUALPA, SANTA ELENA, ECUADOR”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTOR:

MALAVÉ ORRALA ANTHONY ARIEL

TUTOR:

BUENAÑO BUENAÑO EDISON NOE

LA LIBERTAD – ECUADOR

2024

UPSE

CERTIFICACIÓN

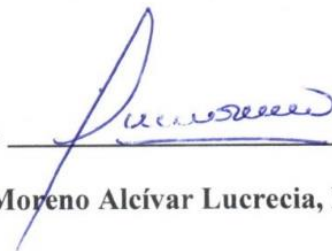
Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Malavé Orrala, Anthony Ariel**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Industrial**.

TUTOR

f. 

Ing. Buenaño Buenaño Edison, Msc.

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. 

Ing. Moreno Alcívar Lucrecia, PhD.

La Libertad, a los 4 días del mes de julio del año 2024

APROBACIÓN DEL TUTOR

Ing. Buenaño Buenaño Edison, Msc.

TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Universidad Estatal Península de Santa Elena.

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación “DISEÑO DE REDES SINÉRGICAS PARA LA REDUCCIÓN DE RESIDUOS QUE OCASIONA EL SECTOR MADERERO EN LA PARROQUIA ATAHUALPA, SANTA ELENA, ECUADOR”, elaborado por el Sr. MALAVÉ ORRALA ANTHONY ARIEL, estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial, Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, me permito declarar que luego de haberla dirigido, estudiado y revisado, la apruebo en su totalidad.

TUTOR

f. _____

Ing. Buenaño Buenaño Edison, Msc.

La Libertad, a los 04 días del mes de julio del año 2024

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Malavé Orrala Anthony Ariel

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, “**DISEÑO DE REDES SINÉRGICAS PARA LA REDUCCIÓN DE RESIDUOS QUE OCASIONA EL SECTOR MADERERO EN LA PARROQUIA ATAHUALPA, SANTA ELENA, ECUADOR**” previo a la obtención del título de **Ingeniero Industrial**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi/nuestra total autoría.

En virtud de esta declaración, me/nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

La Libertad, a los 04 días del mes de julio del año 2024

EL AUTOR

f.



Malavé Orrala Anthony Ariel


AUTORIZACIÓN

Yo, Malavé Orrala Anthony Ariel

Autorizo/Autorizamos a la Universidad Península de Santa Elena la **publicación** en la biblioteca de la Institución del Trabajo de Titulación, “**DISEÑO DE REDES SINÉRGICAS PARA LA REDUCCIÓN DE RESIDUOS QUE OCASIONA EL SECTOR MADERERO EN LA PARROQUIA ATAHUALPA, SANTA ELENA, ECUADOR**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

La Libertad, a los 04 días del mes de julio del año 2024

EL AUTOR:

f. 

Malavé Orrala Anthony Ariel

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación “DISEÑO DE REDES SINÉRGICAS PARA LA REDUCCIÓN DE RESIDUOS QUE OCASIONA EL SECTOR MADERERO EN LA PARROQUIA ATAHUALPA, SANTA ELENA, ECUADOR”, elaborado por el Sr. MALAVÉ ORRALA ANTHONY ARIEL, egresado de la carrera de Ingeniería Industrial, Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, me permito declarar que una vez analizado en el software antiplagio: Compilatio Magister, luego de haber cumplido con los requerimientos exigidos de valoración permitida, el siguiente trabajo de titulación, se encuentra con un 2% de similitud, siendo esta la valoración permitida, por consiguiente, se procede a emitir el presente informe.

 INFORME DE ANÁLISIS
magister

K37-C82-9F1

2%
Textos sospechosos

1% Similitudes
De similitudes entre comillas
De entre las fuentes mencionadas

< 1% Idiomas no reconocidos

Nombre del documento: Ttitulacion_Anthony_Malave.docx
ID del documento: 9e8e95013aae105ed51296d6185c7a37afe86c7e
Tamaño del documento original: 174,09 kB
Autor: Anthony Malavé Orrala

Depositante: Anthony Malavé Orrala
Fecha de depósito: 19/6/2024
Tipo de carga: url_submission
fecha de fin de análisis: 19/6/2024

Número de palabras: 14.022
Número de caracteres: 90.437

Atentamente,

TUTOR

f. _____


Ing. Buenaño Buenaño Edison, Msc.

CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA

Lcda. Betty Ruth Gómez Suárez, Mgtr.

Celular:096218358

Correo:bettyruthgomez@educacion.gob.ec

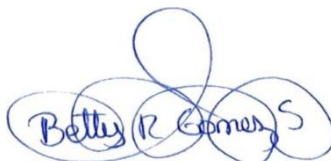
CERTIFICACIÓN GRAMATICAL Y ORTOGRÁFICA

Yo, **BETTY RUTH GÓMEZ SUÁREZ**, en mi calidad de **LICENCIADA EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN Y MAGÍSTER EN DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MODELOS EDUCATIVOS**, por medio de la presente tengo a bien indicar que he leído y corregido el Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, denominado "**DISEÑO DE REDES SINÉRGICAS PARA LA REDUCCIÓN DE RESIDUOS QUE OCASIONA EL SECTOR MADERERO EN LA PARROQUIA ATAHUALPA, SANTA ELENA, ECUADOR**", del estudiante: **MALAVE ORRALA ANTHONYARIEL**.

Certifico que está redactado con el correcto manejo del lenguaje, claridad en las expresiones, coherencia en los conceptos e interpretaciones, adecuado empleo en la sinonimia. Además de haber sido escrito de acuerdo a las normas de ortografía y sintaxis vigentes.

En cuanto puedo decir en honor a la verdad y autorizo al interesado hacer uso del presente como estime conveniente.

Santa Elena, 21 de Junio del 2024



Lcda. Betty Ruth Gómez Suárez, Mgtr.

Cl. 0915036529

**LICENCIADO EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN MAGÍSTER
EN DISEÑO Y EVALUCIÓN DE MODELOS EDUCATIVOS NO
DE REGISTRO DE SENEYCYT 1050-2014-86052892**

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a Dios por brindarme inteligencia, sabiduría y fuerzas para no decaer en el arduo camino que conlleva alcanzar una meta.

Mis más sinceros agradecimientos a mis padres y abuelo considerado de mi parte como papá, por ser el pilar fundamental para alentarme a no rendirme.

Mis más sinceros agradecimientos a amigos y, por último, pero no menos importante a mis tutores guías del éxito de este trabajo de titulación.

Anthony Malavé Orrala

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a mi familia por su apoyo incondicional, gracias a ellos puedo ser partícipe de la nueva promoción de ingenieros de la república del Ecuador.

Anthony Malavé Orrala

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f.



Ing. Moreno Alcívar Lucrecia, PhD.

DIRECTOR DE CARRERA

f.



Ing. Darwin Jaque Puca, Msc.

DOCENTE ESPECIALISTA

f.



Ing. Buenaño Buenaño Edison, Msc.

DOCENTE TUTOR

f.



Ing. Juan Carlos Muyulema Allaica, MEng.

DOCENTE DE LA UIC

ÍNDICE GENERAL

PORTADA	i
CERTIFICACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TUTOR	iv
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	v
AUTORIZACIÓN	vi
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO	vii
CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA	viii
AGRADECIMIENTOS	ix
DEDICATORIA	x
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvii
ÍNDICE DE ANEXO	xix
LISTA DE ABREVIATURAS Y TABLA DE SÍMBOLOS	xx
RESUMEN	xxi
ABSTRACT	xxii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	6
MARCO TEÓRICO	6
1.1. Antecedentes investigativos	6

1.2.	Estado del arte	8
1.3.	Fundamentos teóricos.....	23
MARCO METODOLÓGICO		24
2.1.	Enfoque de investigación	24
2.2.	Diseño de investigación	25
2.3.	Proceso metodológico	25
2.4.	Población y muestra	27
2.4.1.	Población	27
2.4.2.	Muestra.....	28
2.5.	Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos (Adaptada a la unidad de análisis y tipo de estudio)	30
2.5.1.	Métodos de recolección de datos.....	30
2.5.2.	Técnicas de recolección de los datos.....	30
2.5.3.	Instrumentos de recolección de los datos	32
2.6.	Variables del estudio	32
2.6.1.	Operacionalización de las variables	33
2.7.	Procedimiento para la recolección de los datos	34
CAPÍTULO III.....		35
MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN		35
3.1.	Marco de resultados	35
3.1.1	Validación del instrumento	35
3.1.2	Validación de constructo.....	39
3.1.3	Definición de hipótesis.....	53
3.2.	Propuesta de mejora	55
3.3.	Marco de resultado	78
3.4.	Limitaciones y futuras líneas de investigación	80

CONCLUSIONES	80
RECOMENDACIONES	81
ANEXOS	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz referencial de artículos	13
Tabla 2 Matriz de criterios método Saaty.	20
Tabla 3 Matriz de ponderación final.	21
Tabla 4 Credibilidad de los datos	21
Tabla 5 Criterios evaluados.....	22
Tabla 6 Establecimientos en el sector maderero	27
Tabla 7 Muestra de la población del sector maderero.....	29
Tabla 8 Muestra en base a criterios	29
Tabla 9 Operacionalización de las variables	33
Tabla 10 Etapas del tratamiento de datos.....	34
Tabla 11 Data de la Prueba piloto	36
Tabla 12 Dimensiones a trabajar	37
Tabla 13 Prueba de normalidad.....	37
Tabla 14 Correlaciones entre dimensiones.....	39
Tabla 15 Prueba de constructo	40
Tabla 16 Análisis de confiabilidad.....	41
Tabla 17 Población ecoamigable.....	42
Tabla 18 comprobación de hipótesis	54
Tabla 19 Agendes del modelado	59
Tabla 20 Inputs y Outputs	60
Tabla 21 Variables de los agentes del modelo matemático	61
Tabla 22 Formulas matemáticas para parametrizar el modelo.....	61
Tabla 23 Proceso de validación.....	63
Tabla 24 Escenario a analizar.....	66
Tabla 25 Barreras del modelo sinérgico.....	70
Tabla 26 Logística del modelo	72
Tabla 27 Actividades de logística	73
Tabla 28 Presupuesto del proyecto	75
Tabla 29 Indicadores complementarios.....	75
Tabla 30 Total de inversión.....	76
Tabla 31 Cálculos VAN, TIR, PR.....	76
Tabla 32 Calculo de herramientas financieras	76

Tabla 33 Costos fijos.....	77
Tabla 34 Costos variables	77
Tabla 35 Precio de venta	77
Tabla 36 C. Equilibrio.....	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Flujograma de la problemática investigada	3
Figura 2	Proceso de revisión de alcance	9
Figura 3	Estudios para el trabajo de investigación	12
Figura 4	Herramientas identificadas en la matriz referencial	20
Figura 5	Etapas del modelo metodológico.....	26
Figura 6	Plan direccionado a la recolección de datos	30
Figura 7	Proceso de validación del cuestionario.....	31
Figura 8	Actividad productiva	41
Figura 9	Experiencia en el sector.....	42
Figura 10	Tipo de herramientas empleadas	43
Figura 11	Importancia de la implementación de herramientas eco amigables	44
Figura 12	Inversión en el subsector	45
Figura 13	Costo de transporte	45
Figura 14	Tipo de residuo no peligroso por sub sector.....	46
Figura 15	Gestión de residuos no peligrosos	47
Figura 16	Tipo de residuo peligroso que dejan los subsectores.....	47
Figura 17	Gestión de residuos no peligroso.....	48
Figura 18	Consumo de agua.....	49
Figura 19	Fuente de consumo eléctrico	49
Figura 20	Fuente de consumo de agua.....	50
Figura 21	Fuente de consumo eléctrico	51
Figura 22	Diagrama de causa y efecto primer nivel	52
Figura 23	Diagrama causa y efecto segundo nivel	53
Figura 24	Flujograma de modelado	57
Figura 25	Modelo conceptual 3D de agentes del sector	58
Figura 26	Modelo analítico	58
Figura 27	Representación del escenario base	63
Figura 28	Parametrización de agentes	64
Figura 29	Compilación de datos	64
Figura 30	Control de errores	65
Figura 31	Inicio del simulado	65

Figura 32 Escenario agente 1	67
Figura 33 Escenario agente 2	67
Figura 34 Escenario agente 3	68
Figura 35 Comparación de escenario.....	68
Figura 36 Escenario simbiótico	69
Figura 37 Representación del modelo sinérgico	69
Figura 38 Modelo extendido de la gestión de residuos.....	74

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1 Metodología Saaty AHP.....	91
Anexo 2 Cuestionario para la recolección de datos	91
Anexo 3 Validación estadística.....	95
Anexo 4 Check list.....	96
Anexo 5 Evidencia de recolección de datos	96

LISTA DE ABREVIATURAS Y TABLA DE SÍMBOLOS

AHP: Proceso analítico jerárquico

EC: Economía circular

EI: Ecología industrial

MBA: Modelado basado en agentes

MP: Mercado de subproductos

SM: Sector maderero

VI: Variable independiente

VD: Variable dependiente

“DISEÑO DE REDES SINÉRGICAS PARA LA REDUCCIÓN DE RESIDUOS QUE OCASIONA EL SECTOR MADERERO EN LA PARROQUIA ATAHUALPA, SANTA ELENA, ECUADOR”

Autor: Malavé Orrala Anthony Ariel

Tutor: Buenaño Buenaño Edison Noe

RESUMEN

El sector maderero se caracteriza por encargarse de actividades de fabricación de muebles o enseres basados en madera, se consideran agentes a depósitos de materia prima, productores y comercializadores. El déficit de conocimiento y poco interés sobre herramientas circulares influye en el sistema lineal llevado hasta la actualidad. En este sentido se evidenció un índice de mejora tras la propuesta de diseño de redes sinérgicas en el sector maderero de la parroquia Atahualpa, Santa Elena. Mediante una revisión de alcance de la literatura se demostró la importancia y herramientas necesarias para el desarrollo de la investigación. La resolución del estudio respondió a un enfoque cuantitativo no experimental descriptivo-correlacional, la técnica de recolección de datos fue la encuesta, se empleó el software SPSS 27 empleando validación estadística, la fiabilidad de los datos resultó un coeficiente estadístico del Alfa de Cronbach de 0,721 considerado como substancial. Los datos dieron paso al modelado basado en agentes (MBA), este se realizó en el software Anylogic, se muestran tres escenarios, el primero revelando el comportamiento de los tres agentes, el segundo mostrando el movimiento entre agentes considerando una entrada y salida con valor monetario, y un tercer escenario exponiendo la implementación de un agente (BodegaR) basado en una herramienta de Ecología Industrial (EI) denominada mercado de subproductos (MP), los resultados muestran un beneficio económico al implementar un agente simbiótico. La implementación de la propuesta tiene un valor de \$25.680,97, recuperables en un periodo inferior a cinco años.

Palabras Claves: (Ecología Industrial, Modelado basado en agentes, escenario simbiótico, redes sinérgicas)

“DESIGN OF SYNERGIC NETWORKS FOR THE REDUCTION OF WASTE CAUSED BY THE TIMBER SECTOR IN THE ATAHUALPA PARISH, SANTA ELENA, ECUADOR”

Author: Malavé Orrala Anthony Ariel

Tutor: Buenaño Buenaño Edison Noe

ABSTRACT

The timber sector (SM) is characterized by being in charge of manufacturing activities of furniture or appliances based on wood; raw material warehouses, producers and marketers are considered agents. The lack of knowledge and little interest among sectoral agents in circular tools influences the linear system carried out to date. In this sense, an improvement index was evident after the proposal to design synergistic networks in the logging sector of the Atahualpa parish, Santa Elena. Through a scoping review of the literature, the importance and tools necessary for the development of the research were demonstrated. The resolution of the study responded to a quantitative non-experimental descriptive-correlational approach, the data collection technique was the survey, the SPSS 27 software was used using statistical validation, the reliability of the data resulted in a statistical coefficient of Cronbach's Alpha of 0.721 considered as substantial. The data gave way to agent-based modeling (MBA), this was carried out in the Anylogic software, showing three scenarios, the first showing the behavior of the three agents, the second showing the movement between agents considering an entry and exit with monetary value, and a third scenario showing the implementation of an agent (BodegaR) based on an Industrial Ecology (EI) tool called by-product market (MP), the results show an economic benefit when implementing a symbiotic agent, the implementation of the proposal has a value of \$25,680.97, recoverable in a period of less than five years.

Keywords: (Industrial Ecology, Agent-based modeling, symbiotic scenario, synergistic networks)

INTRODUCCIÓN

En el marco de un entorno globalizado, se ha realizado un análisis de diversas metodologías en zonas de procesamiento industrial donde se tiene como objetivo reducir el impacto ambiental y mantener un beneficio económico – social (Fuentes Barrera et al., 2021). Investigaciones realizadas por Jato-Espino & Ruiz-Puente, (2020) señalan que, herramientas como la economía circular se enfocan en un cambio de paradigmas de lineal a circular, minimizando la acumulación de residuos e impulsando la reincorporación de recursos al proceso productivo, específicamente la simbiosis industrial (SI), esta es una herramienta que forma parte de la ecología industrial (EI), con el fin de crear sinergias entre dos o más entidades con fines de lucro, intercambiando residuos (materia, agua o energía) provenientes del ciclo productivo de una empresa. De esta manera se logra la reducción del impacto ambiental y se beneficia a las entidades involucradas.

En el contexto latinoamericano, se evidencian estudios con enfoques circulares, Sellitto et al., (2021) indican que el avance que tiene la SI en la región es significativo, las industrias de la cerámica emplean el polvo y la limadura del acero como materia prima, en Brasil las empresas madereras intercambian y reutilizan las piezas que no son utilizadas. El investigador señala que el éxito de los casos antes mencionados se basa en la identificación de factores impulsores, barreras y la respectiva ejecución y análisis del modelo de SI. Schlüter et al., (2022) enfatizan que la implementación de un modelo de SI es imprescindible al momento de querer reducir el impacto ambiental, ya que se considera un enfoque práctico para cerrar la brecha entre la alta generación de residuos y la eficiencia en el uso. Wang et al., (2023) mencionan que las herramientas que abarca la SI logran que los residuos producidos por una industria sean reciclados y reutilizados como materia prima para otra industria, reduciendo así el consumo de materia prima.

El sector maderero del Ecuador se ubica en el puesto 17 de 47 industrias a nivel nacional, con un aporte de \$1.364,5 millones de dólares en 2018 (1,3 % del PIB) y, una tasa promedio de variación interanual de 7,5 % entre 2009 y 2018. Cabe señalar que, en 2018, el 67,1% del VAB de esta industria lo generaron las provincias de Esmeraldas, Los Ríos, Cotopaxi, Pichincha y Chimborazo, según lo menciona

(Sánchez & Vayas, 2020). Por otro lado Díaz, (2021) menciona que Ecuador es un país con una actividad manufacturera caracterizada por un sistema lineal, donde los procesos productivos dejan a su paso residuos caracterizados como peligrosos y no peligrosos, estos tienden a acumularse en distintas zonas inapropiadas, lo cual genera un problema a la sociedad y al ecosistema. Debido a la situación actual, se han registrado investigaciones con el fin de mitigar las secuelas que deja la contaminación, esto es un gran paso hacia un ecosistema sustentable para los sectores productores del país (Muyulema Allaica & Ruiz Puente, 2022).

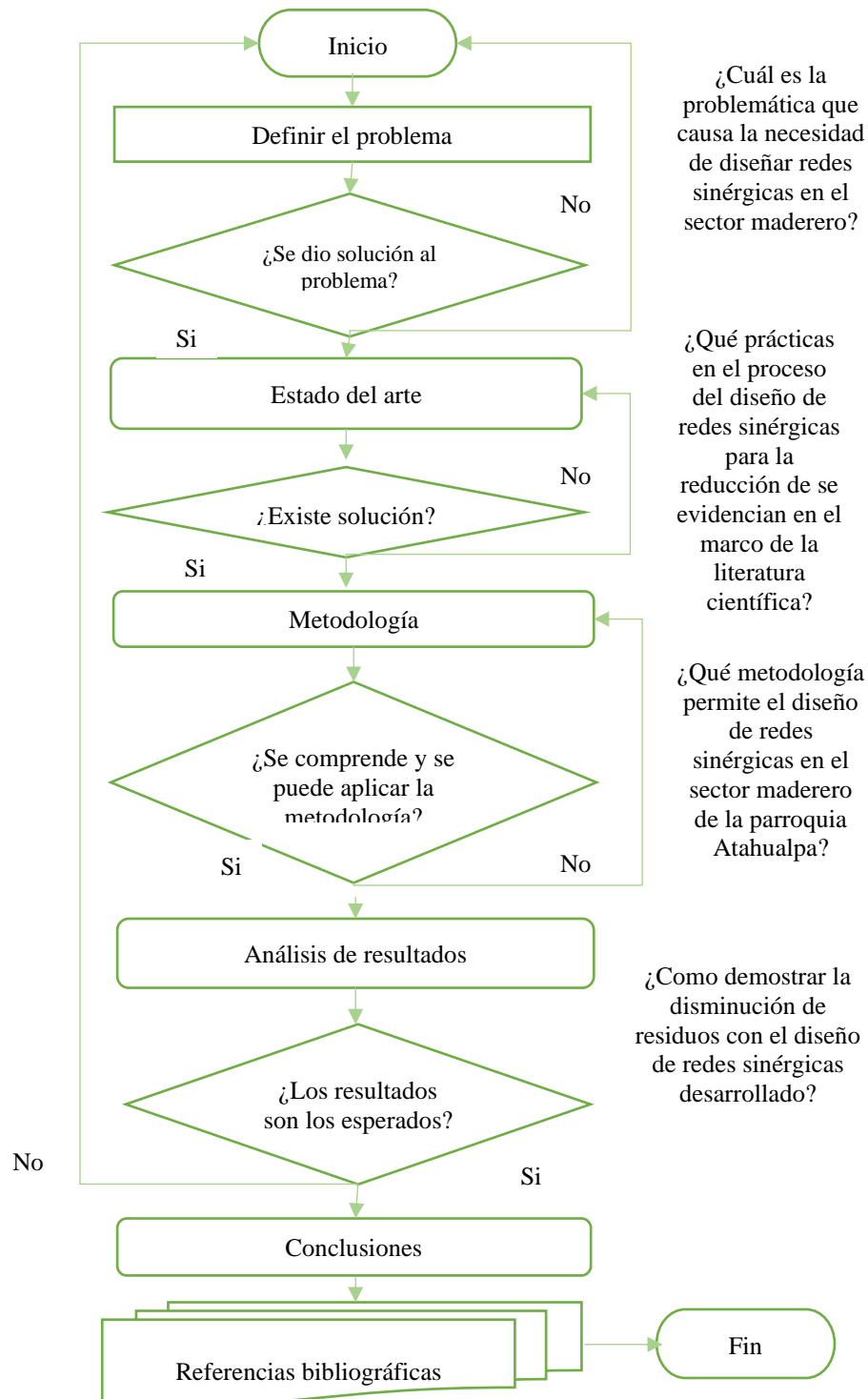
En la actualidad existe una problemática presente en el sector maderero, pues este genera residuos debido al sistema lineal que se practica para el proceso de transformación de la materia prima. Este sector, al no contar con sistema eco amigable despilfarra los desechos. Los análisis realizados evidencian que una de las soluciones más factibles es adentrarse en la economía circular, esta metodología tiene el potencial característico para dejar de lado una economía lineal y dar paso a la economía circular, impulsando la reactivación económica, reduciendo el índice de contaminación, beneficiando a la población en general. Si se realiza un trabajo en conjunto con la predisposición necesaria, es posible alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenibles “ODS”, según lo menciona, (Bustos, 2021).

En la provincia de Santa Elena no existen estudios relacionados con economía circular empleando simbiosis industrial. Por lo que existe la necesidad de diseñar una red de simbiosis industrial para obtener una relación robusta entre las diferentes microempresas existentes en el sector maderero de la parroquia Atahualpa, cumpliendo así el objetivo de generar interacción entre dos o más entidades, con el fin de intercambiar subproductos o residuos aportando un beneficio directo al medio ambiente.

En general, el problema de los residuos de madera afecta horizontalmente a un gran número de actividades, personas y espacios, no sólo por lo que representan como término de pérdida de recursos naturales, sino también por la creciente incapacidad para gestionarlos a nivel ambiental. Dentro de su método de trabajo basado en producir – comercializar se puede identificar que existe una economía lineal que deja un déficit al momento del manejo de desechos sólidos, lo que genera una problemática no solo ambiental, sino también económica y social al no contar con un modelo circular que

permita el aprovechamiento de aquellos recursos, por ello es indispensable la evaluación y seguimiento en el sector a través de herramientas de la economía circular para la aplicación de redes sinérgicas. Con la finalidad de realizar un aporte claro y fácil de entender, en la figura 1, mostrada a continuación mediante un flujograma se indica la secuencia a realizar para llevar a cabo la resolución.

Figura 1 *Flujograma de la problemática investigada*



Nota. Elaborado por el autor.

Formulación del problema de investigación

¿El diseño de redes sinérgicas contribuirá a la reducción de los residuos que ocasiona el sector maderero en la parroquia Atahualpa, Santa Elena, Ecuador?

Alcance de la investigación

El sector designado para la ejecución del trabajo de titulación se encuentra localizado en la parroquia Atahualpa, Provincia de Santa Elena. El caso de estudio se realizará en un periodo determinado, ya que se debe evaluar y analizar la situación actual de la zona para poder identificar las muestras que serán las bases fundamentales para el caso de estudio. Así mismo, cabe resaltar que esta investigación se debe realizar en un horario disponible y que no cause interrupciones en las microempresas. Este proceso no dará lugar en las pequeñas empresas que no estén involucradas o no tengan relación alguna con el proceso de producción – comercialización de muebles para el hogar, oficina, o algún lugar recreativo.

La parroquia Atahualpa, mejor conocida como la Capital o Imperio del Mueble, está ubicada a 17km de la provincia de Santa Elena y a 5km de la vía Salinas - Guayaquil. Esta cuenta con 40 microempresas y un aproximado de 50 talleres de ebanistería. En este sector maderero es donde el proceso de transformación de la materia prima “tales como guayacán, guayacán blanco, roble, bálsamo, amarillo, teca, pino, entre otros” da lugar a lujosos, bonitos y duraderos muebles que adornan desde la cocina hasta el patio de un hogar. El proceso de ensamble de un producto demora entre dos semanas y dos meses dependiendo del diseño y acabado de mueble. La gran mayoría de microempresas comercializa directamente con el cliente, por lo que se evitan gastos de intermediarios. El sector se basa en la tradicional producción lineal, por lo que es necesario la implementación de un sistema circular empleando el diseño de redes sinérgicas, ya que este modelo trae consigo beneficios tanto económicos, sociales como ambientales. De esta manera se hace factible la reducción de los desechos provenientes del sector maderero de la parroquia en mención.

Justificación de la investigación:

A lo largo de la historia de la humanidad se evidencia la trascendencia del ecosistema en el que el hombre desarrolla sus actividades diarias, en la actualidad las

industrias, sectores manufactureros, entre otros, afectan de manera directa o indirecta al medio ambiente. En consecuencia, debido al exceso de desechos que genera el sistema lineal basado en producir – consumir – desechar, nace la necesidad de implementar un enfoque que se enfoque en la transacción hacia un entorno amigable con el medio ambiente.

A medida que la contaminación a nivel mundial se evidencia de diferentes maneras con el paso de los años, surge la importancia de establecer un modelo circular basado en la implementación de un nuevo agente denominado mercado de subproductos para poder diseñar redes sinérgicas que permitan reducir el impacto que tienen los desechos generados por el sector industrial al medio ambiente.

Al abarcar esta índole se puede asegurar la viabilidad de la investigación, aportando así con la recuperación y conservación del ecosistema, el cual es indispensable para que se desarrolle la vida tal y como la conocemos. De esta manera, los principales beneficiarios serán los habitantes de la parroquia Atahualpa, ya que la profesión de fabricar muebles ha pasado de generación en generación, manteniendo consigo una tradición que sustenta el día a día de la población. Es así como se obtendría un equilibrio económico, social y ambiental dentro de la parroquia en cuestión.

Objetivo general

Diseñar redes sinérgicas para reducir los residuos que ocasiona el sector maderero en la parroquia Atahualpa, Santa Elena, Ecuador.

Objetivos Específicos

- Elaborar un estado del arte mediante una revisión literaria que permita la identificación de redes sinérgicas en el sector maderero.
- Desarrollar un marco metodológico mediante investigaciones direccionadas con simbiosis industrial para aplicar en el sector maderero de la parroquia Atahualpa
- Presentar una propuesta obtenida en la investigación basada en el diseño de redes sinérgicas para la reducción de los residuos provenientes del sector maderero.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes investigativos

Fraccascia & Giannoccaro, (2020) en su trabajo de investigación titulado como *What, where, and how measuring industrial symbiosis: A reasoned taxonomy of relevant indicators*, indican que adoptar medidas encaminadas con SI es clave al momento de querer centrarse en estrategias circulares amigables con el medio ambiente, la estrategia implementada se denomina modelo de insumo-producto (IO), esta se caracteriza por cuantificar los flujos físicos de una empresa (materia, agua, energía), permitiendo modelar la producción de residuos en el sistema productivo, de esta manera se obtiene un beneficio económico al momento de reducir costos de producción y ambiental al momento de reducir la emisión de residuos.

