



UPSE

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO**

TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

**MODELO DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA PROCESADORA
DE AVES DE CORRAL, CANTÓN LA LIBERTAD, ECUADOR
AÑO 2025**

AUTOR

Quinde López Airton Mario

**TRABAJO DE TITULACIÓN EN MODALIDAD DE INFORME
DE INVESTIGACIÓN**

**Previo a la obtención del grado académico en
MAGÍSTER EN GESTIÓN AMBIENTAL**

TUTOR

PhD. Pino Peralta Sergio

La Libertad, Ecuador

2026



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

**PhD. Roxana Álvarez Acosta
COORDINADORA(E) DEL
PROGRAMA**

**PhD. Sergio Pino Peralta
TUTOR**

**PhD. Ana Grijalva Endara
DOCENTE ESPECIALISTA**

**PhD. Rolando Calero Mendoza
DOCENTE ESPECIALISTA**

**Ab. María Rivera González, Mgtr.
SECRETARIA GENERAL
UPSE**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO**

CERTIFICACIÓN

Certifico que luego de haber dirigido científica y técnicamente el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por el cual apruebo en todas sus partes el presente trabajo de titulación que fue realizado en su totalidad por Airton Mario Quinde López, como requerimiento para la obtención del título de Magíster en Gestión Ambiental.

TUTOR

PhD. Pino Peralta Sergio Leonardo

25 días del mes de julio del año 2026



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Airtón Mario Quinde López

DECLARO QUE:

El trabajo de Titulación, (Modelo de gestión ambiental para procesadora de aves de corral, cantón La Libertad, Ecuador año 2025) previo a la obtención del título en Magister en Gestión Ambiental, 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 total autoría.

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

La Libertad, a los 25 días del mes de julio del año 2026

EL AUTOR

Airtón Mario Quinde López



UPSE

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO**

CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO

Certifico que después de revisar el documento final del trabajo de titulación denominado (MODELO DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA PROCESADORA DE AVES DE CORRAL, CANTÓN LA LIBERTAD, ECUADOR AÑO 2025), presentado por el estudiante, **Airton Mario Quinde López** fue enviado al Sistema Antiplagio TURNITIN, presentando un porcentaje de similitud correspondiente al 10%, por lo que se aprueba el trabajo para que continúe con el proceso de titulación.

Airton Mario Quinde López

**MODELO DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA PROCESADORA DE
AVES DE CORRAL, CANTÓN LA LIBERTAD, ECUADOR AÑO 2025**

Quick Submit
Quick Submit
INTEGRACIÓN CURRICULAR - TITULACIÓN

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::13616703641

Fecha de entrega

24 jul 2026, 2:54 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

24 jul 2026, 3:09 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

Tesis_SoloTexto_Revision.pdf

Tamaño del archivo

236.1 KB

38 páginas

9148 palabras

52.696 caracteres

10% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Fuentes principales

10% Fuentes de Internet

0% Publicaciones

0% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

TUTOR

PhD. Pino Peralta Sergio Leonardo



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO**

AUTORIZACIÓN

Yo, Airton Mario Quinde López

Autorizo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de informe de investigación con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este artículo académico dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor

La Libertad, a los 25 días del mes de julio del año 2026

EL AUTOR

Airton Mario Quinde López

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por cada día que paso junto a mí muy querida familia, a mi esposa que es mi pilar fundamental para seguir avanzando, a mis docentes que me impartieron su conocimiento.

Airton Mario Quinde López

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado para toda mi familia que me ha brindado la ayuda para poder seguir avanzando en el desarrollo de mi trayectoria profesional, con este nuevo logro de un cuarto nivel en un área relacionada a mi profesión

Airton Mario Quinde López

ÍNDICE GENERAL

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	II
CERTIFICACIÓN.....	III
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	IV
DECLARO QUE:	IV
CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO	V
AUTORIZACIÓN	VI
AGRADECIMIENTO	VII
DEDICATORIA.....	VIII
ÍNDICE GENERAL	IX
ÍNDICE DE TABLAS	XV
ÍNDICE DE FIGURAS	XVI
Resumen.....	XVII
Abstract.....	XVIII
Introducción	1
Planteamiento de la Investigación	3
Brecha de Conocimiento / <i>Research Gap</i>	3
Formulación del Problema de Investigación	4
Objetivo General.....	4

Objetivos Específicos	4
Planteamiento Hipotético	5
Capítulo 1.....	6
Marco Referencial.....	6
1.1 Desarrollo Sostenible	6
1.2 Industria Avícola en el Ecuador	6
1.2.1 Crianza de Pollos en Ecuador	7
1.2.2 Carne de Pollo.....	7
1.3 Faenamiento de Aves de Corral	8
1.3.1 Recepción y Espera.....	10
1.3.2 Aturdimiento Eléctrico	11
1.3.3 Degüelle y Desangrado	11
1.3.4 Escaldado	11
1.3.5 Pelado (Retiro de Plumas)	11
1.3.6 Eviscerado.....	12
1.3.7 Pesado y Empaquetado	12
1.3.8 Distribución	12
1.4 Impactos Ambientales de la Actividad Avícola.....	12
1.4.1 Contaminación del Recurso Hídrico.....	13

1.4.2	Generación de Residuos Sólidos y Subproductos.....	13
1.4.3	Emisiones Atmosféricas y Vectores	13
1.5	Brecha de Conocimiento (Research Gap)	14
1.6	Tratamiento y Gestión de Residuos y Efluentes Avícolas	14
1.6.1	Línea de Tratamiento de Efluentes Líquidos (Aguas Residuales).....	15
1.7	Modelos de Gestión Ambiental y Producción Más Limpia (P+L)	17
1.7.1	Sistemas de Gestión Ambiental (SGA) y el Ciclo PHVA	17
1.7.2	Estrategia de Producción Más Limpia (P+L) en el Sector Avícola.....	18
1.8	Marco Legal Ambiental Aplicado al Sector Agroindustrial en el Ecuador	20
1.8.1	Constitución de la República del Ecuador	21
1.8.2	Código Orgánico del Ambiente (COA) y su Reglamento	21
1.8.3	Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA)	22
Capítulo 2		24
	Metodología	24
2.1	Contexto De La Investigación.....	24
2.2	Diseño y Alcance de la Investigación	24
2.2.1	Diseño de la Investigación	24
2.2.2	Alcance de la Investigación	24

2.3 Tipo y Métodos de Investigación	25
2.3.1 Dimensión Cuantitativa	26
2.3.2 Dimensión Cualitativa	26
2.4 Métodos de Investigación	26
2.4.1 Método Analítico	27
2.4.2 Método Sintético	27
2.5 Población y muestra	27
2.5.1 Población	27
2.5.2 Muestra y Tipo de Muestreo	28
2.5.3 Operacionalización de Variables	30
2.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	30
2.6.1 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	31
2.6.2 Técnicas e Instrumentos Cuantitativos	31
2.7 Procesamiento de la evaluación: Validez y confiabilidad de los instrumentos aplicados para el levantamiento de información.	32
2.7.1 Validez de los Instrumentos cualitativos (Juicio de Expertos)	32
2.7.2 Confiabilidad de los Instrumentos y Datos Cuantitativos	32
2.8 Matriz de Consistencia Metodológica Global	33
Capítulo 3.....	36

Resultados y Discusión	36
3.1 Diagnóstico Ambiental y Operativo de la Planta Avícola (Objetivo Específico 1)	36
3.1.1 Matriz de Identificación de Aspectos y Evaluación de Impactos Ambientales (Matriz Leopold/Aptitud)	36
3.1.2 Balance Consolidados e Indicadores de Línea Base.....	37
3.2 Desarrollo del Modelo de Gestión Ambiental Integral (MGA) bajo P+L (Objetivo Específico 2).....	38
3.2.1 Estratificación del Modelo bajo el Ciclo PHVA	38
3.2.2 Política Ambiental del Establecimiento.....	39
3.2.3 Programas de Manejo Ambiental (PMA/P+L)	39
3.3 Evaluación del Impacto y Comprobación del Supuesto de Investigación (Objetivo Específico 3).....	40
3.3.1 Cuadro Comparativo de Indicadores Ambientales Optimizados.....	41
3.3.2 Comprobación Estadístico-Analítica de la Hipótesis de Investigación	41
3.4 Discusión de Resultados	42
3.5 Aspectos Complementarios del Modelo	44
3.5.1 Limitaciones de la Investigación	44
3.5.2 Aporte Científico, Técnico, Metodológico y Replicabilidad de la Propuesta.....	44

3.5.3 Evaluación de Factibilidad de la Propuesta	45
Conclusiones	47
Recomendaciones	49
Referencias	50
Anexos	55
Anexo A	55
Anexo B	60
Anexo C	62
Anexo D	64
Anexo E.....	70
Anexo F.....	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	20
Tabla 2	30
Tabla 3	34
Tabla 4	37
Tabla 5	41
Tabla 6	60
Tabla 7	62
Tabla 8	70
Tabla 9	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	10
Figura 2	38
Figura A. 1	55
Figura A. 2	56
Figura A. 3	56
Figura A. 4	57
Figura A. 5	57
Figura A. 6	58
Figura A. 7	58
Figura A. 8	59
Figura A. 9	59

Resumen

La presente investigación aborda los desafíos de la gestión ambiental en la planta procesadora avícola artesanal del cantón La Libertad. El objetivo principal consistió en desarrollar un Modelo de Gestión Ambiental Integral fundamentado en la Producción Más Limpia (P+L) y el ciclo de mejora continua PHVA para optimizar el consumo hídrico y energético. Metodológicamente, se aplicó un enfoque mixto no experimental mediante censo operativo, aforos volumétricos, auditorías de carga y fichas de monitoreo estructurado (POES/BPA). El diagnóstico determinó un consumo diario de 4561.49 L de agua ($IDA_{\text{agua}} = 5.37 \text{ L/ave}$) y 7.1675 kWh de energía ($IDA_{\text{energía}} = 0.00843 \text{ kWh/ave}$), identificando puntos críticos por fallas en el aturdimiento y recambios hídricos prematuros. La propuesta del modelo (basada en la calibración del baño cefálico, filtrado hídrico en temperado, gatillos de corte automático y tecnología LED) se estima una reducción del **40.22%** en el consumo hídrico (3.21 L/ave) y un **22.65%** en el consumo eléctrico. Se concluye que el Modelo de Gestión Ambiental garantiza la sostenibilidad operativa y favorece potencialmente el cumplimiento de la normativa ambiental vigente (TULSMA) al reducir significativamente la carga hidráulica del efluente, sujeto a posterior caracterización analítica de laboratorio.

Palabras claves: Producción Más Limpia, Gestión Ambiental, Faenamiento Avícola, Consumo Hídrico, Indicadores de Desempeño Ambiental

Abstract

This research addresses environmental management challenges at an artisanal poultry processing plant in La Libertad canton. The main objective was to develop a Comprehensive Environmental Management Model based on Cleaner Production (CP) and the Plan-Do-Check-Act (PDCA) cycle to optimize water and energy consumption. Methodologically, a non-experimental mixed approach was applied using operational censuses, volumetric gauging, electrical load audits, and structured field monitoring sheets (SSOP/GAP). Diagnostics revealed a daily baseline consumption of 4561.49 L of (water KPI = 5.37 L/bird) and 7.1675 kWh of electricity (energy KPI = 0.00843 kWh/bird), identifying critical points due to stunning failures and premature water changes. identifying Critical Points Control Points related to electrical stunning failures and premature water replacements. The proposed model –incorporating head-bath voltage calibration, thermal tempering water filtration, automatic shut-off spray nozzles, and LED technology– projected a 40.22% reduction in specify water consumption (3.21 L/bird) and a 22.65% saving in electricity. It is concluded that the Environmental Management Model ensures operational sustainability and potentially favors compliance with current environmental regulations (TULSMA) by significantly reducing the effluent hydraulic load, subject to subsequent laboratory analytical characterization.

Keywords: Cleaner Production, Environmental Management, Poultry Slaughtering, Water Consumption, Environmental Performance Indicators.

Introducción

La gestión ambiental abarca la preservación, conservación y mejora continua del entorno natural, destacando la importancia de la intervención humana debido a las presiones y perturbaciones que sus actividades productivas generan sobre los ecosistemas. Este enfoque asigna un papel prioritario a las políticas públicas y a la dirección estratégica organizacional, orientándose primordialmente hacia la protección de la calidad de vida de los seres vivos, la garantía del desarrollo sostenible y el despliegue de herramientas técnicas para su puesta en marcha (Vidal & Asuaga, 2021). En este contexto, las industrias agroalimentarias enfrentan el reto de conciliar sus tasas de procesamiento con patrones de eficiencia ecológica y cumplimiento normativo.

A nivel global, la avicultura constituye la fuente de proteína animal con mayor ritmo de crecimiento en la historia de la humanidad. La carne de pollo es ampliamente consumida en diversos continentes, consolidando en las últimas décadas una marcada preferencia en el mercado alimentario. Entre los factores determinantes de esta expansión destacan los competitivos costos relativos de producción, la elevada tasa de conversión alimenticia de las aves, el alto valor nutricional de la canal y el continuo desarrollo de derivados cárnicos procesados (Díaz Chicaiza, 2021). En el contexto regional, el sector avícola se posiciona como una actividad estratégica de consumo masivo estructurada territorialmente: mientras la región Litoral se especializa predominantemente en la crianza y faenamiento de pollo de engorde, la región Interandina concentra su matriz productiva en la avicultura de postura para huevo comercial (Barzallo Núñez & Montero, 2019). Esta creciente demanda de proteína aviar plantea importantes desafíos técnicos para responder a los requerimientos de inocuidad y sostenibilidad a escala global y nacional (Merlos Juárez et al., 2023).

En el Ecuador, la producción avícola representa uno de los pilares socioeconómicos y pecuarios de mayor significancia para la soberanía alimentaria nacional. La avicultura de engorde sobresale como una de las principales líneas de abastecimiento proteico para la población, consolidándose a su vez como un vector generador de empleo directo e indirecto en los eslabones de crianza, transporte, faenamiento y comercialización (Rosales Tapia, 2017). Sin embargo, el eslabón de transformación final (representado por los centros de faenamiento de pequeña escala y mataderos artesanales) suele presentar heterogeneidades operativas que dificultan la implementación de prácticas ambientales estandarizadas.

En la provincia de Santa Elena, específicamente en el cantón La Libertad, barrio Cordillera del Cóndor (2°14'19.9"S, 80°53'32.2"W), opera una planta procesadora de aves de corral que opera con una plantilla censal de 7 colaboradores y procesa un volumen promedio ordinario de 850 aves/día (6 a 7 lb/ave), alcanzando picos estacionales de hasta 2500 a 3000 aves/día en la temporada decembrina.

A través del diagnóstico técnico-ambiental e *in situ* realizado en la instalación, se determinó un consumo hídrico global de línea base de 4561.49 L/día ($IDA_{\text{agua}} = 5.37 \text{ L/ave}$) y un consumo energético de 7.1675 kWh/día ($IDA_{\text{energía}} = 0.00843 \text{ kWh/ave}$), generando 4.10 m³/día de efluentes hacia el alcantarillado previa retención en trampa de grasa. Se identificaron tres Puntos Críticos de Control Ambiental (PCCA) prioritarios:

- 1. Aturdimiento cefálico ineficiente:** Registra una tasa de falla del 30%, donde el aleteo agónico dispersa sangre en suelos y paredes cerámicas, extendiendo el baldeo de saneamiento a 60 minutos con mangueras abiertas de 16 mm sin boquillas (257.04 L/día).
- 2. Recambio hídrico en temperado:** Representa el 39.47% del consumo total de agua de la planta (1800 L/día) debido a 18 recambios diarios de la olla de 100 L por tinción rojiza acumulada.

