

	GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS		CÓDIGO	FO-GS-15	
			VERSIÓN	02	
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN			FECHA	10/11/2022
				PÁGINA	1 de 1
ELABORÓ		REVISÓ	APROBÓ		
Jefe División de Biblioteca		Equipo Operativo de Calidad	Líder de Calidad		

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S): SERGIO ANDRES APELLIDOS: AMADOR MARTINEZ

FACULTAD: INGENIERIA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA ELECTROMECHANICA

DIRECTOR:

NOMBRE(S): GLORIA ESMERALDA APELLIDOS: SANDOVAL MARTINEZ

NOMBRE(S): LUIS ANTONIO APELLIDOS: MIRANDA MOLINA

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): SISTEMA DE GESTION DE ENERGIA BASADO EN LA NORMA ISO 50001 PARA LA PLANTA COQUIZADORA INDUMAX

En el presente documento se exponen las actividades realizadas durante el desarrollo de la etapa de Planificación, integrada en el ciclo de Deming o PHVA, con el propósito de iniciar el proceso de implementación de un Sistema de Gestión de Energía en Indumax de Colombia, una planta productora de coque. Se tuvieron en cuenta los distintos energéticos primarios allí utilizados, así como sus usos y consumos, los cuales fueron documentados en tablas de Excel, además del censo energético realizado y el análisis posterior de la información recopilada.

PALABRAS CLAVES:

SISTEMA DE GESTIÓN DE ENERGÍA, CICLO PHVA , PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA, USOS SIGNIFICATIVOS DE LA ENERGÍA.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 101 PLANOS: _____ ILUSTRACIONES: 23 CD ROOM: _____

****Copia No Controlada****

STEMA DE GESTION DE ENERGIA BASADO EN LA NORMA ISO 50001 PARA
LA PLANTA COQUIZADORA INDUMAX

SERGIO ANDRÉS AMADOR MARTINEZ

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA
PLAN DE ESTUDIOS INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA
CÚCUTA
2022

SISTEMA DE GESTION DE ENERGIA BASADO EN LA NORMA ISO 50001 PARA
LA PLANTA COQUIZADORA INDUMAX

SERGIO ANDRES AMADOR MARTINEZ

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO
ELECTROMECAÁNICO

DIRECTOR:

GLORIA ESMERALDA SANDOVAL MARTÍNEZ
DIRECTORA PLAN DE ESTUDIOS IEM

CODIRECTOR:

LUIS ANTONIO MIRANDA MOLINA
COORDINADOR DE INVESTIGACION GIPROMAX

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA
PLAN DE ESTUDIOS INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

CÚCUTA

2022

**ACTA DE SUSTENTACIÓN PROYECTO DE GRADO
MODALIDAD INVESTIGATIVO**

FECHA: 16 de septiembre de 2022

HORA: 8:00 a.m.

LUGAR: Sala 4 del Cread

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

TITULO DEL TRABAJO DE GRADO: "SISTEMA DE GESTIÓN DE ENERGÍA
BASADO EN LA NORMA ISO 50001 PARA LA PLANTA COQUIZADORA
INDUMAX"

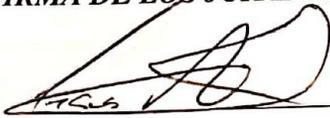
JURADOS Mg: JESUS HERNANDO ORDOÑEZ CORREA
Mg: CRISTIAN LEONARDO TARAZONA CELIS

DIRECTOR: Mg: GLORIA ESMERALDA SANDOVAL MARTÍNEZ
Codirector: Ing: LUIS ANTONIO MIRANDA MOLINA

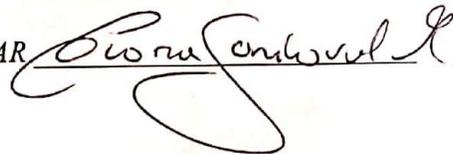
MERITORIA

NOMBRE DEL ESTUDIANTE:	CÓDIGO	CALIFICACION
SERGIO ANDRÉS AMADOR MARTÍNEZ	1091151	4.5

FIRMA DE LOS JURADOS:



VOBO. COORDINADOR COMITÉ CURRICULAR



Mayerlino Ch.