Hua et al., (2023) en su trabajo de investigación titulado como *Urban industrial solid waste metabolism based on ecological network analysis: A case study of Tianjin*, indagan que existe un crecimiento en el volumen de generación de residuos, lo que representa un impedimento al desarrollo de ciudades, por lo que analiza una metodología circular denominada análisis insumo-producto IO por sus siglas en inglés, específicamente IO de residuos, esta se basa en realizar un análisis para relacionar los flujos directos e indirectos de material, así como su relación con el impacto ambiental en el sector.

Ospina, (2019) en su trabajo de investigación realizado en el municipio de Dosquebradas y Pereira, tiene como objetivo reducir el impacto ambiental, tales como la generación de residuos altamente peligrosos, emisiones a la atmósfera, residuos provenientes del sector industrial, los cuales son generados por el sistema lineal de producción que se llevaba. El autor identifica la necesidad de creación de estrategias que sean eficientes y busquen un enfoque de producción más limpio, con lo que se generara un aprovechamiento de recursos. Como resultado, se optó por la economía circular, específicamente la simbiosis industrial, la cual tiene una metodología de enlace que permite la interconexión entre empresas, siendo beneficiosa para todo el municipio.

AIDIMME, (2020) en su proyecto realizado en las empresas del Camp de Morvedre, tiene como objetivo realizar un análisis del estado de implantación de acciones de simbiosis industrial a través del cumplimiento de una encuesta. El autor indica que se empleó la metodología de indagación, donde la mayoría de las empresas no tienen un conocimiento expandido sobre lo que es y el cómo se utiliza la simbiosis industrial. La metodología permitió conocer que tipo de empresa son, en qué se parecen sus procesos, qué tipo de desecho se tiene al final del proceso productivo y la predisposición de adquirir materia prima generada por otra. Como resultado, se conoce la situación actual de las empresas, su factibilidad con procesos eco amigables y su decisión de potenciar sus procesos empleando una simbiosis industrial.

Carrillo et al., (2020) en su trabajo de investigación titulado como “Ecodiseño: Estrategia clave para la economía circular de las empresas del sector ebanista” se inicia con el análisis de la situación actual de las empresas que se dedican al sector ebanista, de igual manera, se tiene en cuenta la zona geográfica donde se ejerce esta labor. El objetivo principal de este proyecto resalta en identificar cómo se podrán reducir los residuos que emite este sector extendiendo el ciclo de vida de los productos. El trabajo arduo dio como resultado la implementación del eco diseño el cual forma parte del campo de la eco innovación. Como resultado de la investigación científica, se identificó como medida inmediata la inversión en la eco innovación.

Cara, (2020) en su trabajo de investigación realizado en diferentes plantas químicas, realizó un análisis tanto económico, ambiental como social. El objetivo principal es identificar una metodología idónea para reducir el exceso de residuos provenientes de esta red de empresas, de igual manera optimizar el proceso productivo de las mismas. Su metodología se basa en cálculos realizados en diferentes plataformas para poder optimizar de manera sistemática el sistema lineal empleado. Como conclusión, se procedió a implementar una herramienta que permita optimizar el proceso mediante conexiones entre las áreas de trabajo, utilizando la simbiosis industrial como medida de solución. Las evidencias gráficas que se muestran en el trabajo dejan en claro que el proceso tuvo éxito y la red de empresas se benefició al emplear esta metodología eco innovadora.

Camarena, (2022) menciona en su artículo titulado como “Estado del arte de modelos de negocios circulares: Evidencia de América Latina” que realizar un análisis dentro de una región es de vital importancia al momento de querer poner en práctica la economía circular. Su metodología se basó en la identificación de negocios que tienen modelos circulares, seguido de describir las diferentes facetas aplicables dentro del proceso de producción y finalmente resalta una serie de recomendaciones, sugerencias y beneficios que trae consigo adentrarse en el marco de la EC.

Ante lo contextualizado, se evidencia que las metodologías empleadas cumplen con su objetivo principal que es analizar el flujo de inputs y outputs para lograr establecer una sinergia entre empresas, ya sea de materia, agua y/o energía, obteniendo así un beneficio económico y ambiental.

1.2. Estado del arte

El estado del arte, según Piedad & Montoya, (2005) es un estudio exhaustivo de investigación documental que permite el entendimiento del conocimiento acumulado en un campo específico. Los investigadores afirman que la creación del estado del arte permite la circulación de información, generando así una demanda de conocimiento con la que se pueden realizar comparaciones y determinar la comprensión del problema abordado.

El método empleado para realizar el estado del arte de este trabajo, es la revisión de alcance de la literatura adaptada por Mayo Abarca et al., (2023) quienes manifiestan que este tipo de estudio permite realizar un bosquejo que evidencia información de crucial importancia sobre un delimitado tema.

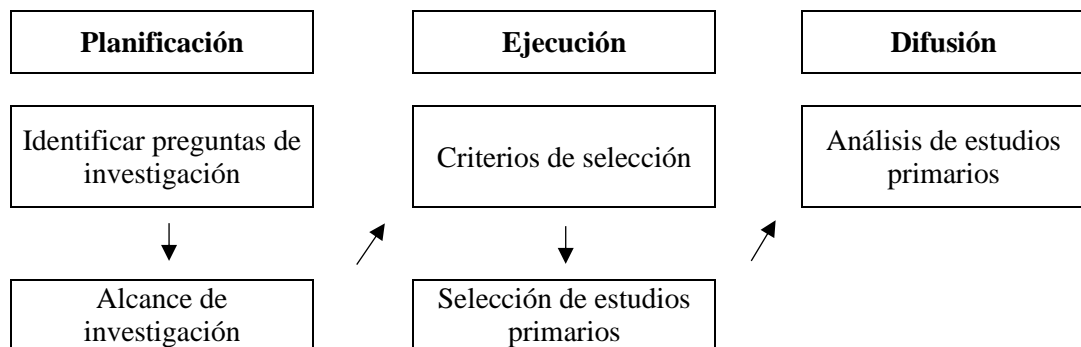
Por otro lado, Ollora Triana et al., (2023) decretan que la revisión de alcance es una metodología que permite identificar, analizar y registrar recursos y datos de suma relevancia sobre un fenómeno en particular. Esta metodología se basa en obtener información idónea para realizar un respectivo aporte en el tema y de esta manera realizar un aporte significativo al tema en cuestión. El proceso de revisión de alcance a realizar se basa en el aporte emitido por la investigación de los autores Mayo Abarca et al., (2023) el cual consta de tres fases, Planificación, Ejecución y

Difusión. Estas serán desglosadas a medida que se realice el proceso de investigación.

Una vez que se definen las investigaciones con el contenido adecuado para realizar la investigación, se procede a la toma de decisiones, empleando el método Analytic Hierarchy Process (AHP). Según Kudláč et al., (2017) el método Saaty consiste en evaluar las limitaciones que tienen las variables ponderando las variables en una escala del 1 al 9 y de 2 a 8 según descriptores Saaty. De esta manera se pretende lograr el objetivo de búsqueda, con el fin de seleccionar las variables potencialmente factibles para realizar una metodología.

En la figura 2, se muestra el proceso a seguir para realizar la revisión de alcance de la literatura según Ollora Triana et al., (2023), esta consta de tres fases denominadas como; planificación, ejecución y difusión. La primera fase consiste en identificar la pregunta base para empezar a realizar la investigación y definir el alcance de la investigación. La segunda etapa consiste en definir los criterios y la selección de los artículos de fuentes primarias. En la tercera etapa se realiza un análisis de los estudios identificados.

Figura 2 *Proceso de revisión de alcance*



Nota. *Elaboración propia.*

Desarrollo del proceso de la revisión de alcance.

El desarrollo del proceso de la revisión de alcance conlleva realizar análisis bibliográficos en motores de búsqueda de internet (plataformas digitales que contienen investigaciones científicas novedosas, con información verídica y confiable) donde se desglosará contenido acorde al tipo, diseño e importancia del tema en cuestión. A continuación, se desglosarán las actividades para desarrollar el apartado.

Planificación del proceso de investigación.

Pregunta de investigación:

¿Qué prácticas en el proceso del diseño de redes sinérgicas para la reducción de residuos ocasionados en el sector maderero se evidencian en el marco de la literatura científica?

Alcance de la revisión:

Existen una extensa base de datos que contiene información de diversa índole, sin embargo, este estudio está focalizado en contenidos referentes a la ingeniería, economía circular y redes sinérgicas. El periodo de búsqueda radica entre el año 01 de enero 2020 y 20 de marzo de 2024.

Los motores de búsqueda son Sciencedirect, Scielo, Research article, Asecam, Redalyc, Cepal, Dialnet, UPCommons y MDPI, contenido basado en (economía circular OR Simbiosis Industrial) AND (Diseño de Redes Sinérgicas OR Sinergias Industriales), o en inglés (circular economy OR Industrial Symbiosis) AND (Synergistic Network Design OR Industrial Synergies).

Ejecución del proceso de investigación.

Criterios de inclusión

- Toda publicación científica relacionada con el diseño de redes sinérgicas para reducir los residuos del sector maderero.
- Toda publicación científica que discuta sobre la economía circular como medida factible para reducir el impacto de los residuos.

- Toda publicación con contenido relacionado a la eco innovación tomando como base el diseño de redes sinérgicas basadas en economía circular, estas pueden estar en el idioma español o inglés.

Criterios de exclusión

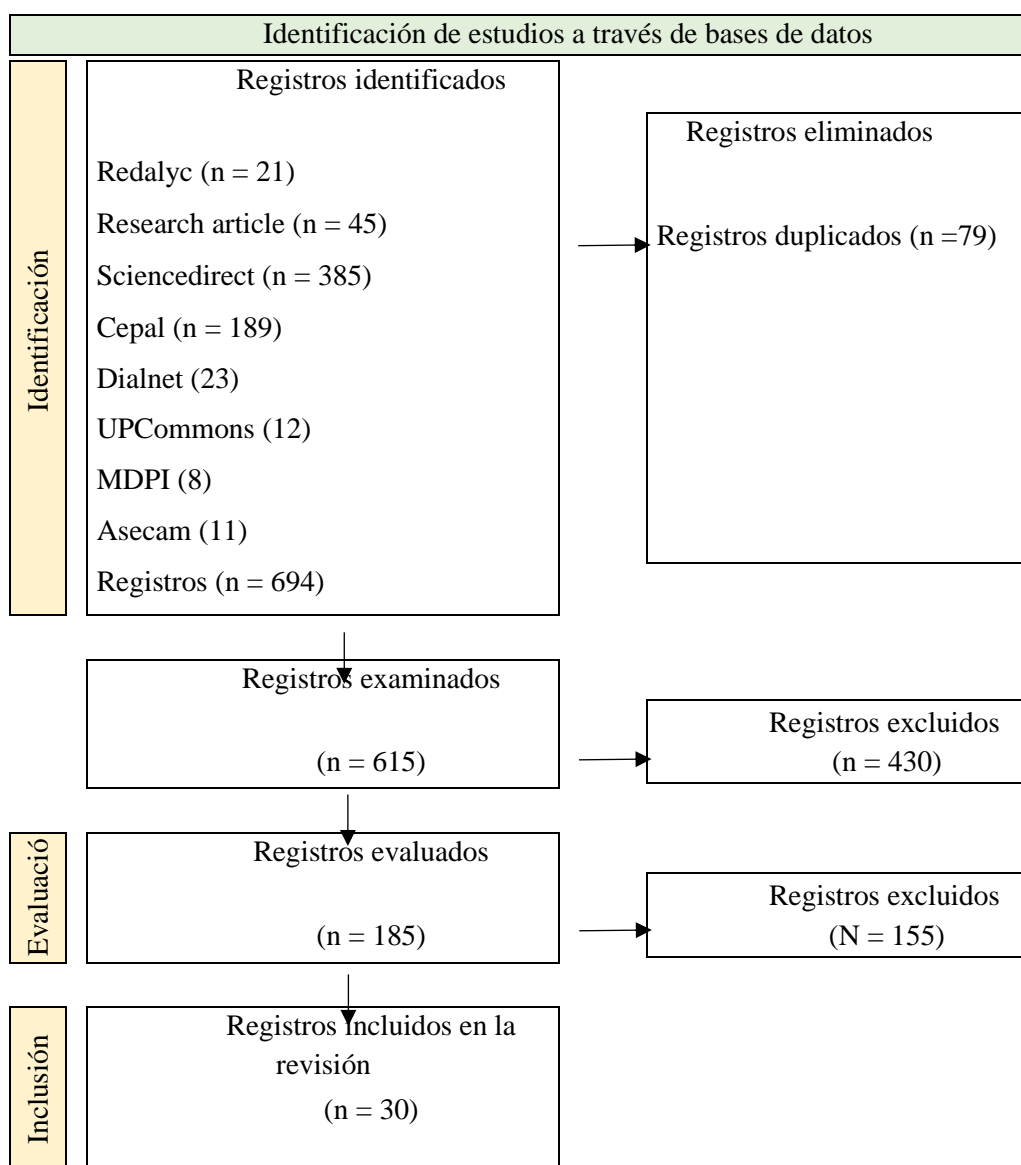
- Publicación que no tenga relación a la economía circular.
- Publicación científica que no se encuentre dentro del lapso seleccionado (2020-2024).
- Publicación que no tenga una postura profesional y no tenga evidencias dentro de la investigación.

Selección de trabajos primarios

En esta etapa se evidencia el trabajo realizado, desde la búsqueda de contenido por definición de la terminología, teniendo en cuenta el lapso estimado de búsqueda y completando el proceso con los respectivos filtros, dejando como resultado un total de 30 artículos científicos que disponen de la información necesaria para aportar al desarrollo de esta investigación. (ver figura 3).

En la figura 3 es evidente el proceso de selección de trabajos de la revisión de alcance de la literatura, en el proceso de identificación se analizaron 21 artículos en Redalyc, en Research article un total de 45 artículos, en Sciencedirect un total de 385 artículos, en Cepal un total de 189 artículos, en Dialnet un total de 23 artículos, en UPCommons un total de 12 artículos, en MDPI un total de 8 artículos y en Asecam un total de 11, dando como resultado un total de 694 artículos, donde existió un duplicado de 79 artículos, de los cuales los artículos examinados fueron 615, haciendo validos los criterios de inclusión y exclusión antes mencionados se excluyeron 430 fuentes, en el proceso de evaluación se excluyeron 155 artículos, dejando 30 artículos con contenido idóneo para realizar el estudio en cuestión cumpliendo con los parámetros y criterios necesarios. 30 de los artículos en mención son la base que muestra el proceso a seguir para realizar una metodología factible, sencilla y replicable en casos de estudios de análisis de agentes de un sector.

Figura 3 Estudios para el trabajo de investigación



Nota. Elaborado por el autor, basado en la investigación de Ovalle Ramírez, (2018)

Análisis de estudios primarios

Una vez que se cumpla con el proceso anterior, es necesario realizar una matriz referencial (ver tabla 1) a la información recaudada para así poder tener una base para continuar el proceso investigativo. El contenido destacado se define por su respectivo autor, el título del artículo de investigación, la herramienta con la que resuelve la problemática en estudio y la fuente de donde se extrajo el trabajo investigativo.

Tabla 1 *Matriz referencial de artículos*

N.	Autor	Título	Herramienta	Fuente
A1	Silva et al., (2022)	the role of online platforms to enable the process of industrial symbiosis: An analysis of tools available in the market	Plataformas online	Sciencedirect
A2	Schlüter et al., 2023)	Can we replicate eco-industrial parks? Recommendations based on a process model of EIP evolution	Modelo de parque Eco industrial (EIP)	Sciencedirect
A3	Patricio et al., (2022)	Method for identifying industrial symbiosis opportunities	Modelo empresarial de insumo – producto	Sciencedirect
A4	Chen & Liu, (2021)	Development of an interactive industrial symbiosis query system with structured industrial waste database in Taiwan	Modelo empresarial de insumo – producto	Sciencedirect
A5	Camarena, (2022)	Estado del arte de modelos de negocio circulares: Evidencia de América Latina	Principios de simbiosis Industrial	Redalyc
A6	Lybæk et al., (2021)	Enhancing policies for deployment of Industrial symbiosis – What are the obstacles, drivers and future way forward?	Principios de simbiosis Industrial	Sciencedirect
A7	AIDIMME, (2020)	Guía de simbiosis industrial	Principios de simbiosis Industrial	Asecam

A8	Lucas Arteaga & Coello Pisco, (2024)	Estudio de caso simbiosis industrial y su relación con la economía circular en el contexto de la industria ecuatoriana 4_0	Principios de simbiosis Industrial	Research article
A9	Unidas, (2023)	Economía circular en América Latina y el Caribe	Principios de simbiosis Industrial	Cepal
A10	Kay, (2023)	Synergistic development strategy, a challenge for Latin America	Sinergias de simbiosis industrial- Modelo de entrada y salida de residuos (WIO)	Redalyc
A11	Herath et al., (2023)	The Potential of Industrial Symbiosis: An Analysis of Barriers to its Implementation for Better Waste Management in Industrial Zones in Sri Lanka	Modelo de entrada y salida de residuos (WIO)	Research article
A12	Neri et al., (2023)	Inter-firm exchanges, distributed renewable energy generation, and battery energy storage system integration via microgrids for energy symbiosis.	Modelo de parque Eco industrial (EIP)	Sciencedirect
A13	Yu et al., (2021)	Towards Circular Economy through Industrial Symbiosis in the Dutch construction industry: A case of recycled concrete aggregates	Modelo basado en agentes ABM	Sciencedirect
A14	Martín García, (2020)	La cooperación como instrumento para mejorar la	Principios de simbiosis Industrial	Dialnet

competitividad y la sostenibilidad
del sector industrial y empresarial

A15	Cara, (2020)	Aplicación de los principios de simbiosis industrial a la gestión coordinada de redes de servicios en un complejo químico	Principios de simbiosis Industrial	UPCommons
A16	Meng et al., (2023)	Study on Value Symbiosis and Niche Evolution of the Corporate Venture Capital Ecological Community for Innovation and Knowledge	Sinergias de simbiosis industrial	Sciencedirect
A17	Yang & Yang, (2022)	Urban bioeconomy: Uncovering its components, impacts and the Urban Bio-Symbiosis	Bio – Symbiosis Urbana	Sciencedirect
A18	Gras Ortega & Gómez Gómez, (2021)	Hacia la circularidad del sector del mueble.	Principios de simbiosis Industrial	Research article
A19	Muyulema Allaica & Ruiz Puente, (2022)	Framework proposal for the design of lean circular production systems based on case studies	Modelo de parque Eco industrial (EIP)	Research article
A20	Muyulema-Allaica et al., (2023)	Sustainable Industrial Parks and their Impact in Ecuador: A Systematic Review of the Literature	Modelo basado en agentes ABM	Research article
A21				Sciencedirect

	Hua et al., (2023)	Urban industrial solid waste metabolism based on ecological network analysis: A case study of Tianjin	Modelo de entrada y salida de residuos (WIO)	
A22	Ruiz, (2021)	Proposal of a Conceptual Model to Represent Urban-Industrial Systems from the Analysis of Existing Worldwide Experiences	Bio – Simbiosis Urbana	Research article
A23	Jato Espino & Ruiz Puente, (2020)	Fostering circular economy through the analysis of existing open access industrial symbiosis databases	Plataformas online	MDPI
A24	Arce Bastias & Arena, (2022)	Análisis del flujo de materiales de una red de simbiosis industrial en Mendoza, Argentina	Sinergias de simbiosis industrial	Research article
A25	Ruiz Puente & Jato Espino, (2020)	Systemic Analysis of the Contributions of Co-Located Industrial Symbiosis to Achieve Sustainable Development in an Industrial Park in Northern Spain	Sinergias de simbiosis industrial	Research article
A26	Harfeldt-Berg & Harfeldt-Berg, (2023)	Connecting organizational context to environmental sustainability initiatives and industrial symbiosis: Empirical results and case analysis	Principios de simbiosis Industrial	Sciencedirect
A27	Schlüter et al., (2022)	Uncovering the role of the industrial symbiosis facilitator in literature and practice in Nordic countries: An action-skill framework	Sinergias de simbiosis industrial	Sciencedirect

A28	Galvan-Cara et al., 2022)	Application of Industrial Symbiosis principles to the management of utility networks	Principios de Simbiosis industrial	Sciencedirect
A29	Fraccascia & Giannoccaro, (2020)	What, where, and how measuring industrial symbiosis: A reasoned taxonomy of relevant indicators	Modelo empresarial de insumo – producto	Sciencedirect
A30	Lyu et al., (2022)	Review of green development of Chinese industrial parks	Modelo de parque Eco industrial (EIP)	Sciencedirect

Nota. *Elaborado por el autor.*

En la tabla 1, los diferentes autores discuten lo beneficioso que es adentrarse en el mundo de la economía circular, puesto que en la actualidad existe una sobredemanda de productos y servicios, lo que ocasiona que la materia prima necesaria para desarrollar un producto se vea afectada. Es por ello que el cambio de una producción lineal a una producción circular conlleva beneficios tanto económicos, sociales como medioambientales. La simbiosis industrial es una de las metodologías con rasgos y herramientas factibles para identificar, analizar y diseñar un modelo sinérgico que beneficie tanto a empresas como a sectores. Es por ello que la implementación de esta herramienta se refleja en la investigación a realizarse, ya que brinda un abanico lleno de oportunidades al cambio, conservación e impulso a la producción limpia.

Acorde a lo redactado en la tabla 1 en lo referente a las diversas herramientas que emplean los investigadores para ejecutar una metodología amigable con el medio ambiente, se tiene que A1 y A23 emplean plataformas y herramientas orientadas en simbiosis industrial, esta consiste en analizar bases de datos para establecer sinergias entre las organizaciones que se investigan, este alcanza un beneficio económico y ambiental ya que logra establecer sinergias entre quienes demandan y ofrecen productos o residuos, según lo evidencian autores como Silva et al., (2022); Jato Espino & Ruiz Puente, (2020).

Las investigaciones A2, A10, A11 y A21 están desarrolladas mediante el modelo de simbiosis industrial basada en entrada y salida de residuos (WIO), Esta consiste en analizar las entradas y salidas de residuos mediante la simbiosis industrial para identificar oportunidades de SI, de esta manera se obtiene un beneficio social, económico y ambiental, según lo mencionan autores como, Schlüter et al., (2023); Kay, (2023); Herath et al., (2023); Hua et al., (2023).

De igual manera, las investigaciones A17 y A22 mantienen una metodología denominada como Biosimbiosis Urbana (BUR), esta se caracteriza por la búsqueda de impactos, sinergias y beneficios ambientales a través de la Biosimbiosis urbana utilizando técnicas de infraestructura verde. Con base en estos resultados, identifica el potencial de la Biosimbiosis urbana y la circularidad en el sector analizado, estableciendo soluciones óptimas para lograr efectos sinérgicos que beneficien de manera social, económica y ambientalmente, según lo expresan Yang & Yang, (2022); Ruiz, (2021).

Por otro lado, las investigaciones A3, A4 y A29 se basan en una metodología denominada como, modelo de simbiosis industrial basada en insumo - producto, consiste en aprovechar la basura de una empresa como insumo de otra, empleando la metodología insumo – producto que buscando una asociación de SI entre sectores con el fin de establecer relación y beneficiar a los involucrados, según lo indican autores como, Patricio et al., (2022); Chen & Liu, (2021); Fraccascia & Giannoccaro, (2020).

Según los autores, Yu et al., (2021); Muyulema-Allaica et al., (2023) las investigaciones A13 y A20 se desarrollan acorde a un Modelado de simbiosis industrial basado en agentes (MBA), esta forma parte como una de las herramientas de la economía circular CE, a través de la información que se obtuvo se evidencia el cambio de paradigma, enmarcando dimensiones sostenibles, tales como a nivel económico, social, político y ambiental. Este contribuye a la literatura al mostrar que el desarrollo industrial trae consigo índices elevados de contaminación y al emplearse metodologías amigables con el medio ambiente se puede mitigar la contaminación.

Sin embargo, las investigaciones A5, A6, A7, A8, A9, A14, A15, A18, A26 y A28 realizadas por Camarena, (2022); Lybæk et al., (2021); AIDIMME, (2020); Lucas Arteaga & Coello Pisco, (2024); Unidas, (2023); Martín García, (2020); Cara,

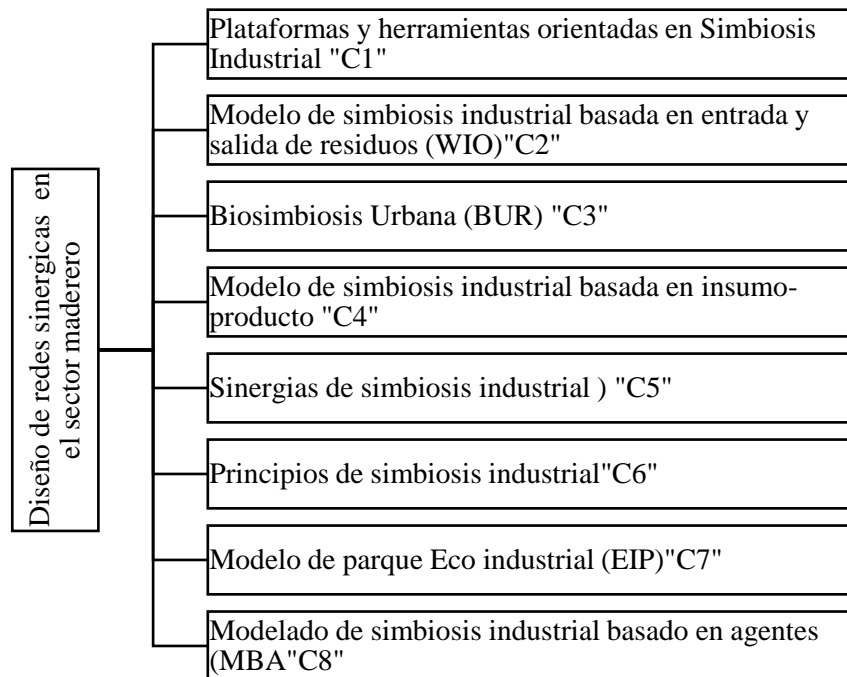
(2020); Gras Ortega & Gómez Gómez, (2021); Harfeldt-Berg & Harfeldt-Berg, (2023); Galvan-Cara et al., (2022), destacan por relacionar su metodología con base en principios de simbiosis industrial, esta desarrolla un modelo optimizado que permite analizar diferentes tipos de sinergias acordes a situaciones o relaciones específicas, este modelo es muy beneficioso ya que en las investigaciones mostradas se demuestra que intercambiando servicios o productos se reduce el consumo de energía o materia prima.

Las investigaciones A12, A19 y A30 indican que la metodología que emplearon los autores se denomina, modelo de parque Ecoindustrial (EIP), la metodología se basa en realizar un análisis y evaluación del consumo de materia, agua y energía, bajo estos resultados aplican prácticas de desarrollo verde, en conclusión, se aporta a que las empresas se adentren en procesos circulares y obtengan un beneficio económico – ambiental, según destacan autores como, Neri et al., (2023); Muyulema Allaica & Ruiz Puente, (2022); Lyu et al., (2022).

Las investigaciones A16, A24, A25 y A27 indican que su metodología empleada es sinergias de simbiosis industrial, esta se caracteriza por realizar un análisis inputs – outputs para establecer sinergias, ya sea de mutualidad, génesis o sustitución, de esta manera las empresas participantes se benefician mutuamente, se aprovecha los recursos y residuos que se presentan a lo largo del sistema productivo, según lo manifiestan autores como (Meng et al., (2023); Arce Bastias & Arena, (2022); Ruiz Puente & Jato Espino, (2020); Schlüter et al., (2022)).

Basado en la investigación realizada por Kudláč et al., (2017) se procede a seleccionar las variables identificadas en el estado del arte para su respectivo desglose (ver figura 4). Se puede apreciar cómo se realiza una matriz para realizar la debida ponderación de las herramientas para el diseño de redes sinérgicas, teniendo como plataformas online dirigidas a simbiosis industrial "C1", Modelo de simbiosis industrial basada en entrada y salida de residuos (WIO)"C2", Biosimbiosis Urbana (BUR) "C3", Modelo de simbiosis industrial basada en insumo- producto "C4", Modelado de simbiosis industrial basado en agentes (MBA) "C5", Principios de simbiosis industrial "C6", Modelo de parque Eco industrial (EIP) "C7", Sinergias de simbiosis industrial C8".

Figura 4 Herramientas identificadas en la matriz referencial



Nota. Elaborado por el autor.

En la tabla 2, se observa una matriz de comparación de criterios, donde se establece una relación en base a criterios Saaty, este nos permite ponderar un valor acorde a la importancia entre criterios, dejando un valor definido que se localiza en la diagonal principal. Si se pondera C1C4, entonces su inversa C4C1 será igual a 1/C1C4, y así hasta completar la matriz de comparación.

Tabla 2 Matriz de criterios método Saaty.

	Criterios							
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
C1	1	0,50	0,50	2,00	0,50	0,50	2,00	0,50
C2	2	1,00	2,00	0,50	2,00	2,00	2,00	2,00
C3	1	0,50	1,00	1,00	0,50	1,00	0,33	0,50
C4	0,50	2,00	1,00	1,00	0,50	0,50	2,00	0,50
C5	2	0,50	2,00	2,00	1,00	0,50	0,50	0,33
C6	2	0,50	1,00	2,00	2,00	1,00	2,00	0,50
C7	0,50	0,50	3,00	0,50	2,00	0,50	1,00	0,50
C8	2	0,50	2,00	2,00	3,00	2,00	2,00	1,00
Total	11,00	6,00	12,50	11,00	11,50	8,00	11,83	5,83

Nota. Elaborado por el autor.