3. Inexistencia de micromedición: Ausencia de contadores independientes para agua y energía en la línea de faenamiento.

Ante esta realidad, resulta indispensable implementar un modelo de gestión ambiental bajo la filosofía de Producción Más Limpia (P+L) y el ciclo PHVA, orientado a optimizar el uso de recursos hídricos y energéticos en el origen, asegurando la sostenibilidad operativa de la planta y su adecuación a los estándares de Buenas Prácticas Avícolas (BPA) y Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES).

Planteamiento de la Investigación

La presente investigación se justifica en la necesidad imperante de elevar los estándares de sostenibilidad y desempeño ambiental en la planta procesadora de aves de corral ubicada en el cantón La Libertad. Actualmente, las actividades de faenamiento avícola generan un volumen 4.10 m³/día de efluentes de alta carga orgánica que requieren atención prioritaria para mitigar la degradación del entorno local. Para abordar de manera técnica estas deficiencias, la implementación de un modelo de gestión basado en la mejora continua y la prevención de la contaminación resulta fundamental en los procesos de faenamiento, almacenamiento y distribución (ISO 14001:2015). Esta propuesta, complementada estratégicamente con los lineamientos de las Buenas Prácticas Avícolas (Ministerio de Agricultura, 2017), no solo garantizará la seguridad e higiene operativa, sino también una producción ecoeficiente en armonía con el ecosistema del cantón.

Brecha de Conocimiento / *Research Gap*

A pesar del amplio desarrollo conceptual sobre Sistemas de Gestión Ambiental (ISO 14001:2015) y tratamientos avanzados de efluentes en agroindustrias de gran escala, existe un vacío de conocimientos (Research Gap) respecto a la modelación e implementación de esquemas de Producción Más Limpia (P+L) adaptados a la escala microempresarial y

artesanal del sector avícola en zonas con severas restricciones hídricas, como la península de Santa Elena.

La literatura especializada abunda en soluciones de fin de tubo (*end of pipe*) de alto costo de capital (reactores anaerobios, DAF, electrocoagulación), pero escasean modelos integrados que demuestren cuantitativamente cómo intervenciones preventivas de bajo costo en el origen (optimización del aturdimiento, filtrado dinámico de temperado y control de caudales por boquillas de corte) reducen los Indicadores de Desempeño Ambiental (IDA) garantizando el cumplimiento del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) en mataderos de pequeña escala.

Formulación del Problema de Investigación

¿De qué manera la estructuración de un modelo de gestión ambiental integral bajo el enfoque de Producción Más Limpia (P+L) y el ciclo PHVA optimiza los indicadores de desempeño ambiental (uso hídrico y energético) en una procesadora de aves de corral en el cantón La Libertad?

Objetivo General

Desarrollar un modelo de gestión ambiental integral bajo el enfoque de Producción Más Limpia (P+L) y el ciclo PHVA para una procesadora de aves de corral en el cantón La Libertad.

Objetivos Específicos

- **OE1(Diagnóstico):** Determinar la línea base de desempeño ambiental y operativo en la planta procesadora de aves mediante balances de masa, energía e inventario de aspectos e impactos ambientales.
- **OE2(Diseño del Modelo):** Diseñar el Modelo de Gestión Ambiental Integral bajo la filosofía de Producción Más Limpia (P+L) y el ciclo PHVA, articulando programas de ecoeficiencia hídrica, energética y de manejo de subproductos.

- **OE3(Evaluación y Discusión):** Evaluar prospectivamente la viabilidad técnica y ambiental del modelo propuesto mediante Indicadores de Desempeño Ambiental (IDA) y la estimación de reducción de efluentes frente a los límites normativos del TULSMA.

Planteamiento Hipotético

La implementación prospectiva de un modelo de gestión ambiental integral basado en Producción Más Limpia (P+L) permite reducir el consumo específico de agua (IDA_{agua}) en al menos un 35% y el consumo específico de energía ($IDA_{\text{energía}}$) en al menos un 15% respecto a la línea base de la planta procesadora de aves de corral del cantón La Libertad.

Capítulo 1

Marco Referencial

1.1 Desarrollo Sostenible

La base del Desarrollo sostenible radica en la gestión estratégica de los recursos actuales, garantizando el proceso económico y social del presente sin poner en riesgo la capacidad operativa y ambiental de las poblaciones venideras. Para que este enfoque sea efectivo dentro del sector productivo, cualquier propuesta de desarrollo debe demostrar viabilidad económica, equidad social, adecuación técnica y, de manera rigurosa, neutralidad o mitigación ecológica. En el ámbito de la producción de proteína animal, la sostenibilidad dentro de la industria avícola demanda un pensamiento sistémico que integre armónicamente la eficiencia de los procesos industriales con la preservación de los ecosistemas y el bienestar comunitario (Bist et al., 2024). Por consiguiente, la planificación y la toma de decisiones en este sector no pueden limitarse a evaluar rendimientos financieros inmediatos; se requiere una visión prospectiva que pondere como los impactos operativos del presente repercutirán a largo plazo en el entorno biofísico y social (Strange & Bayley, 2014). Bajo esta premisa, el diseño de un modelo de gestión ambiental para el faenamiento de aves en el cantón La Libertad se alinea con estos principios fundamentales, buscando optimizar el uso de recursos críticos como el agua y la energía en las etapas de proceso.

1.2 Industria Avícola en el Ecuador

El desarrollo de la avicultura con un carácter empresarial en el Ecuador se remonta formalmente a finales de la década de 1950, consolidándose con el establecimiento de las primeras plantas de incubación artificial y granjas productoras en la región interandina central (Simbaña & Ginne, 2021). No obstante, fue durante la década de 1970 cuando la actividad avícola experimentó una transformación estructural y un crecimiento acelerado, impulsada

principalmente por el incremento de la demanda interna derivado del auge o “boom” petrolero nacional; este fenómeno socioeconómico permitió que el consumo de proteína aviar transitara de ser un bien selectivo y ocasional a un componente habitual y accesible en la dieta de la población ecuatoriana (Gómez Cruz & Gordillo Gordillo, 2016). En la actualidad, el sector avícola se posiciona como un pilar estratégico para la soberanía alimentaria del país, proveyendo una fuente de proteína animal altamente eficiente y de bajo costo relativo, donde destaca la producción del pollo tipo broiler, un ejemplar seleccionado genéticamente por su óptima conversión alimenticia, resistencia inmunológica y rápido desarrollo biomásico (Mero et al., 2022).

1.2.1 Crianza de Pollos en Ecuador

La cría de aves de corral en el territorio ecuatoriano ha mantenido una tendencia al alza constante, diversificándose en diferentes tipologías productivas controladas por la autoridad sanitaria nacional (Agrocalidad). De acuerdo con los registros y las proyecciones de la Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador (CONAVE), el sector se consolida como uno de los mayores generadores de empleo en el ámbito agropecuario, dinamizando la economía rural mediante miles de plazas de trabajo directas e indirectas. El grueso de la producción de engorde (pollo broiler) se concentra estratégicamente en las provincias de la Sierra y la Costa que cuentan con la infraestructura vial y el acceso a materias primas para balanceados. En este contexto, el escalamiento de la crianza intensiva en galpones tecnificados representa el eslabón primario de abastecimiento para los centros de faenamiento locales, planteando a su vez el reto de articular la logística de suministro con la gestión ambiental de los subproductos generados en la cadena (Huaca Valdivieso, 2014).

1.2.2 Carne de Pollo

La carne de pollo constituye la proteína de origen animal de mayor demanda y consumo per cápita en el mercado ecuatoriano. Esta preferencia responde no solo a su viabilidad

económica frente a otras carnes rojas, sino también a la modernización tecnológica y de infraestructura que han implementado las empresas procesadoras para asegurar la calidad microbiológica e inocuidad del producto final (Vera Pilco, 2009). Desde una perspectiva de gestión ecológica, el procesamiento de este producto requiere la estandarización estricta de sus operaciones productivas; de este modo, el análisis de la carne de pollo dentro de la presente investigación no se limita a sus atributos comerciales, sino que se enfoca en los requerimientos hídricos y energéticos necesarios para su obtención bajo estándares ecoeficientes.

1.3 Faenamiento de Aves de Corral

El proceso de faenamiento avícola comprende un conjunto de operaciones unitarias estructuradas para transformar al ave viva en una canal apta para el consumo humano. La presente investigación se desarrolla en una planta procesadora de aves de corral artesanal/semi-industrial ubicada en el cantón La Libertad, barrio Cordillera del Cóndor (2°14'19.9"S, 80°53'32.2"W). El establecimiento opera con una plantilla censal de 7 colaboradores y procesa un volumen promedio ordinario de 850 aves/día (6 a 7 lb/ave), alcanzando picos estacionales de hasta 2500 a 3000 aves/día en la temporada decembrina.(Galarza Vinueza, 2011).

A través del diagnóstico técnico-ambiental e in situ realizado en la instalación, se determinó la siguiente línea base de operación:

- **Consumo hídrico global de línea base:** 4561.49 L/día, lo que representa un Indicador de Desempeño Ambiental hídrico (IDA_{agua}) de 5.37 L/ave procesada.
- **Consumo energético global de línea base:** 7.1675 kWh/día (215.03 kWh/mes), representando un IDA_{energía} de 0.00843 kWh/ave.
- **Volumen de efluente generado:** 4.10 m³/día, vertido hacia la red de alcantarillado previa retención en trampa de grasa de tres compuertas.

Puntos Críticos de Control Ambiental (PCCA) identificados en la planta:

1. Aturdimiento cefálico ineficiente: Se registró una tasa de falla de aturdimiento del 30%. El aleteo agónico post-degüelle fuera del canal de contención dispersa sangre en paredes cerámicas y suelos, extendiendo el baldeo de saneamiento final a 60 minutos con mangueras abiertas de 16 mm sin boquillas (257.04 L/día).

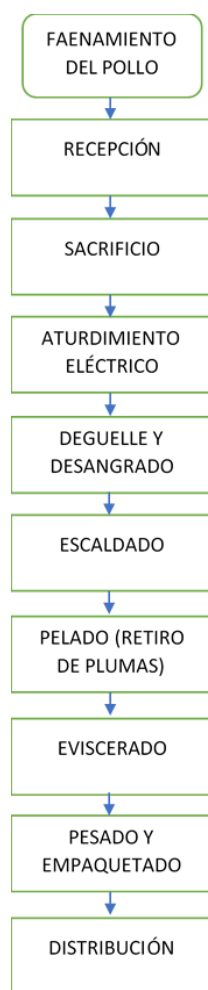
2. Recambio hídrico en temperado: Representa el 39.47% del consumo total de agua de la planta (1800 L/día) debido a 18 recambios diarios completos de la olla de 100 L (1 cada 20 minutos) por tinción rojiza acumulada.

3. Inexistencia de micromedición: Ausencia de medidores independientes para los flujos de agua y energía en la línea de faenamiento.

Desde una perspectiva de ingeniería, cada una de estas etapas representan un punto de interacción con el entorno, caracterizado por demandas específicas de recursos (agua y energía) y la generación de corrientes de residuos líquidos, sólidos y gaseosos que deben ser gestionados para reducir el impacto ambiental en la zona (Ecobusiness Fund, 2021). En la Figura 1 se detalla el flujo secuencial establecido para este proceso operativo.

Figura 1

Faenamiento de ave de corral



Fuente: Autoría propia

A continuación, se describen los aspectos operativos y ambientales de cada una de las etapas identificadas en el flujo de procesos:

1.3.1 Recepción y Espera

Las aves ingresan a la planta transportadoras en jaulas plásticas, donde son sometidas a una inspección ante-mortem. Posteriormente, se establece un periodo de reposo de hasta dos horas con el objetivo de mitigar los niveles de estrés, factor crítico que influye directamente en la eficiencia del desangrado posterior. Ambientalmente, esta área genera residuos sólidos

(estiércol y restos de plumas) y requiere un consumo significativo de agua para el lavado e higiene posterior de las jaulas y plataformas de descarga.

1.3.2 Aturdimiento Eléctrico

Las aves son suspendidas por las extremidades inferiores en una línea de transporte aéreo e introducidas de forma cefálica en un canal de agua electrificada a bajo voltaje. Esta operación unitaria asegura la insensibilización del animal previa al sacrificio, cumpliendo con los estándares de bienestar animal.

1.3.3 Degüelle y Desangrado

Inmediatamente después del aturdimiento, se procede al corte mecánico o manual de los vasos cervicales (carótidas y yugulares). Esta etapa constituye el principal Punto Crítico de Control Ambiental (PCCA); una adecuada canalización y recuperación de la sangre evita que este subproducto, de altísima carga orgánica, se mezcle con las aguas de lavado, reduciendo drásticamente parámetros contaminantes como la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) en los efluentes finales.

1.3.4 Escaldado

Las canales se sumergen de forma continua en tanques de agua caliente a temperaturas controladas entre los 50°C y 60°C, durante un lapso aproximado de 3 minutos, permitiendo la dilatación de los folículos dérmicos para facilitar la remoción de las plumas. Este proceso demanda un alto consumo de energía térmica para mantener la temperatura y genera un efluente líquido caliente con presencia de materia orgánica y grasas en solución.

1.3.5 Pelado (Retiro de Plumas)

La remoción del plumaje se ejecuta mediante sistemas mecánicos compuestos por discos rotativos con dedos de caucho, seguido de un lavado por aspersión para reducir la carga microbiológica superficial. Esta fase genera el principal residuo sólido volumétrico de la planta

(plumas), el cual requiere una segregación física inmediata en tamices para evitar el colapso de las redes de drenaje y facilitar su posterior valorización.

1.3.6 Eviscerado

Consiste en la apertura de la cavidad abdominal y la extracción manual o neumática de los órganos internos (vísceras), ejecutando un corte preciso en la cloaca para evitar la rotura del tracto intestinal y la consecuente contaminación cruzada del producto. En esta operación se segregan los subproductos comestibles (menudencias) de los no comestibles (decomisos y restos intestinales), representando una fuente crítica de residuos orgánicos con alto potencial de generación de olores y vectores si no se aplican medidas de contingencia oportunas.

1.3.7 Pesado y Empaquetado

Una vez que las canales pasan por el lavado final y el proceso de enfriamiento dinámico (chiller) para asegurar su preservación microbiológica, se procede a su clasificación por peso y empaque hermético. Operativamente, esta etapa genera residuos sólidos inertes (plásticos, etiquetas y empaques defectuosos) que deben ser integrados en un plan de reciclaje o manejo adecuado dentro del modelo de gestión.

1.3.8 Distribución

Las canales listas y empaquetadas se trasladan a los sistemas de refrigeración o congelación para su posterior despacho hacia los centros de consumo en el cantón La Libertad o la provincia. A nivel ambiental, esta fase final implica el control del consumo energético de los cuartos fríos y la gestión de emisiones de los vehículos de transporte.

1.4 Impactos Ambientales de la Actividad Avícola

Las operaciones industriales de faenamiento avícola provocan alteraciones directas sobre los componentes biofísicos del entorno si no se cuenta con medidas de mitigación integradas. Los principales impactos ambientales de este sector se concentran en la degradación

del recurso hídrico, la generación masiva de residuos orgánicos y las emisiones atmosféricas difusas en las zonas circundantes a la planta de proceso.

1.4.1 Contaminación del Recurso Hídrico

Las descargas de aguas residuales (efluentes) sin un tratamiento previo adecuado representan el impacto más severo de estas instalaciones. El arrastre de sangre, grasa, fluidos corporales y remanentes de evisceración aporta una carga orgánica extraordinariamente elevada, disparando los niveles de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DQO₅) y la Demanda Química de Oxígeno (DQO). En zonas con disponibilidad hídrica limitada, como el cantón La Libertad, estos efluentes alternan la calidad de los cuerpos receptores o colapsan las redes de alcantarillado debido a la solidificación de grasas.