DEDICATORIA

Como culminación de esta etapa de mi vida quiero dedicar y honrar al apoyo recibido por mi madre, quien me acompañó durante todo este proceso con sus consejos, regaños, felicitaciones, palabras de ánimo, tiempo, dinero, entre otras muchas cosas ... Gracias, Mimi, por todo el amor y dedicación que tuviste para conmigo durante todos los años que me acompañaste, y aunque ya no puedas ver ni escuchar estas palabras, sé que te fuiste a descansar sabiendo que ya estaba a punto de graduarme y cumplir ese sueño que se convirtió más en el tuyo que en el mío. Perdón, Mimi, por tardar tanto y no poder darte la alegría en vida de verme graduado y profesional.

¡Gracias, por tanto, Mimi!

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios por la oportunidad y las capacidades que me dio para poder estudiar y culminar esta carrera universitaria. Gracias por la fortaleza que me brindó en las etapas más difíciles y la felicidad al superarlas.

Agradezco a toda mi familia por su apoyo constante en cada etapa de mi vida, por el amor incondicional que me han brindado y aun recibo de su parte.

Agradezco a la UFPS y sus docentes, por todo el aprendizaje que recibí y me formaron como profesional, por disponer las herramientas para lograr alcanzar esta meta en mi proyecto de vida. De forma especial agradezco la orientación de la Ing. Gloria Sandoval, a quien respeto y admiro por el amor y compromiso que tiene con la carrera y con la institución.

Agradezco a CARBOMAX por la oportunidad de realizar este proyecto de grado en una de las Plantas más grandes y productivas del departamento y la región, y que, además, es una de las mejores empresas en crecimiento. Gracias al ing. Luis Miranda por sus consejos y enseñanzas, por compartirme su forma de comprender el entorno empresarial, personal, investigativo y económico, por dirigirme en la realización de las actividades correspondientes.

Agradezco a mi novia, y su familia por el apoyo que me brindaron, y a mis amigos quienes me acompañaron durante toda esta carrera y de quienes aprendí mucho.

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción	10
1.1. Introducción	10
1.2. Resumen	12
1.3. Objetivo	12
2. Elementos, conceptos y experiencia internacional en la planificación de un SGen	14
2.1. Experiencia internacional	14
2.2. Conceptos básicos dentro de la Norma ISO 50001	16
2.3. Leyes y reglamentos	24
3. Desarrollo de la etapa de planificación en el sgen de planta indumax	27
3.1. Caracterización de la organización	27
3.2. Revisión energética y usos significativos de la energía	47
3.3. Determinación de oportunidades de mejora	60
4. Conclusiones	70
5. Recomendaciones	72
6. Referencias	74
7. Anexos	77

Lista De Tablas

Tabla 1. Matriz DOFA de Planta INDUMAX	30
Tabla 2. Estrategias de corrección aspectos negativos de la Matriz DOFA	31
Tabla 3. Matriz de Partes Interesadas	34
Tabla 4. Factor de conversión de unidades a MJ	48
Tabla 5. Ítems identificados para el Inventario de Cargas	52
Tabla 6. Censo energético del Depósito	53
Tabla 7. Variables que afectan los USEn	59
Tabla 8. Formato de IDEn	66
Tabla 9. Identificación de oportunidades de mejora	69

Lista de Figuras

Figura 1. Modelo del SGEN	17
Figura 2. Plan de mejoramiento continuo	19
Figura 3. Diagrama de Pareto	20
Figura 4. Proceso de la Planificación Energética	22
Figura 5. Cargador frontal.	36
Figura 6. Molino de martillos.	38
Figura 7. Tolvas de almacenamiento de carbón molido	39
Figura 8. Diagrama de flujo del proceso "Carbones"	40
Figura 9. Hornos tipo Colmena	41
Figura 10. Diagrama de Flujo del proceso "Coquería"	42
Figura 11. Diagrama de Flujo del proceso "Cribado y Despacho"	44
Figura 12. Diagrama de Flujo Proceso productivo	45
Figura 13. Resumen grafico de Proceso productivo de Planta INDUMAX	46
Figura 14. Matriz Energética Planta INDUMAX	49
Figura 15. Diagrama Energético Productivo de Planta Indumax.	51
Figura 16. Consumo clasificado del Deposito	55
Figura 17. Diagrama de Pareto del consumo total por zonas	56
Figura 18. Diagrama de Pareto de consumo eléctrico por tipo de uso	57
Figura 19. Distribución normal estándar para cálculo de número mínimo de datos de LBEn	61
Figura 20. Descripción de coeficiente de correlación	63
Figura 21. LBEn consumo Electricidad	64
Figura 22. LBEn consumo ACPM	64
Figura 23. Formula IDEn base 100	67