En la tabla 3, se evidencian los datos de la matriz normalizados, dividiendo cada valor de una celda de la matriz entre el resultado total de la columna, así mismo

se calcula la ponderación de la matriz normalizada, sacando un promedio en relación con las filas de criterios, de esta manera ya se puede evidenciar que existen dos criterios que resaltan entre los demás, eso quiere decir que tanto C2, C6 y C8 tienen una consideración más importante en relación con los demás criterios.

Tabla 3 Matriz de ponderación final.

	Matriz normalizada								Pond
C1	0,09	0,08	0,04	0,18	0,04	0,06	0,17	0,09	0,09
C2	0,18	0,17	0,16	0,05	0,17	0,25	0,17	0,34	0,19
C3	0,09	0,08	0,08	0,09	0,04	0,13	0,03	0,09	0,08
C4	0,05	0,33	0,08	0,09	0,04	0,06	0,17	0,09	0,11
C5	0,18	0,08	0,16	0,18	0,09	0,06	0,04	0,06	0,11
C6	0,18	0,08	0,08	0,18	0,17	0,13	0,17	0,09	0,14
C7	0,05	0,08	0,24	0,05	0,17	0,06	0,08	0,09	0,10
C8	0,18	0,08	0,16	0,18	0,26	0,25	0,17	0,17	0,18

Nota. Elaborado por el autor.

En la tabla 4 se expone el índice de consistencia CI con su respectiva fórmula y la consistencia aleatoria con su respectiva fórmula dando como resultado en la relación de consistencia un valor de 0,09414. Según la metodología Saaty si la relación de consistencia $CR < 0,1$ se ha ponderado racionalmente y es factible optar por el resultado obtenido.

Tabla 4 Credibilidad de los datos

	A x P		
		Índice de consistencia	0,13979
C1	0,872	$CI = (n_{max} - n) / (n - 1)$	
C2	1,643		
		Consistencia aleatoria	1,48500
C3	0,694	$RI = (1,98 * (n - 2)) / n$	
C4	1,029		
C5	0,953		
		Relación de consistencia	0,09414
C6	1,234	$CR = CI / RI$	
C7	0,908		
C8	1,645		
Suma	8,979		

Nota. Elaborado por el autor.

En la tabla 5, se evidencia que en primer lugar se encuentra el Modelo de simbiosis industrial basada en entrada y salida de residuos (WIO), en segundo lugar se encuentra el Modelado de simbiosis industrial basado en agentes (MBA), en tercer

lugar se encuentran los Principios de simbiosis industrial, en cuarto lugar se encuentra el Modelo de simbiosis industrial basada en insumo- producto (MIP), en quinto lugar se encuentran las sinergias de simbiosis industrial, en sexto lugar se encuentra el Modelo de parque Eco industrial (EIP), en séptimo lugar se encuentran las Plataformas y herramientas orientadas en Simbiosis Industrial y por último la Biosimbiosis Urbana.

Tabla 5 *Criterios evaluados*

Criterios	Ponderación
Modelo de simbiosis industrial basada en entrada y salida de residuos (WIO)	0,19
Modelado de simbiosis industrial basado en agentes (MBA)	0,18
Principios de simbiosis industrial	0,14
Modelo de simbiosis industrial basada en insumo- producto (MIP)	0,11
Sinergias de simbiosis industrial	0,11
Modelo de parque Eco industrial (EIP)	0,10
Plataformas y herramientas orientadas en Simbiosis Industrial	0,09
Biosimbiosis Urbana	0,08

Nota. *Elaborado por el autor.*

La revisión literaria de alcance permitió identificar, analizar y seleccionar investigaciones de referencias confiables. Los motores de búsqueda seleccionados muestran el grado de conocimiento requerido para iniciar con el desarrollo del tema en cuestión. En estos, se encontraron diversas herramientas direccionadas con enfoques circulares, características idóneas para ser la base fundamental de la investigación a realizarse.

En el capítulo 1 se empleó una metodología de toma de decisiones multicriterio (MCDM) ejecutando Analytic Hierarchy Process AHP, este sirve para cuantificar y establecer escalas de preferencias con base en juicios expertos (Capítulo 1, sección 1.2). La implementación del método AHP, caracterizado por ser una herramienta de toma de decisiones, se permitió establecer una escala de importancia donde las herramientas principales a emplearse se denominan como, Modelo de simbiosis industrial basada en entrada y salida de residuos (WIO), Sinergias de simbiosis industrial y Principios de simbiosis industrial. Estas serán la base fundamental que sostendrá el desarrollo del modelo requerido en la investigación.

1.3. Fundamentos teóricos

Economía circular: La economía circular es un nuevo económico que nace de la necesidad de querer solucionar el problema de la sobreexistencia de desechos, su modelo pretende crear una cadena cíclica donde se aprovecha cada recurso considerado como “basura” haciendo que este tome un nuevo lugar dentro de un proceso productivo. Lo destacado de este sistema es que no compromete la sostenibilidad de futuras generaciones, al contrario, le da un plus y una nueva forma de procesar un producto sin afectar al medio ambiente, según indaga (Antía, 2022).

Simbiosis Industrial: La Simbiosis Industrial es un sistema basado en el beneficio mutuo entre dos o más empresas a partir del intercambio de productos – subproductos o también considerados como desechos (Bruno & Masut, 2021).

Redes sinérgicas: Conjunto de entidades con finalidad de beneficio mutuo.

Sinergia: Una sinergia es producida por el trabajo de dos o más entidades con el único fin de beneficiarse aportando un valor agregado. Esta palabra proviene del griego “synergos”, su significado es traducido como “trabajo en equipo” o “colaborar entre sí” (Martins, 2022).

Sinergia de sustitución: La sinergia de sustitución se caracteriza por reintegrar los subproductos que se generan en el proceso productivo (Muñoz, 2022).

Sinergia de mutualidad: La sinergia de mutualidad se caracteriza por el uso compartido de recursos, según indaga (Muñoz, 2022).

Sinergia de Genesis: La sinergia de génesis se caracteriza por crear una nueva actividad para satisfacer una necesidad, basada en la reutilización de un subproducto generado en el proceso, según indaga (Muñoz, 2022).

Modelado basado en agentes (MBA): Proceso sistemático de modelación de factores en un software codificados por agentes controladores que se rigen a parámetros (Yu et al., 2021).

Residuos: Se refiere a cualquier objeto, sustancia o elemento sólido que haya sido considerado como obsoleto sin valor al uso, este puede ser resultante de

la actividad comercial, comercial o industrial. Su composición no le permite ser participe en algún proceso con un final productivo, según lo especifica (Collaguazo Gaibor, 2022).

Sector industrial: El sector industrial es aquel que conlleva actividades tales como extracción de materia prima, transformación y comercialización de un producto con valor agregado, según lo indaga (Martín García, 2020).

Zona maderera: Se considera una zona maderera a aquella región que realiza actividades productivas y comerciales de un producto basado en madera, según lo indica (Receco, 2020).

Barreras: Una barrera es considerada como un impedimento, retraso, inconsistencia o impedimento que se presenta en un proceso, es así como la considera la Real Academia Española (RAE, 2024).

CAPÍTULO II

MARCO METODOLÓGICO

2.1. Enfoque de investigación

Acorde al contexto, se amerita definir que esta sección se estima con un enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental, debido a que las variables son analizadas basándose en el comportamiento en su proceso respectivo, según lo indagan Hernández Sampieri & Mendoza Torres, (2018), de igual manera el uso de los métodos, herramientas y técnicas para la recolección de datos y poder estimar el estado actual del sector maderero de la parroquia Atahualpa.

De esta manera, con la contribución de herramientas que evidencian la importancia de la investigación, se estableció el enfoque metodológico, este al estar basado en recolectar datos medibles (Numéricos) con su respectiva técnica o instrumento de recolección de datos para su respectivo análisis, Michelle & Santos, (2023). Al considerar que un enfoque descriptivo tiene la finalidad de exponer características particulares de un fenómeno en una población, según indica Ramos-Galarza, 2020), de igual manera indica el autor que un enfoque correlacional indica la

relación existente entre las variables de un fenómeno de la población. Acorde a estos criterios, se estableció que este capítulo investigativo tendrá un alcance descriptivo-correlacional.

Mediante los criterios definidos por (Michelle & Santos, 2023; Ramos-Galarza, 2020) se define que un estudio descriptivo-correlacional tiene la finalidad de mostrar una relación y su debida descripción del estudio a realizar.

2.2. Diseño de investigación

El diseño de investigación que se caracteriza por realizarse sin manipulación en las variables y analizar el desarrollo se denomina diseño de investigación no experimental, según lo indaga Mollo, (2023). El presente trabajo de investigación engloba un diseño no experimental para la elaboración de esta investigación, debido a las estimaciones de los factores que intervienen en el estudio. La cantidad de las variables en este estudio también se considera transversal ya que se estudia el impacto que tienen las herramientas de la simbiosis industrial sobre un sector productivo, según lo indica, López María, (2021). La relación de las variables responde a un planteamiento cuantitativo, analizando los resultados que se obtienen a través de la muestra, según lo indaga Mollo, (2023). Al tener la clasificación acorde al tipo de investigación conceptualizada en la sección anterior, a continuación, se describen en correspondencia al caso de estudio.

Investigación descriptiva: Se analiza el efecto que tienen las variables independiente y dependiente (redes sinérgicas y residuos que genera el sector maderero), de tal manera que se describen las características de las actividades.

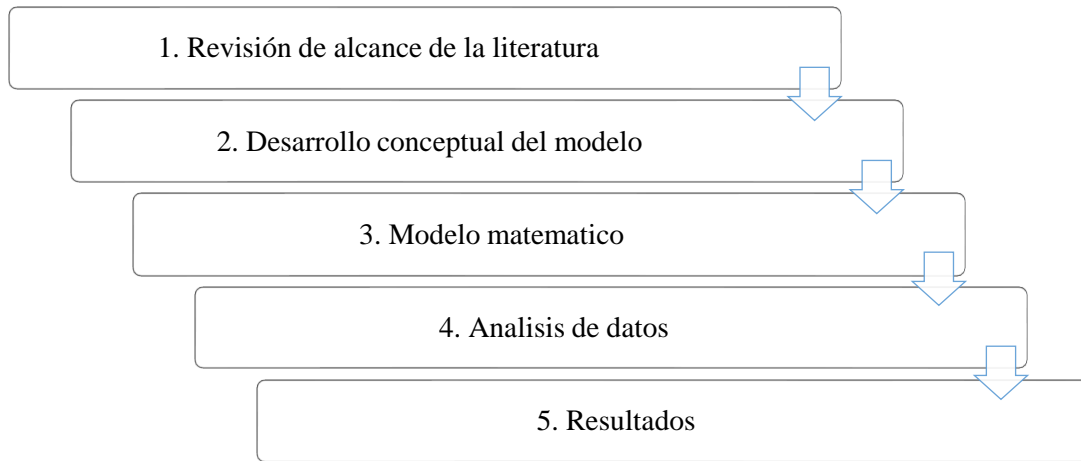
Investigación correlacional: se determinó el grado de relación entre las variables dependiente e independiente, donde este estudio evidencia la posibilidad de adaptar un diseño de redes sinérgicas en el sector maderero de la parroquia Atahualpa.

2.3. Proceso metodológico

Para el respectivo proceso metodológico (ver figura 5) se hizo referencia al diseño que se llevó a cabo en las investigaciones de (Mayo Abarca et al., 2023; Ovalle

Ramírez, 2018), los autores mencionan que este consiste en cinco fases preliminares para alcanzar el objetivo del diseño de redes sinérgicas.

Figura 5 *Etapas del modelo metodológico*



Nota. *Modelo elaborado por el autor, basado en las investigaciones de (De et al., 2022; Mayo Abarca et al., 2023).*

1. Revisión de alcance de la literatura:

En esta primera fase se llevó a cabo la búsqueda, identificación y selección de artículos relacionados con el comportamiento, proceso de análisis y reducción del impacto ambiental que un sector puede llegar a generar. Los artículos son sacados de motores de búsqueda como Redalyc, Research article, Scencedirect, Cepal, Dialnet, UPCommons, MDPI y Asecam.

2. Desarrollo conceptual del modelo:

En esta segunda fase se da lugar al desarrollo de un modelo base 3D y analítico, donde intervienen 3 agentes (Depósito, Productor, Comercializador), relacionados con el sector maderero en cuestión. De esta manera, se parametrizan los agentes basados en la información recaudada en la encuesta validada respectivamente.

3. Modelo matemático:

Una vez que se tiene el modelo analítico respectivo, se procede a construir ecuaciones prácticas que resultan clave al momento de analizar el comportamiento del sector maderero. El modelo dará resolución a los agentes en cuestión, tales como

Depósito, Productor y Comercializador, estandarizando también fórmulas para la parametrización de estas.

4. Análisis de datos:

En esta fase, en base de los parámetros de entrada y salida de los agentes diseñados, se realizó el debido análisis y comparaciones entre los movimientos entre lo previsto en los agentes y en el escenario simbiótico.

5. Resultados:

En esta fase se muestran los resultados provenientes de las simulaciones realizadas, de esta forma, se respalda la veracidad del modelo ejecutado.

2.4. Población y muestra

2.4.1. Población

La población se define como el conjunto de individuos definido y accesible para ser estudiados, según lo menciona, J. Sánchez et al., (2021). Este conjunto conlleva relación con la selección de la muestra, que debe ser seleccionada a medida que se cumplan los requisitos y estándares necesarios para la investigación.

En la parroquia de Atahualpa se han subvalorado los residuos de madera del sector industrial. Las actividades del proceso productivo causan impactos al medio ambiente, debido a la generación de residuos sólidos de naturaleza ordinaria y peligrosa y su inadecuado manejo desde las empresas procesadoras hasta las comercializadoras. (Ver tabla 6)

Tabla 6 *Establecimientos en el sector maderero*

N.	Sub Sector	N. Establecimientos	Porcentaje
1	Mueblerías	37	36,27%
2	Carpinterías	47	46,08%
3	Depósitos	6	5,88%
4	Talleres de Artesanías	9	8,82%
5	Ferreterías	3	2,94%
Total		102	100%

Nota. *Elaborado por el autor.*

La población a estudiar fue correctamente estratificada, mostrando en la tabla 5 los subsectores existentes en el sector maderero de la parroquia Atahualpa, conformados por 42 mueblerías, 50 carpinterías, 6 depósitos y 10 talleres de artesanías, sumando una población total de 108 establecimientos.

2.4.2. Muestra

La muestra es aquella parte específica de la población que fue seleccionada en base a criterios y características necesarias para realizar un análisis completo. Para este trabajo se considera que el tipo de muestra sea no probabilístico, ya que los subsectores tienden a tener un proceso similar al momento de ejercer su labor. La toma de decisión se respalda en la investigación realizada por Arrogante, (2022).

$$n = \frac{N * Z_a^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_a^2 * p * q}$$

Donde:

N = Tamaño de la población

Z= Nivel de confianza 95% (1.96)

P=Probabilidad de éxito 50%

Q=Probabilidad de fracaso 50%

D = Error máximo admisible 5%

Por lo tanto, al hacer uso de la fórmula para calcular la muestra, el tamaño de muestra es el siguiente:

$$n = \frac{102 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.05^2 * (102 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 81$$

En la tabla 7 se muestran los establecimientos que se encuentran en la parroquia Atahualpa, donde gracias al cálculo muestral se establece un total de 81 miembros a encuestar.

Tabla 7 *Muestra de la población del sector maderero*

N.	Sub Sector	Porcentaje	N. Establecimientos
1	Mueblerías	36,27%	29
2	Carpinterías	46,08%	37
3	Depósitos	5,88%	5
4	Talleres de Artesanías	8,82%	7
5	Ferreterías	2,94%	2
Total		100%	81

Nota. *Elaborado por el autor.*

La falta de colaboración en el sector, se tomó la decisión de emplear el criterio estadístico por conveniencia corroborado por Arrogante, (2022), quien expone que la toma de decisiones por conveniencia se realiza cuando la población no es fácilmente accesible, al desarrollar el proceso dio como resultado un total de 54 establecimientos en el sector maderero de la parroquia Atahualpa, los establecimientos se detallan en la tabla 8.

Tabla 8 *Muestra en base a criterios*

N.	Sub Sector	N. Establecimientos	Criterio de inclusión y exclusión	Diferencia	N. Establecimientos
1	Mueblerías	29		9	20
2	Carpinterías	37		12	25
3	Depósitos	5	Falta de colaboración	1	4
4	Talleres de Artesanías	7		4	3
5	Ferreterías	2		0	2
Total		81		27	54

Nota. *Elaborado por el autor.*

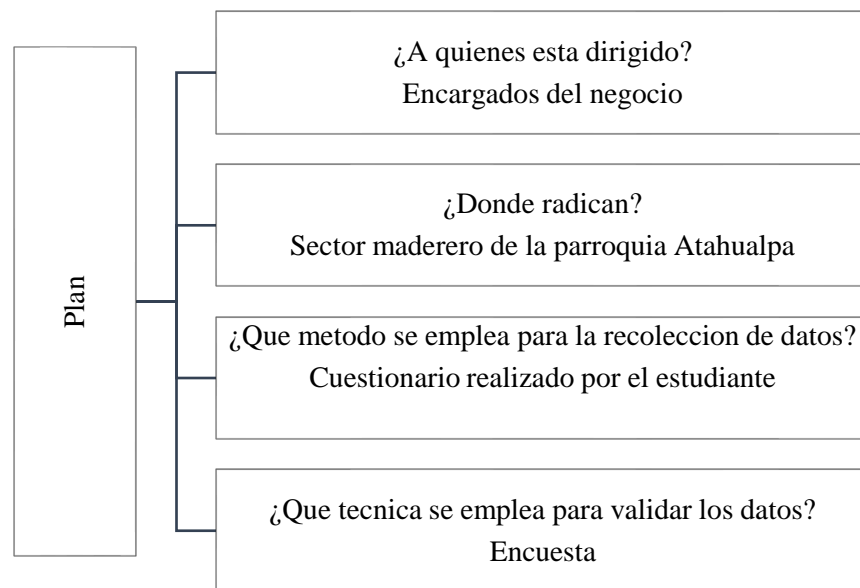
2.5. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos (Adaptada a la unidad de análisis y tipo de estudio)

2.5.1. Métodos de recolección de datos

Existen diferentes métodos para llevar a cabo una investigación científica. Esta investigación adopta un modelo analítico, el cual, según Del Cid et al., (2011) consiste en analizar los diferentes apartados del sistema, realizando un bosquejo que va desde lo general hasta lo particular. Esto permite hacer una relación entre las características del objeto estudiado.

Hernández Sampieri & Mendoza Torres, (2018) mencionan que, para recolectar datos de manera correcta, es necesario tener un plan direccionado a la recolección de datos. En la figura 6 se indica el plan a ejecutar.

Figura 6 Plan direccionado a la recolección de datos



Nota. Elaborado por el autor, basado en la investigación de (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

2.5.2. Técnicas de recolección de los datos

Con la finalidad de receptor y registrar información que permita realizar el estudio, se empleó la técnica de encuesta, la cual está valorada mediante un estudio instrumental de validación de cuestionario propuesto por (Martínez Ques et al., 2022).

Para lograr el método es necesario seguir las siguientes fases que se presentan en la siguiente figura 7, donde se incluyen cuatro fases. La primera consiste en diseño del cuestionario a validar y ejecutar, la segunda consiste en el pilotaje donde se realiza un análisis al 10% de la población (esta debe estar fuera de la muestra, pero debe tener relación directa con esta), se realiza la validez de constructo y de criterio, en la tercera fase se realiza un análisis de la viabilidad y confiabilidad, en la fase final se realiza un análisis de los resultados, (Martínez Ques et al., 2022).

Figura 7 *Proceso de validación del cuestionario*



Nota. *Elaborado por el autor, basado en la investigación de (Martínez Ques et al., 2022)*

Diseño de cuestionario: se elabora una encuesta tornada por 16 preguntas en torno a las 8 dimensiones caracterizadas por, experiencia, herramientas de circularidad, actividad productiva, sinergias, tipo de residuo, gestión de residuo, consumo de recursos y fuentes de consumo. Estas como tal serán validadas en el software IBM SPSS STATICS 27 en su versión de prueba por 30 días, de igual forma se realizarán los análisis respectivos para validar y comprobar su confiabilidad.

Pilotaje: Se selecciona un total de 10 entidades al azar para realizar el proceso de validez de constructo y criterio mediante el software mencionado en el párrafo anterior. Se empleará la prueba KMO Kaiser Meyer Olkin y prueba de esfericidad de Bartlett, de igual manera, una prueba de normalidad mediante la prueba Kolmogorov-Smirnov y prueba de correlación de Pearson.

Análisis de confiabilidad: En esta fase se realiza el test de consistencia del Alfa de Cronbach, para verificar el grado de consistencia del cuestionario que se empleará como herramienta de recolección de datos.

Análisis de resultados: en esta fase se analiza, explica y grafica el resultado de la encuesta realizada a la muestra total de 54 entidades del sector maderero de la parroquia Atahualpa, provincia de Santa Elena.

2.5.3. Instrumentos de recolección de los datos

Para la obtención de datos de la muestra de forma clara, ordenada y sistemática se empleó la encuesta como técnica de recolección de datos, siendo esta una de las más empleadas por proporcionar una mayor profundidad de búsqueda, según lo indica Cisneros Caicedo et al., (2022).

En el cuestionario desarrollado y aplicado en la investigación se incluyen preguntas dirigidas a la variable independiente (redes sinérgicas) y de la variable dependiente (residuos que ocasiona el sector maderero), con la finalidad de diseñar sinergias que permitan reducir los residuos del sector maderero de la parroquia Atahualpa. Para esto fue necesario obtener información de fuentes primarias. Esto se logró determinando el número de microempresas a encuestar mediante el cálculo de la muestra por conveniencia. La información recolectada se obtuvo haciendo uso del cuestionario, mismo que se valida por el método de validación de instrumento propuesto por Martínez Ques et al., (2022) el cual consta de cuatro fases descritas en la sección anterior (2.5.2).

2.6. Variables del estudio

Este estudio está diseñado para comprobar la hipótesis de que el diseño de redes sinérgicas tiene relevancia en la reducción de residuos en el sector maderero.

- Variable Independiente: Diseño de redes sinérgicas.
- Variable Dependiente: Residuos del sector maderero.

En la tabla 9 se presenta la matriz de operacionalización de tasa de variables mostrando sus respectivas dimensiones, donde la variable redes sinérgicas, cuenta con dimensiones como experiencia, herramientas circulares, actividad productiva y sinergias, mientras que la variable residuos del sector cuenta con las dimensiones de tipo de residuos, gestión de residuo, consumo de recursos y fuentes de consumo.

2.6.1. Operacionalización de las variables

Tabla 9 Operacionalización de las variables

Variables	Dimensiones	Ítems	Técnica e instrumento
V.I. Redes sinérgicas	Experiencia	¿Cuántos años lleva realizando la actividad a la que se dedica?	Encuesta - Cuestionario
	Herramientas circulares	¿Emplea usted una herramienta amigable con el medio ambiente para reducir los desechos que genera el proceso productivo?	
		¿Qué tipo de herramienta emplea para reducir los desechos que genera el proceso productivo?	
	Actividad productiva	¿Cuál es su principal actividad productiva? ¿Cuál es su inversión mensual en la actividad a la que se dedica?	
	Sinergias	¿Cuál Es su costo de transporte?	
¿Existe intercambio de desechos/desperdicios entre los emprendedores? ¿Considera usted necesario emplear herramientas amigables con el medio ambiente para reducir el índice de contaminación?			
V.D. Residuos que ocasiona el sector maderero	Tipo de residuo	¿Qué tipo de residuo no peligroso deja la actividad productiva que realiza? ¿Qué tipo de residuo peligroso deja la actividad productiva que realiza?	Encuesta - Cuestionario
	Gestión de residuo	¿Como gestiona usted sus residuos no peligrosos? ¿Como gestiona usted sus residuos peligrosos?	
		Consumo de recurso (agua y energía)	
	Fuente de consumo (agua y energía)	En la siguiente lista, ¿cuál es su principal fuente de consumo eléctrico?	
		En la siguiente lista ¿Cuál es su principal fuente de consumo de agua?	

Nota. Elaborado por el autor.

2.7. Procedimiento para la recolección de los datos

El proceso de análisis de datos consiste en cumplir con los conceptos prescritos, su respectivo análisis de hechos y analizar los respectivos resultados de forma ordenada y cronológica, estos resultantes de las técnicas de recolección de datos que se seleccionaron de la muestra a analizar de la población en cuestión, según lo indagan (Figueredo et al., 2019).

En la tabla 10 se indican las etapas a seguir para el tratamiento y presentación de datos, esta consiste en dos etapas, la primera donde se trata los datos, unificando, rectificando y sistematizando la información obtenida, en la segunda etapa se presentan los resultados de la data analizada, tanto en software y gráficamente.

Tabla 10 *Etapas del tratamiento de datos*

N.	Etapas	Acciones
1	Tratamiento de datos	1. Unificación de la información 2. Rectificación de la información 3. Sistematización de la información
2	Presentación de datos	1. Presentación de los resultados del cuestionario relacionado con el diseño de redes sinérgicas 2. Presentación de resultados a través de herramientas estadísticas 3. Presentación de los resultados a través de graficas

Nota. *Elaborado por el autor, basado en la investigación de (Figueredo et al., 2019)*

CAPÍTULO III

MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Marco de resultados

En el capítulo II se detalló el enfoque de la investigación a realizar en el trabajo (Sección 2.1) enfoque cuantitativo, el cual se caracteriza por seguir un proceso sistemático. Así mismo, se dio la definición de los alcances, tanto descriptivo como correlacional, el primero mencionado para evidenciar los aspectos más importantes a analizar, seguidos por el análisis de la relación entre las variables presentes en el trabajo investigativo VD y VI (Sección 2.2). Secuencialmente, se expone el procedimiento metodológico (Sección 2.3) y la selección de los métodos, su respectiva técnica y el instrumento a emplear se sitúan en (Sección 2.5).

El sector a analizar es la parroquia Atahualpa, una de las seis parroquias que conforma la provincia de Santa Elena, mejor conocida como la Capital o Imperio del Mueble, ubicada a 17 km de Santa Elena y a 5 km vía Salinas-Guayaquil. Este sector se caracteriza por ser un sector manufacturero encargado de elaborar y ofrecer muebles, enseres y demás productos elaborados a base de madera. Los subsectores analizados se muestran en la (Sección 2.4.2) específicamente en la tabla 7. El proceso de análisis del sector empieza por el diseño del cuestionario, mismo que recogerá la información necesaria para realizar el análisis, seguido del análisis de las gráficas de las interrogantes y sus respectivas conclusiones.

3.1.1 Validación del instrumento

Para llevar a cabo el proceso de validación y evaluación del instrumento de recolección de datos, se ejecutaron las siguientes fases tomadas de (Martínez Ques et al., 2022), mismas que serán analizadas en el software IBM SPSS STATISTICS 27 en su versión de prueba por 30 días.

a) Diseño del cuestionario

Con base en el capítulo 1, se procedió a diseñar el instrumento de recolección de datos, mismo que constó de 16 interrogantes, el mismo garantizó el tratamiento de los datos y guardó privacidad a las empresas encuestadas, por lo que el cuestionario

se contestó de forma anónima. En la sección de anexos se evidencia el cuestionario empleado para la recolección de datos, mismos que fueron evaluados mediante una escala Likert ponderándolos de la siguiente manera donde; 5. Totalmente de acuerdo 4. De acuerdo 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo 2. En desacuerdo 1. Totalmente en desacuerdo.

b) Pilotaje

En la tabla 11 mostrada a continuación se evidencia la data con bases en Excel con fines de evidencia del correcto tratamiento de datos, sin embargo en anexos 1 se muestran los datos para el inicio de la prueba piloto en el software IBM SPSS STATICS 27, consistida por 10 miembros encuestados con sus respectivas preguntas codificadas de P1 a p16, las mismas agrupadas acorde a su dimensión, donde la pregunta 1 corresponde a la dimensión 1, las preguntas 2 y 3 corresponden a la dimensión 2, la pregunta 4 y 5 corresponden a la dimensión 3, las preguntas 6, 7 y 8 corresponden a la dimensión 4, las preguntas 9 y 10 corresponden a la dimensión 5, la pregunta 11 y 12 corresponden a la dimensión 6, las preguntas 13 y 14 corresponden a la dimensión 7 y las preguntas 15 y 16 corresponden a la dimensión 8.