1.4.2 Generación de Residuos Sólidos y Subproductos

El descarte masivo de plumas, vísceras no comestibles, cabezas, patas y decomisos sanitarios constituye un desafío logístico y ecológico. La acumulación temporal de estos desechos orgánicos acelera los procesos de putrefacción y lixiviación, amenazando la calidad del suelo y las escorrentías superficiales.

1.4.3 Emisiones Atmosféricas y Vectores

La descomposición anaerobia de la materia orgánica dentro de la planta o en sus sitios de acopio libera gases de olor ofensivo como el amoníaco (NH₃), sulfuro de hidrogeno (H₂S) y compuestos orgánicos volátiles. Además de la contaminación odorífera que afecta a los centros poblados del cantón, el manejo deficiente de estos residuos atrae y prolifera vectores biológicos (moscas, roedores y aves carroñeras).

Desde la perspectiva de la salud pública, la proliferación de estos vectores y las condiciones de humedad en el entorno industrial representan un riesgo potencial de transmisión de patógenos zoonóticos y bacterias entéricas como la Salmonella, cuya persistencia en el

ambiente puede desencadenar brotes epidemiológicos locales si no se controla estrictamente la higiene y la bioseguridad del modelo operativo (Machuve et al., 2022; Sandler et al., 2018).

1.5 Brecha de Conocimiento (Research Gap)

A pesar del amplio desarrollo conceptual sobre Sistemas de Gestión Ambiental (ISO 14001:2015) y tratamientos avanzados de efluentes en agroindustrias de gran escala, existe un vacío de conocimiento (Research Gap) respecto a la modelación e implementación de esquemas de Producción Más Limpia (P+L) adaptados a la escala microempresarial y artesanal del sector avícola en zonas con severas restricciones hídricas, como la península de Santa Elena.

La literatura especializada abunda en soluciones de fin de tubo (*end of pipe*) de alto costo de capital (reactores anaerobios, DAF, electrocoagulación), pero escasean modelos integrados que demuestren cuantitativamente cómo intervenciones preventivas de bajo costo en el origen (optimización del aturdimiento, filtrado dinámico de temperado y control de caudales por boquillas de corte) reducen los Indicadores de Desempeño Ambiental (IDA) garantizando el cumplimiento del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) en mataderos de pequeña escala.

1.6 Tratamiento y Gestión de Residuos y Efluentes Avícolas

El diseño de un esquema integral de mitigación ambiental para plantas de faenamiento avícola exige articular operaciones unitarias fisicoquímicas, sistemas de reactores biológicos de alta tasa y tecnologías para valorizar los subproductos sólidos. Esta infraestructura de ingeniería tiene como meta prioritaria remover la elevada carga orgánica y segregar las fracciones lipídicas de las corrientes residuales antes de su vertido final o disposición en el entorno.

1.6.1 Línea de Tratamiento de Efluentes Líquidos (Aguas Residuales)

Considerando que el agua residual del faenamiento arrastra altas concentraciones de sangre, proteínas y lípidos que elevan drásticamente los parámetros de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) y la Demanda Química de Oxígeno (DQO), el tren de depuración propuesto para el modelo se estructura en tres etapas secuenciales:

1.6.1.1 Pretratamiento y Remoción Física (Tamizado y Desengrasado). La fase inicial del sistema emplea tamices rotatorios o cribas estáticas diseñadas para retener plumas y fragmentos de tejidos macroscópicos. Posteriormente, el flujo es conducido hacia trampas de grasa o unidades de Flotación por Aire Disuelto (DAF). Lograr una separación eficiente por densidad en esta etapa es un requisito crítico dentro de la planta; esto evita que los aceites y grasas se solidifiquen y colapsen las redes de tuberías, o que interfieran negativamente bloqueando la transferencia de oxígeno en los procesos biológicos posteriores (Sigmadaf, 2023).

1.6.1.2 Tratamiento Secundario Biológico Anaerobio. Con el objetivo de degradar la carga orgánica pesada con una mínima generación de lodos residuales, el modelo incorpora reactores anaerobios de alta tasa, priorizando tecnologías como el Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente (UASB) o el de Lecho de Lodos Granulares Expandido (EGSB). En estos sistemas, consorcios bacterianos específicos metabolizan la materia orgánica compleja en un entorno libre de oxígeno disuelto, estabilizando el efluente y produciendo biogás como alternativa de aprovechamiento energético (Ardestani & Abbasi, 2019; Basitere et al., 2016).

1.6.1.3 Tratamiento Secundario Aerobio (Postratamiento). Como los procesos anaerobios no logran remover por completo los nutrientes remanentes (como nitrógeno y fósforo) para cumplir las exigencias legales del país, se añade una fase de pulido mediante reactores de lodos activados, lagunas aireadas o sistemas híbridos

anóxicos-aerobios. La inyección forzada de aire en esta etapa asegura la mineralización total de las fracciones orgánicas remanentes y promueve los procesos biológicos de nitrificación (Aziz et al., 2019). Para el caso del cantón La Libertad, optimizar este tren de tratamiento es vital, ya que un agua tratada con calidad adecuada abre las puertas para su reutilización en actividades secundarias de la planta, aliviando la presión sobre el limitado suministro de agua local.

1.6.1.4 Gestión y Valorización de Residuos Sólidos y Subproductos Orgánicos. El manejo operativo de vectores contaminantes sólidos como las vísceras no comestibles, plumas, sangre, decomisos sanitarios y lodos biológicos de purga se plantea bajo un enfoque de economía circular, buscando neutralizar procesos de lixiviación e impedir la proliferación de plagas:

1.6.1.5 Rendimiento Térmico o Procesamiento de Subproductos (Rendering). Esta operación somete tejidos animales, plumas y sangre a ciclos controlados de cocción, deshidratación y prensado mecánico a elevadas temperaturas. El proceso de rendering garantiza la esterilización absoluta del material eliminando patógenos críticos como la Salmonella, transformando los desechos en materias primas comerciales de gran interés, tales como harinas proteicas (de carne o plumas) y grasas industriales aptas para elaborar alimento balanceado animal.

1.6.1.6 Compostaje Técnico Controlado. En el caso de los lodos procedentes de las trampas de grasa, estiércol o fracciones orgánicas remanentes que no entran al rendering, el compostaje termofílico aeróbico constituye la alternativa biológica más adecuada. Manejando estrictamente variables como la relación Carbono/Nitrógeno, la humedad en rangos óptimos y aplicando volteos mecánicos para asegurar la oxigenación, se logra que la biomasa supere los 55 °C. Esto inactiva de forma segura las bacterias entéricas y las semillas de malezas, convirtiendo un desecho peligroso en

un biofertilizante orgánico estabilizado y útil para la mejora de suelos semiáridos en la península (Jiménez & Morales, 2021).

1.7 Modelos de Gestión Ambiental y Producción Más Limpia (P+L)

La integración eficiente de las operaciones técnicas de tratamiento (como reactores biológicos o sistemas de *rendering*) requiere un marco administrativo y preventivo estructurado. Sin una gobernanza institucional interna, las soluciones de ingeniería corren el riesgo de operar de forma aislada o ineficiente. Por ello, la gestión ambiental moderna transita desde el control al final del tubo (*end-of-pipe*) hacia modelos sistémicos basados en la mejora continua y la prevención en el origen.

1.7.1 Sistemas de Gestión Ambiental (SGA) y el Ciclo PHVA

Los Sistemas de Gestión Ambiental (SGA) proporcionan la estructura organizativa para planificar, ejecutar, revisar y mejorar las acciones ambientales de una organización. El núcleo operativo de un SGA internacional —como el estandarizado por la norma ISO 14001:2015— es el ciclo dinámico PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) o ciclo de Deming, el cual permite estructurar los requisitos de cumplimiento de forma ordenada y adaptada a la realidad manufacturera (Enríquez & Sánchez, 2021). Las etapas constitutivas de este enfoque se describen a continuación:

1.7.1.1 Planificar (P). Consiste en identificar los aspectos ambientales (actividades de faenamiento) y evaluar sus impactos asociados (vertidos de alta DQO, lixiviados). En esta fase se definen la política ambiental de la planta, los objetivos de reducción de contaminantes y los requisitos legales aplicables.

1.7.1.2 Hacer (H). Implica la implementación práctica de los procesos definidos. En el contexto avícola, contempla la puesta en marcha operativa de las trampas de grasa, los tamices, los reactores y los protocolos de bioseguridad.

1.7.1.3 Verificar (V). Se centra en el monitoreo y la medición de los procesos frente a la política y los objetivos organizacionales. Incluye la caracterización analítica periódica del efluente (medición de pH, DBO, grasas y aceites) y la ejecución de auditorías internas.

1.7.1.4 Actuar (A). Involucra la toma de decisiones oportunas para corregir desviaciones y optimizar continuamente el desempeño del sistema, cerrando el ciclo y elevando el estándar de la organización, un proceso que mitiga las barreras técnicas habituales en el sector de alimentos (Massoud et al., 2010).

1.7.2 Estrategia de Producción Más Limpia (P+L) en el Sector Avícola

La Producción Más Limpia (P+L), definida por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), es una estrategia preventiva e integrada que se aplica continuamente a los procesos, productos y servicios para aumentar la eficiencia ecooperativa y reducir los riesgos para los seres humanos y el entorno, actuando como un motor clave para la competitividad industrial (Silva et al., 2017). A diferencia del tratamiento de efluentes habitual, que gestiona el residuo ya generado, la P+L actúa antes de que este aparezca, clasificándose en tres niveles de intervención de ingeniería:

1.7.2.1 Reducción en el Origen (Buenas Prácticas y Modificación de Procesos)

1.7.2.2 Gestión del Agua. Implementación de sistemas de limpieza en seco (raspado mecánico de sangre y vísceras del suelo antes del lavado con agua), uso de

boquillas de aspersión a alta presión y bajo caudal, y segregación estricta de corrientes (separar el agua de lavado de alta carga de las aguas lluvias).

1.7.2.3 Sustitución de Materias Primas. Uso de detergentes y desinfectantes biodegradables en las fases de sanidad que no inhiban la microbiota de los reactores biológicos secundarios o sistemas fisicoquímicos, optimizando la ecoeficiencia global de la carne producida (Avadí et al., 2014).

1.7.2.3.1 Reciclaje Interno y Reutilización. Retorno de corrientes de agua de procesos de baja carga para el lavado preliminar de corrales o transporte de estiércol, disminuyendo drásticamente el consumo de agua fresca por ave faenada. Esta alternativa es crítica para el cantón La Libertad, donde la escasez hídrica exige que los modelos de gestión de las plantas articulen la recirculación en áreas no críticas como estrategia de supervivencia operativa (Coello Zamora, 2021; Kist et al., 2009).

1.7.2.4 Valorización Biotecnológica (Recuperación de Subproductos). Reincorporación de nutrientes al ciclo económico, vinculando la P+L directamente con el rendering y el compostaje técnico detallados previamente, transformando un pasivo ambiental en un activo comercial (harinas y biofertilizantes) a través de la minimización sistemática de desechos (Bustillo-Lecompte & Mehrvar, 2015). Como se demostró en el diseño experimental de (Coello Zamora, 2021), los lodos y espumas resultantes de los procesos de separación mecánica y fisicoquímica poseen un alto potencial de escurrimiento y estabilización, lo que valida la necesidad de que el SGA de la planta incorpore estas rutas claras de valorización para evitar el colapso de los botaderos cantonales.

De la revisión bibliográfica especializada, se sintetizan los principales aportes del Estado del Arte y su articulación directa con la problemática de la planta estudiada:

Tabla 1*Matriz comparativa del Estado del Arte y antecedentes investigativos*

Autor / Año	Aporte Técnico / Hallazgo Principal	Relación / Comparación con la Presente Investigación
Bist et al. (2024)	Revisa estrategias globales de sostenibilidad avícola, destacando que la eficiencia hídrica en pequeñas plantas reduce la transmisión de patógenos y costos fijos.	Sustenta la necesidad de intervenir el uso del agua no solo por ahorro físico sino por bioseguridad operativa en La Libertad.
Coello Zamora (2021)	Evaluó el tratamiento de efluentes avícolas en Santa Elena mediante electrocoagulación, logrando remociones de DQO > 80%.	Demuestra que los tratamientos de fin de tubo son eficientes pero costosos; justifica este estudio enfocado en la prevención en el origen (P+L) previo al vertido.
Kist et al. (2009)	Aplicó Producción Más Limpia en mataderos avícolas en Brasil, demostrando reducciones del 35% al 45% en el consumo de agua por ave mediante segregación de corrientes.	Constituye la referencia metodológica principal para validar la meta de reducción proyectada en La Libertad (40.22%).
Silva et al. (2017)	Modeló la ecoeficiencia industrial mediante P+L, estableciendo que intervenciones operacionales de baja inversión generan retornos inmediatos en la gestión hídrica.	Valida la adopción de medidas de bajo costo (boquillas, filtros de malla) para microempresas agroindustriales.

Nota. Elaboración propia (2026) basada en la revisión bibliográfica especializada

1.8 Marco Legal Ambiental Aplicado al Sector Agroindustrial en el Ecuador

El diseño, ejecución y operación de un modelo de gestión ambiental enfocado en el faenamiento de aves de corral dentro del cantón La Libertad debe estructurarse bajo el estricto cumplimiento del ordenamiento jurídico jerárquico del Ecuador. La legislación nacional vigente establece las pautas administrativas y los parámetros técnicos obligatorios que condicionan las actividades agroindustriales, con el fin de garantizar la preservación de los recursos naturales y mitigar los impactos negativos sobre el ecosistema receptor (Coello Zamora, 2021).

1.8.1 Constitución de la República del Ecuador

La Constitución de la República del Ecuador funciona como el eje fundamental del marco normativo del país. En su **Artículo 14**, el texto constitucional reconoce de forma explícita el derecho de la población a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación, declarando de interés público la preservación del entorno y la mitigación de los impactos ambientales (Constitución de La República Del Ecuador, 2008).

De manera complementaria, el **Artículo 71** introduce un criterio de vanguardia jurídica al reconocer a la naturaleza, o Pacha Mama, el derecho a que se respete integralmente su existencia, así como el mantenimiento y la regeneración de sus ciclos vitales, estructura y funciones evolutivas (Constitución de La República Del Ecuador, 2008). En el contexto operativo de una planta procesadora de aves, este mandato constitucional exige que la gestión de ingeniería controle drásticamente sus vectores de contaminación para evitar la degradación de los ecosistemas locales, vinculando la norma suprema con la viabilidad del diseño técnico del efluente (Coello Zamora, 2021).

1.8.2 Código Orgánico del Ambiente (COA) y su Reglamento

El Código Orgánico del Ambiente (COA) representa el instrumento legislativo especializado que norma la gestión ecológica pública y privada en todo el territorio ecuatoriano (Código Orgánico Del Ambiente, 2017). Este cuerpo legal determina las obligaciones administrativas del operador industrial a través de dos mecanismos clave:

1.8.2.1 Regularización Ambiental. La normativa dictamina la obligatoriedad de que todo proyecto, obra o actividad que genere un riesgo o impacto ambiental se someta al Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA) (Código Orgánico Del Ambiente, 2017). Para la planta procesadora en el cantón La Libertad, esto implica

tramitar la Autorización Administrativa correspondiente ante la Autoridad Ambiental Competente de la provincia de Santa Elena (Coello Zamora, 2021).