1. Introducción

1.1. Introducción

Gobiernos y organizaciones alrededor de todo el mundo, en la actualidad, implementan diversas estrategias para mitigar los efectos del cambio climático ocasionados por la contaminación que producen las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Gran parte de estas emisiones provienen de la cadena de generación hasta el consumo de energía y sus problemáticas asociadas: disponibilidad, contaminación del uso de la energía, distribución y transformación de la energía.

Sin embargo, “la energía se ha convertido en la base fundamental para el desarrollo económico y social tanto del país como del mundo. El buen aprovechamiento de ésta genera grandes beneficios en cualquier ámbito social”. (Arce Velásquez, 2015, pág. 13). En este sentido, la gestión de la energía se torna en una herramienta clave para cualquier entidad en busca de contribuir al cuidado del medio ambiente a la par que optimiza sus procesos y servicios mejorando la eficiencia energética, la cual,

contribuye a racionalizar la producción y transporte de energía, disminuyendo los impactos a nivel global y local. De acuerdo a cifras de la Agencia Internacional de la Energía (IEA), el 49% del potencial global de reducciones de gases efecto invernadero se puede reducir mediante el uso eficiente de la energía. (Agencia Chilena de Eficiencia Energetica - AChEE, 2017, pág. 8).

Como mecanismo que garantiza la percepción permanente y continua de los beneficios resultantes al mejorar la eficiencia energética, “la Norma ISO 50001 – Sistemas de Gestión de Energía (SGEn) se creó en 2011, con el objetivo principal de establecer requisitos mínimos y específicos que garanticen la mejora continua del desempeño energético de la organización que la adopte”. (Agencia Chilena de

Eficiencia Energetica - AChEE, 2017, pág. 9). La mejora continua es un proceso cíclico y periódico el cual consta de cuatro etapas denominadas Planificar, Hacer, Verificar y Actuar.

La Norma ISO 50001 constituye una herramienta útil y eficaz para dar cumplimiento de forma continua a la legislación vigente en la materia, para facilitar el cometido de los gestores energéticos, y para implantar y realizar el seguimiento de actuaciones procedentes de auditorías energéticas. Además, permite ahorrar costes, mejorar el rendimiento energético y, por tanto, mejorar la competitividad, disminuyendo, a su vez, el consumo de energía primaria, las emisiones de CO₂, la dependencia exterior y la intensidad energética. (Carretero Peña & García Sánchez, 2012, pág. 10).

Desde una perspectiva de responsabilidad ambiental y teniendo en cuenta los beneficios organizacionales, en el Grupo de Investigación de Procesos y Minerales Avanzados – GIPROMAX surgió la idea de implementar un SGen en una planta coquizadora con el propósito de certificarla en cumplimiento de la Norma ISO 50001 de 2018. Este grupo de investigación forma parte de la estructura empresarial de CARBOMAX DE COLOMBIA S.A.S., una de las empresas más productivas y de mayor crecimiento en Norte de Santander.

Carbomax cuenta con presencia en diversos departamentos de Colombia en los que poseen plantas coquizadoras, entre las cuales está INDUMAX DE COLOMBIA, la más grande de Norte de Santander y en la cual se llevó a cabo este proyecto como un plan piloto orientado a replicar sus resultados a las demás plantas, minas y sedes de Carbomax. Allí se inició con la etapa de la Planificación, realizando las actividades correspondientes de recolección, documentación y análisis de datos, mas, sin embargo, en cumplimiento de las políticas de divulgación de información y privacidad organizacional los resultados que se muestran en este documento no corresponden a los datos reales de Planta Indumax.