Tabla 11 *Data de la Prueba piloto*

D 1	Redes Sinérgicas								Residuos del Sector Maderero							
	D2	D3			D4				D5	D6			D7		D8	
P1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P1 0	P1 1	P1 2	P1 3	P1 4	P1 5	P1 6	
1	3	5	4	3	3	5	1	5	5	3	4	5	3	4	3	4
2	4	1	4	3	3	5	1	5	4	3	4	5	3	4	3	4
3	5	5	5	5	5	1	5	1	4	4	5	5	5	5	4	3
4	3	5	4	3	5	5	1	5	5	4	4	4	4	4	3	5
5	3	5	4	3	3	5	1	5	5	4	4	5	3	4	5	4
6	4	5	4	3	3	1	1	5	4	4	4	5	3	3	3	3
7	5	5	5	3	3	1	1	5	4	3	5	5	5	5	4	4
8	5	1	4	3	3	5	1	1	4	3	5	4	3	4	5	5
9	4	5	4	3	5	5	5	5	5	5	4	5	4	3	3	4
10	3	5	4	5	3	5	5	1	5	3	4	5	3	3	5	3

Nota. *Elaborado por el autor.*

En la tabla 12, mostrada a continuación se evidencian las 8 dimensiones a trabajar, mismas que son el resultado de las preguntas direccionadas, el cálculo que se muestra en la tabla es la suma de las ponderaciones por dimensión, así mismo se evidencia el cálculo de la variable dependiente e independiente sumando las dimensiones correspondientes a cada variable. Las dimensiones se identifican de la siguiente manera: D1 corresponde a experiencia, D2 corresponde a herramientas circulares, D3 corresponde a actividad productiva, D4 corresponde a sinergias, D5 corresponde al tipo de residuo, D6 corresponde a gestión de residuo, D7 corresponde a consumo de recursos (agua y energía) y D8 corresponde a fuente de consumo.

Tabla 12 Dimensiones a trabajar

<i>D1</i>	<i>D2</i>	<i>D3</i>	<i>D4</i>	<i>D5</i>	<i>D6</i>	<i>D7</i>	<i>D8</i>	<i>Redes S</i>	<i>Residuos SM</i>
3	9	6	11	8	9	7	7	29	31
4	5	6	11	7	9	7	7	26	30
5	10	10	7	8	10	10	7	32	35
3	9	8	11	9	8	8	8	31	33
3	9	6	11	9	9	7	9	29	34
4	9	6	7	8	9	6	6	26	29
5	10	6	7	7	10	10	8	28	35
5	5	6	7	7	9	7	10	23	33
4	9	8	15	10	9	7	7	36	33
3	9	8	11	8	9	6	8	31	31

Nota. Elaborado por el autor.

Validación de criterio

Fase 1) Prueba de normalidad

Tabla 13 Prueba de normalidad

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra		
	REDESSINERGICAS	RESIDUOSSECTOR
N	10	10
Parámetros normales ^{a,b}	Media	29,10
	Desv. Desviación	3,665
Máximas diferencias extremas	Absoluta	0,114
	Positivo	0,114
	Negativo	-0,099
Estadístico de prueba	0,114	0,214
Sig. asin. (bilateral) ^c	,200 ^d	,200 ^d

Nota. Elaborado por el autor.

En la tabla 13 se puede apreciar la Prueba de Kolomorgorov-Smirnoy para una muestra. Este proceso da lugar en el software SPSS ESTATICS 27, los datos previamente seleccionados de la prueba piloto se someten a un análisis siguiendo los siguientes pasos; analizar datos, estadística no paramétrica, cuadro de dialogos antiguos y finalmente K-S de 1 muestra, se seleccionan las variables dependiente e independiente para verificar el nivel de significancia, esta debe ser > 0.05 para que sea factible continuar con los procesos.

Como es evidente, el resultado del nivel de significancia para la variable redes sinérgicas es de 0.200, por otro lado, la variable residuos del sector maderero muestra un nivel de significancia de 0.200, lo cual es mayor que lo preestablecido, por lo que se determina como datos normales a las variables en cuestión. De esta manera se procede con los siguientes análisis.

Fase 2) Prueba de correlación

La prueba de correlación de Pearson es una prueba que mire la relación estadística entre dos variables, el coeficiente resultante debe oscilar cerca del 1, ya que entre más cercano este se considera una correlación muy alta, según (Figueredo et al., 2019). Para efecto de análisis, se relacionan pares de variables para calcular su coeficiente. Los resultados se analizan de la siguiente manera, las primeras 4 dimensiones corresponden a la variable independiente “redes sinérgicas” y las 4 dimensiones siguientes corresponden a la variable dependiente “residuos del sector”, la relación que emite el software SPSS STATICS 27 es muy buena, lo que muestra positiva la validación de criterio.

Los valores correspondientes de la prueba de normalidad (0.200 VI y 0.200 VD) y a la prueba de correlación de Pearson, al ser relativamente buenos, dan como efectiva la validación de criterio. Esto da paso a la continuación de la prueba piloto. En la siguiente tabla 14 se especifican los valores correspondientes a la correlación entre dimensiones a analizar, mostrando una correlación fuerte entre estas.

Tabla 14 *Correlaciones entre dimensiones*

		Correlaciones							
		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
D1	Correlación de Pearson	1	-0,180	0,090	-0,620	-0,498	,693*	0,575	0,077
	Sig. (bilateral)		0,620	0,805	0,056	0,143	0,026	0,082	0,833
	N	10	10	10	10	10	10	10	10
D2	Correlación de Pearson	-0,180	1	0,427	0,018	0,462	0,277	0,380	-0,355
	Sig. (bilateral)	0,620		0,218	0,961	0,179	0,439	0,279	0,315
	N	10	10	10	10	10	10	10	10
D3	Correlación de Pearson	0,090	0,427	1	0,116	0,395	0,138	0,384	-0,203
	Sig. (bilateral)	0,805	0,218		0,749	0,259	0,703	0,274	0,573
	N	10	10	10	10	10	10	10	10
D4	Correlación de Pearson	-0,620	0,018	0,116	1	,712*	-0,493	-0,402	-0,128
	Sig. (bilateral)	0,056	0,961	0,749		0,021	0,148	0,250	0,725
	N	10	10	10	10	10	10	10	10
D5	Correlación de Pearson	-0,498	0,462	0,395	,712*	1	-0,413	-0,195	-0,164
	Sig. (bilateral)	0,143	0,179	0,259	0,021		0,235	0,590	0,651
	N	10	10	10	10	10	10	10	10
D6	Correlación de Pearson	,693*	0,277	0,138	-0,493	-0,413	1	0,614	-0,118
	Sig. (bilateral)	0,026	0,439	0,703	0,148	0,235		0,059	0,745
	N	10	10	10	10	10	10	10	10
D7	Correlación de Pearson	0,575	0,380	0,384	-0,402	-0,195	0,614	1	0,033
	Sig. (bilateral)	0,082	0,279	0,274	0,250	0,590	0,059		0,927
	N	10	10	10	10	10	10	10	10
D8	Correlación de Pearson	0,077	-0,355	-0,203	-0,128	-0,164	-0,118	0,033	1
	Sig. (bilateral)	0,833	0,315	0,573	0,725	0,651	0,745	0,927	
	N	10	10	10	10	10	10	10	10

Nota. *Elaborada por el autor.*

3.1.2 Validación de constructo

En esta fase se llevó a cabo la validación de constructo con los valores de la prueba piloto, según lo mencionan Berbegal-Bolsas et al., (2022), entre más cerca del

1 se encuentre el resultado del análisis más factible es realizar un análisis de los datos. En la tabla 15 la data muestra un coeficiente de 0,716 valor que da paso a realizar los siguientes análisis.

Tabla 15 *Prueba de constructo*

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		0,716
	Aprox. Chi-cuadrado	34,895
Prueba de esfericidad de Bartlett	gl	28
	Sig.	0,173

Nota. *Elaborado por el autor.*

La prueba piloto cumple con los valores pertinentes para validar el cuestionario realizado, la prueba de normalidad realizada con la prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra indica que el valor de la asignación bilateral es de 0.2 siendo mayor que 0.05 según lo establecido, por otro lado la validación de criterio y constructo también obtuvieron una ponderación aceptable, evidentemente en la tabla 14 se aprecia que la relación entre variables es significativa entre D1-D6, D1-D7, D1-D8, D2-D5, D2-D7, D3-D5, D3-D8, D4-D5, D4-D6 y D4-D8, de esta manera queda comprobado que la herramienta de recolección de datos es idónea para obtener información del sector en cuestión.

c) Análisis de confiabilidad

La confiabilidad del instrumento es uno de los aspectos fundamentales para establecer que los datos obtenidos con confiables, para realizar este proceso se procede al cálculo del Alfa de Cronbach mediante criterios establecidos según lo mencionan (Manterola et al., 2018).

- Coeficiente (0.8-1) casi perfecto
- Coeficiente (0.61-0.80) es substancial
- Coeficiente (0.41-0.60) es moderado
- Coeficiente (0.21-0.40) es regular o razonable
- Coeficiente (0.01-0.20) escaso

Tabla 16 *Análisis de confiabilidad*

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
0,721	8

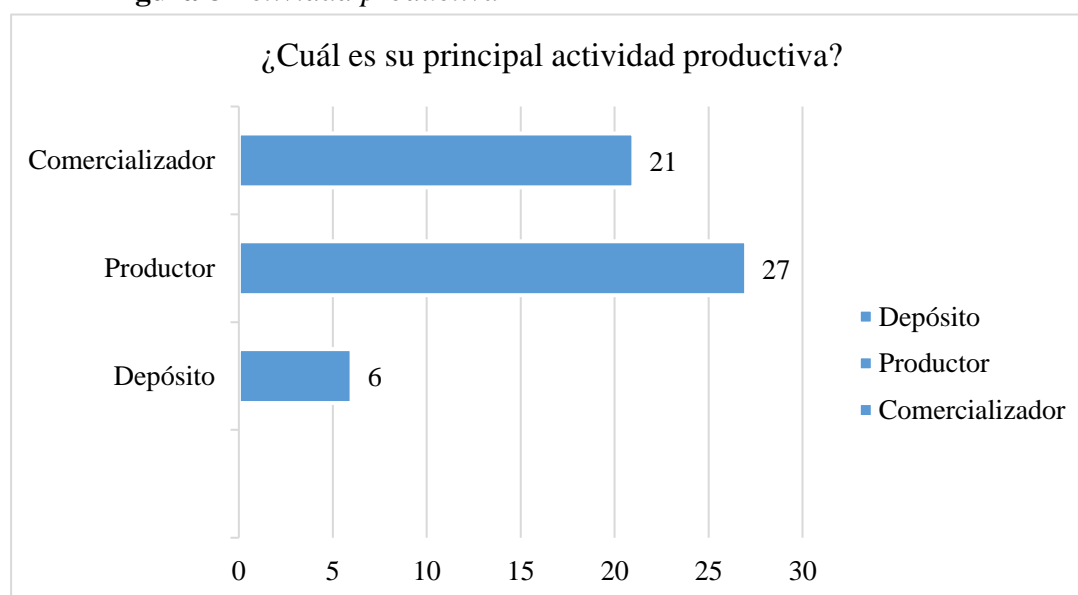
Nota. *Elaborado por el autor*

d) Análisis de resultados

Para llevar a cabo el levantamiento de datos, se determinó un muestreo por conveniencia (Capítulo II, Sección 2.4.2), dejando en evidencia que la encuesta se dará lugar a 54 microempresas del sector maderero de la parroquia Atahualpa de la provincia de Santa Elena.

En este contexto, en la figura 8 se determinó que del sector analizado corresponde a 3 subsectores denominados agentes localizados en la parroquia Atahualpa, donde existen 6 agentes “Depósito” correspondientes al 11 % de la población, 27 agentes “Productores” correspondientes al 50 % de la población y 21 agentes “Comercializadores” correspondientes al 39 % de la población.

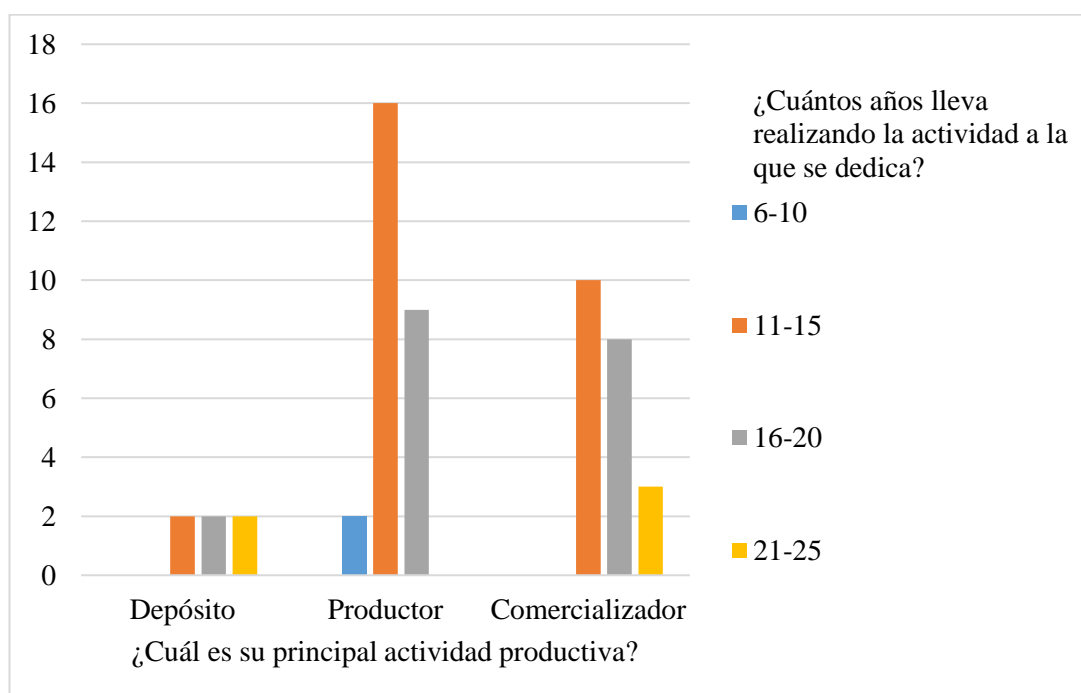
Figura 8 *Actividad productiva*



Nota. *Elaborado por el autor.*

En este contexto en la figura 9 se muestran estadísticos descriptivos en tablas cruzadas donde se analizan la experiencia medida en años en los sectores participantes del sector maderero de la parroquia Atahualpa, “Deposito” cuenta con un rango de experiencia entre 11-25 años, por otro lado “Productor” cuenta con 6-20 años de experiencia, mientras que “Comercializador” tiene entre 11-25 años respectivamente.

Figura 9 Experiencia en el sector



Nota. Elaborado por el autor.

En la tabla 17 se evidencia que hasta la actualidad en el sector maderero en cuestión no se toman cartas en los asuntos ambientales, pues, según los datos recolectados se evidencia que los 5 subsectores existentes en la parroquia Atahualpa el 87 % de la población no emplea herramientas amigables con el medio ambiente y tan solo el 13 % de la muestra analizada emplea herramientas eco amigables.

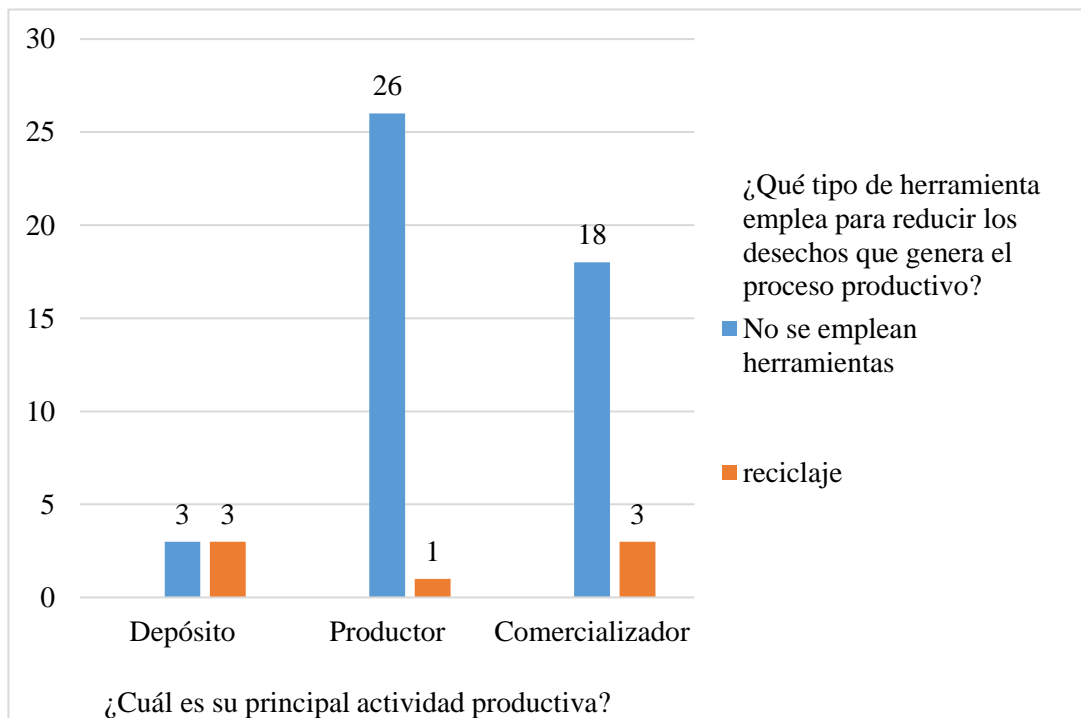
Tabla 17 Población ecoamigable

¿Emplea usted una herramienta amigable con el medio ambiente para reducir los desechos que genera el proceso productivo?					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	si	7	13,0	13,0	13,0
	no	47	87,0	87,0	100,0
	Total	54	100,0	100,0	

Nota. Elaborado por el autor.

En la figura 10 se muestra el tipo de herramientas que emplean los subsectores de la parroquia Atahualpa, siendo Simbiosis industrial, Buenas prácticas de manufactura, Plan de manejo ambiental, Reciclaje o simplemente no desarrolla algún tipo de sistema que incluya herramientas ecoamigable. Analizando los datos, se acota que 47 entidades no emplean herramientas amigables con el medio ambiente, mientras que 7 entidades optan por mitigar el impacto ambiental recurriendo al reciclaje. En este caso, el reciclaje deja una brecha muy importante, ya que existe una relación a mejorar en estas 47 entidades del sector maderero de la parroquia Atahualpa que no tienden a emplear herramientas eco amigables con el medio ambiente. Una de las soluciones más accesibles es la implementación de una nueva entidad que se encargue de la gestión y control de los desechos.

Figura 10 Tipo de herramientas empleadas

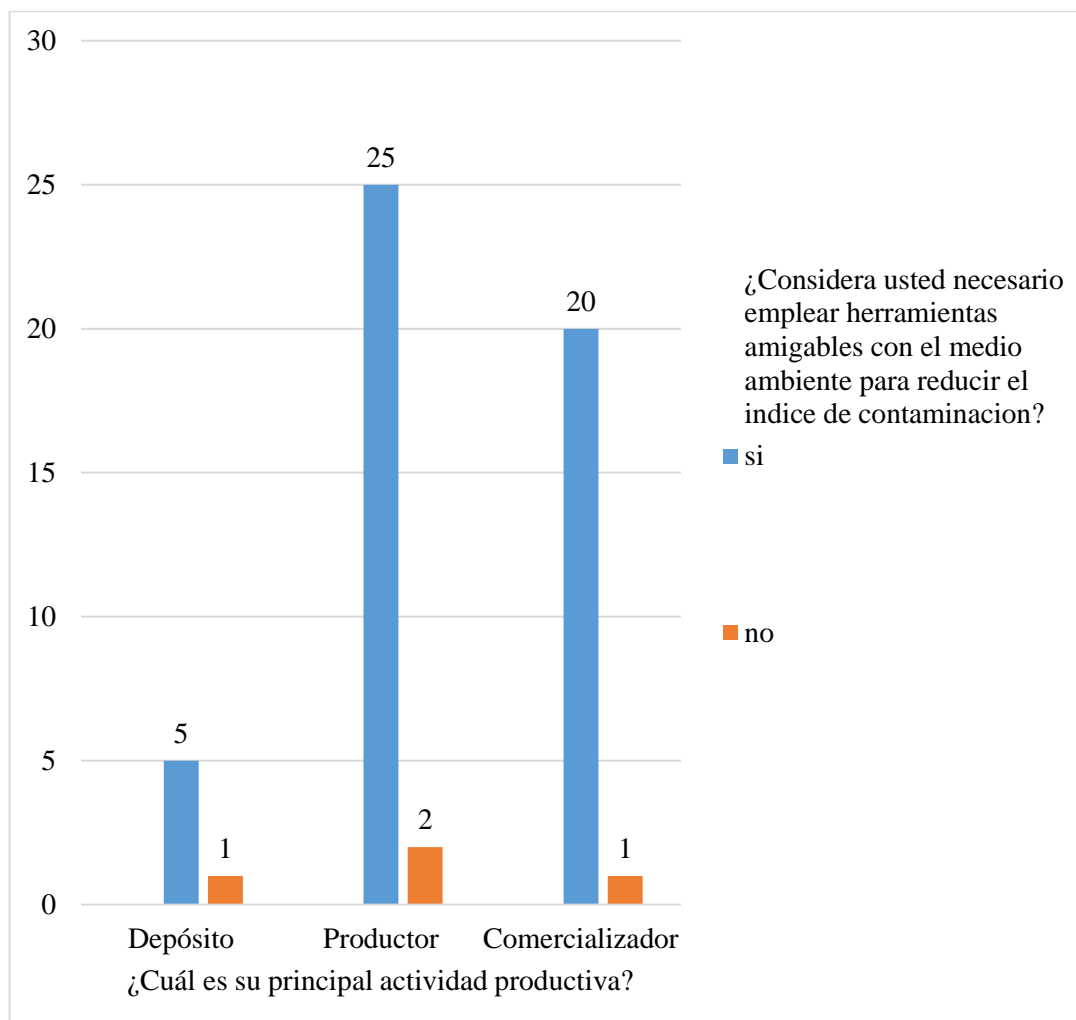


Nota. Elaborado por el autor.

En la figura 11 se evidencia el índice de importancia que le da el sector maderero al querer implementar herramientas amigables con el medio ambiente, 4 entidades de los sectores no consideran necesario implementar herramientas amigables con el medio ambiente, mientras que 50 entidades de la muestra analizada indican que es indispensable implementar herramientas amigables con el medio ambiente, el 92 % de la muestra indica un grado de consideración a la implementación

de herramientas amigables con medio ambiente. Es fundamental contar con el apoyo necesario para la implementación de la propuesta de implementación de una herramienta que permita reducir el impacto ambiental en el sector en cuestión.

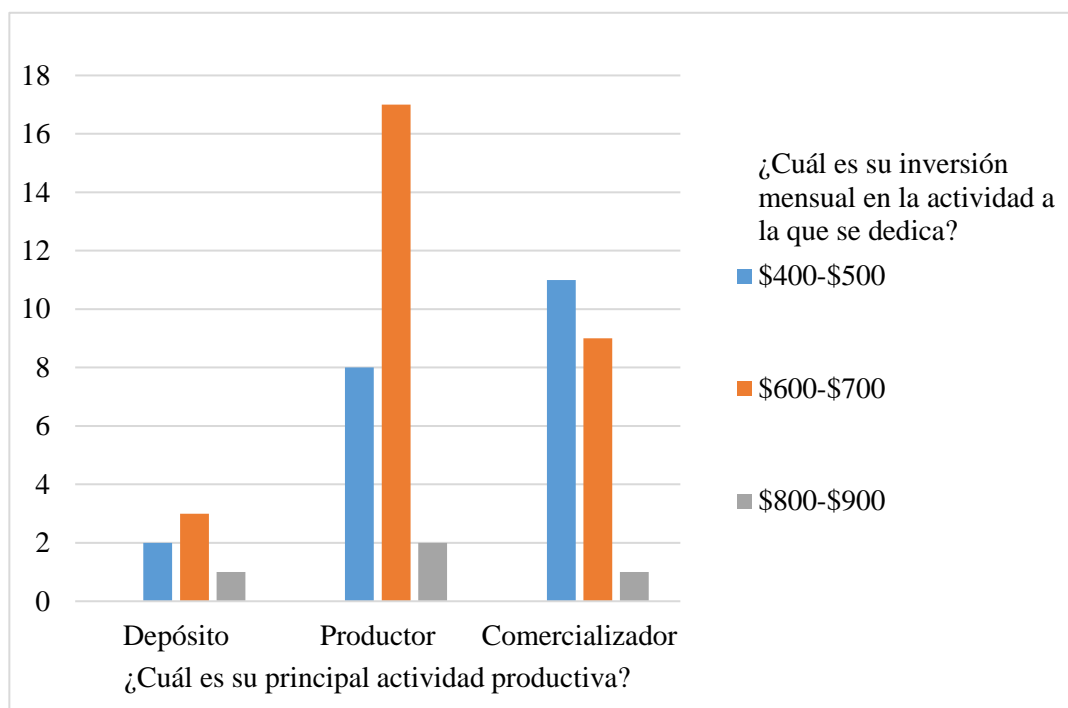
Figura 11 *Importancia de la implementación de herramientas eco amigables*



Nota. *Elaborado por el autor.*

En la figura 12 se muestra la inversión que los subsectores realizan a lo largo del mes. Los “Depósitos” invierten entre \$400-\$900 dólares americanos, de igual manera, los “Productores” invierten entre \$400-\$900 dólares americanos, por lo consiguiente, los “Comercializadores” invierten entre \$400-\$900. Cabe recalcar que la inversión entre agentes tiende a ser igual para las categorías analizadas, aunque evidentemente, según la figura 14, se logra apreciar que “Productores y “Comercializadores” tienen un mayor indicio a la inversión entre \$600 y \$700 dólares.

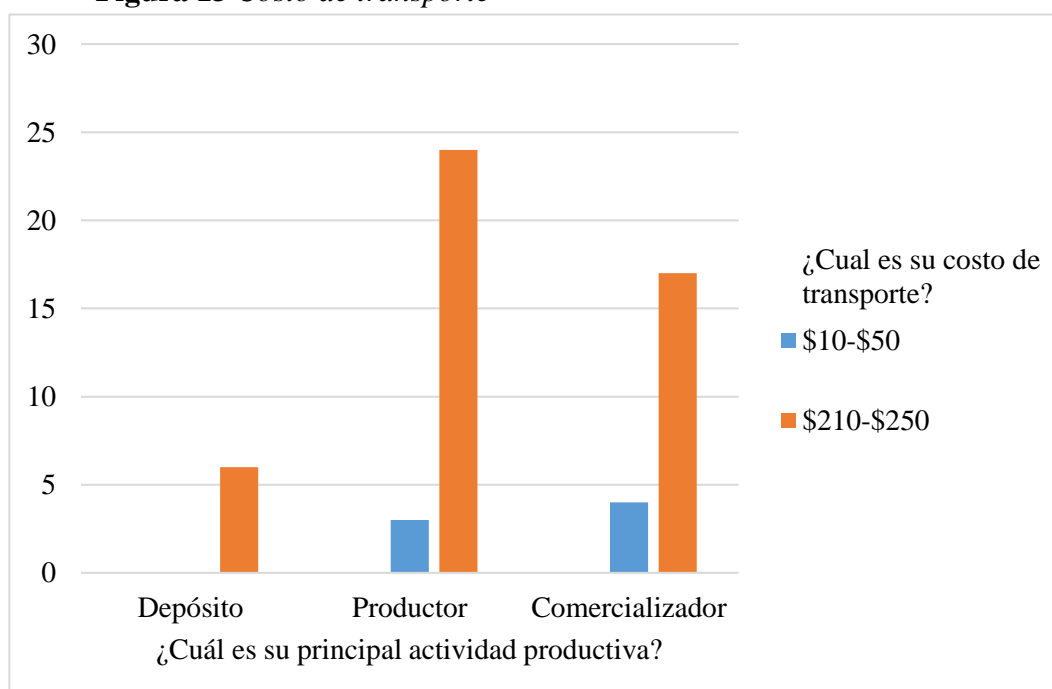
Figura 12 *Inversión en el subsector*



Nota. *Elaborado por el autor.*

En la figura 13 se muestra el índice del costo de transporte, el cual oscila entre los \$210 a \$250 dólares en el subsector “Depósito”, mientras que los “Productores” muestran un rango entre \$10 y \$250 dólares, de igual manera los “Comercializadores” invirtiendo entre \$10 y \$250 dólares.