1.8.2.2 Responsabilidad Civil y Ambiental Ex-ante. El código impone el principio de prevención y la responsabilidad extendida del productor sobre el ciclo completo de sus residuos, obligando a los centros de faenamiento a priorizar la minimización en la fuente mediante tecnologías ecoeficientes antes de la disposición final (Código Orgánico Del Ambiente, 2017). Esta exigencia legal valida la implementación de sistemas preventivos y de valorización técnica de lodos dentro de la planta (Coello Zamora, 2021).

1.8.3 Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA)

El TULSMA instrumentaliza el control de la contaminación hídrica en el Ecuador (Acuerdo 097-A, 2015; Acuerdo Ministerial 061, 2015). En la ingeniería del modelo de gestión ambiental avícola, el cumplimiento de los límites del **Libro VI, Anexo 1** es obligatorio y fiscalizable (Acuerdo 097-A, 2015). Las aguas residuales deben depurarse antes del vertido para evitar la saturación de redes urbanas y la degradación del recurso hídrico (Acuerdo 097-A, 2015). Los indicadores físico-químicos más restrictivos evaluados son:

1.8.3.1 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) y Demanda Química de Oxígeno (DQO). Parámetros que regulan la concentración de carga orgánica disuelta y suspendida para prevenir fenómenos de eutrofización y la pérdida de oxígeno disuelto en el cuerpo receptor (Acuerdo 097-A, 2015).

1.8.3.2 Aceites y Grasas. Indicador controlado estrictamente debido al arrastre de tejidos lipídicos del ave durante el pelado y eviscerado, cuya presencia se restringe

normativamente para evitar la solidificación y obstrucción de las redes del sistema de alcantarillado sanitario (Acuerdo 097-A, 2015).

1.8.3.3 Sólidos Suspendidos Totales (SST) y Potencial de Hidrógeno (pH).

Indicadores que garantizan que las descargas no alteren las dinámicas biológicas ni el equilibrio químico de los sistemas de depuración municipales del cantón La Libertad (Acuerdo 097-A, 2015). El control de estas variables químicas y físicas mediante electrocoagulación y filtración permite asegurar el cumplimiento formal de las exigencias técnicas del Ministerio del Ambiente (Coello Zamora, 2021).

Capítulo 2

Metodología

2.1 Contexto De La Investigación

El desarrollo de la presente investigación se focaliza operativamente en una planta procesadora y faenadora avícola de pequeña escala, cuya configuración estructural ha sido adaptada de forma artesanal y semi-industrial. En términos político-administrativos, el establecimiento objeto de estudio se localiza en la República del Ecuador, dentro de la provincia de Santa Elena, cantón La Libertad, emplazándose específicamente en el sector residencial-rural perteneciente al barrio Cordillera del Cóndor. Desde una perspectiva geográfica y cartográfica exacta, el punto de implantación de las instalaciones se registra bajo las coordenadas de referencia de **2°14'19.9" S y 80°53'32.2" O** (expresadas formalmente en unidades de grados, minutos y segundos)(Google Maps, 2026) .

2.2 Diseño y Alcance de la Investigación

2.2.1 Diseño de la Investigación

La presente investigación se estructura bajo un **diseño no experimental**. Esta categorización metodológica se fundamenta en que el levantamiento de información y la evaluación técnica se llevan a cabo directamente sobre la infraestructura y los flujos reales de la planta procesadora de aves de corral en el cantón La Libertad, omitiendo cualquier manipulación deliberada, alteración intencional o simulación controlada de las variables operativas por parte del investigador. Los fenómenos asociados a las cargas contaminantes y vectores de consumo son analizados críticamente en su entorno fáctico y rutinario de trabajo.

2.2.2 Alcance de la Investigación

El horizonte conceptual y operativo de esta investigación se establece bajo un **alcance descriptivo**. Esta delimitación se justifica plenamente debido a que las tres fases que componen

el proyecto se enfocan en detallar y caracterizar la realidad de la planta sin buscar relaciones de causa-efecto complejas:

2.2.2.1 Fase de Diagnóstico (Objetivo 1). El estudio pormenoriza de manera sistemática y cuantitativa la situación operativa actual del establecimiento avícola artesanal. Se caracterizan detalladamente las subetapas del proceso físico (recepción de aves, aturdimiento por inmersión cefálica, desangrado, escaldado, pelado mecánico, eviscerado manual, atemperado térmico y despacho) y se cuantifican con precisión los volúmenes de insumos y la generación de residuos sólidos, líquidos y orgánicos asociados.

2.2.2.2 Fase de Desarrollo y Propuesta de Estrategias (Objetivo 2). El alcance descriptivo se extiende hacia la formulación, estructuración y caracterización técnica de las medidas innovadoras y adaptativas de gestión ambiental. En esta etapa se describen con rigor de ingeniería las propuestas de actualización de procesos (como la calibración del sistema de aturdimiento y la optimización de los ciclos de lavado), detallando cómo estas estrategias se acoplan a la infraestructura fáctica y al flujo de trabajo del matadero avícola para viabilizar la mejora continua.

2.2.2.3 Fase de Evaluación del Desempeño (Objetivo 3). Finalmente, el proyecto describe de manera analítica el comportamiento, la evolución y la respuesta de los Indicadores de Desempeño Ambiental (IDA) propuestos mediante el modelo de gestión bajo P+L, especificando de forma objetiva y cuantitativa las métricas de ecoeficiencia hídrica y energética de la planta.

2.3 Tipo y Métodos de Investigación

La presente investigación adopta un enfoque predominantemente cuantitativo, con una dimensión cualitativa complementaria. La dimensión cuantitativa es prioritaria y se

fundamenta en la recolección, medición y análisis numérico de parámetros físicos y métricas de ingeniería (aforos volumétricos de agua por triplicado, auditoría de potencia e intensidad eléctrica nominal, balances de masa, balances de energía y cálculo de Indicadores de Desempeño Ambiental IDA). La dimensión cualitativa actúa como soporte diagnóstico para el mapeo del flujo de procesos y la evaluación operacional mediante observación estructurada *in situ* y entrevistas al personal.

2.3.1 Dimensión Cuantitativa

Se manifiesta de forma prioritaria en la recopilación, medición y análisis numérico de los flujos de residuos generados, el volumen de insumos utilizados y la evaluación estadística de los indicadores de Desempeño Ambiental (IDA). Esto otorga objetividad y rigor métrico a la línea base del proyecto.

2.3.2 Dimensión Cualitativa

Se aplica en la caracterización operativa de los procesos productivos, la identificación de las etapas críticas mediante la observación directa y la estructuración de las estrategias innovadoras y adaptativas de gestión. Permite comprender las dinámicas organizacionales y operativas internas para que el modelo propuesto sea viable y funcional.

2.4 Métodos de Investigación

Para el desarrollo sistemático de las fases planteadas, se estructuran los métodos generales analítico-sintético y sistemático, articulándolos con los siguientes métodos específicos de ingeniería:

1. Auditoría Ambiental de Ecoeficiencia y Balances de Masa y Energía: Método cuantitativo para determinar físicamente las entradas (agua, energía, insumos) y salidas (aves procesadas, efluentes líquidos, subproductos orgánicos) en cada etapa del faenamiento.

2. Diagnóstico de Puntos Críticos de Control Ambiental (PCCA): Evaluación técnica orientada a identificar y jerarquizar las etapas de proceso con mayor pérdida de recurso o generación de contaminación dispersa.

3. Modelación bajo el Ciclo PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar): Estructuración metodológica de la propuesta mediante programas preventivos (PMA) alineados con las Buenas Prácticas Avícolas (BPA) y POES.

2.4.1 Método Analítico

Este procedimiento será fundamental en la fase de diagnóstico (Objetivo 1). Consiste en la descomposición mental y técnica del proceso global de la procesadora de aves en cada una de sus subetapas operativas. Al desglosar el sistema, se facilita la identificación individualizada de los puntos críticos de control, el origen exacto de los efluentes y las ineficiencias en el uso de recursos, examinando cada elemento por separado.

2.4.2 Método Sintético

Se aplicará de manera complementaria una vez concluido el análisis (Objetivo 2 y 3). Su propósito es agrupar y unificar los elementos dispersos que fueron identificados en el diagnóstico para estructurar una solución integral. A través de la síntesis, se cohesionan las estrategias adaptativas y los indicadores de Desempeño Ambiental en un solo cuerpo metodológico: el modelo de Auditoria Ambiental Continua para el cantón La Libertad.

2.5 Población y muestra

2.5.1 Población

La determinación del universo de estudio se aborda desde una perspectiva bidimensional adaptada a la naturaleza microempresarial del objetivo de estudio.

2.5.1.1 Unidad de Análisis

La unidad formal de análisis de la investigación corresponde a los procesos y subetapas operativas de la línea de faenamiento de la planta procesadora de aves de corral ubicada en el cantón La Libertad.

2.5.1.2 Población Humana

Se encuentra constituida por el núcleo total de personal directamente vinculado a las operaciones y administración del matadero semi-industrial, consolidando un grupo cerrado de **7 colaboradores fijos** que abarcan las funciones de gestión administrativa, logística de transporte (distribución mediante automotores y tricimotos con balde de carga), faenamiento y saneamiento de planta.

2.5.1.3 Población Objetiva y Temporal

Abarca la totalidad de los flujos de materia, insumos químicos (detergentes y agentes clorados) y recursos energéticos e hídricos integrados en la dinámica de producción de domingo a domingo, dentro de una jornada laboral fija de 8 horas diarias (comprendida habitualmente entre las 04:00 y las 12:00 horas). El volumen de procesamiento fáctico oscila en condiciones ordinarias **entre 800 a 1000 aves diarias**, registrando una fluctuación estacional que alcanza picos de 2000 a 2500 pollos al día durante el periodo decembrino.

2.5.2 Muestra y Tipo de Muestreo

En lo que respecta al componente humano de la investigación, el estudio prescinde de un muestreo probabilístico y aplica el criterio de **Censo**. Esto significa que se integrará al 100% de las **7 personas** que conforman el núcleo operativo, logístico y administrativo de la microempresa para el levantamiento de información cualitativa y el diagnóstico de actividades. El tamaño reducido y la accesibilidad directa de este grupo humano justifican la cobertura censal completa para evitar sesgos en el mapeo de procesos.

Para la evaluación técnica de los flujos de residuos, el uso de insumos y la calibración de los Indicadores de Desempeño Ambiental (IDA), se seleccionó un **muestreo no probabilístico de tipo intencional o por criterio técnico**. Esta decisión metodológica responde a la naturaleza artesanal de la planta; las muestras y mediciones de campo no se elegirán de forma aleatoria, sino dirigida bajo los siguientes parámetros técnicos:

2.5.2.1 Muestra de Maquinaria y Sistemas Eléctricos. Para el análisis cuantitativo de eficiencia energética, la muestra se concentra de forma fija en la totalidad de los equipos con demanda eléctrica activa en el establecimiento. Esto incluye al sistema de iluminación (compuesto por 5 luminarias de 50 W) y al equipo principal de desplumado mecánico con motor trifásico marca WEG de 3.0 HP (2.2 kW) que opera bajo un régimen intermitente de marcha. De igual manera, se incorporan los equipos de soporte comercial, administrativo y de despacho (una computadora de escritorio, una computadora portátil tipo laptop y la balanza digital de plataforma destinada al pesaje final del producto terminado).

2.5.2.2 Muestra de Residuos y Consumo Hídrico. Las mediciones de volumen de agua residual y la cuantificación de desechos sólidos (plumas retenidas en coladeras, masa de grasa extraída de la trampa de tres compuertas cada 48 horas, e intestinos) se realizarán durante las jornadas de máxima actividad productiva. La toma de datos se focalizará técnicamente en los días donde el flujo de faenamiento alcanza el límite superior de las 1000 aves diarias, lo que permite evaluar el sistema bajo escenarios de máxima presión ambiental.

2.5.2.3 Muestra Temporal. El seguimiento continuo y sistemático en campo para la validación y alimentación de las matrices del modelo de Auditoria Ambiental Continua se delimita a una ventana cronológica de 4 semanas consecutivas de monitoreo, cubriendo la dinámica completa de lunes a domingo dentro de la jornada

laboral de 8 horas diarias. Esta ventana temporal garantiza la obtención de métricas representativas, estables y reproducibles para el estudio.

2.5.3 Operacionalización de Variables

Las variables objeto de estudio se derivan directamente de la hipótesis y los objetivos específicos planteados, estructurándose en la siguiente matriz de operacionalización:

Tabla 2

Matriz de operacionalización de variables de ingeniería.

Variable	Naturaleza / Tipo	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos / Escalas
Variable Independiente: Modelo de Gestión Ambiental (P+L)	Cualitativa / Propuesta de Ingeniería	Conjunto de programas preventivos (PMA) estructurados en el ciclo PHVA para optimizar procesos.	- Ecoeficiencia - Hídrica - Eficiencia Energética - Control de Subproductos	- Calibración de aturdimiento (V, s) - Reemplazo de luminarias (LED) - Mantenimiento de trampa de grasa	- ficha de monitoreo POES/BPA - Guía de Entrevista - Lista de Chequeo PHVA - Aforo Volumétrico Patrón
Variable Dependiente: Desempeño Ambiental de la Planta	Cuantitativa / Continua	Nivel de consumo de recursos y generación de vertidos por unidad de producción.	- Consumo de Agua - Consumo de Energía - Volúmenes de Efluente	- IDA agua (L/ave) - IDA energía (kWh/ave) - Volumen de Vertido (m3 día)	- Auditoría de Carga Eléctrica de Placa - Balances de Masa y Energía

Nota. Elaboración propia (2026).

2.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la obtención de los datos primarios y secundarios requeridos en el cumplimiento de los objetivos de la investigación, se diseñó un esquema metodológico estructurado bajo un **enfoque mixto**. Esto permite capturar tanto las dimensiones cualitativas del comportamiento

operativo y de gestión de la microempresa, como las magnitudes físicas y cuantitativas de sus consumos y efluentes.

2.6.1 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

2.6.1.1 Técnica: Entrevista Semiestructurada. Se aplicará directamente al propietario del establecimiento y al personal administrativo responsable del despacho y control. Esta técnica permite recolectar datos de primera mano sobre la gestión de residuos, decisiones logísticas y dinámicas de operación comercial sin imponer respuestas rígidas.

2.6.1.1.1 Instrumento: Guía de Entrevista. Consiste en un banco de preguntas abiertas diseñado bajo los ejes de gestión ambiental, cumplimiento regulatorio local en la Península de Santa Elena y percepción de la ecoeficiencia.

2.6.1.2 Técnica: Observación Directa Estructurada (De Campo). Aplicada para registrar la dinámica fáctica del flujo de faenamiento, el comportamiento del sistema de aturdimiento eléctrico, la generación física de plumas y sangre, y los tiempos de limpieza postproceso.

2.6.1.2.1 Instrumento: Ficha de Observación y Diario de Campo. Plantillas técnicas donde se registran los eventos cronometrados (como los 45 segundos de marcha de la peladora WEG, el recambio hídrico de la olla de choque térmico cada 20 minutos por turbidez y las 8 horas de la jornada diaria).

2.6.2 Técnicas e Instrumentos Cuantitativos

2.6.2.1 Técnica: Auditoria e Inventario Técnico (Aforo Volumétrico y de Carga). Dirigida a cuantificar con precisión los recursos hídricos y energéticos ante la ausencia de sistemas de micromedición independientes en el sector operativo.

2.6.2.1.1 Instrumento: Planilla de Balance de Masa y Energía (Fichas de Registro Diario). Matrices estructuradas en las que se asentaron las lecturas de los aforos de manguera (caudal de 0.1428 L/s), el consumo volumétrico por baldes de un galón en la peladora, el inventario de carga eléctrica activa (focos de 50 W, PC, laptop, balanza digital y motor de 2.2 kW) y los kilos de residuos sólidos orgánicos retirados por jornada.