1.2. Resumen

En el presente documento se exponen las actividades realizadas durante el desarrollo de la etapa de Planificación, integrada en el ciclo de Deming o PHVA, con el propósito de iniciar el proceso de implementación de un Sistema de Gestión de Energía en INDUMAX DE COLOMBIA, una planta productora de coque. Se tuvieron en cuenta los distintos energéticos primarios allí utilizados, así como sus usos y consumos, los cuales fueron documentados en tablas de Excel, además del censo energético realizado y el análisis posterior de la información recopilada.

1.3. Objetivo

1.3.1. Objetivo general

Desarrollar la metodología para la implementación de un sistema de gestión de la energía con base en la norma ISO 50001 de 2018 para la planta coquizadora INDUMAX.

1.3.2. Objetivos específicos

- I. Realizar una revisión energética identificando los usos significativos de energía.
- II. Determinar oportunidades de mejora identificando los indicadores de desempeño energético en base a la normatividad.

- III. Construir la etapa de planificación del documento de SGen para la planta INDUMAX con base en la norma ISO 50001 del 2018.

2. Elementos, conceptos y experiencia internacional en la planificación de un SGEN

En este capítulo se contextualiza, tomando en cuenta artículos en revistas científicas, Tesis de grado y libros, publicados a nivel mundial sobre la Norma ISO 50001:2011 y 2018, y casos de implementación en industrias de diversos sectores económicos, haciendo énfasis en las actividades propias de la etapa de Planificación, así como las herramientas administrativas mayormente utilizadas y precisas en el análisis de información relacionada al consumo energético.

2.1. Experiencia internacional

En su tesis de grado titulada “Diagnóstico de eficiencia energética en la Universidad Santa María sede Jose Miguel carrera basado en la Norma ISO 50001”, el autor describe la metodología aplicada en la recopilación y análisis de información relevante en el diagnóstico energético, de acuerdo a lo estipulado en la ISO 50001. (Castillo Obreque, 2018).

En cuanto a la etapa de la Planificación, la autora en su trabajo de grado titulado “Sistema de Gestión de la Energía en una planta de amoníaco” destaca que la organización debe realizar una revisión energética periódica, identificar lo que constituyen sus usos significativos de la energía para la configuración de la línea base energética y definir unos indicadores de desempeño energético que permitan el seguimiento de su ejercicio en términos de energía. (Sanz Perdiguero, 2017)

El gobierno chileno a través de su Agencia de Eficiencia Energética realizó una publicación informativa titulada “Beneficios de los Sistemas de Gestión de Energía basados en ISO 50001 y casos de éxito”, en la cual identifican los principales beneficios de implementar un SGE, algunos consejos para la implementación, los tiempos y costos estimados del proceso, así como las experiencias que han compartido empresas chilenas certificadas bajo la norma ISO 50001; “Con ello la Agencia continúa apoyando a las empresas interesadas en implementar SGE como parte de sus estrategias para mejorar la gestión del consumo de sus energéticos y lograr ahorros de forma sostenida en el tiempo”. (Agencia Chilena de Eficiencia Energetica - AChEE, 2017, pág. 7).

Como estrategia de participación en la tarea de potenciar la implementación de sistemas de gestión, entidades de administración pública de España, publicaron una “Guía práctica para la implantación de sistemas de gestión energéticas” en la cual ofrecen una visión básica de los SGE, las ventajas y motivaciones, y sus relaciones con otros aspectos clave para la eficiencia energética, a fin de “fomentar la eficiencia energética y el uso de energías limpias, con el fin de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, así como para desarrollar modelos sostenibles de desarrollo económico” (Asociación de Empresarios del Henares - AEDHE & Fundación MAPFRE, 2011, pág. 8)

Los autores del proyecto de grado titulado “Diseño de un sistema de gestión energética basado en la Norma ISO 50001 para la facultad de odontología de la Universidad de El Salvador” realizaron un diagnóstico del estado energético en el que se encontraba la facultad seleccionada e identificaron las oportunidades de mejora de acuerdo a la información recopilada. De igual manera, esta información es

analizada y se definen la línea base y los indicadores de desempeño energético. (Cortéz Bonilla, Hernández Alfaro, & Martell Martínez, 2018)