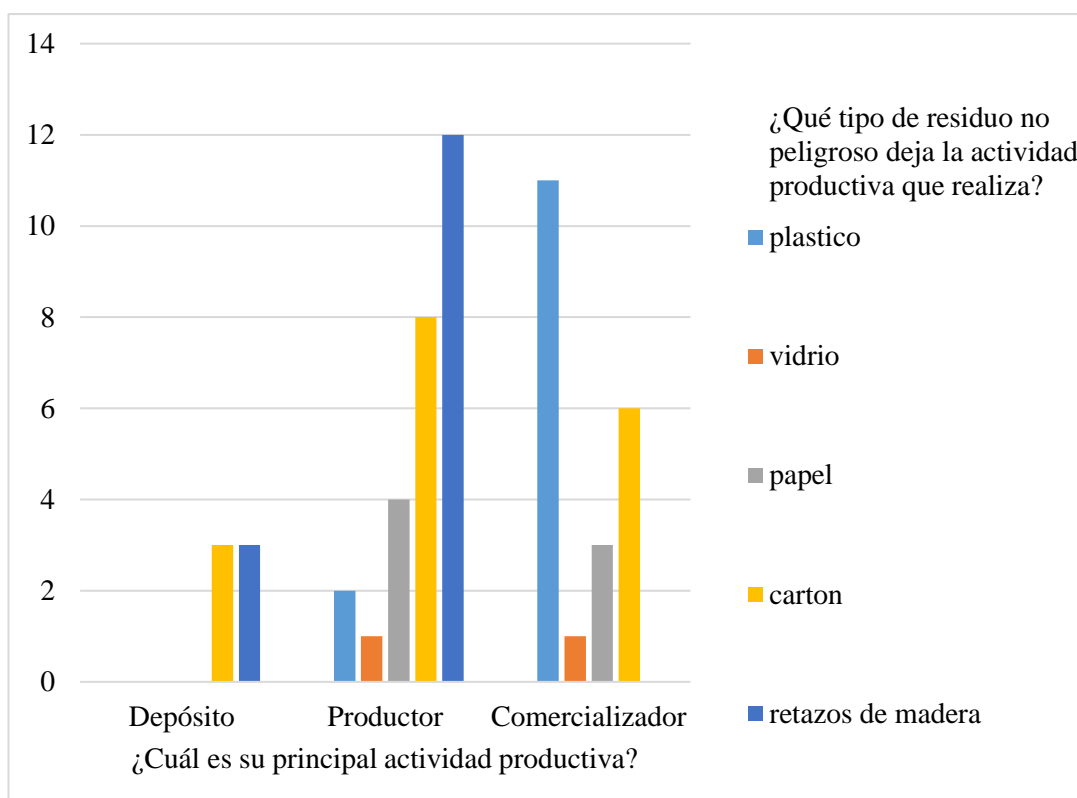
Figura 13 *Costo de transporte*



Nota. *Elaborado por el autor.*

En la figura 14 se muestra el tipo de residuo no peligroso que emiten los subsectores del sector maderero de la parroquia Atahualpa, “Depósito” genera cartón y retazos de madera, “Productor” genera plásticos, vidrio, papel, cartón y retazos de madera, “Comercializador” genera plástico, vidrio, papel y cartón, entre estos “Depósito” y “Productor” general retazos de madera, punto clave para el análisis.

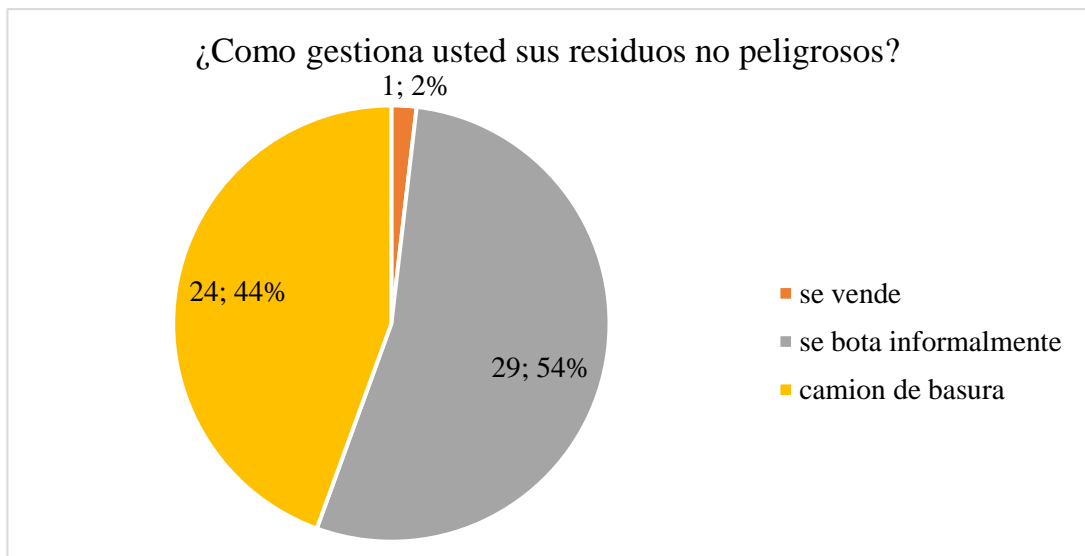
Figura 14 Tipo de residuo no peligroso por sub sector



Nota. Elaborado por el autor.

En la figura 15 se muestra cómo realizan la gestión de los residuos no peligrosos que deja el proceso productivo del sector maderero de la parroquia Atahualpa, donde el 54% de los encuestados botan informalmente los residuos, por otro lado, el 24% de los encuestados tienden a botar los residuos en el camión de basura y el 2% vende los desechos. Existe una problemática dentro del sistema de gestión de residuos, motivo respaldado para ejecutar la propuesta a realizar.

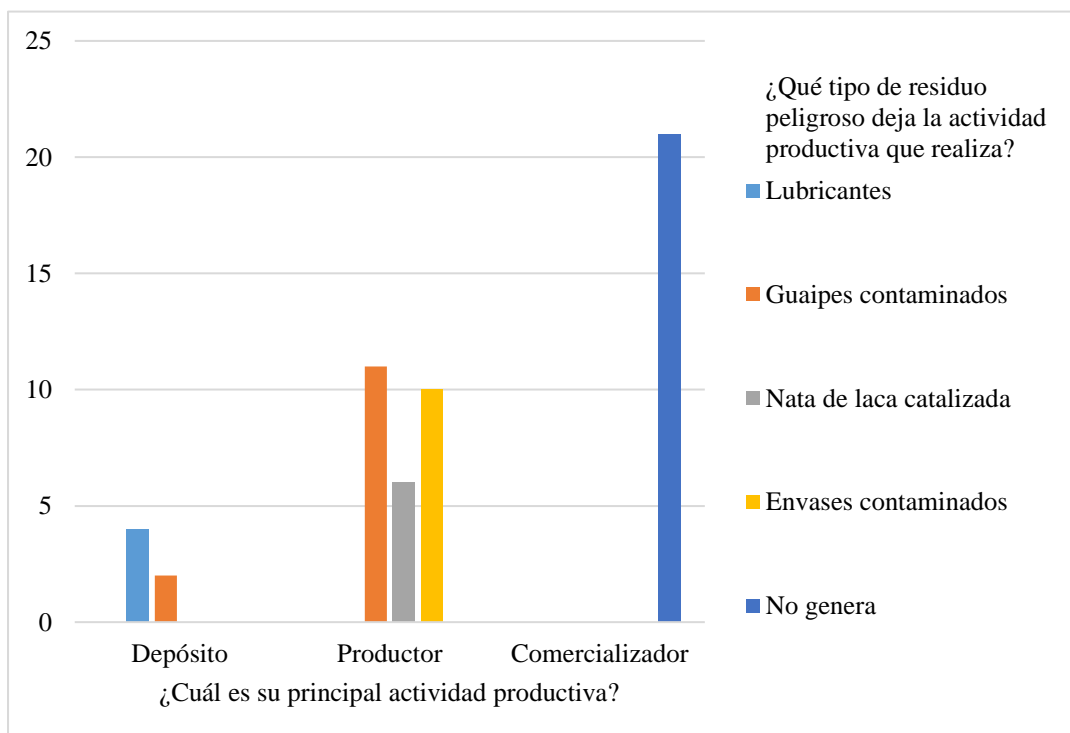
Figura 15 *Gestión de residuos no peligrosos*



Nota. *Elaborado por el autor.*

En la figura 16 se muestra el tipo de residuo peligroso que generan los subsectores del sector en cuestión, “Depósito” genera guaipes contaminados y residuos de lubricante, “Productor” genera guaipes contaminados, nata de laca catalizada y envases contaminados, “Comercializador” no genera residuos peligrosos.

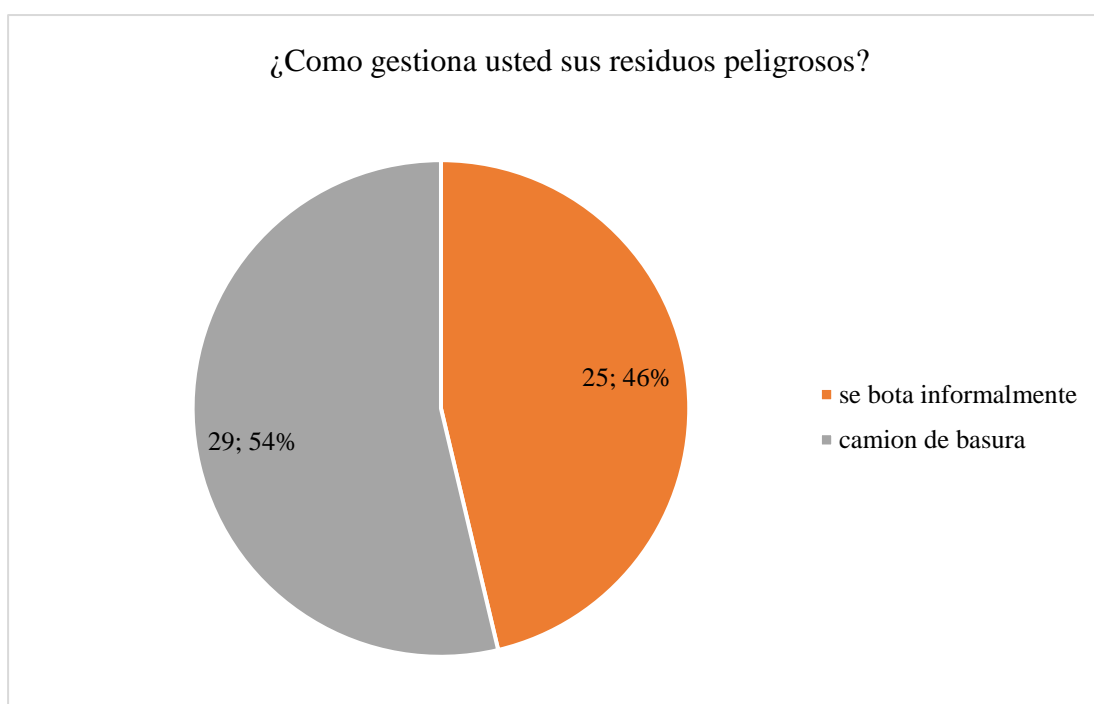
Figura 16 *Tipo de residuo peligroso que dejan los subsectores*



Nota. *Elaborado por el autor.*

En la figura 17 se muestra la forma en la que el sector en cuestión gestiona los residuos que genera en su proceso productivo, donde el 46 % de los encuestados bota sus residuos informalmente, mientras que el 54 % restante bota sus residuos en el camión de basura.

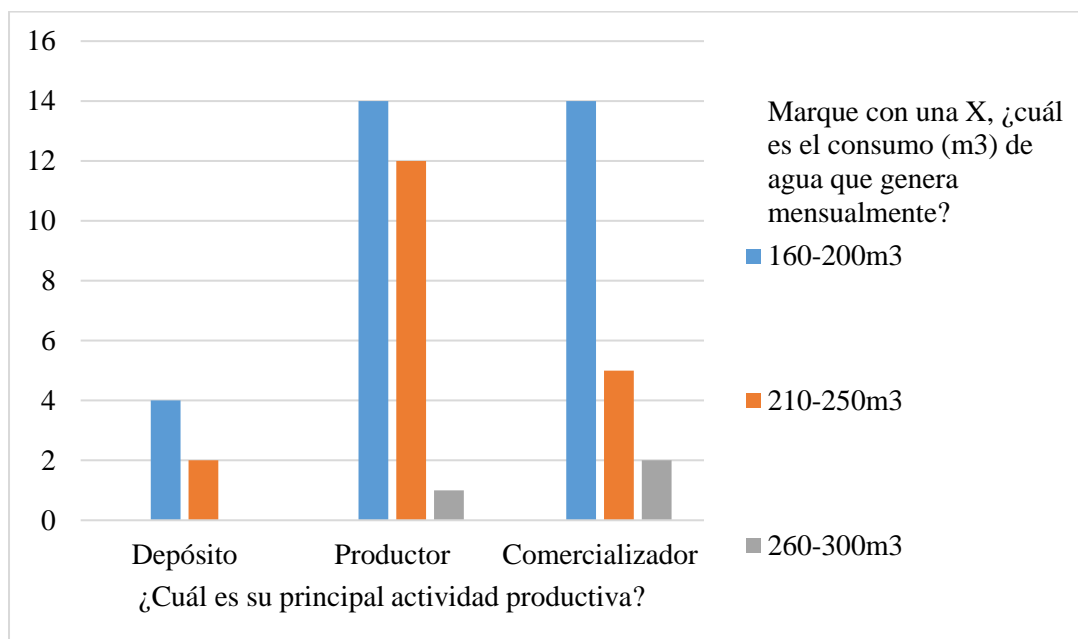
Figura 17 *Gestión de residuos no peligroso*



Nota. *Elaborado por el autor.*

En la figura 18 se muestra el consumo del recurso hídrico en los subsectores del sector maderero de la parroquia Atahualpa, “Depósito” consume entre 160 m³ a 250 m³, “Productor” consume entre 160 m³ a 300 m³, “Comercializador” consume entre 160 m³ a 300 m³, el índice de mayor consumo entre categorías se encuentra entre 160m³ a 200m³ respectivamente.

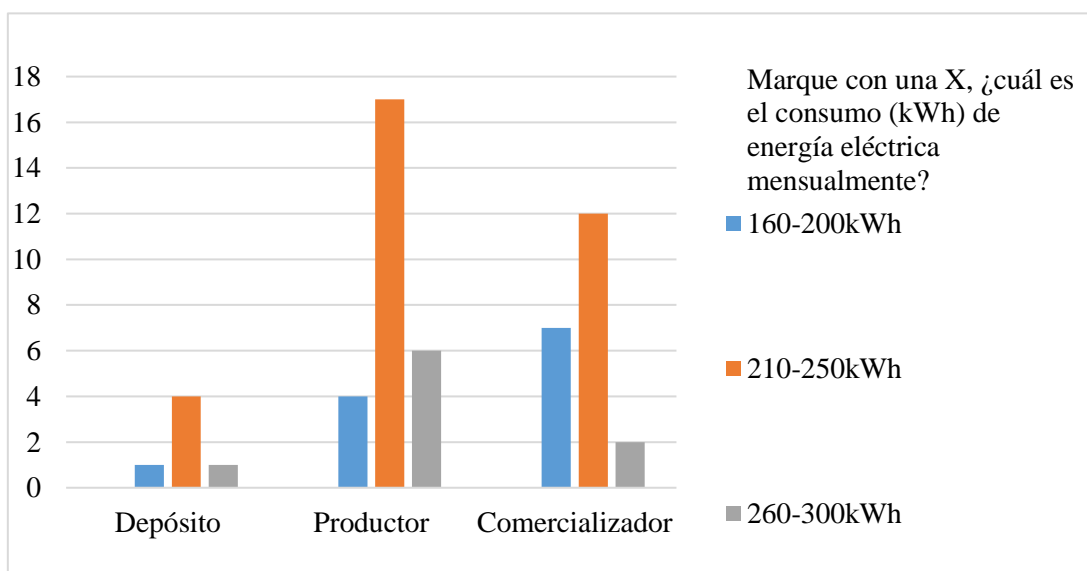
Figura 18 Consumo de agua



Nota. Elaborado por el autor.

En la figura 19 se muestra el consumo eléctrico que emplean en su proceso productivo los sub sectores del sector maderero de la parroquia Atahualpa, “Depósito” consume entre 160 kWh a 300 kWh, “Productor” consume entre 160 kWh a 300 kWh, se igual manera “Comercializador” consume entre 160 kWh a 300 kWh respectivamente, esto conlleva a deducir que el consumo en el sector se mantiene constante y no existe un sobreconsumo de recurso eléctrico.

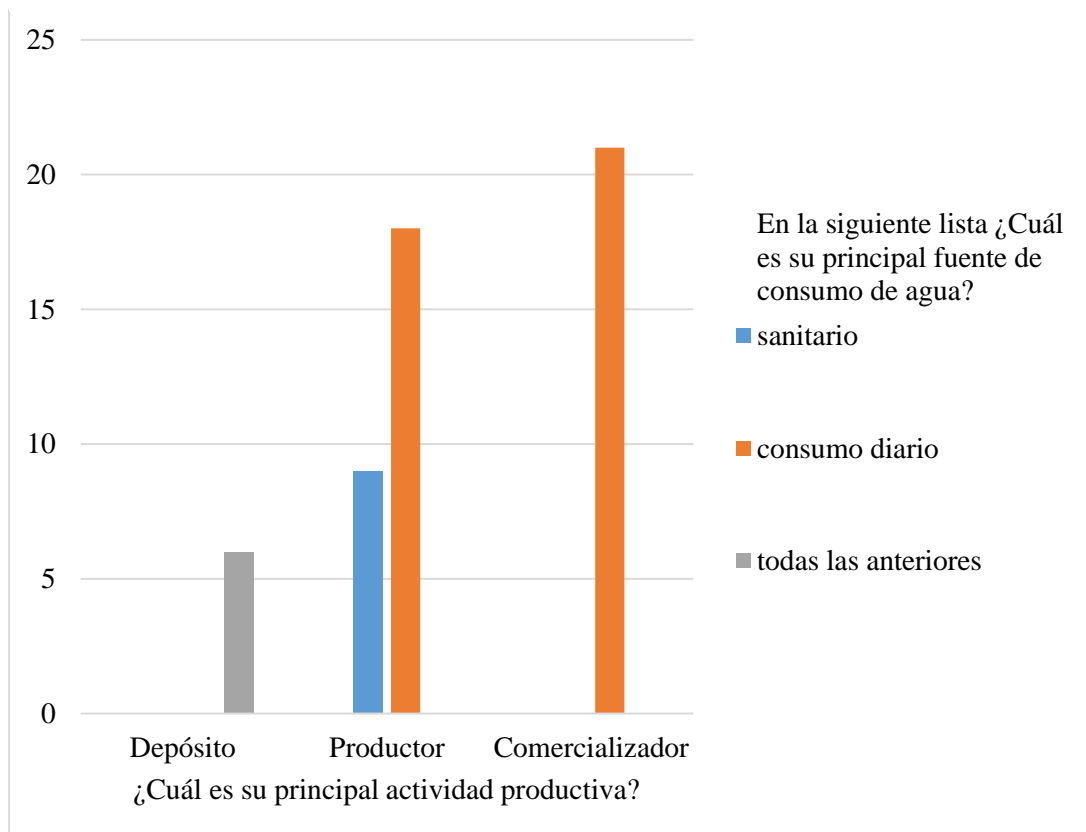
Figura 19 Fuente de consumo eléctrico



Nota. Elaborado por el autor.

En la figura 20 se evidencian las principales fuentes de consumo del recurso hídrico en los subsectores en cuestión, “Deposito” tiende a ser partícipe al consumo de todas las alternativas como, refrigerar máquinas, limpieza de equipos y materiales, sanitario y el consumo diario, por otro lado, “Productor” tiende al consumo en sanitario y al consumo diario, por otro lado “Comercializador” presenta consumo por el uso diario.

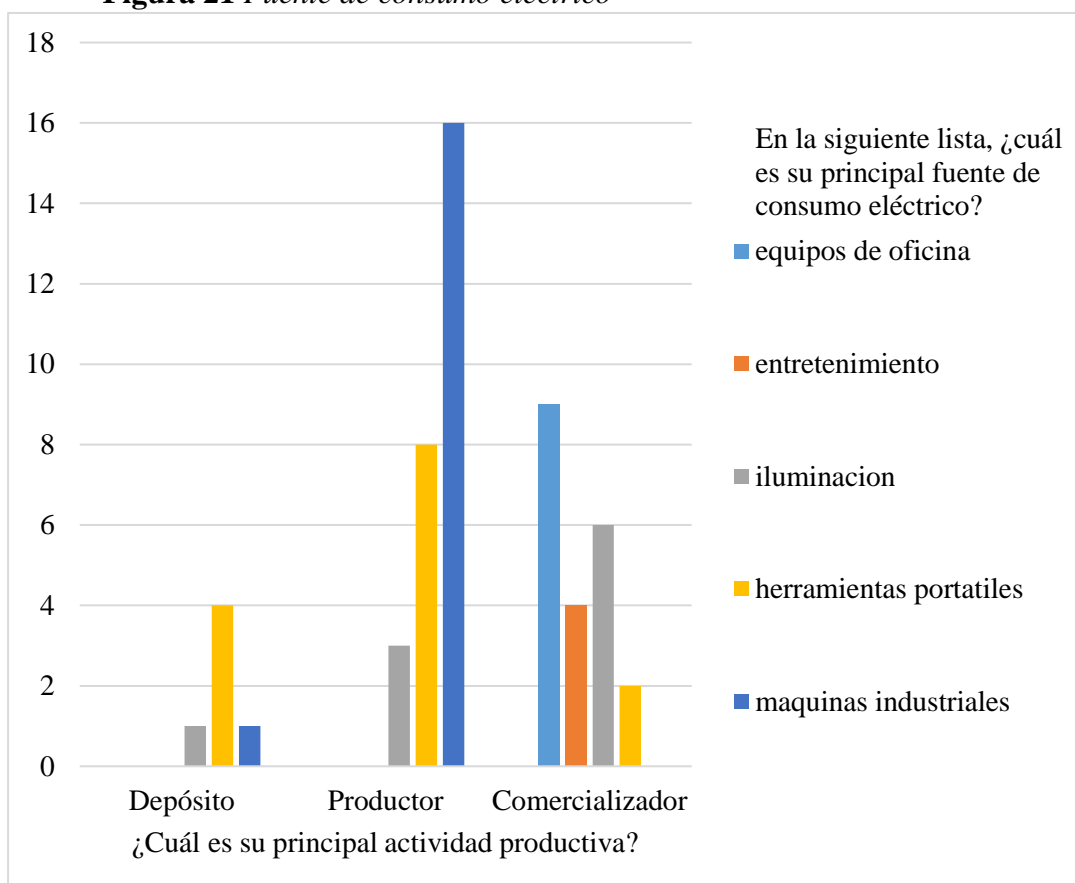
Figura 20 Fuente de consumo de agua



Nota. Elaborado por el autor.

En la figura 21 se muestra el consumo eléctrico que produce el sector maderero. Las principales fuentes para “Deposito” es iluminación, herramientas portátiles y máquinas industriales, “Productor” tiende a consumir por iluminación, herramientas portátiles y máquinas industriales, por otro lado, “Comercializador” consume debido a equipos de oficina, entretenimiento, iluminación y herramientas portátiles.

Figura 21 Fuente de consumo eléctrico



Nota. Elaborado por el autor.

La información obtenida permite emitir un análisis referente a los datos del sector. Estos obtenidos mediante encuestas dirigidas a una muestra seleccionada por criterio de conveniencia, en el agente Depósitos” invierten entre \$400-\$900, generando cartón y retazos de madera como residuo no peligroso, guaipes contaminados y residuos de lubricante como residuo peligroso, consumiendo entre 160 kWh a 300 kWh mensualmente y consumiendo entre 160 m³ a 250 m³ respectivamente.

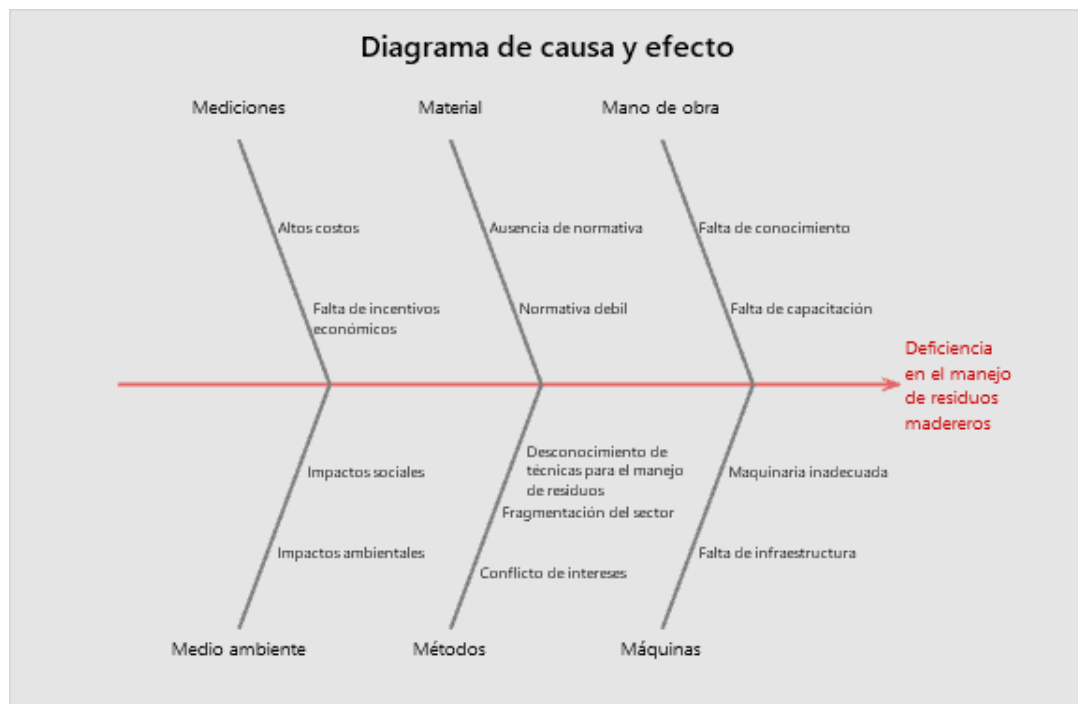
Por otro lado, “Productores” invierten entre \$400-\$900, generando plásticos, vidrio, papel, cartón y retazos de madera como residuo no peligroso, generando guaipes contaminados, nata de laca catalizada y envases contaminados como residuo peligroso, consumiendo entre 160 kWh a 300 kWh, y entre 160 m³ a 300 m³ en consumo de agua.

Mientras que “Comercializadores” invierten entre \$400-\$900, generando plástico, vidrio, papel y cartón como residuo no peligroso, no genera residuos peligrosos. Tiende a consumir entre 160 kWh a 300 kWh respectivamente y entre 160 m3 a 300 m3 en consumo de agua.

Estos desperdicios por lo general son botados informalmente o depositados en el camión de basura municipal, tan solo el 2% de la población vende los recursos posibles, según datos recolectados el sector respalda la implementación de herramientas amigables con el medio ambiente, por tanto, la herramienta idónea para mitigar dicho impacto es considerada como una herramienta de ecología industrial, denominada como mercado de subproductos.

Para entendimiento de la situación del sector maderero se procede a realizar un diagrama de causa y efecto de Ishikawa, método 6M ilustrado en la figura 22, donde se analizan causas como mediciones, material, mano de obra, medio ambiente, métodos y máquinas, ya que estas provocan un deficiente manejo de residuos madereros. Debido a esto, se dio lugar al diseño de redes sinérgicas para la reducción de residuos que ocasiona el sector maderero en la parroquia Atahualpa.

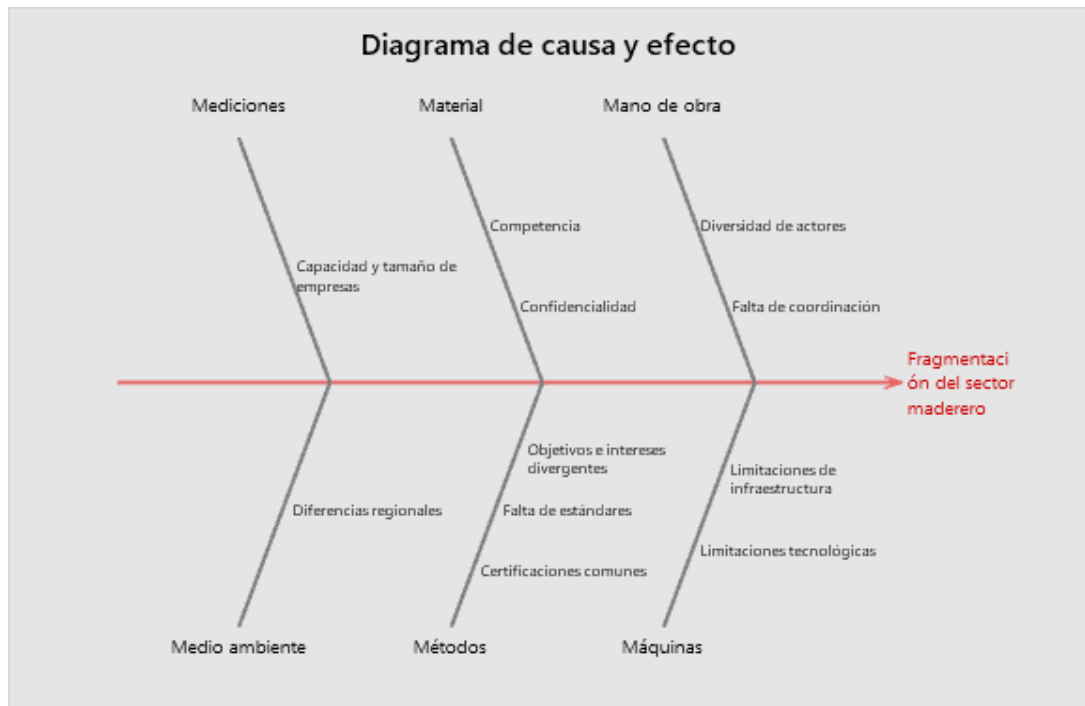
Figura 22 Diagrama de causa y efecto primer nivel



Nota. Elaborado por el autor.

En consecuencia, se realiza el diagrama de causa y efecto de Ishikawa de nivel 2 mostrado en la figura 23, esta es la fragmentación del sector que es la falta de coordinación y colaboración entre los diferentes actores involucrados en la cadena de suministro de la madera y en la gestión de sus residuos.

Figura 23 Diagrama causa y efecto segundo nivel



Nota. Elaborado por el autor.