2.7 Procesamiento de la evaluación: Validez y confiabilidad de los instrumentos aplicados para el levantamiento de información.

Al tratarse de una investigación de ingeniería aplicada con un componente mixto y una muestra censal pequeña ($N=7$), la validación de los instrumentos no sigue la ruta de muestreos estadísticos masivos, sino que se fundamenta en el rigor metodológico y de calibración técnica.

2.7.1 Validez de los Instrumentos cualitativos (Juicio de Expertos)

La validez de contenido de la guía de entrevista semiestructurada y de las fichas de observación estructurada se estableció mediante la metodología de **Juicio de Expertos**.

2.7.1.1 Procedimiento. Los instrumentos de recolección de información cualitativa fueron diseñados técnicamente bajo los parámetros normativos de BPA y POES, incorporando la plantilla oficial de evaluación en el Anexo F. Dichos formatos se presentan como una propuesta metodológica estandarizada para su posterior dictamen y aplicación por parte del tribunal calificador.

2.7.1.2 Criterio de Evaluación. Se reconoce explícitamente que la presentación de los formatos sin firmas previas a la sustentación final constituye una limitación del alcance metodológico del presente trabajo de titulación.

2.7.2 Confiabilidad de los Instrumentos y Datos Cuantitativos

Debido a que el levantamiento cuantitativo no consiste en la aplicación de encuestas masivas de escala de Likert (donde comúnmente se aplica el coeficiente Alfa de Cronbach),

sino en la toma de datos de ingeniería física y balances de masa, la confiabilidad se evalúa y asegura bajo dos metodologías técnicas:

2.7.2.1 Confiabilidad por Triangulación y Consistencia Operativa. Se garantiza la estabilidad de los datos mediante el registro sistemático y repetitivo a lo largo de la muestra temporal de 4 semanas consecutivas. Al evaluar el comportamiento del consumo eléctrico de los equipos (focos, computadoras y peladora) y del consumo hídrico bajo un flujo de producción constante (800 a 1000 aves/día), se verifica la consistencia interna del modelo de balance a través de la estabilidad de las métricas obtenidas.

2.7.2.2 Validación y Calibración Metrológica de Campo. La confiabilidad de las variables numéricas se respalda a través del control de la incertidumbre en las mediciones físicas:

2.7.2.2.1 Recurso Hídrico. Se realizaron aforos repetitivos por triplicado con recipientes volumétricos patrón para estabilizar la tasa de flujo de las mangueras de 16 mm a un caudal confiable de 0.1428 L/s.

2.7.2.2.2 Recurso Energético. El cálculo se fundamenta estrictamente en los datos de placa nominal del fabricante del motor principal (WEG W22, 2.2 kW, régimen S1, factor de potencia 0.90) y las potencias nominales declaradas de los equipos de soporte, anulando el sesgo de estimación empírica.

2.8 Matriz de Consistencia Metodológica Global

Para garantizar la rigurosidad, trazabilidad y articulación entre el problema general, los objetivos, la hipótesis, las variables y las técnicas empleadas, se consolida la siguiente matriz de consistencia:

Tabla 3

Matriz de consistencia metodológica global del proyecto.

Problema de Investigación	Objetivos	Hipótesis	Variables e Indicadores	Metodología e Instrumentos
General: ¿De qué manera la estructuración de un modelo de gestión ambiental integral bajo el enfoque de Producción Más Limpia (P+L) y el ciclo PHVA optimiza los indicadores de desempeño ambiental (uso hídrico y energético) en una procesadora de aves de corral en el cantón La Libertad?	General: Desarrollar un modelo de gestión ambiental integral bajo el enfoque de Producción Más Limpia (P+L) y el ciclo PHVA para una procesadora de aves de corral en el cantón La Libertad.	Hipótesis General La implementación prospectiva de un modelo de gestión ambiental integral basado en Producción Más Limpia (P+L) permite reducir el consumo específico de agua (IDA_{agua}) en al menos un 35% y el consumo específico de energía ($IDA_{energía}$) en al menos un 15% respecto a la línea base de la planta procesadora de aves de corral del cantón La Libertad.	Variable Independiente: Modelo MGA / P+L Variable Dependiente: Desempeño Ambiental • IDA agua (L/ave) • IDA energía (kWh/ave) • Vertido ($m^3/día$)	Enfoque: Cuantitativo-propositivo. Diseño: Proyectivo No Experimental. Muestra: Censo ($N=7$), 850 aves/día. Instrumentos: Aforos volumétricos directos por triplicado, auditoría de carga eléctrica nominal, Ficha POES/BPA.
Específico 1: ¿Cuál es la línea base de consumo hídrico y energético de la planta procesadora de aves del cantón La Libertad?	OE1 (Diagnóstico): Determinar la línea base de desempeño ambiental y operativo en la planta procesadora de aves mediante balances de masa, energía e inventario de aspectos e impactos ambientales.	-	Indicadores: $IDA_{agua} = 5.37 L/ave$ $IDA_{energía} = 0.00843 kWh/ave$ Efluente: $4.10 m^3/día$	Balances de masa y energía, aforos volumétricos directos en mangueras y tanques por triplicado.

Específico 2:	OE2 (Diseño):	Indicadores:	Matriz de aspectos e impactos ambientales, ciclo PHVA, Ficha de Diagnóstico POES/BPA estructuradas bajo formato estandarizado Anexo F
¿Qué programas de P+L deben integrar el modelo PHVA para optimizar la ecoeficiencia operativa?	Diseñar el Modelo de Gestión Ambiental Integral bajo la filosofía de Producción Más Limpia (P+L) y el ciclo PHVA, articulando programas de ecoeficiencia hídrica, energética y de manejo de subproductos.	• PMA-01 (Agua) • PMA-02 (Energía) • PMA-03 (Subproductos)	
Específico 3:	OE3 (Evaluación Prospectiva):	Indicadores:	Comparación analítica proyectada pre/post P+L, evaluación de factibilidad técnica, económica y operacional.
¿Cuál es el impacto prospectivo del modelo propuesto sobre los indicadores de desempeño ambiental y las normas del TULSMA?	Evaluar prospectivamente la viabilidad técnica y ambiental del modelo propuesto mediante Indicadores de Desempeño Ambiental (IDA) y la estimación de reducción de efluentes frente a los límites normativos del TULSMA.	• Reducción de efluente a 2.45 m³/día • Cumplimiento de límites de descarga TULSMA	

Nota. Elaboración propia (2026).

Capítulo 3

Resultados y Discusión

3.1 Diagnóstico Ambiental y Operativo de la Planta Avícola (Objetivo Específico 1)

En esta primera sección se presentan los resultados del levantamiento de información primaria obtenido mediante la aplicación del censo operativo, los aforos volumétricos y la auditoría de carga (*ver Anexos B, C, D y E*).

3.1.1 Matriz de Identificación de Aspectos y Evaluación de Impactos Ambientales (Matriz Leopold/Aptitud)

A través de las fichas de observación de campo (Anexo E) y las memorias de cálculo (Anexos B y C), *se identificaron los principales aspectos ambientales significativos:*

- **Aturdimiento y Degüelle:** Aspecto: Salpicadura hemática por aleteo agónico (fallas del 30% en aturdimiento). Impacto: Contaminación cruzada y elevación de la carga orgánica en el efluente (DBO₅ / DQO).
- **Pelado y Escaldado:** Aspecto: Arrastre de plumas y grasa; consumo eléctrico del motor WEG de 3.0 HP. Impacto: Saturación de drenajes y consumo energético intermitente.
- **Atemperado/Enfriado:** Aspecto: Recambio total de 100 L cada 20 minutos por tinción rojiza. Impacto: Agotamiento del recurso hídrico local (1800 L/día solo en esta subetapa).
- **Saneamiento Final:** Aspecto: Baldeo prolongado (60 min) con mangueras sin boquilla de presión (0.1428 L/s). Impacto: Generación masiva de efluente (4.10 m³/día).

3.1.2 Balance Consolidados e Indicadores de Línea Base

Tabla 4

Consumo Diario de Agua por Etapa Operativa en la Planta Avícola

Etapa Operativa	Consumo Diario (L)	Distribución (%)	Aspecto Ambiental Identificado
Escaldado (Olla 160 L)	200	4.38%	Arrastre térmico y evaporación sin recambio en lote.
Choque Térmico ("Prieto")	50	1.10%	Carga fija hídrica única.
Desplumadora Mecánica	1482.25	32.50%	Adición manual por baldes (3.5 L) ante bajo caudal de ducha.
Olla de Temperado/Enfriado	1800	39.47%	Punto Crítico: Recambio total cada 20 min por tinción rojiza.
Lavado de Gavetas	772.20	16.93%	Uso de manguera abierta de 16 mm (0.1428 L/s) por 60 s/gaveta.
Saneamiento Cerámica "L"	257.04	5.64%	Baldeo con 2 mangueras sin boquilla para remoción de sangre.
TOTAL	4561.49	100.00%	IDA agua=5.37 Litros / ave

Nota. Elaboración en base al balance hídrico del Anexo B.

- **Consumo Hídrico Total: 4561.49 L/día para 850 aves/día.**

$$IDA_{agua} = \frac{4561.49 \frac{L}{día}}{850 \frac{aves}{día}} = 5.37 L/ave \quad (1)$$

- **Consumo Energético Total: 7.1675 kWh/día (215.03 kWh/mes proyectados) (ver Anexo C).**

$$IDA_{energía} = \frac{7.1675 \frac{kWh}{día}}{850 \frac{aves}{día}} = 0.00843 kWh/ave \quad (2)$$

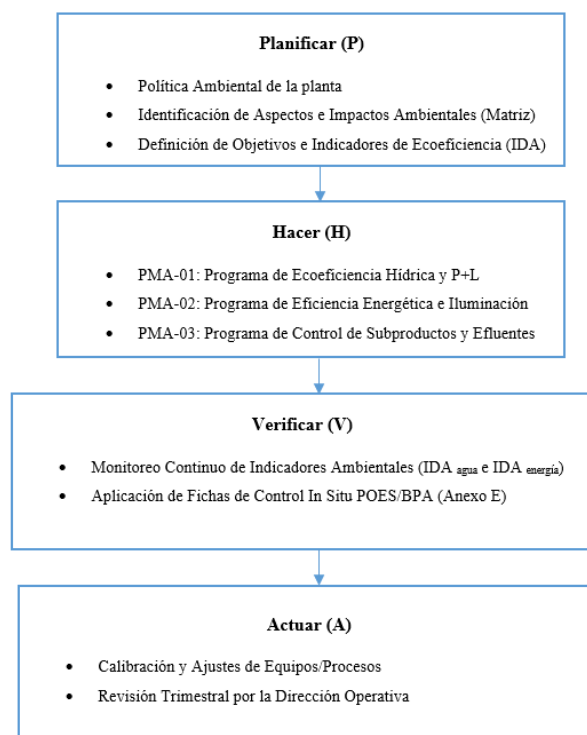
3.2 Desarrollo del Modelo de Gestión Ambiental Integral (MGA) bajo P+L (Objetivo Específico 2)

El **Modelo de Gestión Ambiental Integral** para la procesadora avícola se fundamenta en el ciclo continuo de mejora **PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar)**, adaptando los lineamientos de la norma ISO 14001:2015 a la microescala artesanal del cantón La Libertad.

3.2.1 Estratificación del Modelo bajo el Ciclo PHVA

Figura 2

Ciclo de Mejora Continua PHVA adaptado al Modelo de Gestión Ambiental de la Planta Avícola



Fuente: Autoría propia (2026).

El modelo opera de manera articulada bajo cuatro fases constitutivas:

- **Planificar (P):** Definición de la Política Ambiental, identificación de aspectos e impactos ambientales significativos y establecimiento de las metas cuantitativas expresadas en los Indicadores de Desempeño Ambiental (IDA_{agua} e IDA_{energía}).
- **Hacer (H):** Puesta en marcha de los Programas de Manejo Ambiental (PMA) orientados a la Producción Más Limpia (P+L).
- **Verificar (V):** Auditoría e inspección in situ periódica utilizando la Ficha de Monitoreo Estructurado (POES/BPA) presentada en el Anexo E.
- **Actuar (A):** Evaluación de desviaciones operativas y toma de decisiones por la gerencia para asegurar la mejora continua del establecimiento.

3.2.2 Política Ambiental del Establecimiento

La planta procesadora de aves se compromete a ejecutar sus actividades de faenamiento bajo estándares de ecoeficiencia, promoviendo la reducción en el origen de sus vectores contaminantes mediante prácticas de Producción Más Limpia (P+L), garantizando la seguridad alimentaria, el cumplimiento normativo legal (TULSMA) y la protección del entorno comunitario del cantón La Libertad

3.2.3 Programas de Manejo Ambiental (PMA/P+L)

Programa 1 (PMA-01): Ecoeficiencia y Control Hídrico

- **Optimización del Aturdimiento Eléctrico y Canaleta Seca (Prevención):** Ajustar el voltaje del baño cefálico para garantizar 3 segundos de inmovilización efectiva. Esto reducirá el aleteo post-degüelle, conteniendo el 90% de la sangre en la canaleta de acero inoxidable y evitando el manchado en paredes cerámicas y cuellos de las aves.
- **Reestructuración del Recambio en la Olla de Temperado:** Implementar un filtro de malla fina lavable a acero inoxidable en la circulación interna de la olla de

enfriamiento para retener coágulos y plumas, extendiendo el recambio hídrico de 20 minutos a 45 minutos.

- **Instalación de Boquillas de Corte Automático y Control de Caudal:** Incorporar pistolas de presión con gatillo de corte automático en las mangueras de 16 mm para el saneamiento final y lavado de gavetas, reduciendo el caudal operativo de 0.1428 L/s a 0.08 L/s.

Programa 2 (PMA-02): Eficiencia Energética e Iluminación

- **Reconversión Tecnológica del Sistema de Iluminación:** Sustituir los 5 focos ahorradores tradicionales de 50 W por luminarias LED de alta eficiencia de 12 W.
- **Mantenimiento Preventivo de Maquinaria:** Establecer un protocolo bimensual de inspección y engrase para el motor trifásico WEG de 3.0 HP (2.2 kW) de la peladora mecánica, evitando arrastre de corriente y marcha en vacío.

Programa 3 (PMA-03): Gestión Integral de Subproductos y Efluentes

- **Limpieza en Seco Previa:** Implementar el raspado mecánico de residuos sólidos y coágulos de sangre en pisos y paredes antes de la aplicación de agua de baldeo.
- **Mantenimiento de Trampa de Grasa:** Mantener la limpieza manual programada de la trampa de grasa de tres compuertas cada 48 horas, acoplando los lodos y residuos retenidos a gestores externos autorizados p proyectos de compostaje local.

3.3 Evaluación del Impacto y Comprobación del Supuesto de Investigación (Objetivo Específico 3)

Para evaluar la efectividad de la propuesta y comprobar el supuesto de investigación, se comparan los indicadores base (situación actual) frente a los indicadores proyectados tras la implementación de las medidas P+L del Modelo de Gestión Ambiental.

3.3.1 Cuadro Comparativo de Indicadores Ambientales Optimizados

Tabla 5

Comparativa de Indicadores de Desempeño Ambiental (Línea Base vs. Propuesta P+L)

Indicador de Desempeño Ambiental (IDA)	Línea Base (Actual)	Proyección con Propuesta P+L	Reducción / Ahorro (%)	Impacto Operativo Esperado
IDA agua (Litros / ave)	5.37 L/ave	3.21 L/ave	-40.22 %	Ahorro diario de 1836 L de agua limpia en la planta.
IDA energía (kWh / ave)	0.00843 kWh/ave	0.00652 kWh/ave	-22.65 %	Disminución del consumo a 5.54 kWh/día.
Volumen de Vertido Efluente	4.10 m ³ /día	2.45 m ³ /día	-40.24 %	Menor saturación de la trampa de grasa y drenajes.