2.2. Conceptos básicos dentro de la Norma ISO 50001

2.2.1. Norma ISO 50001

Este Estándar internacional especifica los requerimientos de un SGen para que una organización desarrolle e implemente una política energética, establezca objetivos, metas y planes de acción, los cuales toman en consideración los requerimientos legales e información pertinente para los usos significativos de energía ... Se basa en el sistema de mejoramiento continuo 'Planear-Hacer-Revisar-Actuar' e incorpora gestión energética en prácticas organizacionales diarias ... Contribuye a mejorar el uso eficiente del recurso energético disponible elevando la competitividad e impacto positivo sobre el cambio climático. Este estándar internacional considera todos los tipos de energía y puede utilizarse para certificación, registro y autodeclaración de un sistema de gestión energética de una organización. No establece los requerimientos absolutos para el rendimiento energético fuera de los compromisos en la política energética de la organización para cumplir la aplicación legal y otros requerimientos. (Cuenca Mendieta, 2013, pág. 42).



Figura 1. Modelo del SGen

Fuente: (RECIEE, 2019)

La Norma ISO 50001 se diseñó para permitir a cualquier organización perseguir, siguiendo un enfoque sistemático, la mejora continua de su propio desempeño energético, incluyendo:

- Uso más eficiente de energía y mejor uso de los activos que consumen energía de la organización;
- Una mejora de la eficiencia energética;
- Reducción de los costes de energía.

Basado en el concepto central de mejora continua del desempeño energético, la norma ISO 50001 define y aborda los requisitos más importantes para el uso y consumo de energía, incluida la medición, adquisición, documentación, diseño, equipos, procesos y personal. Todos estos problemas pueden afectar el desempeño energético de cualquier organización. (C4S, 2018, pág. 8).

2.2.2. Ciclo PHVA

Hace referencia al proceso de mejora continua en el cual se basa y sostiene el SGEN descrito en la Norma ISO 50001, compuesto por los elementos planificar-hacer-verificar-actuar, los cuales son detallados en el documento guía de esta norma de la siguiente manera:

- Planificar: comprender el contexto de la organización, establecer la política energética y el equipo de gestión de la energía, considerar las acciones para abordar los riesgos y las oportunidades, realizar una revisión energética, identificar los usos significativos de la energía (USE) y establecer indicadores de desempeño energético (IDEn), Líneas de base energética (LBE), metas y objetivos energéticos y los planes de acción necesarios para entregar los resultados que mejoraran el desempeño energético, de acuerdo con la política energética de la organización.
- Hacer: Implementar planes de acción, controles operacionales y de mantenimiento, y la comunicación, asegurar la competencia y considerar el desempeño energético en el diseño y la adquisición.
- Verificar: Realizar el seguimiento, medir, analizar, evaluar, auditar y dirigir las revisiones por la dirección del desempeño energético y del SGEN.
- Actuar: Tomar acción para abordar las no conformidades, y mejorar continuamente el desempeño energético y el SGEN. (Icontec, 2019, págs. i-ii).

“Como parte de la estructura de la norma ISO 50001 se encuentran incluidas cinco fases de desarrollo que se han considerado necesarias para la implementación de la norma dentro de un proceso

de intervención para la implementación de un Sistema de Gestión Energética (SGEn) dentro del plan de mejoramiento continuo”. (Toro Sánchez, 2016, pág. 26). (Fig.3).



Figura 2. Plan de mejoramiento continuo

Fuente: (Toro Sánchez, 2016)

2.2.3. Eficiencia energética

“Conceptualmente se refiere a la relación entre producción y consumo energético y que el aumento de esta se puede alcanzar manteniendo un mismo nivel de producción, pero con un menor consumo energético o un mayor nivel de producción con igual consumo energético sin afectar la calidad del producto final. Se origina a partir de la disminución de las pérdidas de energía durante los procesos de conversión o transformación de un tipo de energía a otro sin renunciar a nuestro grado de bienestar y calidad de vida”. (Toro Sánchez, 2016, pág. 20)

2.2.4. Diagrama de Pareto

Es una herramienta de calidad la cual permite establecer un orden de prioridades, representando una serie de datos analizados a través de una gráfica organizada de forma descendente de izquierda a derecha (Fig.4), gracias al cual se puede entender el principio de Pareto quien establece que “el 20% de la población es la que provoca el 80% de los problemas”. (Bonet Borjas, 2005, pág. 2).