3.1.3 Definición de hipótesis

Hipótesis nula (H0)

El diseño de redes sinérgicas no incide en la reducción de residuos del sector maderero de la parroquia Atahualpa, provincia de Santa Elena.

Hipótesis alternativa (Ha)

El diseño de redes sinérgicas incide en la reducción de residuos del sector maderero de la parroquia Atahualpa, provincia de Santa Elena.

Comprobación de hipótesis mediando SPSS

Autores como Zúñiga et al., (2022) indican que la prueba de correlación de Pearson es una prueba empleada para la comprobación de hipótesis, donde la relación entre variables debe ser cercana a 1, lo cual representa una relación positiva entre estas. Por otro lado, el valor obtenido de la prueba Sg(bilateral) debe ser > 0.05 para considerarse estadísticamente significativo.

En la tabla 18 se evidencia que el resultado entre la prueba de correlación de variables es fuerte, un 0.689 valor cercano al 1, el nivel de significancia muestra un valor menor a 0.05, de esta manera se comprueba la relación existente entre variable dependiente e independiente. De acuerdo al planteamiento de las hipótesis con lo evidenciado, se procede a rechazar la hipótesis nula H_0 y se acepta la hipótesis alternativa referente a “El diseño de redes sinérgicas incide en la reducción de residuos del sector maderero de la parroquia Atahualpa, provincia de Santa Elena”.

Tabla 18 comprobación de hipótesis

Correlaciones			
		REDESSINERGICAS	RESIDUOSSECTOR
REDESSINERGICAS	Correlación de Pearson	1	,689**
	Sig. (bilateral)		0,01
	N	54	54
RESIDUOSSECTOR	Correlación de Pearson	,689**	1
	Sig. (bilateral)	0,01	
	N	54	54

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

Nota. *Elaborado por el autor.*

3.2. Propuesta de mejora

PROPUESTA DE DISEÑO SINÉRGICO PARA REDUCIR LOS RESIDUOS DEL SECTOR MADERERO DE LA PARROQUIA ATAHUALPA, SANTA ELENA.

Introducción

La industria de la madera se ha considerado a lo largo de la historia de la humanidad como uno de los pilares fundamentales en el desarrollo del sistema productivo, sus productos derivados se emplean en diferentes áreas, tanto para el confort, seguridad, inclusive en oficinas. En la actualidad, el cambio climático exige un cambio hacia un modelo circular y sostenible. Por otro lado, establecer y aprovechar sinergias entre entidades, sectores o industrias es el primer paso para adentrarse en un paradigma circular amigable con el medio ambiente, ya que con la implementación de esta herramienta es posible reducir el impacto ambiental, trayendo consigo beneficios económicos, sociales y ambientales, según lo indaga (QU, 2023). Los efectos sinérgicos en la industria maderera de la parroquia Atahualpa pueden promover prácticas forestales sostenibles y certificaciones que beneficien al medio ambiente como a la reputación de las distintas empresas madereras. Otro punto relevante de mencionar es que la sinergia entre las empresas madereras de la parroquia puede facilitar la diversificación de los productos que se brindan, incorporando variedades de maderas o productos derivados que satisfagan las diferentes necesidades del cliente.

La tendencia del reciclado y reutilización se encuentran asociadas al desarrollo oportuno de un sector, ya que se analiza de manera más generalizada el traspaso a nuevas metodologías que inserten beneficios económicos, y reduzcan impactos ambientales, tal y como lo mencionan (Alarcón Castro et al., 2022), a través de un cambio de enfoque mediante la utilización de los residuos industriales generados del sector para disminuir el impacto ambiental. El cambio de enfoque hacia una economía circular se basa en el mercado de subproductos, las industrias son las principales generadoras de residuos, estas representan pérdidas económicas y ambientales, en este sentido, la recuperación de esta clase de desperdicios tiende a ser favorable, ya que se

puede emplear como materia prima y favorece directamente a convertirse en un nuevo modelo de producción sustentable (Preciado-Saldaña et al., 2022).

La bolsa de subproductos o también llamado mercado de subproductos, es una de las herramientas que brinda el marco de la ecología industrial (EI), esta es un sistema que analiza el funcionamiento de la industria para visualizar oportunidades de sinergias entre ellas, con el objetivo de maximizar el uso económico aprovechando los residuos dándole una nueva etapa dentro del proceso como insumos para el productivo de una empresa, según indagan autores como (Torre-Marín et al., 2009), por otro lado, el mercado de subproductos forma parte del sistema como herramienta de desarrollo sustentable consistiendo en compra y venta de residuos o subproductos derivados del proceso productivo de una entidad con el fin de reintegrarlas al ciclo de producción de otra entidad (Hernández Mar, 2021).

Integrar agentes dentro de un modelado es complejo, este consta de variables o parámetros que permiten simular de manera correcta un sistema, según lo evidencian Antonelli et al., (2022), en la actualidad realizar una modelación de sistemas complejos es posible gracias al modelado basado en agentes (MBA) esta permite interactuar entre múltiples agentes representándolos para poder analizar su proceso, beneficio y limitaciones que tiene un sistema (Araya, 2020).

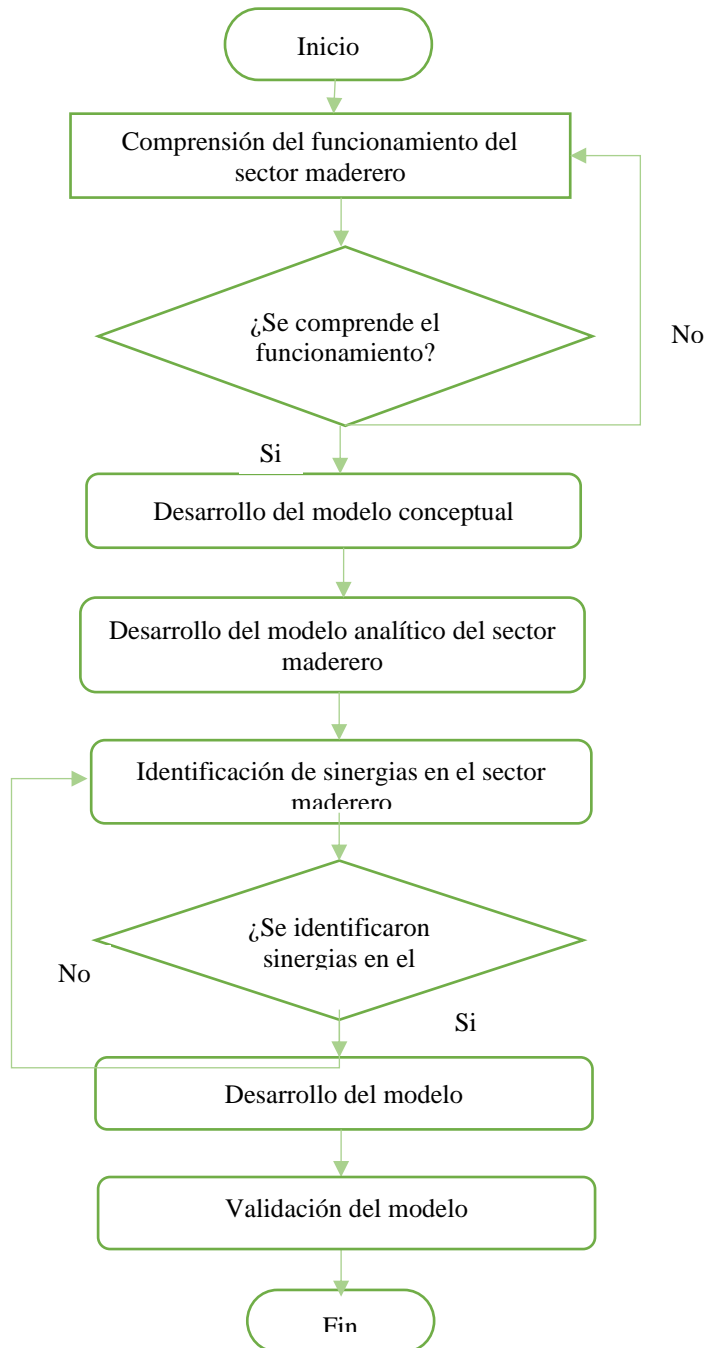
Los avances tecnológicos han permitido que estos modelados se presenten para facilitar el análisis entre dimensiones. Uno de los softwares más completos es Anylogic, en este se pueden realizar simulaciones en modelo basado en agentes y dinámica de sistemas, conjunto de herramientas fundamental para analizar eventos a lo largo de cualquier proceso (Rodríguez Pérez, 2020).

Descripción del modelo basado en agentes

El proceso de MBA se llevó a cabo a través del software Anylogic, en su versión gratuita para uso académico, al ser este muy útil al momento de diseñar sinergias entre agentes y dar posibilidad de analizar gráficas en el mismo sistema. La secuencia a seguir se representa en la siguiente figura 24, donde se muestra el flujograma de modelado. Este se elaboró con el propósito de reducir los residuos del

sector maderero, adentrándose en la ecología industrial aplicando una herramienta denominada mercado de subproductos.

Figura 24 *Flujograma de modelado*



Nota. *Elaborado por el autor.*

Modelo conceptual

Para efecto de comprensión lectora, se muestra una representación gráfica de los agentes participantes del sector maderero en cuestión, realizados a partir de imágenes 3D que brinda el software Anylogic en la figura 25. Para efectos de análisis, se realizó un bosquejo con sus respectivos parámetros. El bosquejo se muestra más adelante en el documento.

Figura 25 Modelo conceptual 3D de agentes del sector

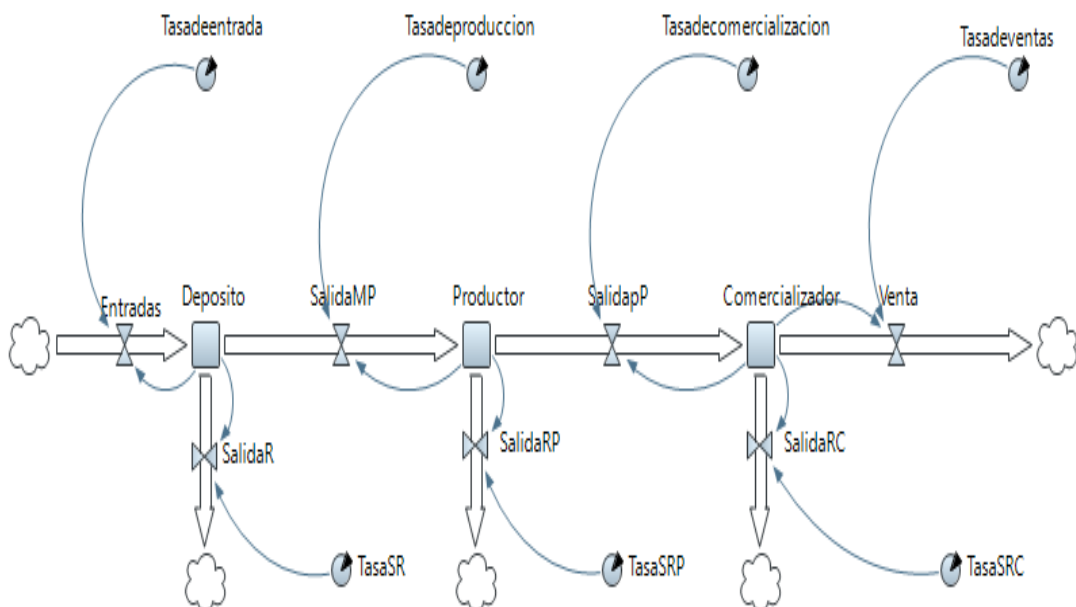


Nota. Elaborado por el autor.

Modelo analítico

Para realizar un correcto análisis del modelo conceptual 3D, se presenta un modelo analítico donde se facilita la apreciación del funcionamiento, sinergias y parámetros necesarios para que el sector cumpla con su proceso de manufactura, mostrado en la figura 26.

Figura 26 Modelo analítico



Nota. Elaborado por el autor.

Para una mejor comprensión, se desglosan los elementos del modelado en la siguiente tabla 19, considerando los agentes participantes, inputs, outputs, parámetros y actividad necesarios para la ejecución del modelado complejo del sector maderero de la parroquia Atahualpa. Cabe recalcar que la información necesaria para la ejecución del modelado se basa en los datos recolectados en la encuesta realizada.

Tabla 19 *Agendas del modelado*

Categoría del agente	Agente	Parámetro	Actividad
Entradas		Tasa de entrada	
Salida de materia prima	Deposito	Tasa de producción	Acopio de materia prima (madera) e insumos y distribución de las mismas
Salidas de residuo		Tasa de salida de residuo	
Entrada de materia prima		Tasa de producción	
Salida de producto	Productor	Tasa de comercialización	Elaboración de muebles y enseres
Salida de residuo		Tasa de salida de residuo	
Entrada producto		Tasa de comercialización	
Venta	Comercializador	tasa de venta	Venta de muebles y enseres
Salida de residuo		Tasa de salida de residuo de comercializado	

Nota. *Elaborado por el autor.*

La relación de agentes y sus respectivos parámetros y métricas hacen posible la formulación de las siguientes ecuaciones para su respectivo análisis.

$$\text{Deposito} = \text{Entradas} - \text{SalidaMP} - \text{SalidaR} \text{ (Ec. 1)}$$

$$\text{Productor} = \text{EntradaMP} - \text{SalidaP} - \text{SalidaR} \text{ (Ec. 2)}$$

$$\text{Comercializador} = \text{EntradaP} - \text{Venta} - \text{SalidaR} \text{ (Ec. 3)}$$

Modelo matemático

El modelo matemático se basa en los inputs – outputs del sector maderero de la parroquia Atahualpa, en la tabla 20 se indican los principales inputs y outputs presentes en el proceso de manufactura del sector en cuestión.

Tabla 20 *Inputs y Outputs*

Principales Inputs	
Materia prima	La madera es lo principal en el proceso de manufactura del sector maderero, este varía según el tipo de madera, tales como, guayacán, bálsamo, amarillo, teca, roble, laurel, entre otros
Mano de obra	Personal capacitado para ejercer labores tales como, transporte, procesamiento y comercialización de la madera.
Capital	Inversión destinada para el mantenimiento, equipos, maquinas, o algún requerimiento que se necesite cubrir.
Energía	Recurso necesario para el funcionamiento del sector, este puede ser renovable o no renovable
Agua	Utilizada en consumo diario, o en algún proceso de manufactura del sector.
Principales Outputs	
Madera	Tablas o tablones empleadas en el proceso de manufactura de los productores, o empleado también en el ámbito de la construcción
Productos derivados	Muebles en general, por ejemplo, camas, cunas, literas, roperos, juego de salas, comedores, sillas, closets, entre otros.
Residuos	Residuos de la madera tales como, retazos o aserrín, plástico, cartón, entre otros.

Nota. *Elaborado por el autor.*

En la tabla 21 se muestran las variables necesarias para llevar a cabo el modelo, donde se establece la codificación de la variable del agente empleado en el software Anylogic.

Tabla 21 *Variables de los agentes del modelo matemático*

Variable del agente	Agente
D	Deposito
spm	Salida materia prima
sr	Salida de residuos
P	Productor
sp	Salida de producto
srp	Salida de residuo de producción
C	Comercializador
src	Salida de residuos de comercialización

Nota. *Elaborado por el autor.*

En la tabla 22 mostrada a continuación se especifican las fórmulas y la función que desarrollará cada variable dentro del modelado, esta codificación desglosa el contenido de la tabla 19 para un mejor entendimiento, de esta manera se realiza una especificación secuencial de los patrones secuenciales del modelo a ejecutar.

Tabla 22 *Formulas matemáticas para parametrizar el modelo*

Fórmulas para parametrizar el modelo	
$D = ca + mp + e + a \text{ (Ec. 1)}$	Se calcula el costo que conlleva mantener el producto (ca), el costo de la materia prima (mp), el costo energético (e) y el agua potable (a).

$smp = o + c + x$ (Ec. 2)	Se calcula el costo de logística para que el productor pueda empezar el proceso de transformación de la materia prima, donde se suma el operario (o) y el combustible (c) y distancia recorrida (x).
$sr = (\%r * mp) + t$ (Ec. 3)	Se calcula el costo del residuo del agente deposito donde se estima el porcentaje residual (%r) y el tratamiento (t).
$P = D + (0.38D) + smp$ (Ec. 4)	Se calcula el estimado del agente producción tomando en cuenta el primer agente y la salida de materia prima.
$sp = o + c + x$ (Ec. 5)	Se calcula el costo de salida del producto donde se suma el operario (o) y el combustible (c) y distancia recorrida (x).
$srp = (\%r * P) + t$ (Ec. 6)	Se calcula el aproximado valor económico de la salida residual generada.
$C = P + smp + l$ (Ec. 7)	Se calcula el costo de mantener el producto hasta que se venda, aquí se considera el costo de almacenamiento (l).
$src = (\%r * C) + t$ (Ec. 8)	El costo de salida residual se estima de la siguiente manera teniendo en cuenta.
$B = sr + srp = src$ (Ec. 9)	Para el cálculo aproximado del efecto sinérgico con el nuevo agente se define la siguiente formula.

Nota. *Elaborado por el autor.*

Validación del modelo computacional

El modelo computacional amerita ser validado para comprobar su efectividad al momento de analizar situaciones dispersas, en este caso el comportamiento del sector maderero de la parroquia Atahualpa, el proceso a realizarse se muestra en la tabla 23.

Tabla 23 Proceso de validación

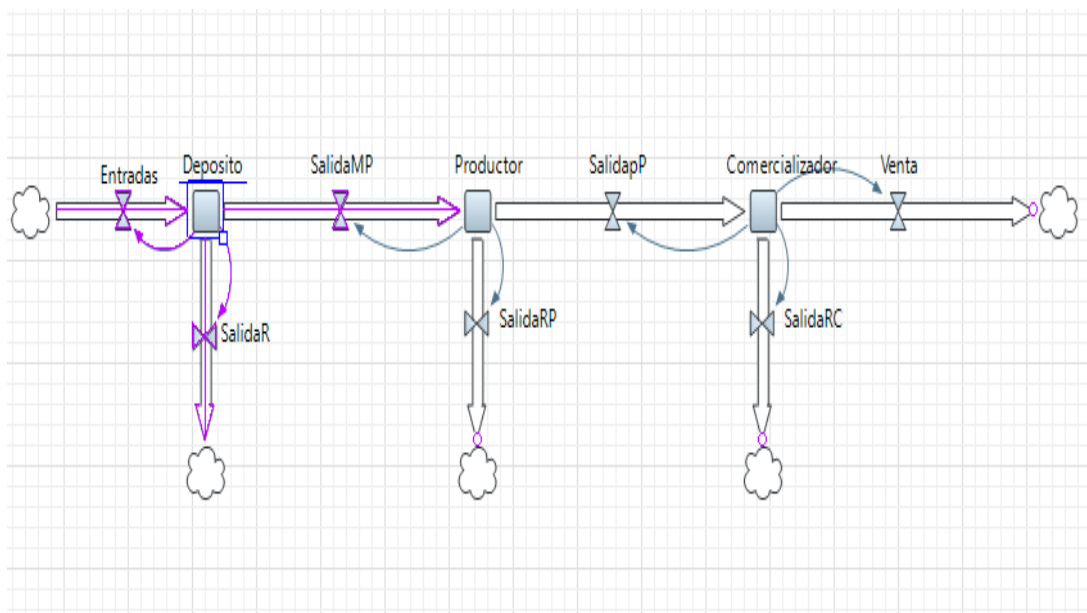


Nota. Elaborado por el autor.

a) Establecer agentes

Esta fase se llevó a cabo en el software Anylogic, se basó en los subsectores del sector maderero. En la figura 27 se procedió a establecer los agentes con sus entradas y salidas respectivamente, Depósito, Productor y comercializador cuentan con sus respectivas entradas y salidas. Estas definidas por fórmulas matemáticas previamente establecidas.

Figura 27 Representación del escenario base

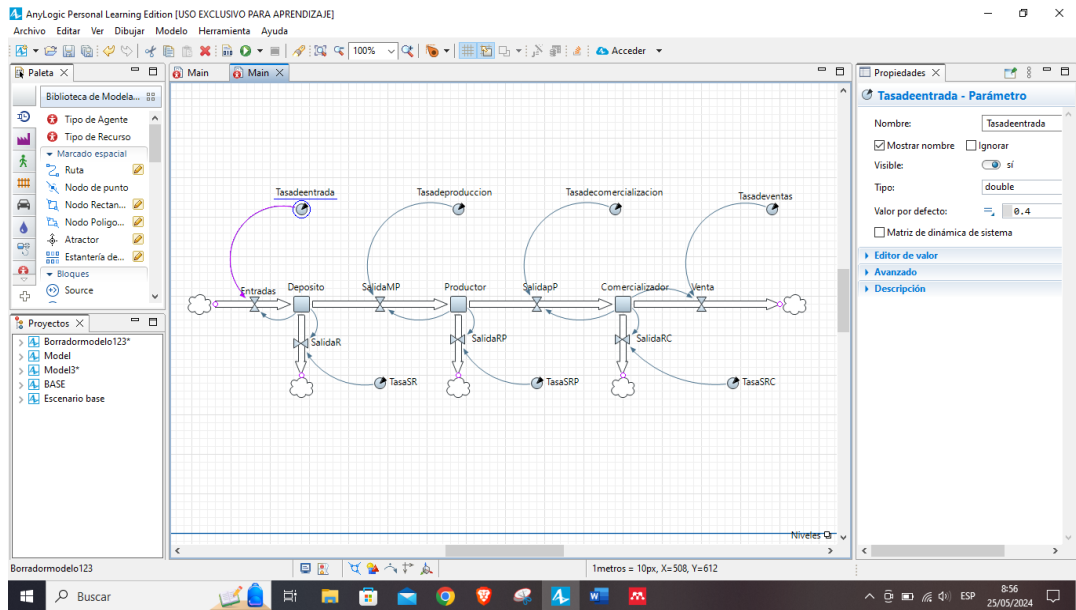


Nota. Elaborado por el autor.

b) Parametrizar agentes

Esta fase se llevó a cabo con los datos recolectados previamente (Sección 3.1.2, fase d) y en el escenario bosquejado en la figura 28, la parametrización de cada agente para su respectiva simulación. La parametrización de los agentes es el proceso de asignación de valores, en este caso de costos, las fórmulas matemáticas previamente definidas en la tabla 22.

Figura 28 Parametrización de agentes

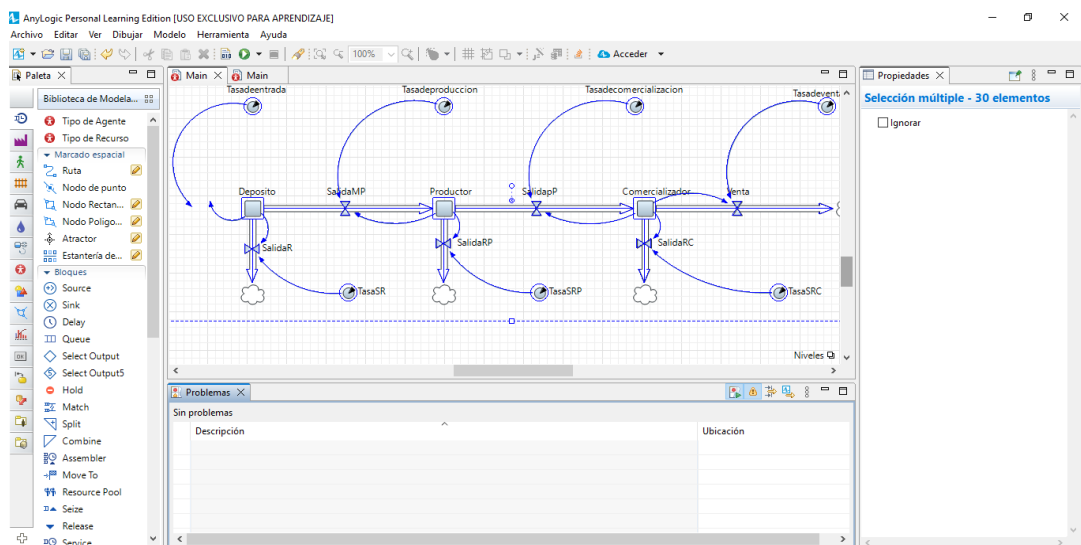


Nota. Elaborado por el autor.

c) Control y compilación de datos.

El modelado debe tener conexiones sin errores y sencillas de interpretar, por lo que en la figura 29 se muestra la compilación de los datos del modelo a simular y su respectivo control de errores, donde en la sección baja de la figura se muestra que el modelo no tiene errores y es posible correr el modelado para la obtención de datos y gráficas respectivas.

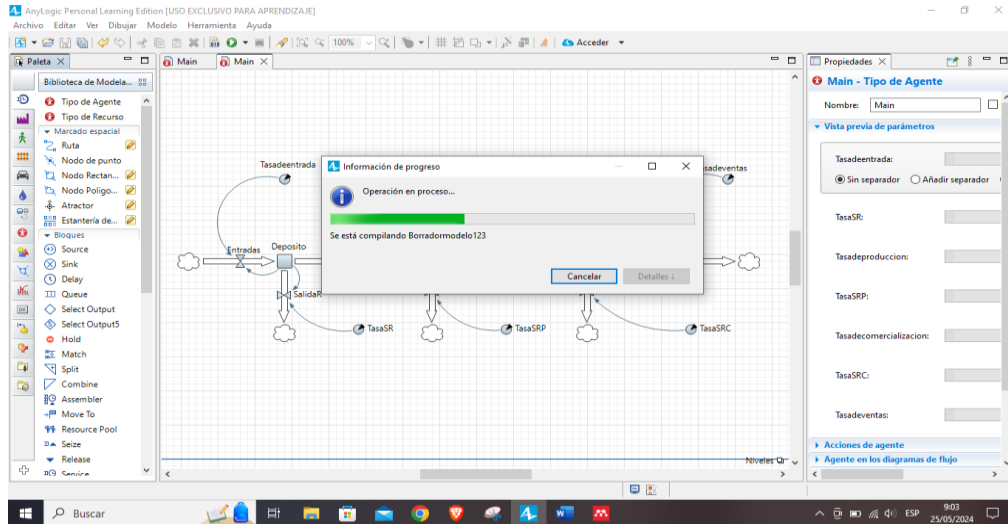
Figura 29 Compilación de datos



Nota. Elaborado por el autor.

Evidentemente en la figura 30 se muestra que el software no muestra errores al momento de compilar datos, lo cual indica que el modelado se realizó siguiendo los parámetros y métricas necesarias para poder ejecutar la simulación.

Figura 30 Control de errores

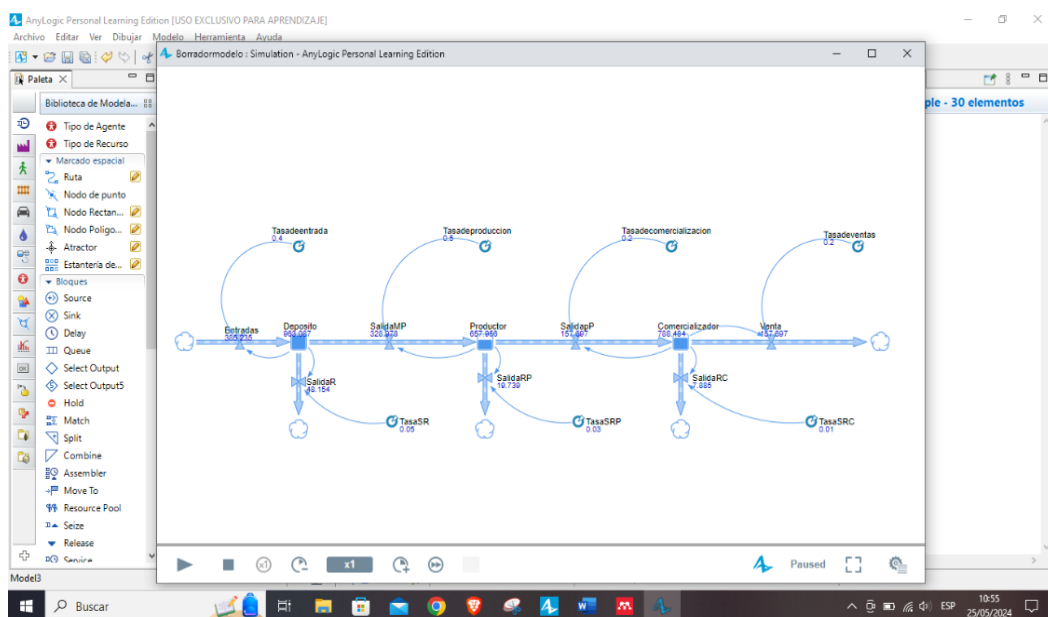


Nota. Elaborado por el autor.

d) Simulación de escenario

En esta fase se dio inicio al modelado, donde es evidente el correcto funcionamiento del sistema, donde los parámetros cumplen su función y permiten ejecutar el modelo sin problemas. En la figura 31 se inicia la simulación, donde se pueden apreciar los cálculos matemáticos que realiza el software.

Figura 31 Inicio del simulado



Nota. Elaborado por el autor.

Análisis de escenarios y resultados

En la sección de análisis de resultados se muestran tres escenarios para el sector maderero de la parroquia Atahualpa. El ambiente evidenciado es la muestra de sinergias entre agentes del sector en cuestión. Se toma en cuenta la teoría de juegos colaborativos para la creación de un nuevo agente mediante la herramienta de mercado de subproductos, y darle una nueva oportunidad de generar un valor lucrativo y reducir el impacto ambiental que generan los desechos provenientes de los sectores en cuestión.