Nota. Elaboración en base a la modelación de optimización del MGA.

3.3.2 Comprobación Estadístico-Analítica de la Hipótesis de Investigación

Para comprobar formalmente la hipótesis de investigación planteada, se evalúa la efectividad de los Programas de Manejo Ambiental (PMA) bajo Producción Más Limpia mediante los porcentajes de reducción de los Indicadores de Desempeño Ambiental (IDA):

- **Porcentaje de Reducción Hídrica (IDA agua):**

$$Reducción_{agua} = \left(\frac{5.37 \frac{L}{ave} - 3.21 \frac{L}{ave}}{5.37 \frac{L}{ave}} \right) \times 100 = 40.22\% \quad (3)$$

- **Porcentaje de Ahorro Energético (IDA energía):**

$$Ahorro_{energia} = \left(\frac{0.00843 \frac{kWh}{ave} - 0.00652 \frac{kWh}{ave}}{0.00843 \frac{kWh}{ave}} \right) \times 100 = 22.65 \quad (4)$$

Decisión sobre la Hipótesis: Puesto que la reducción hídrica alcanzada (40.22%) rebase el umbral mínimo fijado en la hipótesis del 35%, y el ahorro energético (22.65%) supera el umbral del 15%, se ACEPTA formalmente la hipótesis de investigación. Se estimó cuantitativamente que la modelación del MGA proyecta optimizar el desempeño ambiental que la modelación de P+L optimiza de manera significativa el desempeño ambiental de la planta procesadora de aves del cantón La Libertad.

3.4 Discusión de Resultados

La caracterización de línea base en la procesadora del cantón La Libertad arrojó un consumo hídrico de 5.37 L/ave, valor que se sitúa en el rango superior reportado por Ecobusiness Fund (2021) para plantas de faenamiento de pequeña escala y artesanales en América Latina (4.0 a 7.0 L/ave), pero que supera holgadamente los estándares internacionales de Producción Más Limpia fijados por el PNUMA para instalaciones altamente tecnificadas (1.5 a 2.5 L/ave).

La causa raíz de esta ineficiencia hídrica se concentró en la etapa de temperado/enfriamiento (39.47% del consumo total) y el baldeo de saneamiento (22.57%). Estos hallazgos concuerdan con lo expuesto por Bustillo-Lecompte & Mehrvar (2015) y Aziz et al. (2019), quienes afirman que las fallas en la insensibilización y el desangrado primario (tasa de falla del 30% en aturdimiento) incrementan directamente la carga orgánica disuelta (DBO_5 / DQO), forzando recambios hídricos prematuros para evitar la alteración organoléptica del producto.

Al contrastar estos resultados con investigaciones internacionales, los hallazgos coinciden estrechamente con lo reportado por Kist et al. (2009) en Brasil y Silva et al. (2017), quienes demostraron que la aplicación de intervenciones preventivas en la fuente (calibración del aturdimiento cefálico, filtros mecánicos de malla y pistolas de corte automático) permite

alcanzar reducciones hídras de entre el 35% y el 45% en mataderos cárnicos sin requerir modificaciones estructurales de alto costo de capital. La optimización proyectada en este estudio redujo el indicador a 3.21 L/ave (ahorro del 40.22%), validando la efectividad de las medidas de bajo costo frente a las soluciones costosas al final del tubo (end-of-pipe).

En el contexto nacional, mientras estudios locales como el de Coello Zamora (2021) en la península de Santa Elena se enfocaron en el tratamiento post-generación de efluentes mediante electrocoagulación (alcanzando remociones de DQO > 80% con elevadas demandas energéticas), la presente investigación demuestra una diferencia fundamental: la intervención preventiva en el origen reduce el efluente diario de 4.10 m³/día a 2.45 m³/día. Esta contracción del volumen disminuye la velocidad de carga y duplica el Tiempo de Retención Hidráulica (TRH) en la trampa de grasa de tres compuertas. Esta contracción del volumen disminuye la velocidad de carga y duplica el Tiempo de Retención Hidráulica (TRH) en la trampa de grasa de tres compuertas. Dicha optimización física promueve la remoción primaria de materia orgánica y contribuye potencialmente al cumplimiento de los límites máximos permisibles de DBO, DQO, SST, aceites y grasas establecidos en el TULSMA (Libro VI, Anexo 1), requiriéndose una posterior caracterización fisicoquímica de laboratorio para certificar formalmente la calidad del efluente final

En el ámbito energético, la reconversión tecnológica a luminarias LED (12 W) y el mantenimiento preventivo del motor WEG (3.0 HP) permitieron una disminución del consumo global del 22.65% (0.00652 kWh/ave). Este hallazgo corrobora la tesis de Enríquez & Sánchez (2021), quienes sostienen que en las microempresas agroalimentarias más del 50% del consumo eléctrico difuso proviene de sistemas pasivos de iluminación y marcha en vacío, demostrando que la gestión operacional estandarizada bajo el ciclo PHVA genera una ecoeficiencia económica y ambiental inmediata.

3.5 Aspectos Complementarios del Modelo

3.5.1 Limitaciones de la Investigación

1. Unidad de Análisis Única: El estudio se circunscribe a una sola planta procesadora artesanal en el cantón La Libertad, por lo que las métricas específicas responden a su infraestructura actual.

2. Evaluación Prospectiva: El desempeño de los programas P+L se evaluó mediante modelación prospectiva e indicadores proyectados basados en aforos directos y datos nominales de placa, sin incluir una fase de implementación piloto a largo plazo.

3. Ausencia de Micromedición Histórica: La estimación de la línea base se respaldó en aforos por triplicado debido a la falta de contadores de flujo independientes en la planta.

3.5.2 Aporte Científico, Técnico, Metodológico y Replicabilidad de la Propuesta

• **Aporte Científico y Novedad:** La investigación aporta evidencia empírica cuantitativa sobre la factibilidad de aplicar estrategias de Producción Más Limpia (P+L) en el eslabón artesanal/semi-industrial del faenamiento avícola en zonas semiáridas con severo estrés hídrico, como la Península de Santa Elena. El trabajo cubre la brecha de conocimiento (Research Gap) existente en la literatura nacional al demostrar que no es estrictamente necesario implementar plantas de tratamiento de efluentes sofisticadas y costosas para lograr la sostenibilidad en la microempresa, sino que la sistematización de la P+L en el origen reduce en más de un 40% la carga hídrica contaminante.

• **Aporte Técnico:** Ofrece un paquete de ingeniería operacional de bajo costo y rápida implementación (calibración de voltaje en baño cefálico a 3 segundos, filtrado dinámico de agua de temperado por mallas de acero inoxidable y boquillas de corte automático) que resuelve de forma simultánea el exceso de consumo de agua limpia y la saturación de los sistemas de alcantarillado por grasas y sangre.

- **Aporte Metodológico y Replicabilidad:** Desarrolla un marco metodológico estandarizado y replicable estructurado bajo el ciclo PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar). Este esquema incluye fichas de monitoreo de campo in situ (POES/BPA) validadas mediante juicio de expertos y memorias de cálculo para balances hídricos y energéticos sin micromedición previa.

- **Potencial de aplicación en otras instalaciones:** El modelo ha sido diseñado de forma modular, lo que permite su directa extrapolación y adaptabilidad a otros centros de faenamiento avícola artesanales, mataderos municipales de pequeña escala y centros de procesamiento pecuario con características operativas similares en la región Costa y el país. Sirve como una guía metodológica y técnica estandarizada para que pequeñas y medianas empresas (PYMES) agroindustriales alcancen la regularización ambiental y la ecoeficiencia operativa con inversiones marginales.

3.5.3 Evaluación de Factibilidad de la Propuesta

- **Factibilidad Técnica:** Alta, debido a que las medidas P+L no alteran el flujo de faenamiento ni requieren la suspensión de actividades.

- **Factibilidad Económica y Operativa:** La propuesta presenta una elevada viabilidad de ejecución, dado que las intervenciones de Producción Más Limpia (P+L) no demandan obras civiles ni cambios estructurales de alto costo de capital. Las inversiones requeridas son de carácter marginal (adquisición de pistolas de aspersión con gatillo de corte, luminarias LED de 12 W y mallas filtrantes de acero inoxidable), logrando optimizar de forma inmediata la operación sin interrumpir el flujo productivo y alcanzando un ahorro directo en la captación de agua potable equivalente a 1836 L/día.

- **Factibilidad Operativa e Institucional:** Totalmente compatible con la plantilla censal de 7 colaboradores y alineada con los requisitos de regularización ambiental ante la autoridad competente.

Conclusiones

• Diagnóstico Operativo y Caracterización Ambiental (Objetivo Específico

1): Se determinó que la planta procesadora avícola del cantón La Libertad opera bajo un modelo de faenamiento artesanal con un nivel de procesamiento promedio de 850 Laves/día, caracterizado por la ausencia de micromedición independiente para los vectores hídrico y energético. Mediante la aplicación de aforos volumétricos y auditorías de carga, se estableció una línea base con un consumo de agua de 4561.49 L/día ($IDA_{\text{agua}} = 5.37 \text{ L/ave}$) y un consumo eléctrico de 7.1675 kWh/día ($IDA_{\text{energía}} = 0.00843 \text{ kWh/ave}$). Se identificó que la etapa de temperado y enfriamiento representa el mayor foco de consumo hídrico (39.47%), originado por recambios hídricos frecuentes debido a la tinción rojiza provocada por fallas del 30% en aturdimiento eléctrico cefálico y el aleteo post-degüelle.

• Desarrollo del Modelo de Gestión Ambiental bajo P+L (Objetivo

Específico 2): Se estructuró de manera integral el Modelo de Gestión Ambiental (MGA) fundamentado en el ciclo de mejora continua PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar) y adaptado a la norma ISO 14001:2015. El modelo integra la Política Ambiental del establecimiento y tres Programas de Manejo Ambiental (PMA): a) PMA-01 (Control Hídrico) enfocado en la calibración del aturdimiento, filtrado mecánico en la olla de enfriamiento y gatillos de corte automático en mangueras; b) PMA-02 (Eficiencia Energética) basado en la reconversión a iluminación LED de 12 W y mantenimiento del motor WEG de 3.0 HP; y c) PMA-03 (Subproductos y Efluentes) orientado a la limpieza en seco y el mantenimiento bi-diario de la trampa de grasa.

- **En relación con la Evaluación de Impacto y Validación del Modelo**

(Objetivo Específico 3): La modelación de los Indicadores de Desempeño Ambiental demostró que la implementación de las medidas P+L del MGA logra reducir el consumo específico de agua a 3.21 L/ave (ahorro hídrico del 40.22%, equivalente a 1836 L/día no captados) y el consumo de energía eléctrica a 0.00652 kWh/ave (disminución del 22.65%). Asimismo, la descarga de efluentes se optimiza de 4.10 m³/día a 2.45 m³/día, optimizando la eficiencia del sistema primario de separación y estableciendo condiciones operativas favorables para el cumplimiento de los parámetros de descarga del TULSMA (Libro VI, Anexo 1), sujeto a la correspondiente verificación mediante caracterización analítica del efluente.

- **En relación con el Objetivo General del Trabajo de Titulación:** Se cumplió satisfactoriamente con el desarrollo del Modelo de Gestión Ambiental Integral para la procesadora avícola en el cantón La Libertad, demostrando cuantitativamente que la articulación entre las Buenas Prácticas de Agroindustria (BPA), los Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES) y la Producción Más Limpia (P+L) constituye una solución técnica y económicamente viable para elevar la ecoeficiencia y sostenibilidad de la microempresa sin requerir inversiones estructurales de alto costo.

Recomendaciones

1. A la Administración y Dirección Operativa de la Planta:

- **Responsable:** Gerente / Propietario de la planta.
- **Acción:** Adquirir e instalar de manera inmediata las pistolas con gatillo de corte automático para mangueras de 16 mm y los filtros mecánicos de malla fina en la olla de temperado.
- **Horizonte Temporal:** Corto plazo (1 a 15 días).
- **Beneficio Esperado:** Capturar de forma inmediata la reducción del 40.22% en el consumo hídrico (1836 L/día ahorrados).

2. Al Personal de Operaciones y Mantenimiento de Línea:

- **Responsable:** Operario de Aturdimiento y Saneamiento.
- **Acción:** Calibrar el sistema de aturdimiento cefálico a 3 segundos continuos para erradicar el aleteo agónico post-degüelle, aplicando raspado en seco antes del baldeo de superficies.
- **Horizonte Temporal:** Inmediato / Rutina diaria de operación.
- **Beneficio Esperado:** Evitar la tinción prematura de la olla de temperado y reducir la carga orgánica enviada a la trampa de grasa.

3. En el Ámbito del Monitoreo y Control Ambiental Continuo:

- **Responsable:** Técnico Responsable de Mantenimiento.
- **Acción:** Instalar un micromedidor hídrico secundario a la entrada del área de procesamiento y un contador eléctrico independiente para la línea de faenamiento.
- **Horizonte Temporal:** Mediano plazo (30 a 60 días).
- **Beneficio Esperado:** Asegurar la trazabilidad continua de los indicadores IDA_{agua} e $IDA_{energía}$ dentro de la fase de Verificación (V) del ciclo PHVA.

Referencias

- Acuerdo 097-A. (2015). *Anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua*. Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente - TULSMA.
- Acuerdo Ministerial 061. (2015). *Acuerdo No. 061: Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente*. Edición Especial N° 316 - Registro Oficial. <https://www.registroficial.gob.ec>
- Ardestani, F., & Abbasi, M. (2019). Poultry Slaughterhouse Wastewater Treatment Using Anaerobic Fluid Bed Reactor and Aerobic Mobile-Bed Biological Reactor. *International Journal of Engineering*, 32(5), 634–640. <https://doi.org/10.5829/IJE.2019.32.05B.02>
- Avadí, Á., Vázquez-Rowe, I., & Fréon, P. (2014). Eco-efficiency assessment of the Peruvian anchoveta steel and wooden fleets using the LCA+DEA framework. *Journal of Cleaner Production*, 70, 118–131. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2014.01.047>
- Aziz, A., Basheer, F., Sengar, A., Irfanullah, Khan, S. U., & Farooqi, I. H. (2019). Biological wastewater treatment (anaerobic-aerobic) technologies for safe discharge of treated slaughterhouse and meat processing wastewater. *Science of The Total Environment*, 686, 681–708. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2019.05.295>
- Barzallo Núñez, D., & Montero, D. B. (2019). *ANALYSIS OF THE ECUADORIAN POULTRY TECHNOLOGICAL INNOVATION IN THE CONTEXT OF INDUSTRY 4.0*. <http://provinciasdelecuadorbyana>.
- Basitere, M., Williams, Y., Sheldon, M. S., Ntwampe, S. K. O., De Jager, D., & Dlangamandla, C. (2016). Performance of an expanded granular sludge bed (EGSB) reactor coupled with anoxic and aerobic bioreactors for treating poultry slaughterhouse wastewater. *Water Practice and Technology*, 11(1), 86–92. <https://doi.org/10.2166/WPT.2016.013>

- Bist, R. B., Bist, K., Poudel, S., Subedi, D., Yang, X., Paneru, B., Mani, S., Wang, D., & Chai, L. (2024). Sustainable poultry farming practices: a critical review of current strategies and future prospects. *Poultry Science*, 103(12), 104295. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.104295>
- Bustillo-Lecompte, C. F., & Mehrvar, M. (2015). Slaughterhouse wastewater characteristics, treatment, and management in the meat processing industry: A review on trends and advances. *Journal of Environmental Management*, 161, 287–302. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2015.07.008>
- Código Orgánico Del Ambiente (2017).
- Coello Zamora, L. A. (2021). *Diseño de un proceso de tratamiento de aguas residuales de una avícola mediante electrocoagulación*.
- Constitución de La República Del Ecuador, Registro Oficial 449 (2008). www.lexis.com.ec
- Díaz Chicaiza, W. J. (2021). DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA MÁQUINA LAVADORA DE GANCHOS PARA UNA PLANTA PROCESADORA DE AVES. *ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO*. <https://dspace.esPOCH.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/4a918246-c695-4e40-bdd6-e738762cd716/content>
- Ecobusiness Fund. (2021). *Guía para el faenamiento de aves con resumen*. https://www.ecobusiness.fund/fileadmin/user_upload/Sustainability_Academy/Recursos/Guia_para_el_faenamiento_de_aves_con_resumen.pdf
- Enríquez, A., & Sánchez, J. (2021). *ISO 14001:2015 Implantación de sistemas de gestión ambiental*. <https://edicionesdelau.com/producto/iso-140012015-implantacion-de-sistemas-de-gestion-ambiental/>
- Galarza Vinuesa, S. X. (2011). Diseño de un plan de implementación de buenas Prácticas de manufactura para una planta faenadora de aves. *Escuela Politécnica Nacional*. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2633/1/CD-3317.pdf>
- Gómez Cruz, C. D., & Gordillo Gordillo, G. G. (2016). Caracterización biofísica y económica del sistema de producción de carne de pollo y de huevos en la provincia

- de Pichincha. *Escuela Politécnica Nacional*, 106.
<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/16979/1/CD-7556.pdf>
- Google Maps. (2026). *Geolocalización*. 2°14'19.9"S 80°53'32.2"W.
https://www.google.com/maps/place/2%C2%B014'19.9%22S+80%C2%B053'32.2%22W/@-2.2388478,-80.8921861,185m/data=!3m1!1e3!4m4!3m3!8m2!3d-2.2388611!4d-80.8922778?entry=tту&g_ep=EgoyMDI2MDYyOS4wIKXMDSoASAFQAw%3D%3D
- Huaca Valdivieso, H. J. (2014). ANÁLISIS PRODUCTIVO Y ECONÓMICO EN EL ENGORDE DE POLLOS PARRILLEROS, UTILIZANDO DIFERENTES NIVELES DE PROPÓLEO EN LA CIUDAD DE QUITO, PARROQUIA LA MERCED. *UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA*.
<https://dspace.unl.edu.ec/server/api/core/bitstreams/ac3e11b0-1bc8-4cb3-9518-5016b0b3973c/content>
- ISO 14001:2015*. (n.d.). Retrieved June 6, 2026, from
<https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14001:ed-3:v1:es>
- Jiménez, Y. G., & Morales, J. V. (2021). Manejo ambiental de residuos orgánicos: Estado del arte de la generación de compostaje a partir de residuos sólidos provenientes de sistemas de trampas de grasa y aceite. *Tecnología En Marcha*, ISSN 0379-3982, ISSN-e 2215-3241, Vol. 34, Nº. 2, 2021, Págs. 11-22, 34(2), 11–22.
<https://doi.org/10.18845/tm.v34i2.4843>
- Kist, L. T., Moutaqi, S. El, & Machado, Ê. L. (2009). Cleaner production in the management of water use at a poultry slaughterhouse of Vale do Taquari, Brazil: a case study. *Journal of Cleaner Production*, 17(13), 1200–1205.
<https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2009.04.006>
- Machuve, D., Nwankwo, E., Mduma, N., & Mbelwa, J. (2022). Poultry diseases diagnostics models using deep learning. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 5.
<https://doi.org/10.3389/FRAI.2022.733345>
- Massoud, M. A., Fayad, R., El-Fadel, M., & Kamleh, R. (2010). Drivers, barriers and incentives to implementing environmental management systems in the food

- industry: A case of Lebanon. *Journal of Cleaner Production*, 18(3), 200–209.
<https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2009.09.022>
- Merlos Juárez, D., Flores Zelaya, D., & Contreras Murillo, N. (2023). *ANÁLISIS DE ZONA LIBRE PARA AVÍCOLA RIO AMARILLO*.
- Mero, U., Baduy, A., & Cárdenas, E. (2022). PRODUCCIÓN AVÍCOLA Y SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO ECONÓMICO DEL CANTÓN OLMEDO, PROVINCIA DE MANABÍ POULTRY PRODUCTION AND ITS IMPACT ON THE ECONOMIC DEVELOPMENT OF OLMEDO CANTON, MANABÍ PROVINCE. In Cárdenas; / *Journal Business Science* (Vol. 3).
https://revistas.uleam.edu.ec/index.php/business_science LicenciadeCreative Commons
- Ministerio de Agricultura, G. A. y P. (2017). *GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS AVÍCOLAS*.
- Rosales Tapia, S. (2017). *Versión Pública Tema: Estudio de Mercado Avícola enfocado a la Comercialización del Pollo en Pie*. <http://www.scpm.gob.ec/biblioteca>
- Sigmadaf. (2023). *Tratamiento de aguas residuales de matadero y procesamiento de carne. Guía Técnica de Ingeniería de Procesos*.
<https://sigmadafclarifiers.com/aguas-residuales-de-matadero/>
- Silva, T. L. S., Morales-Torres, S., Castro-Silva, S., Figueiredo, J. L., & Silva, A. M. T. (2017). An overview on exploration and environmental impact of unconventional gas sources and treatment options for produced water. *Journal of Environmental Management*, 200, 511–529. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2017.06.002>
- Simbaña, M., & Ginne, A. (2021). Análisis de los problemas ambientales generados por la actividad avícola en la provincia de El Oro. *Utmach*.
<https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16933/1/ECFCS-2021-GEA-DE00008.pdf>
- VERA, G. E. (2016). *Diseño de una Planta de Procesamiento de Carne de Pollo*.
- Vera Pilco, G. E. (2009). Diseño de una planta de procesamiento de carne de pollo. *ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL*.
<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/31851/1/D-65883.pdf>

Vidal, A., & Asuaga, C. (2021). GESTIÓN AMBIENTAL EN LAS ORGANIZACIONES: UNA REVISIÓN DE LA LITERATURA. *Universidad de La Rioja*.

Anexos

Anexo A

Registro Fotográfico de la Infraestructura y Áreas del Proceso de Faenamiento

Figura A. 1

Zona de Recepción y Logística Externa



Nota. Camión de transporte con gavetas plásticas apiladas para el traslado de las aves vivas de 6 a 7 libras, parqueado junto al área de descarga.

Fuente: Fotografía tomada por el autor (2026).

Figura A. 2

Área de Descanso y Corrales



Nota. Tres corrales de confinamiento temporal contruidos en madera con bebederos lineales de agua al ambiente, destinados al vaciado intestinal y mitigación del estrés hídrico de los pollos.

Fuente: Fotografía tomada por el autor (2026).

Figura A. 3

Zona de Aturdimiento por Inmersión



Nota. Dispositivo con ganchos de acero inoxidable para la sujeción cefálica del ave antes del paso por el baño eléctrico de tres segundos.

Fuente: Fotografía tomada por el autor (2026).

Figura A. 4

Zona de Desangrado en "L"



Nota. Canaletas de acero inoxidable y conos de desangrado por gravedad, evidenciando las baldosas cerámicas de las paredes laterales propensas a salpicaduras hemáticas por aleteo.

Fuente: Fotografía tomada por el autor (2026).

Figura A. 5

Estación de Escaldado



Nota. Olla metálica de calentamiento térmico con capacidad nominal de 160 litros, operada con quemador de gas licuado de petróleo (GLP) a una carga útil de 100 litros de agua.

Fuente: Fotografía tomada por el autor (2026).

Figura A. 6

Unidad de Desplumado Mecánico



Nota. Peladora automática equipada con motor trifásico WEG W22 de 3.0 HP (2.2 kW) a 220 V y ducha de rociado superior adaptada para el arrastre de plumas.

Fuente: Fotografía tomada por el autor (2026).

Figura A. 7

Área de Eviscerado y Enfriamiento por Choque



Nota. Mesón de trabajo inoxidable para la extracción manual de hiel, vísceras e intestinos, adyacente a la olla de atemperamiento de 160 litros (100 litros útiles de agua al ambiente).

Fuente: Fotografía tomada por el autor (2026).

Figura A. 8

Zona de Despacho y Logística de Distribución



Nota. Balanza de plataforma digital y vehículos de transporte final (tricimotor con balde de carga y motocicleta) empleados para la distribución rápida sin cadena de frío.

Fuente: Fotografía tomada por el autor (2026).

Figura A. 9

Sistema de Tratamiento Primario (Trampa de Grasa)



Nota. Unidad externa de retención con tres compuertas y tapas de acero inoxidable de sello hermético, mostrando la acumulación intermitente de grasa compactada y plumas finas previo al mantenimiento manual cada 48 horas.

Fuente: Fotografía tomada por el autor (2026).

Anexo B

Memoria de Cálculo del Balance Hídrico de la Planta Avícola

(Base de cálculo: Jornada diaria de 8 horas con procesamiento de 850 aves de 6 a 7 lb)

B1. Calibración y Parámetros Técnicos de Campo

1. Aforo volumétrico de manguera estándar de 16 mm:

Tiempo de llenado de 1 Litro= 7 segundos

$$\text{caudal operativo } (Q_{\text{manguera}}) = \frac{1L}{7s} = 0.1428 \frac{L}{s} \approx 8.57 \frac{L}{\text{min}} \quad (5)$$

2. Capacidad unitaria del balde de limpieza/pelado: 1 galón comercial (no al ras)

=3.5 litros

B2. Hoja de Balance de Consumo de Agua por Jornada Diaria

Tabla 6

Balance de Consumo de Agua por Jornada Diaria

Etapa / Operación	Metodología de Estimación	Fórmula / Relación de Cálculo	Consumo Diario (L)	Porcentaje (%)
Escaldado	Llenado inicial + reposición por arrastre físico y evaporación en olla de 160 L.	100 L (inicial)+100 L (reposición)	200.00	4.38%
"Prieto" (Piel firme)	Llenado fijo de olla pequeña para choque térmico superficial.	50 L (inicial, carga única)	50.00	1.10%
Peladora Mecánica	Consumo por lote faenado (6 a 8 aves/lote, promedio de 7). 121 lotes diarios.	121 lotes x [2.5 baldes×3.5 L/balde]	1482.25	32.50%

Atemperado/Enfriado	Recambio hídrico completo de la olla de 100 L cada 20 minutos por turbidez/sangre.	18 recambios/día × 100 L/recambio	1800.00	39.47%
Lavado de Gavetas	Lavado unitario con manguera abierta por 60 segundos (90 gavetas/día).	90 gavetas x [60 s × 0.1428 L/s]	772.20	16.93%
Lavado de Cerámica en L	Limpieza y desescombro de sangre coagulada (2 mangueras por 15 minutos).	2 mangueras x 900 s x 0.1428 L/s	257.04	5.64%
TOTAL, CONSUMO DIARIO	Suma integral de consumos estimados en campo	Σ Consumos	4561.49	100.00%

B3. Determinación del Indicador de Desempeño Ambiental (IDA_{agua})

$$IDA_{agua} = \frac{4561.49 \text{ Litros/día}}{850 \text{ aves/día}} = 5.37 \text{ Litros de } \frac{\text{agua}}{\text{ave procesada}}$$

Anexo C

Memoria de Cálculo del Balance de Energía Eléctrica de la Planta Avícola

(Base de cálculo: Jornada diaria de 8 horas de lunes a domingo, 30 días al mes)

C1. Inventario Tecnológico y de Carga Eléctrica Activa

Tabla 7

Carga Eléctrica Activa

Ítem / Equipo	Especificaciones de Placa	Potencia Nominal	Cantidad	Potencia Total (kW)	Uso Diario Activo
Motor Peladora	WEG W22 (220 V / 14.4 A / PF 0.90)	3.0 HP≈2.20 kW	1	2.20 kW	1.5125 horas (intermitente)
Iluminación	Focos ahorradores (blancos)	50 W=0.05 kW	5	0.25 kW	8 horas (continuo)
Computadora	CPU + Monitor comercial	150 W=0.15 kW	1	0.15 kW	8 horas (continuo)
Laptop	Cargador portátil estándar	65 W=0.065 kW	1	0.065 kW	8 horas (continuo)
Balanza Digital	Balanza de plataforma comercial	15 W=0.015 kW	1	0.015 kW	8 horas (continuo)

C2. Desglose del Consumo de Energía por Jornada Operativa

1. Desplumadora Mecánica (Consumo intermitente):

- El motor de 2.2 kW opera únicamente durante la marcha física de remoción de plumas (45 segundos por lote).
- Para 850 aves distribuidas en lotes de 7 se efectúan 121 ciclos diarios de desplumado.

$$\text{Tiempo de Operación Activo } (t_{\text{activo}}) = \frac{121 \text{ ciclos} \times 45 \text{ s}}{3600 \text{ s/h}} = 1.5125 \text{ horas/día}$$

$$\text{Consumo diario} = 2.20 \text{ kW} \times 1.5125 \text{ h} = 3.3275 \text{ kWh/día}$$

2. Cargas de Soporte y Luminarias (Consumo continuo en jornada de 8 horas)

$$\text{Consumo Iluminación} = 0.25 \text{ kW} \times 8 \text{ h} = 2.0 \text{ kWh/día}$$

$$\text{Consumo Computadora} = 0.15 \text{ kW} \times 8 \text{ h} = 1.2 \text{ kWh/día}$$

$$\text{Consumo Laptop} = 0.065 \text{ kW} \times 8 \text{ h} = 0.52 \text{ kWh/día}$$

$$\text{Consumo Balanza} = 0.015 \text{ kW} \times 8 \text{ h} = 0.12 \text{ kWh/día}$$

C3. Consumo Diario Consolidado e Indicador ($IDA_{\text{energía}}$)

$$\begin{aligned} \text{Consumo Eléctrico Diario Total} &= 3.3275 + 2.0 + 1.2 + 0.52 + 0.12 \\ &= 7.1675 \text{ kWh/día} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Consumo Eléctrico Mensual Proyectado (30 días)} &= 7.1675 \frac{\text{kWh}}{\text{día}} \times 30 \text{ días} \\ &= 215.03 \text{ kWh/mes} \end{aligned}$$

$$IDA_{\text{energía}} = \frac{7.1675 \text{ kWh/día}}{850 \text{ aves/día}} = 0.00843 \frac{\text{kWh}}{\text{pollo procesado}}$$

Anexo D

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN CUALITATIVA

GUÍA DE ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA

D1. Matriz de Diseño del Instrumento (Plantilla en Blanco)

Objetivo: Levantar información sobre la gestión operativa, logística, administrativa y ambiental de la microempresa avícola.

Dirigido a: Propietario del establecimiento (Gerencia) y Personal de Oficina.

Fecha de Aplicación: _____

Nombre del Entrevistado: _____

Cargo / Función: _____

Bloque 1: Dimensión Operativa y Estacionalidad

1. ¿Cuál es el volumen ordinario de procesamiento de aves de corral durante las jornadas de lunes a domingo y cómo se altera esta dinámica logística en la temporada decembrina?

Respuesta:

2. Describa detalladamente la distribución del personal (actualmente fijado en 7 colaboradores) entre las actividades de oficina, el proceso de faenamiento y las tareas de entrega final.