En la tabla 24 se especifican los tres escenarios bases, donde los movimientos del sector se caracterizan por identificar el recorrido que se realiza en el modelado, incluyendo entradas y salidas, mientras que el escenario simbiótico corresponde a la propuesta de mejora que se realizó.

Tabla 24 Escenario a analizar

Escenario	Características			Beneficio ambiental
Base	→ Deposito	→ Productor	→ Comercializador	No
Movimientos de sectores	Deposito	→ Productor	→ Comercializador	→ No
Escenario simbiótico	Deposito	Productor	Comercializador	Si

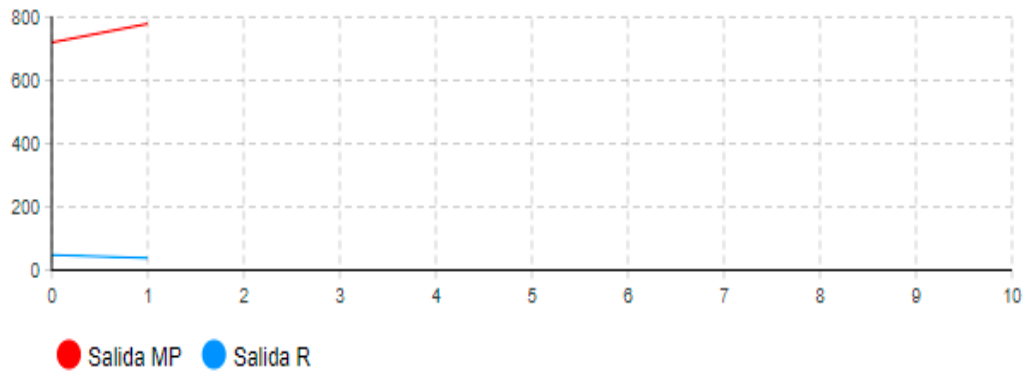
Nota. Elaborado por el autor.

Escenario base: En este escenario se analiza el comportamiento de los agentes dentro del sector maderero de la parroquia Atahualpa de la provincia de Santa Elena. El comportamiento de los agentes se define de la siguiente manera, el primer agente, denominado como (Depósito) se dedica a la actividad de receptor, almacenar y vender materia prima necesaria para la elaboración de los muebles o enseres (elaborados en el agente productor) que posteriormente serán comercializados a la clientela (comercializados en el agente comercializador).

Movimientos de sectores: Según el modelado basado en los datos recaudados, se evidencia que al cabo de un mes de trabajo en el primer agente (depósito) tiende a vender un estimado de \$298.32 y un aproximado de salida de residuos que representa un valor de \$39.62, lo cual se muestra en la figura 32. Esta resulta al realizar la

simulación en el software Anylogic, mostrando la capacidad de Salidas MP y Salidas R.

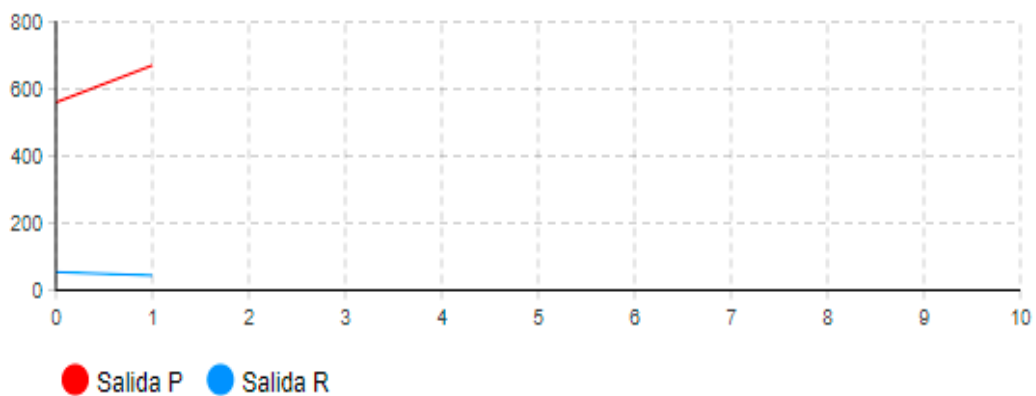
Figura 32 Escenario agente 1



Nota. Elaborado por el autor.

En el segundo agente se realiza el mismo análisis, basado en los datos obtenidos en la encuesta correspondiente, la figura 33 muestra los datos correspondientes: una salida de productos valorados en \$670.41 y una salida de residuos valorados en \$44.25, estas resultantes del proceso productivo al que se dedica el agente.

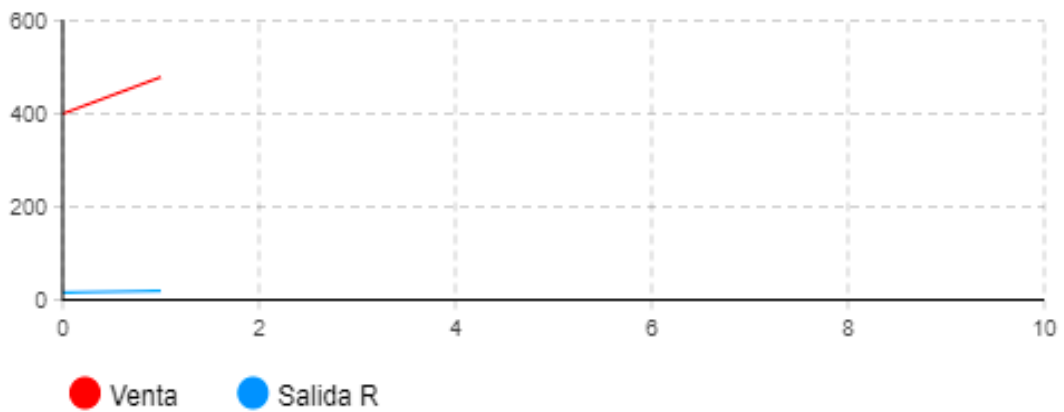
Figura 33 Escenario agente 2



Nota. Elaborado por el autor.

En el tercer agente de muestra que la salida de productos a la venta se obtiene un beneficio de \$478.87 y se estima un aproximado de salidas residuales valoradas en \$19, mostradas en la figura 34 correspondiente.

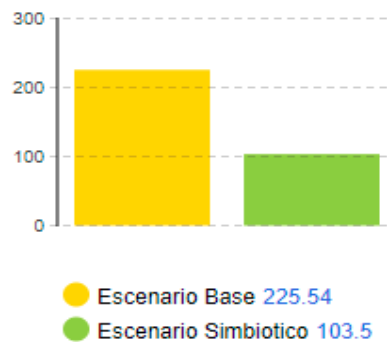
Figura 34 Escenario agente 3



Nota. Elaborado por el autor.

Escenario simbiótico: Este escenario se caracterizó a la implementación de un nuevo agente (mercado de subproductos) el cual tendrá labores de logística y gestión de los considerados residuos provenientes de los agentes participantes. Una vez que se analizó y propuso la creación de un nuevo agente encargado de la gestión de los residuos, se obtiene un beneficio mensual aproximado de \$103 dólares, considerado como un 45% de ganancia, lo cual reduciría la mala gestión de los desechos por parte del sector y empezarían a ser tratados como recurso (materia prima), material reciclable o desecho peligroso tratado, esta se muestra en la figura 35.

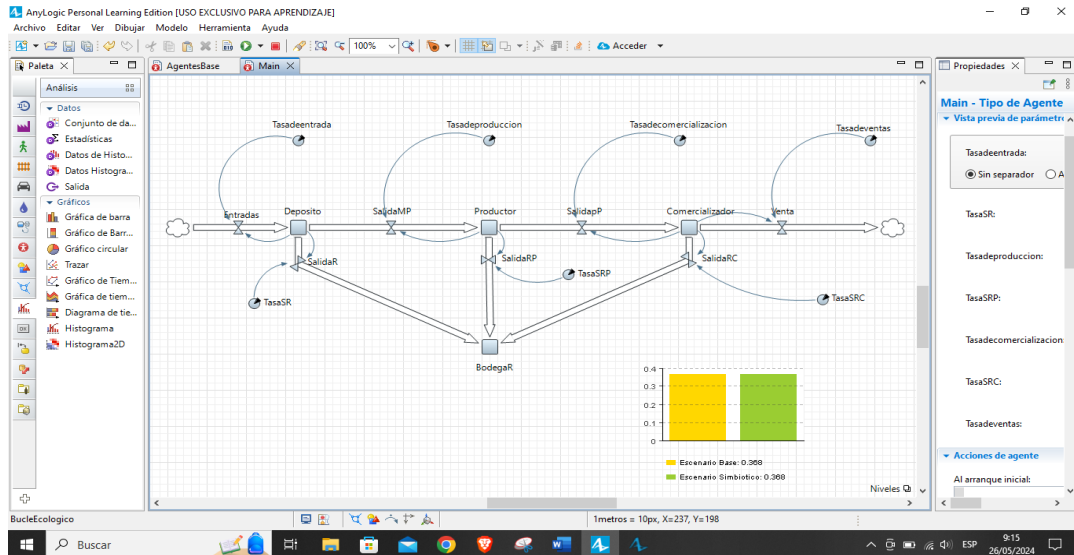
Figura 35 Comparación de escenario



Nota. Elaborado por el autor.

Modelo analítico del escenario simbiótico: Este modelo se basa en la herramienta mercado de subproductos, donde la creación de un nuevo agente gestor de los residuos permite reducir el impacto ambiental al encargarse de la gestión del material recolectado, mostrado en la figura 36.

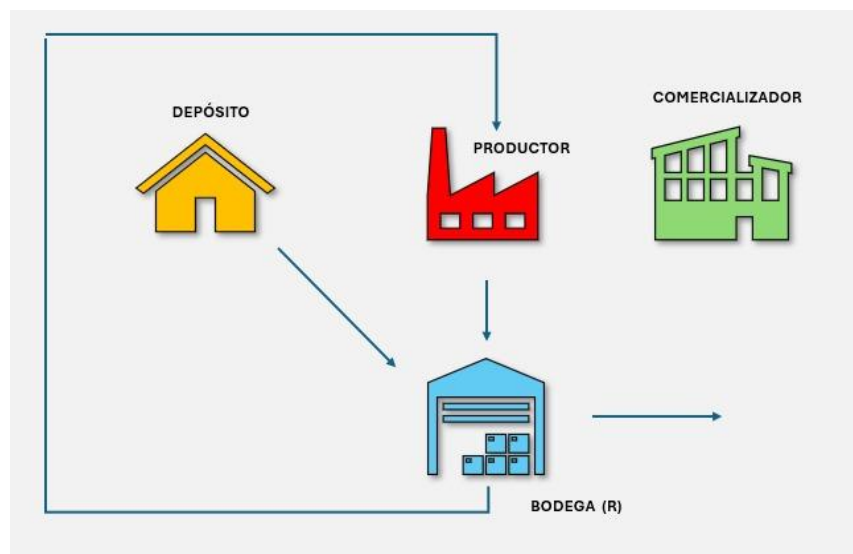
Figura 36 *Escenario simbiótico*



Nota. *Elaborado por el autor.*

Para efecto de visualización se establece el modelo sinérgico mostrado en la figura 37 donde se muestra el proceso de sinergia entre BodegaR y Productor, así mismo se muestra la salida que tiene BodegaR como resultado de la gestión de los residuos.

Figura 37 *Representación del modelo sinérgico*



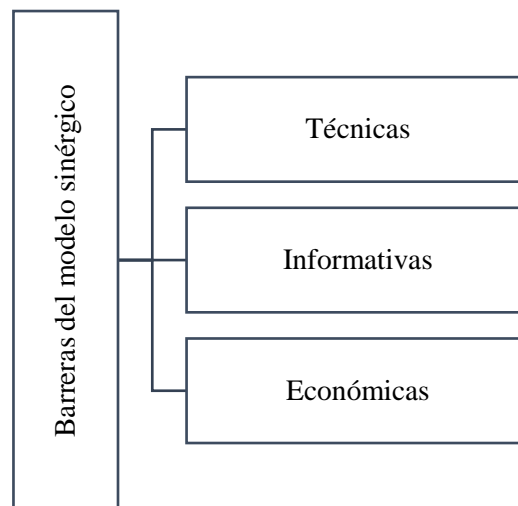
Nota. *Elaborado por el autor.*

Barreras de las sinergias en el sector maderero de la parroquia Atahualpa.

El sector madero de la parroquia Atahualpa se caracteriza por realizar procesos de manufactura, transformando la materia prima (madera) en productos terminados (muebles o enseres). El sector presenta características que facilitan o dificultan la implementación de la herramienta de ecología industrial, por lo tanto, deben considerarse al momento de realizar la propuesta.

En la tabla 25 se muestran las barreras que dificultan la oportunidad de sinergias en el sector, considerando aspectos técnicos, informativos y económicos, siendo estos considerados a partir de la recolección de datos realizada con anterioridad.

Tabla 25 *Barreras del modelo sinérgico*



Nota. *Elaborado por el autor.*

Barreras técnicas

Esta barrera hace referencia al grado de avances tecnológicos en el sector, influye de igual manera el conocimiento técnico del proceso que se realiza, ya que al existir innovación en los procesos productivos se pueden establecer conexiones entre las entidades participantes.

Barreras informativas

Esta barrera es imprescindible, en la encuesta que se realizó para el levantamiento de datos se identificó que existe desconocimiento sobre herramientas amigables con el medio ambiente. Este desconocimiento se justifica debido a que desde un inicio el sector se manejó con una producción lineal basada en consumir y producir.

Barreras económicas

En aspectos económicos, según el levantamiento de datos, las entidades participantes son negocios con un proceso de desarrollo limitado, esto reduce su interés en inversiones que involucren procesos sinérgicos.

Modelo de gestión para el manejo de residuos madereros

a) Política de gestión

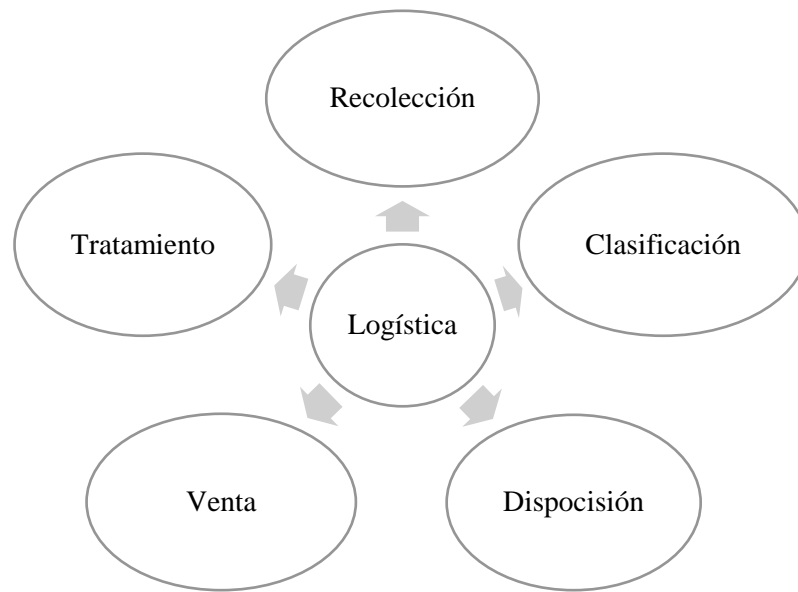
El alcance con el que se manejará la implementación de la política, se basa en los agentes participantes en el proyecto de investigación, siendo participantes “Depósito”, “Productor” y el nuevo agente definido por la teoría de juegos colaborativos con un enfoque simbiótico denominado como BodegaR.

El objetivo principal del modelo de gestión es reducir la generación de residuos en el sector, mediante la implementación de una herramienta de ecología industrial conocida como mercado de subproductos.

b) Logística del modelo de gestión

El actor encargado de la logística y gestión de los residuos es el agente “BodegaR”, este realizará actividades de recolección, clasificación, disposición de los residuos reutilizables, venta de los residuos reciclables y tratamiento de los residuos peligrosos, mostradas en la tabla 26.

Tabla 26 Logística del modelo



Nota. *Elaborado por el autor.*

Recolección: El proceso de recolección se fundamenta en una actividad organizada que cumplen con los requerimientos del proceso, la recolección de residuos en el punto de generación y el transporte hacia la BodegR, se considera que la recolección se realizará una vez por semana, de esta forma las entidades deberán cumplir con lo dispuesto, de esta forma se contrarresta lo indicado en la encuesta, se empezará a gestionar de manera autónoma los residuos, dejando a un lado la actividad de botar los desechos en el camión de basura.

Clasificación: En el proceso de clasificación se consideran varios aspectos ya que los residuos tienden a tener propiedades aprovechables o tratables, por ende, es necesaria la clasificación de estos residuos, considerados como:

- Residuos reutilizables: Los residuos reutilizables se caracterizan por servir como materia prima y ser reintegrados en el proceso productivo de alguna empresa, en este caso se considera que los retazos de madera serán potencialmente aprovechados en los talleres de artesanía.
- Residuos reciclables: Estos se caracterizan por tener propiedades plásticas (material PET tereftalato de polietileno), o propiedades vegetales (material proveniente de árboles de madera, procesado hasta obtener papel o cartón).
- Residuo peligroso: Estos serán destinados a empresas que se dediquen netamente al tratamiento de este tipo de material.

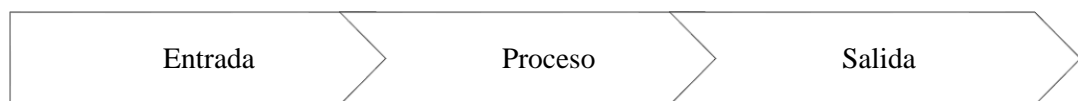
Disposición: la disposición se enfoca en el almacenamiento de los materiales clasificados, ya sean destinados a ser reintegrados a un proceso productivo por ser reutilizables, a la venta por ser reciclables y reutilizables, o destinados a otra entidad para ser tratados.

Venta: Una vez clasificados se procede a trasladar el material a su destino para ser procesado, en el caso de los retazos de madera se reintegra al proceso productivo en el subsector “Productor”, ya que este cuenta con carpinterías y talleres que pueden aprovechar las partes y generar un nuevo producto final, obteniendo beneficios lucrativos. Por otro lado, también se puede vender el plástico, papel y cartón para obtener ingresos.

Tratamiento: El proceso de tratamiento se realizará por parte de una empresa que se dedique netamente a la actividad en cuestión.

c) Actividades de logística

Tabla 27 *Actividades de logística*



Nota. *Elaborado por el autor.*

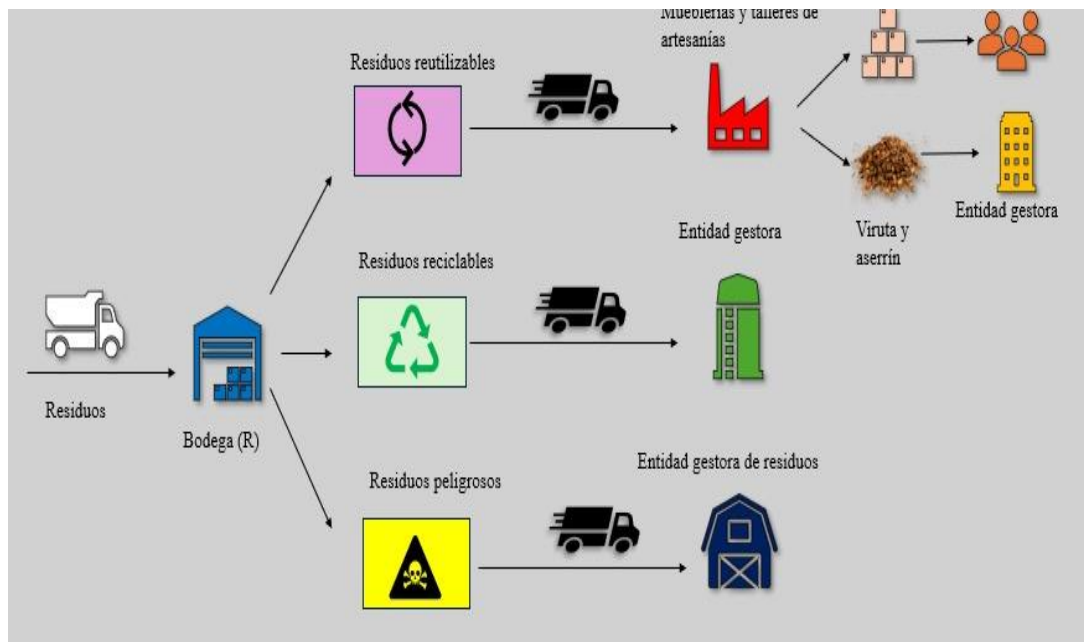
Entrada: Este proceso consta de varias actividades a realizar para cumplir con sus requerimientos, se empieza con la recepción del material, el acopio y clasificación del material.

Proceso: Una vez clasificado, el material se integra en bultos y se etiqueta acorde a sus especificaciones. Cuando el proceso esté culminado, se estará listo para el traslado.

Salida: La logística de salida se realiza mediante los pedidos que tenga la entidad, la empresa es la encargada de este proceso ya que la aproximación geográfica en el sector favorece al ahorro de combustible, factor clave para obtener un distintivo único e interesante.

En la figura 38 se muestra el proceso logístico que se propone realizar para gestionar los desechos que genera el sector, donde los residuos ingresan a la BodegaR, se clasifican los residuos en reutilizables, reciclables y peligrosos, seguido de la clasificación se direccionan a un nuevo proceso productivo, como es el caso de los residuos reutilizables. Estos son integrados en el proceso productivo en estas entidades y transforman los residuos en un producto final. Por otro lado, los residuos que se generan tienden a ser transportados a una entidad gestora de este tipo de desecho, Posteriormente, los reciclables y peligrosos son trasladados a entidades capacitadas en la gestión de este tipo de desechos.

Figura 38 Modelo extendido de la gestión de residuos



Nota. Elaborado por el autor.

Análisis financiero

El análisis financiero se basa en los valores salariales aplicados en el año 2024 emitidos por el Instituto de Seguridad Social (IESS), los rubros considerados en el análisis financiero se muestran a continuación. Los rubros necesarios para la implementación del agente se consideran en la siguiente tabla 28, donde se incluye el recurso humano, recurso tecnológico, oficina, herramientas y equipo de propuesta, considerando un activo fijo de \$25.680,97 dólares.

Tabla 28 *Presupuesto del proyecto*

Presupuesto del proyecto				
Rubro	Descripción	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo Total
Recurso Humano	Simulador	1	\$550,00	\$550,00
	Capacitaciones	2	\$150,00	\$300,00
Recurso tecnológico	Software	1	\$1.050,00	\$1.050,00
	Computadora	1	\$900,00	\$900,00
	Cursos de capacitación	1	\$50,00	\$50,00
Oficina	Oficina		\$3.000,00	\$3.000,00
	Insumos	1	\$50,00	\$50,00
Herramientas y equipo de propuesta	Mano de obra	4	\$648,23	\$2.592,92
	herramientas		\$51,86	\$51,86
	vehículo		\$12.000,00	\$12.000,00
Subtotal				\$20.544,78
10% de imprevistos				\$2.054,48
15% de reajuste				\$3.081,72
TOTAL		\$25.680,97		

Nota. Elaborado por el autor.

Para el desarrollo de la propuesta se considera el activo fijo de \$25.680,97 dólares, generando durante un periodo establecido de 5 años con una tasa de 10%. Con estos valores se procede a calcular VAN, TIR, PR, la conceptualización de los indicadores se muestra en la tabla 29.

Tabla 29 *Indicadores complementarios*

Indicadores complementarios	
TIR	Tasa Interna de Retorno, que es la tasa de los flujos que quedan invertidos en el proyecto.
VAN	Valor Actual Neto
PR	Periodo de Recuperación

Nota. Elaborado por el autor.

En la respectiva tabla 30 se muestran los valores referentes para el cálculo de las herramientas correspondientes, la tasa del 10% corresponde a \$1.299,13 dólares.

Tabla 30 *Total de inversión*

Tasa	10%	0,1
Total, de la inversión	\$25.680,97	\$2.568,10

Nota. *Elaborado por el autor.*

En la tabla 31 se detallan los cálculos pertinentes para el cálculo respectivo de las herramientas financieras mencionadas con anterioridad.

Tabla 31 *Cálculos VAN, TIR, PR*

	0	1	2	3	4	5
Flujo Fondo	- \$25.680,9 7	\$7.704,29	\$7.704,29	\$7.704,2 9	\$7.704,2 9	\$7.704,2 9
Saldo Actual de 10%	- \$25.680,9 7	\$7.003,90	\$6.367,18	\$5.788,3 5	\$5.262,1 4	\$4.783,7 6
Saldo Actualizado Acumulado	- \$25.680,9 7	- \$18.677,0 7	- \$12.309,8 9	- \$6.521,5 4	- \$1.259,4 0	\$3.524,3 5

Nota. *Elaborado por el autor.*

En la tabla 32 se muestran los cálculos respectivos para demostrar la confiabilidad del proyecto a emplear, el valor neto actual VNA corresponde a \$14.774,13, para contrastar este resultado se muestra el cálculo respectivo del valor actual net VAN es de \$14.774,13 reflejado como ganancia, con una tasa de retorno de TIR del 15,24%, misma que supera la planteada 10%, por lo tanto, la tasa de recuperación corresponde a cuatro años tres meses.

Tabla 32 *Calculo de herramientas financieras*

Cálculo de herramientas financieras	
TASA	10%
VNA	\$29.205,33
VAN (\$)	\$3.524,35
TIR (%)	15,24%
PR	4,26

Nota. *Elaborado por el autor.*

Para que la entidad no tenga pérdidas, a continuación, en la tabla 33 se muestran los costos fijos considerados como fijos al cabo de un mes.

Tabla 33 *Costos fijos*

Costos fijos mensuales	
Descripción	Importe
Bodega	\$ 500,00
Salarios	\$ 450,00
Servicios básicos	\$50,00
Depreciación	\$100,00
Otros	\$160,00
TOTAL, CF:	\$ 1.260

Nota. *Elaborado por el autor.*

En la tabla 34 se muestran los costos variables por kg considerados, esta información es necesaria para el cálculo del punto de equilibrio.

Tabla 34 *Costos variables*

Costos variables x kg	
Descripción	Importe
Costo de material	\$0,50
Logística	\$3,00
Mano de obra eventual	\$0,50
Energía	\$0,05
Mantenimiento	\$0,20
Otros	\$0,30
TOTAL, CVXKG:	\$ 5

Nota. *Elaborado por el autor.*

El precio de venta equivalente al material reciclado y retazos se muestran en la tabla 35 presentada a continuación.

Tabla 35 *Precio de venta*

	Material reciclado	Retazos de madera
Precio de venta:	\$1,00	\$2,00
		\$1,00

Nota. *Elaborado por el autor.*

La cantidad de equilibrio que se estima se debe vender al mes para no tener pérdidas económicas es de 355kg mensualmente, según cálculos realizados y mostrados en la tabla 36.

Tabla 36 C. Equilibrio

Cantidad de equilibrio	355kg
------------------------	--------------

Nota. *Elaborado por el autor.*

3.3. Marco de resultado

Con la finalidad de realizar un análisis exhaustivo referente al comportamiento del sector maderero de la parroquia Atahualpa, se llevó a cabo una revisión literaria de alcance en el capítulo I (sección 1.1), donde se realizó el bosquejo y selección de información idónea y fundamental para tener la base fundamental para el desarrollo de un estudio.

De igual forma, en este capítulo (sección 1.2) se empleó el análisis AHP para categorizar e identificar las herramientas necesarias para obtener información referente al comportamiento del sector en cuestión, lo que secuencialmente es base para el desarrollo del capítulo II.

El desarrollo del capítulo II corresponde a un enfoque cuantitativo descriptivo correlacional, consecutivamente se cumplió con lo dictaminado en los objetivos del estudio mediante la metodología desarrollada basada en la investigación de (De et al., 2022). El respectivo levantamiento de datos se realizó por la estratificación de muestra empleando criterio por conveniencia (sección 2.4.2), posteriormente se dio desarrollo al instrumento de recolección de información (Encuesta), misma que se validó por método estadístico siguiendo el proceso realizado por Martínez Ques et al., (2022), mismos donde se realizó una prueba piloto de 10 sujetos seleccionados al azar.

La investigación da desarrollo en el software Anylogic, donde se plantean tres escenarios, el primer escenario (escenario base) se realizó para muestra visual y se describe el proceso en el que estos sectores se desenvuelven, el modelo se basó en tres

agentes principales, “Depósito” donde se almacena la materia prima necesaria para el desarrollo de muebles o enseres de madera, “Productor” encargado de la transformación de la materia prima a producto terminado y “Comercializador” caracterizado por el almacenamiento del producto terminado y venta directa al cliente final.

En el segundo escenario (movimientos de sectores) simulado en el software mencionado en el párrafo anterior, se establecieron parámetros que funcionan como controladores cuantitativos para realizar el simulado. Estos obtenidos en la encuesta realizada, el valor resultante es el estimado monetario que resulta del proceso productivo de cada agente, una vez acabado el proceso de manufactura. Manteniendo el mismo enfoque, Ovalle Ramírez, (2018) en su investigación realizada con el objetivo de reducir el índice de contaminación en un sector, identificó inputs y outputs de las empresas consideradas para realizar el análisis, donde asemejó los residuos generados del proceso productivo y estos, al no tener un proceso de gestión, tienden a ser desechados. Cabe recalcar que en el sector analizado se presenta la misma situación, los desechos son desechados en los camiones de basura o botados informalmente, esto quiere decir que existe un valor monetario directamente proporcional al desecho generado en el proceso productivo.