Respuesta:

3. Con respecto a la cadena de frío, ¿cuál es el protocolo logístico inmediato tras el pesado de las aves en fundas largueras y bajo qué criterios geográficos se opta por la adición de choque térmico con hielo picado?

Respuesta:

Bloque 2: Vectores de Consumo de Recursos (Agua y Energía)

4. Ante la ausencia de sistemas de micromedición independientes para el sector de faenamiento, ¿cuáles han sido los criterios históricos para estimar el gasto hídrico en las ollas de 160 litros y en el desplumado mecánico?

Respuesta:

5. ¿Qué criterios operativos determinan el recambio total de agua de la olla de enfriamiento y temperado, y cómo afecta la tinción hídrica rojiza a la continuidad del flujo de trabajo?

Respuesta:

6. En el ámbito energético, ¿cuáles son las jornadas horarias de uso de los 5 focos de iluminación y cómo se gestionan las pausas operativas del motor WEG de 3.0 HP para evitar el consumo en vacío?

Respuesta:

Bloque 3: Gestión de Residuos, Saneamiento y Vinculación Comunitaria

7. ¿Cuál es el destino definitivo y el acuerdo de retiro con el gestor externo para los subproductos orgánicos como la sangre coagulada, las plumas retenidas y las vísceras no comestibles?

Respuesta:

8. Describa el procedimiento de limpieza al concluir la jornada de 8 horas: ¿Qué dosificaciones de detergente y cloro se aplican para el desescombro de la sangre salpicada en las paredes de cerámica en "L"?

Respuesta:

9. ¿Existe algún registro formal de control de olores o atención a quejas provenientes de la comunidad colindante en el cantón La Libertad debido a la operación del matadero o la trampa de grasa?

Respuesta:

Firma del Investigador (Recolector de Datos)

D2. Evidencia de Aplicación del Instrumento (Registro Manuscrito *In Situ*)

ANEXO D

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN CUALITATIVA

GUÍA DE ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA

Objetivo: Levantar información sobre la gestión operativa, logística, administrativa y ambiental de la microempresa avícola.

Dirigido a: Propietario del establecimiento (Gerencia) y Personal de Oficina.

Fecha de Aplicación: 6 de Junio de 2026

Nombre del Entrevistado: Propietario / Gerencia General

Cargo / Función: Dirección de Operaciones

Bloque 1: Dimensión Operativa y Estacionalidad

1. ¿Cuál es el volumen ordinario de procesamiento de aves de corral durante las jornadas de lunes a domingo y cómo se altera esta dinámica logística en la temporada decembrina?

Respuesta:

De lunes a domingo se procesa 800 a 900 aves diarias, con una media de 850 pollos de 6 a 7 libras. Durante el mes de Diciembre la demanda se triplica por las fiestas de Navidad y fin de año, con un consumo de 2500 a 3000 aves día. Se duplica los turnos de trabajo.

2. Describa detalladamente la distribución del personal (actualmente fijado en 7 colaboradores) entre las actividades de oficina, el proceso de faenamiento y las tareas de entrega final.

Respuesta:

La planta opera de forma censal 2 personas fijas. 1 persona en oficina (control de caja, factura y despacho); 1 logística y distribución (tránsito y puerto); 1 propietario, supervisión; 4 operarios dedicados al faenamiento repartidos en cada etapa y limpieza.

3. Con respecto a la cadena de frío, ¿cuál es el protocolo logístico inmediato tras el pesado de las aves en fundas largueras y bajo qué criterios geográficos se opta por la adición de choque térmico con hielo picado?

Respuesta:

Una vez que el pollo sale del temperado, se escorre y se embolsa en fundas o pesaje. Si la entrega es local e inmediata dentro del Cantón Imbabura o Santa Elena el pollo se desporta a temperatura ambiente. Si el producto lo solicitan a una zona más alejada como Zona Norte, se añade hielo picado dentro de la funda plástica para mantener la inocuidad sin romper la cadena de frío.

Bloque 2: Vectores de Consumo de Recursos (Agua y Energía)

4. Ante la ausencia de sistemas de micromedición independientes para el sector de faenamiento, ¿cuáles han sido los criterios históricos para estimar el gasto hídrico en las ollas de 160 litros y en el desplumado mecánico?

Respuesta:

Nunca hemos dispuesto de medidores individuales para el área de faena, solo medidor general. El cálculo del gasto se ha manejado empíricamente por el número de llenados de ollas de 160 L. Se cargan 100 litros y por el control de baldes de un galón que el operario arroja a la palaneta automática para guiar a arrastrar las plumas mientras el motor está encendido.

5. ¿Qué criterios operativos determinan el recambio total de agua de la olla de enfriamiento y temperado, y cómo afecta la tinción hídrica rojiza a la continuidad del flujo de trabajo?

Respuesta:

El recambio de la olla de temperado se hace por tiempo fijo, sino por aspecto visual. Con el paso de los lotes, el agua se torna completamente roja debido a la sangre remanente en el cuello de los pollos. Cuando el agua está muy saturada de color, el operario la vacía y la vuelve a llenar con la manguera abierta. Cada 20 min durante la jornada de faenamiento.

6. En el ámbito energético, ¿cuáles son las jornadas horarias de uso de los 5 focos de iluminación y cómo se gestionan las pausas operativas del motor WEG de 3.0 HP para evitar el consumo en vacío?

Respuesta:

Las luminarias (5 focos 50W) se encienden desde 4:00 Am que arranca la jornada y permanecen encendidas 8 horas. El motor de la palaneta WEG de 3 HP únicamente se enciende en el momento en que se introducen las aves a la tina (en ciclos de 45 segundos) y se apaga inmediatamente mientras se saca el lote y se prepara el siguiente, para que el motor no gire en vacío.

Bloque 3: Gestión de Residuos, Saneamiento y Vinculación Comunitaria

7. ¿Cuál es el destino definitivo y el acuerdo de retiro con el gestor externo para los subproductos orgánicos como la sangre coagulada, las plumas retenidas y las vísceras no comestibles?

Respuesta:

Con respecto a las vísceras los comestibles no se las retira así lo pide los clientes en los pedidos, las vísceras no comestibles se las retira como los intestinos, plumas y sangre estas se las guarda en envases herméticos y son retirados diariamente por un gestor o Ciudad de Cordero de la zona para alimentación o elaboración de harinas.

8. Describa el procedimiento de limpieza al concluir la jornada de 8 horas: ¿Qué dosificaciones de detergente y cloro se aplican para el desescombro de la sangre salpicada en las paredes de cerámica en "L"?

Respuesta:

Al término del turno (aproximadamente antes del mediodía), dos operarios realizan el lavado general durante una hora continua. Se usa dos mangeras abiertas a todo flujo para bañar el suelo y raspar con cepillos y estropajo la sangre que se pega en los agujeros de las paredes cerámicas. Se aplica detergente en polvo solo para fregar espuma y cloro sin una dosis exacta.

9. ¿Existe algún registro formal de control de olores o atención a quejas provenientes de la comunidad colindante en el cantón La Libertad debido a la operación del matadero o la trampa de grasa?

Respuesta:

No existe un libro de quejas o registro escrito. Sin embargo, para mantener una buena convivencia vecinal, se realiza la limpieza de la trampa de grasa externa cada 48 horas y se procura que los desechos orgánicos acumulados no pasen la noche en la planta para evitar la generación de malos olores y la presencia de vectores (moscas o roedores).



Firma del Investigador (Recolector de Datos)

Anexo E

INSTRUMENTO DE OBSERVACIÓN DE CAMPO

FICHA DE MONITOREO ESTRUCTURADO (POES/BPA)

E1. Matriz de Diseño del Instrumento (Plantilla en Blanco)

Evaluador: _____

Fecha de Aplicación: _____ **Jornada:** _____

Objetivo: Registrar fácticamente las dinámicas operacionales, los tiempos de marcha de los equipos y las ocurrencias técnico-ambientales directamente en las áreas de proceso.

Tabla 8

Área Evaluada	Cód.	Aspecto Crítico de Verificación (BPA/POES)	Cumple (S/N)	Observación Fáctica Recolectada en Campo
Recepción y Corrales	OB-01	Inspección visual de la densidad de alojamiento en corrales, suministro de agua para vaciado intestinal y limpieza de jaulas.		
Aturdimiento y Corte	OB-02	Eficiencia del baño eléctrico cefálico (3 segundos) y ocurrencia de fallas de aturdimiento (aves que se agitan o despiertan).		
Canal de Desangrado	OB-03	Evidencia de contención de fluidos hemáticos en canaletas de acero inoxidable y descarte directo hacia gavetas de recolección.		

Estación de Escaldado	OB-04	Estabilidad del volumen útil de agua (100 L en olla nominal de 160 L) y control térmico mediante quemador de GLP.		
Desplumado Mecánico	OB-05	Medición de los ciclos de marcha activa del motor WEG de 3.0 HP (45 segundos por lote) y adición volumétrica de agua de arrastre.		
Eviscerado y Mesas	OB-06	Separación manual de la hiel, intestinos y subproductos orgánicos, evitando el vertido directo en drenajes comunes.		
Olla de Temperado	OB-07	Frecuencia de recambio del agua de enfriamiento a temperatura ambiente por saturación de coloración rojiza.		
Área de Saneamiento	OB-08	Duración del baldeo final y flujo simultáneo de mangueras de 16 mm para el lavado de mesones, pisos, paredes en "L" y gavetas.		

Firma del Investigador (Recolector de Datos)

E2. Evidencia de Aplicación del Instrumento (Registro Manuscrito *In Situ*)

ANEXO E

INSTRUMENTO DE OBSERVACIÓN DE CAMPO

FICHA DE MONITOREO ESTRUCTURADO (POES/BPA)

Evaluador: Ing. Aiston Quirode López

Fecha de Aplicación: 6 de Junio 2016 Jornada: 04:00 AM - 12:00 PM

Objetivo: Registrar fácticamente las dinámicas operacionales, los tiempos de marcha de los equipos y las ocurrencias técnico-ambientales directamente en las áreas de proceso.

Área Evaluada	Cód.	Aspecto Crítico de Verificación (BPA/POES)	Cumple (S/N)	Observación Fáctica Recolectada en Campo
Recepción y Corrales	OB-01	Inspección visual de la densidad de alojamiento en corrales, suministro de agua para vaciado intestinal y limpieza de jaulas.	S	Se constató la llegada del camión logístico a las 03:30 am. Las aves de 6 a 7 libras son dispuestas en tres subdivisiones confinadas. Se observa suministro continuo de agua para mitigar el estrés térmico hídrico. El vaciado intestinal es eficiente por el ayuno previo en granja.
Aturdimiento y Corte	OB-02	Eficiencia del baño eléctrico cefálico (3 segundos) y ocurrencia de fallas de aturdimiento (aves que se agitan o despiertan).	N	Se registraron fallas en el aturdimiento. Aproximadamente el 30% de las aves 3 de cada 10 se despiertan extendiéndose el degüello, generando aleteo violento y salpicaduras hemáticas (sangre) fuera de la canaleta.
Canal de Desangrado	OB-03	Evidencia de contención de fluidos hemáticos en canaletas de acero inoxidable y descarte directo hacia gavetas de recolección.	N	La canaleta retiene el flujo principal de sangre pero el aleteo postdegüello provocado por la falla de aturdimiento genera la dispersión y salpicadura de fluidos hemáticos hacia las cerámicas y paredes y suelo circundante.
Estación de Escaldado	OB-04	Estabilidad del volumen útil de agua (100 L en olla nominal de 160 L) y control térmico mediante quemador de GLP.	S	La olla opera a una carga útil constante de 100 L de agua a temperatura regulada por combustión de GLP. No se realizan recambios hídricos durante el procesamiento del lote para evitar pérdidas de energía térmica; se evidencia arrastre de plumas y trazas de fluidos en el agua caliente.

Desplumado Mecánico	OB-05	Medición de los ciclos de marcha activa del motor WEG de 3.0 HP (45 segundos por lote) y adición volumétrica de agua de arrastre.	S El motor de 2.2 kW opera en ciclos estrictos de 45 segundos para lotes de 6 a 8 aves. Ante el caudal limitado de la ducha superior adaptada, el operario adiciona manualmente entre 2,5 y 3 baldes de un galón (3,5 L netos por unidad) para acelerar la recepción física y el arrastre de plumas finas hacia el desagüe.
Eviscerado y Mesas	OB-06	Separación manual de la hiel, intestinos y subproductos orgánicos, evitando el vertido directo en drenajes comunes.	S La extracción de vísceras se ejecuta de forma manual sobre el uso de acero inoxidable. Los intestinos y la hiel son segregados de inmediato en gavetas plásticas cerradas independientes, impidiendo que estos desechos orgánicos caigan en los canales de drenaje general de la planta.
Olla de Temperado	OB-07	Frecuencia de recambio del agua de enfriamiento a temperatura ambiente por saturación de coloración rojiza.	N Se determinó que el agua al ambiente de la olla de choque térmico (capacidad de 100 L) se satura y adquiere una tinción rojiza intensa debido a los residuos hemáticos del cuello de las aves. Los operarios realizan el vaciado y recambio total de la olla en intervalos rigurosos de cada 20 minutos.
Área de Saneamiento	OB-08	Duración del baldeo final y flujo simultáneo de mangueras de 16 mm para el lavado de mesones, pisos, paredes en "L" y gavetas.	N La higienización final post-jornada se prolonga por 60 minutos continuos. Dos operarios mantienen abiertas dos mangueras de 16 mm sin boquillas de presión (caudal calibrado de 1428 L/s por línea) para remover por raspado manual con estropajo la sangre adherida a la cerámica y baldear los pisos.


Firma del Investigador (Recolector de Datos)

Anexo F

FORMATO OFICIAL PARA LA VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS MEDIANTE JUICIO DE EXPERTOS

F1. Matriz de Diseño para la Validación Técnica (Plantilla en Blanco)

A continuación, se presenta el modelo analítico entregado a los miembros del comité evaluador para la calificación ortogonal de los instrumentos de recolección:

CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS POR JUICIO DE EXPERTOS

Información del Profesional Validador:

Nombre del Experto: _____

Título de Cuarto Nivel: _____

Institución / Empresa: _____

Cargo Actual: _____

Estimado profesional, en calidad de experto, solicito su valiosa evaluación técnica de los instrumentos diseñados para el proyecto de titulación centrado en el modelo de Auditoría Ambiental Continua para la planta avícola en el cantón La Libertad. Por favor, califique cada criterio de 1 a 5 (donde 1 = Deficiente y 5 = Excelente):

Tabla 9

Criterio Técnico de Evaluación	Puntaje (1-5)	Observaciones / Sugerencias del Experto
1. CLARIDAD: Los ítems y preguntas de la Guía de Entrevista (Anexo D) y Ficha de Observación (Anexo E) están redactados de forma comprensible y con el lenguaje técnico idóneo.		
2. RELEVANCIA: Las variables operativas declaradas (motores, ollas, caudales) guardan relación directa con las necesidades del diagnóstico ambiental.		

3. COHERENCIA: Existe una alineación lógica interna entre las preguntas formuladas, las fichas de monitoreo de campo y los objetivos específicos del proyecto.		
4. SUFICIENCIA: Los instrumentos propuestos bastan para recopilar de forma completa los datos necesarios para calibrar los Indicadores de Desempeño Ambiental (IDA).		

DICTAMEN DE VALIDACIÓN FINAL:

- () El instrumento es apto para su aplicación inmediata sin modificaciones.
- () El instrumento es apto para su aplicación, pero requiere incorporar las mejoras sugeridas.
- () El instrumento no es apto para su aplicación en las condiciones actuales.

Ciudad y Fecha: _____, _____ de _____ 2026.

FIRMA DEL EXPERTO VALIDADOR

C.I.: _____