En el tercer escenario del simulado en esta investigación cuenta con el mismo modelado mencionado en el párrafo anterior, pero se implementa un nuevo agente (BodegaR) comportándose como receptor y gestor de estos residuos. Esto se basa en la teoría de juegos con un enfoque de simbiótico entre los agentes basado en una herramienta de Ecología Industrial llamada mercado de subproductos, donde los residuos generados se convierten en materia prima de los agentes o son reciclados acordes al tipo de desecho receptado. Sustentando lo dicho con base a MacArthur, (2019) quien enfatiza que la implementación de herramientas de ecología industrial es fundamental para ser partícipes en el cambio de paradigma ecológico y promover con el desarrollo de este, además los beneficios se reflejan tanto ambiental como socialmente.

3.4. Limitaciones y futuras líneas de investigación

Al momento de establecer la población, no se contaba con una base de datos completa del sector maderero de la parroquia Atahualpa, ya que estas microempresas no se encontraban registradas en el Plan de Ordenamiento Territorial de la provincia de Santa Elena, por lo que se acudió a oficinas del Gad Parroquial de la parroquia para obtener la información requerida sobre el sector. Por otro lado, no existió colaboración por parte del sector, por lo que se empleó un muestreo por conveniencia.

CONCLUSIONES

- El pilar científico fundamental para el desarrollo de la propuesta de redes sinérgicas en el sector maderero se desarrolló a través de un análisis de alcance de la literatura, donde se seleccionaron 30 artículos con contenido base que muestra el proceso a seguir para realizar una metodología factible, sencilla y replicable en casos de estudios de análisis de agentes de un sector. Mediante un análisis AHP se expusieron las herramientas idóneas para el desarrollo de la propuesta.
- Los artículos que analizaron sectores mediante el uso de software y modelados basados en agentes fueron el respaldo para emplear una metodología cuantitativa, la cual consiste en fases lógicas secuenciales que permitieron la obtención de resultados, concretos, reales y fáciles de interpretar, lo que facilitó la toma de decisiones para la propuesta.
- El método empleado para validar el cuestionario fue la validación estadística, donde las pruebas realizadas en el software SPSS 27 fueron la prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra, prueba de correlaciones de Pearson y la prueba de KMO y Barlett.
 - El software Anylogic permitió analizar gráficamente el sector maderero estratificado en agentes, permitiendo analizar las sinergias existentes en el sector y la implementación de un nuevo agente denominado BodegaR.
 - El tercer escenario, considerado como el escenario simbiótico, y el análisis financiero, mostraron que el beneficio que se obtiene es del

45 % de la inversión, y el tiempo de recuperación de la inversión es de cuatro años y tres meses.

RECOMENDACIONES

- Emplear una herramienta de toma de decisiones es crucial para obtener información verídica y confiable, de esta forma el investigador consolida el conocimiento adquirido y puede realizar un trabajo bien estructurado, fácil de entender, comprensible y replicable.
- La selección de investigaciones relacionadas con el tema investigado hace factible el desarrollo de la investigación, puesto que, al tener información obtenida de motores de búsqueda confiable, refleja el nivel de indagación del investigador y consolida los procesos realizados en la misma.
- El proceso de validación de datos debe tener una metodología con secuencia lógica, basada en una investigación validada con anterioridad, caso contrario, el proceso realizado tendrá un bajo grado de confiabilidad.
 - El modelado, al ser un proceso complejo, requiere de una guía para poder simular el proceso sin contratiempos.
 - Realizar un modelado simbiótico y análisis financiero permite conocer la factibilidad que tiene la propuesta.

REFERENCIAS (o BIBLIOGRAFÍA)

- Aidimme. (2020). Guía de simbiosis industrial. *Asecam*.
- Alarcón castro, j., brañes alarcón, j., & brañes alarcón, j. (2022). *Diseño de una nueva arquitectura de materiales para el sector de la madera*. 163–170.
- Antía, r. (2022). *El modelo de economía circular aplicado al diseño de muebles de madera en uruguay*.
- Antonelli, m., basile, l., gagliardi, f., & isernia, p. (2022). The future of the mediterranean agri-food systems: trends and perspectives from a delphi survey. *Land use policy*, *120*, 106263. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106263>
- Araya, f. (2020). Modelación basada en agentes: *revista ingeniería de construcción*, *35*(2), 111–118. <https://doi.org/10.4067/s0718-50732020000200111>
- Arce bastias, f., & arena, a. P. (2022). Análisis del flujo de materiales de una red de simbiosis industrial en mendoza, argentina. *Ajea*, *15*. <https://doi.org/10.33414/ajea.1037.2022>
- Arrogante, o. (2022). Sampling techniques and sample size calculation: how and how many participants should i select for my research? In *enfermería intensiva* (vol. 33, issue 1, pp. 44–47). Ediciones doyma, s.l. <https://doi.org/10.1016/j.enfi.2021.03.004>
- Berbegal-bolsas, m., gasch-gallén, á., oliván-blázquez, b., porroche-escudero, a., fueyo-díaz, r., & magallón-botaya, r. (2022). Validación de la versión en español de la feminism and the women's movement scale en estudiantes universitarios. *Gaceta sanitaria*, *36*(2), 152–155. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2021.02.011>
- Bruno, b. D., & masut, a. (2021). *Simbiosis industrial en empresas argentinas y su impacto en el empleo*. https://www.ilo.org/buenosaires/publicaciones/wcms_803622/lang-es/index.htm

- Bustos, w. (2021). *La basura y los desechos sólidos en américa latina*. <https://executiveeducation.blog/themes/environment/la-basura-y-los-desechos-solidos-en-america-latina/>
- Camarena, j. (2022). *Estado del arte de modelos de negocio circulares: evidencia de américa latina*. <https://recai.uaemex.mx/article/view/17907/13703>
- Cara, a. (2020). Aplicación de los principios de simbiosis industrial a la gestión coordinada de redes de servicios en un complejo químico. *Upcommons*.
- Carrillo, g., vásquez angel, & solis sergio. (2020). Economía circular y ecodiseño en la industria del mueble. *Rd.udb.edu*.
- Chen, p. C., & liu, k. H. (2021). Development of an interactive industrial symbiosis query system with structured industrial waste database in taiwan. *Journal of cleaner production*, 297, 126673. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126673>
- Cisneros caicedo, a., urdánigo cedeño, j., guevara garcía, a., & garcés bravo, j. (2022). Técnicas e instrumentos para la recolección de datos que apoyan a la investigación científica en tiempo de pandemia. *Núm. 1. Enero-marzo*, 8, 1165–1185. <https://doi.org/10.23857/dc.v8i41.2546>
- Collaguazo gaibor, r. O. (2022). *Plan de manejo integral de residuos sólidos urbanos en la parroquia rural de san antonio de ibarra*. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/13068>
- De, a., gorton, m., hubbard, c., & aditjandra, p. (2022). Optimization model for sustainable food supply chains: an application to norwegian salmon. *Transportation research part e: logistics and transportation review*, 161, 102723. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2022.102723>
- Del cid, a., méndez, r., & sandoval, f. (2011). *Investigación. Fundamentos y metodología segunda edición*.
- Díaz, p. (2021). *Simbiosis industrial ec: la herramienta idónea para el ejercicio de una economía circular*. <https://revistaindustrias.com/simbiosis-industrial-ec-la-herramienta-idonea-para-el-ejercicio-de-una-economia-circular/>

- Figueredo, a. L. F., aguilar, r. F. L., & roselló, m. M. M. (2019). Procedimiento para el procesamiento de información científica en la dpi de la carrera ingeniería forestal. *Biblios journal of librarianship and information science*, 0(75), 46–61. <https://doi.org/10.5195/biblios.2019.473>
- Fraccascia, l., & giannoccaro, i. (2020). What, where, and how measuring industrial symbiosis: a reasoned taxonomy of relevant indicators. *Resources, conservation and recycling*, 157, 104799. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104799>
- Fuentes barrera, g. A., gabarrell i durany, x., rieradevall pons, j., & guerrero erazo, j. G. (2021). Trends in global research on industrial parks: a bibliometric analysis from 1996–2019. *Heliyon*, 7(8), e07778. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07778>
- Galvan-cara, a. L., graells, m., & españa, a. (2022). Application of industrial symbiosis principles to the management of utility networks. *Applied energy*, 305, 117734. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.117734>
- Gras ortega, m. E., & gomez gomez, m. V. (2021). *Hacia la circularidad del sector del mueble*. <https://www.researchgate.net/publication/352787303>
- Harfeldt-berg, l., & harfeldt-berg, m. (2023). Connecting organizational context to environmental sustainability initiatives and industrial symbiosis: empirical results and case analysis. *Sustainable production and consumption*, 40, 210–219. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.06.023>
- Herath, p., dissanayake, p., & thisakya, g. (2023). The potential of industrial symbiosis: an analysis of barriers to its implementation for better waste management in industrial zones in sri lanka. *World construction symposium*, 1, 1064–1078. <https://doi.org/10.31705/wcs.2023.85>
- Hernández mar, r. (2021). *La ecología industrial en méxico*. <https://www.researchgate.net/publication/350889615>
- Hernández sampieri, r., & mendoza torres, c. P. (2018). *Metodología de la investigación : las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*.

- Hua, x., liu, j., & sun, g. (2023). Urban industrial solid waste metabolism based on ecological network analysis: a case study of tianjin. *Cleaner and responsible consumption*, 9, 100117. <https://doi.org/10.1016/j.clrc.2023.100117>
- Jato espino, d., & ruiz puente, c. (2020). Fostering circular economy through the analysis of existing open access industrial symbiosis databases. *Sustainability (switzerland)*, 12(3). <https://doi.org/10.3390/su12030952>
- Kay, c. (2023). Estrategia de desarrollo sinérgico, un desafío para américa latina. *El trimestre económico*, 90(359), 867–901. <https://doi.org/10.20430/ete.v90i359.1946>
- Kudláč, š., štefancová, v., & majerčák, j. (2017). Using the saaty method and the fmea method for evaluation of constraints in logistics chain. *Procedia engineering*, 187, 749–755. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.433>
- López maría. (2021). *Modelo de identificación de oportunidades de simbiosis industrial en la industria del plástico.*
- Lucas arteaga, r., & coello pisco, s. (2024). Estudio de caso simbiosis industrial y su relación con la economía circular en el contexto de la industria ecuatoriana 4_0. *Research article*. 379407729_estudio_de_caso_simbiosis_industrial_y_su_relacion_con_la_economia_circular_en_el_contexto_de_la_industria_ecuatoriana_4_0
- Lybæk, r., christensen, t. B., & thomsen, t. P. (2021). Enhancing policies for deployment of industrial symbiosis – what are the obstacles, drivers and future way forward? *Journal of cleaner production*, 280, 124351. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124351>
- Lyu, y., liu, y., guo, y., sang, j., tian, j., & chen, l. (2022). Review of green development of chinese industrial parks. *Energy strategy reviews*, 42, 100867. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2022.100867>
- Macarthur, e. (2019). *Completando la imagen cómo la economía circular ayuda a afrontar el cambio climático.*

- Manterola, c., grande, l., otzen, t., garcía, n., salazar, p., quiroz, g., manterola, c., grande, l., otzen, t., garcía, n., salazar, p., & quiroz, g. (2018). Confiabilidad, precisión o reproducibilidad de las mediciones. Métodos de valoración, utilidad y aplicaciones en la práctica clínica. *Revista chilena de infectología*, 35(6), 680–688. <https://doi.org/10.4067/s0716-10182018000600680>
- Martín garcía, o. (2020). La cooperación como instrumento para mejorar la competitividad y la sostenibilidad del sector industrial y empresarial. *Economía industrial, issn 0422-2784, n° 416, 2020 (ejemplar dedicado a: transición eco-industrial)*, págs. 23-38, 416, 23–38. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8008726&info=resumen&idioma=spa>
- Martínez ques, á. A., braña marcos, b., martín arribas, c., vázquez campo, m., rumbo prieto, j. M., lópez castro, j., herrero olivera, l., & gómez salgado, j. (2022). Diseño y validación de un instrumento sobre calidad de la planificación anticipada de decisiones para profesionales. *Gaceta sanitaria*, 36(5), 401–408. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2021.11.002>
- Martins, j. (2022). *¿qué es la sinergia?* <https://asana.com/es/resources/what-is-synergy>
- Mayo abarca, j. A., martínez figueroa, g. I., cárdenas villarreal, v. M., & cruz Chávez, n. E. (2023). Estrategias de prevención de la obesidad durante los primeros mil días de vida: revisión de alcance. *Región y sociedad*, 35, e1795. <https://doi.org/10.22198/rys2023/35/1795>
- Meng, f., tian, y., han, c., band, s. S., arya, v., & alhalabi, m. (2023). Study on value symbiosis and niche evolution of the corporate venture capital ecological community for innovation and knowledge. *Journal of innovation & knowledge*, 8(3), 100363. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2023.100363>
- Michelle, i., & santos, z. (2023). *Historia de los enfoques cuantitativo, cualitativo y mixto: raíces y momentos decisivos*. <http://www.eumed.net/libros-gratis/2015/1499/index.htm>

- Mollo, s. E. C. (2023). Diseños de investigación cualitativa y cuantitativa. *Ciencia latina revista científica multidisciplinar*, 7(4), 1865–1879. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7016
- Muñoz, d. (2022). Alternativas de economía circular con enfoque de simbiosis industrial para el aprovechamiento de biomasa obtenida en el cierre de ciclos de materiales en las empresas pulpoza, dos molinos y la finca “la maquina” ubicadas en el departamento de quindío. *Unbosque*.
- Muyulema allaica, j. C., & ruiz puente, c. (2022). Framework proposal for the design of lean circular production systems based on case studies. *Dyna*, 97(5), 515–521. <https://doi.org/10.6036/10540>
- Muyulema-allaica, j. C., usca-veloz, r. B., sellán-vera, k. B., matias-pillasagua, v. M., & pucha-medina, p. M. (2023). Sustainable industrial parks and their impact in ecuador: a systematic review of the literature. *International journal of professional business review*, 8(10), e03493. <https://doi.org/10.26668/businessreview/2023.v8i10.3493>
- Neri, a., buthuri, m. A., lolli, f., & gamberini, r. (2023). Inter-firm exchanges, distributed renewable energy generation, and battery energy storage system integration via microgrids for energy symbiosis. *Journal of cleaner production*, 414, 137529. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137529>
- Ollora triana, n., isidori, e., & lópez perea, e. M. (2023). Práctica de danza como actividad saludable a lo largo de la vida. Revisión de alcance. *Sportis. Scientific journal of school sport, physical education and psychomotricity*, 9(2), 366–387. <https://doi.org/10.17979/sportis.2023.9.2.9371>
- Ospina, c. (2019). Detección de sinergias de simbiosis industrial aplicadado a sistemas productivos en el corredor industrial manufacturero de los municipios de pereira y dosquebradas, risaralda. *Repository.unad.edu*.
- Ovalle ramírez, a. A. (2018). Propuesta de modelo de simbiosis industrial en chile aplicación al parque industrial de la reina. *Opendoar*.

- Patricio, j., kalmykova, y., rosado, l., cohen, j., westin, a., & gil, j. (2022). Method for identifying industrial symbiosis opportunities. *Resources, conservation and recycling*, 185, 106437. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106437>
- Piedad, n., & montoya, m. (2005). ¿qué es el estado del arte? *Ciencia y tecnología para la salud visual y ocular*, 3(5), 73–75. <https://doi.org/https://doi.org/10.19052/sv.1666>
- Preciado-saldaña, a., ruiz-canizales, j., villegas-ochoa, m., domínguez-ávila, a., & gonzález-aguilar, g. (2022). *Aprovechamiento de subproductos de la industria agroalimentaria. Un acercamiento a la economía circular*. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81373798002>
- Qu, d. (2023). Unfss+2: la fao destaca el poder de transformar los sistemas agroalimentarios para la acción climática. *Fao publications catalogue 2023*. <https://doi.org/10.4060/cc7285en>
- Rae. (2024). *Barrera | definición | diccionario de la lengua española*. <https://dle.rae.es/barrera>
- Ramos-galarza, c. A. (2020). Alcances de una investigación. *Cienciamérica*, 9(3), 1–6. <https://doi.org/10.33210/ca.v9i3.336>
- Receco. (2020). *Biomasa con astillas de madera reciclada*. <https://paletsrecicladosmadrid.es/biomasa-con-astillas-de-madera-reciclada/>
- Rodríguez pérez, i. (2020). Cadenas de suministro y anylogic. *Políticas, casos de estudio, técnicas de simulación y programas de competencias en la educación de logística y cadena de suministro en México*, 15–26. <https://doi.org/10.35429/h.2020.1.15.26>
- Ruiz, c. (2021). Proposal of a conceptual model to represent urban-industrial systems from the analysis of existing worldwide experiences. *Sustainability (switzerland)*, 13(16). <https://doi.org/10.3390/su13169292>
- Ruiz puente, c., & jato espino, d. (2020). Systemic analysis of the contributions of co-located industrial symbiosis to achieve sustainable development in an industrial

park in northern Spain. *Sustainability (Switzerland)*, 12(14), 1–26.
<https://doi.org/10.3390/su12145802>

Sánchez, A., & Vayas, T. (2020). *Sector maderero Ecuador*.

Sánchez, J., Lesmes, M., González-Soltero, R., R-learte, A. I., García Barbero, M., & Gal, B. (2021). Iniciación a la investigación en educación médica: guía práctica metodológica. *Educación médica*, 22, 198–207.
<https://doi.org/10.1016/j.edumed.2021.04.004>

Schlüter, I., Mortensen, I., Drustrup, R., Gjerding, A. N., Kørnøv, I., & Lyhne, I. (2022a). Uncovering the role of the industrial symbiosis facilitator in literature and practice in Nordic countries: an action-skill framework. *Journal of Cleaner Production*, 379, 134652. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134652>

Schlüter, I., Mortensen, I., Drustrup, R., Gjerding, A. N., Kørnøv, I., & Lyhne, I. (2022b). Uncovering the role of the industrial symbiosis facilitator in literature and practice in Nordic countries: an action-skill framework. *Journal of Cleaner Production*, 379, 134652. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134652>

Schlüter, I., Mortensen, I., Gjerding, A. N., & Kørnøv, I. (2023). Can we replicate eco-industrial parks? Recommendations based on a process model of EIP evolution. *Journal of Cleaner Production*, 429, 139499. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.139499>

Sellitto, M. A., Murakami, F. K., Butturi, M. A., Marinelli, S., Kadel, N., & Rimini, B. (2021). Barriers, drivers, and relationships in industrial symbiosis of a network of Brazilian manufacturing companies. *Sustainable Production and Consumption*, 26, 443–454. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.09.016>

Silva, M. G., Carvalho, T. S. De, Castagna, A. G., Strauhs, F. Do R., & Piekarski, C. M. (2022). The role of online platforms to enable the process of industrial symbiosis: an analysis of tools available in the market. *Cleaner Production Letters*, 3, 100021. <https://doi.org/10.1016/j.clpl.2022.100021>

Torre-Marín, C., Granados, S., Herrera, R., & Martínez, R. (2009). *Ecología industrial y desarrollo sustentable*. 63–70.

- Unidas, n. (2023). *Economía circular en américa latina y el caribe: oportunidad para una recuperación transformadora*. [Www.cepal.org/apps](http://www.cepal.org/apps)
- Yang, n. H. N., & yang, a. (2022). Urban bioeconomy: uncovering its components, impacts and the urban bio-symbiosis. *Cleaner production letters*, 3, 100015. [Https://doi.org/10.1016/j.clpl.2022.100015](https://doi.org/10.1016/j.clpl.2022.100015)
- Yu, y., yazan, d. M., bhochhibhoya, s., & volker, l. (2021). Towards circular economy through industrial symbiosis in the dutch construction industry: a case of recycled concrete aggregates. *Journal of cleaner production*, 293, 126083. [Https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126083](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126083)
- Zúñiga, e. A., chambi, s. C., carbajal, c. C., meléndez, f. R. A., figueroa, i. T., viveros, w. Y., & coaquira, j. E. Q. (2022). La correlación de pearson o de spearman en caracteres físicos y textiles de la fibra de alpacas. *Revista de investigaciones veterinarias del Perú*, 33(3), e22908. [Https://doi.org/10.15381/rivep.v33i3.22908](https://doi.org/10.15381/rivep.v33i3.22908)

ANEXOS

Anexo 1 Metodología Saaty AHP

The screenshot displays an Excel spreadsheet titled 'PlantillaSAATV - Excel' with the following data:

Criterios								
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
C1	1	0,50	1	2	0,50	0,50	2	0,50
C2	2	1	2	0,50	2	2	2	2
C3	1	0,50	1	1	0,50	1	0,33333	0,5
C4	0,50	2	1	1	0,50	0,50	2	0,5
C5	2	0,50	2	2	1	0,50	0,5	0,33333
C6	2	0,50	1	2	2	1	2	0,5
C7	0,50	0,5	3	0,5	2	0,5	1	0,5
C8	2	0,5	2	2	3	2	2	1
Total	11,00	6,00	12,50	11,00	11,50	8,00	11,83	5,83

Matriz normalizada									Pond
C1	0,09	0,08	0,04	0,18	0,04	0,06	0,17	0,09	0,09
C2	0,18	0,17	0,16	0,05	0,17	0,25	0,17	0,24	0,19
C3	0,09	0,08	0,08	0,09	0,04	0,13	0,03	0,09	0,08
C4	0,05	0,33	0,08	0,09	0,04	0,06	0,17	0,09	0,11
C5	0,18	0,08	0,16	0,18	0,09	0,06	0,04	0,06	0,11
C6	0,18	0,08	0,08	0,18	0,17	0,13	0,17	0,09	0,14
C7	0,05	0,08	0,24	0,05	0,17	0,06	0,08	0,09	0,10
C8	0,18	0,08	0,16	0,18	0,26	0,25	0,17	0,17	0,18

A x P	
C1	0,872
C2	1,643
C3	0,694
C4	1,029
C5	0,953
C6	1,234
C7	0,908
C8	1,645
Suma	8,979

Indice de consistencia	CI = (máx-n) / (n-1)	0,13979
Consistencia aleatoria <td>RI = (1,98 * (n-2)) / n</td> <td>1,48500</td>	RI = (1,98 * (n-2)) / n	1,48500
Relacion de consistencia <td>CR = CI / RI</td> <td>0,09414</td>	CR = CI / RI	0,09414

Criterios	Ponderacion
•Plataformas y herramientas orientadas en Simbiosis Industrial	0,09
•Modelo de simbiosis industrial basada en entrada y salida de residuos (MESR)	0,19
•Políticas de simbiosis industrial	0,08
•Modelado de simbiosis industrial basado en agentes (MBA)	0,11
•Facilitador de simbiosis industrial	0,11
•Modelo de negocios circulares	0,14
•Modelo de simbiosis industrial basada en Simbiosis Industrial	0,10

Nota. Elaborado por el autor.

Anexo 2 Cuestionario para la recolección de datos

Objetivo del instrumento de investigación: Recolectar datos a través de un formulario para la obtención de información que permita el desarrollo de un diseño de redes sinérgicas en el sector maderero de la parroquia Atahualpa

Indicación: La aplicación del cuestionario tiene fines académicos y consta de distintos tipos de interrogantes, por favor, lea con atención y seleccione la respuesta que considere conveniente, donde 5. Totalmente de acuerdo 4. De acuerdo 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo 2. En desacuerdo 1. Totalmente en desacuerdo.

Desarrollar este cuestionario le tomará poco tiempo. Se agradece su colaboración.

Cuestionario

1) ¿Cuántos años lleva realizando la actividad a la que se dedica?

- | | |
|----------|----------|
| 1) 1-5 | 4) 16-20 |
| 2) 6-10 | 5) 21-25 |
| 3) 11-15 | |

2) ¿Emplea usted una herramienta amigable con el medio ambiente para reducir los desechos que genera el proceso productivo?

- | | |
|-------|-------|
| 1) Si | 5) No |
|-------|-------|

3) ¿Qué tipo de herramienta emplea para reducir los desechos que genera el proceso productivo?

- | | |
|--|-------------------------------|
| 1) Simbiosis industrial | 3) Plan de manejo ambiental |
| 2) Buenas prácticas de manufactura (BPM) | 4) No se emplean herramientas |
| | 5) Reciclaje |

4) ¿Cuál es su principal actividad productiva?

- | | |
|---|--|
| 1) Venta de materia prima(madera) o insumos | 5) Comercialización de muebles o enseres |
| 3) Elaboración de muebles o enseres | |

5) ¿Cuál es su inversión mensual en la actividad a la que se dedica?

- | | |
|----------------|------------------|
| 1) \$400-\$500 | 4) \$1000-\$1100 |
| 2) \$600-\$700 | 5) \$1200-\$1300 |
| 3) \$800-\$900 | |

6) Cual es su costo de transporte?

- | | |
|--------------|---------------|
| 1) \$10-\$50 | 2) \$60-\$100 |
|--------------|---------------|

3) \$110-\$150

5) \$210-\$250

4) \$160-\$200

7) ¿Existe intercambio de desechos/desperdicios entre agentes?

1) Si

5) No

8) ¿Considera usted necesario emplear herramientas amigables con el medio ambiente para reducir el índice de contaminación?

1) Si

5) No

9) ¿Qué tipo de residuo no peligroso deja la actividad productiva que realiza?

1) Plásticos

4) Cartón

2) Vidrio

5) Retazos de madera

3) Papel

10) ¿Qué tipo de residuo peligroso deja la actividad productiva que realiza?

1) Pegantes

4) Nata de laca catalizada

2) Lubricante

5) Envases contaminados

3) Guaipes contaminados

11) ¿Como gestiona usted sus residuos no peligrosos?

1) Se recicla

4) Se bota informalmente

2) Gestión interna

5) Camión de basura

3) Se vende

12) ¿Como gestiona usted sus residuos no peligrosos

1) Se recicla

4) Se bota informalmente

2) Gestión interna

5) Camión de basura

3) Se vende

13) Marque con una X, ¿cuál es el consumo (m³) de agua que genera mensualmente?

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| 1) 10-50m ³ | 4) 160-200m ³ |
| 2) 60-100m ³ | 5) 210-250m ³ |
| 3) 110-150m ³ | |

14) Marque con una X, ¿cuál es el consumo (kWh) de energía eléctrica mensualmente?

- | | |
|----------------|----------------|
| 1) 60-100 kWh | 4) 210-250 kWh |
| 2) 110-150 kWh | 5) 260-300kW |
| 3) 160-200 kWh | |

15) En la siguiente lista, ¿cuál es su principal fuente de consumo eléctrico?

- | | |
|-----------------------|----------------------------|
| 1) Equipos de oficina | 4) Herramientas portátiles |
| 2) Entretenimiento | 5) Maquinas industriales |
| 3) Iluminación | |

16) En la siguiente lista ¿Cuál es su principal fuente de consumo de agua?

- 1) Refrigerar maquina
- 2) Limpieza de equipos y materiales
- 3) Sanitario
- 4) Consumo diario
- 5) Todas las antes mencionada

Anexo 3 Validación estadística

Pruebas NPar

[ConjuntoDatos0] C:\Users\USER\Documents\Prueba Piloto.sav

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

	REDESSINE RGICAS	RESIDUOSS ECTOR	
N	10	10	
Parámetros normales ^{a,b}	Media	29,50	
	Desv. Desviación	2,915	
Máximas diferencias extremas	Absoluta	,104	
	Positivo	,171	
	Negativo	-,143	
Estadístico de prueba	,104	,171	
Sig. asin. (bilateral) ^c	,200 ^d	,200 ^d	
Sig. Monte Carlo (bilateral) ^e	Sig.	,991	
	Intervalo de confianza al 99%	Límite inferior	,989
	Límite superior	,994	

a. La distribución de prueba es normal.
 b. Se calcula a partir de datos.
 c. Corrección de significación de Lilliefors.
 d. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
 e. El método de Lilliefors basado en las muestras 10000 Monte Carlo con la semilla de inicio 926214481.

NPARTESTS
 /K-S(NORMAL)=REDESSINERGICAS RESIDUOSSECTOR

Nota. Elaborado por el autor.

RELIABILITY

/VARIABLES=D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8
 /SCALE(*ALL VARIABLES*) ALL
 /MODEL=ALPHA.

Fiabilidad

Escala: ALL VARIABLES

Resumen de procesamiento de casos

	N	%
Casos Válido	10	100,0
Excluido ^a	0	,0
Total	10	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,721	8

Nota. Elaborado por el autor.

Anexo 4 Check list

Check list		
Bodega	\$	500,00
Salarios	\$	450,00
Servicios básicos	\$	50,00
Depreciación	\$	100,00
Otros	\$	160,00
Costo de material	\$	0,50
Logística	\$	3,00
Mano de obra eventual	\$	0,50
Energía	\$	0,05
Mantenimiento	\$	0,20
Otros	\$	0,30
Material reciclado	\$	1,00
Retazos de madera	\$	2,00

Nota. *Elaborado por el autor.*

Anexo 5 Evidencia de recolección de datos