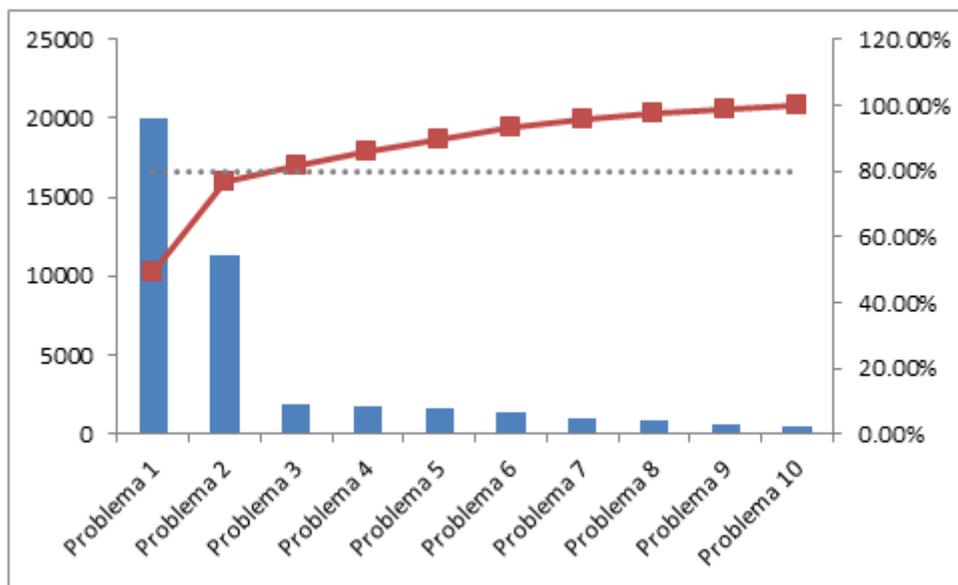


Figura 3. Diagrama de Pareto

Fuente: Recuperado de Diagrama de Pareto en Excel • Excel Total

2.2.5. Línea Base Energética (LBEn)

“Es la referencia cuantitativa contra la que se comparan los cambios en el desempeño energético. La LBEn indica el estado de desempeño energético antes de realizar acciones de mejora y por ello permite dar cuenta de los cambios y las mejoras. Los cambios se determinan al comparar el desempeño en un

periodo dado con la línea de base energética, para lo cual se utilizan los indicadores de desempeño energético.” (RECIEE, 2019, pág. 42)

Esta LBEn permite modelar el comportamiento del consumo de energía, relacionando los datos de consumo [KWh/mes o Gal] frente a la producción mensual [Ton], a través de una ecuación lineal, mostrada a continuación:

$$E = mP + E_o \quad (1)$$

Donde E es la energía consumida en el periodo seleccionado, m es la razón de cambio del consumo energético respecto a la variable significativa, P es la producción mensual y E_o es la energía no asociada a la producción. Esta energía no asociada no depende del nivel de la o las variables significativas sino de la operación de los equipos, es decir, que se puede reducir este consumo sin cambios tecnológicos.

2.2.6. Indicadores de Desempeño Energético (IDEn)

“Son una medida o unidad desempeño energético determinada por la organización que permiten monitorear y controlar los procesos en los que se evalúa el desempeño. Adicionalmente, alertan sobre las desviaciones, y pueden correlacionarse en el tiempo en función de los cambios de las variables relevantes que afectan el desempeño energético. De igual manera pueden emplearse como indicadores de efectividad para verificar los resultados obtenidos en desempeño energético con respecto a lo deseado, al compararse con una línea de base energética”. (RECIEE, 2019, pág. 42)

2.2.7. Planificación energética

Es la fase inicial en la implementación del SGEN por lo cual es fundamental en su éxito o fracaso.

La Planificación Energética se enfoca en determinar el desempeño energético de la organización, a través de la recopilación, ordenamiento y análisis de la información disponible, comprendiendo cuales son los usos y consumos de la energía, y en base a esta información, establecer las metas, objetivos y el alcance que tendrá el SGEN. (Fig.4)

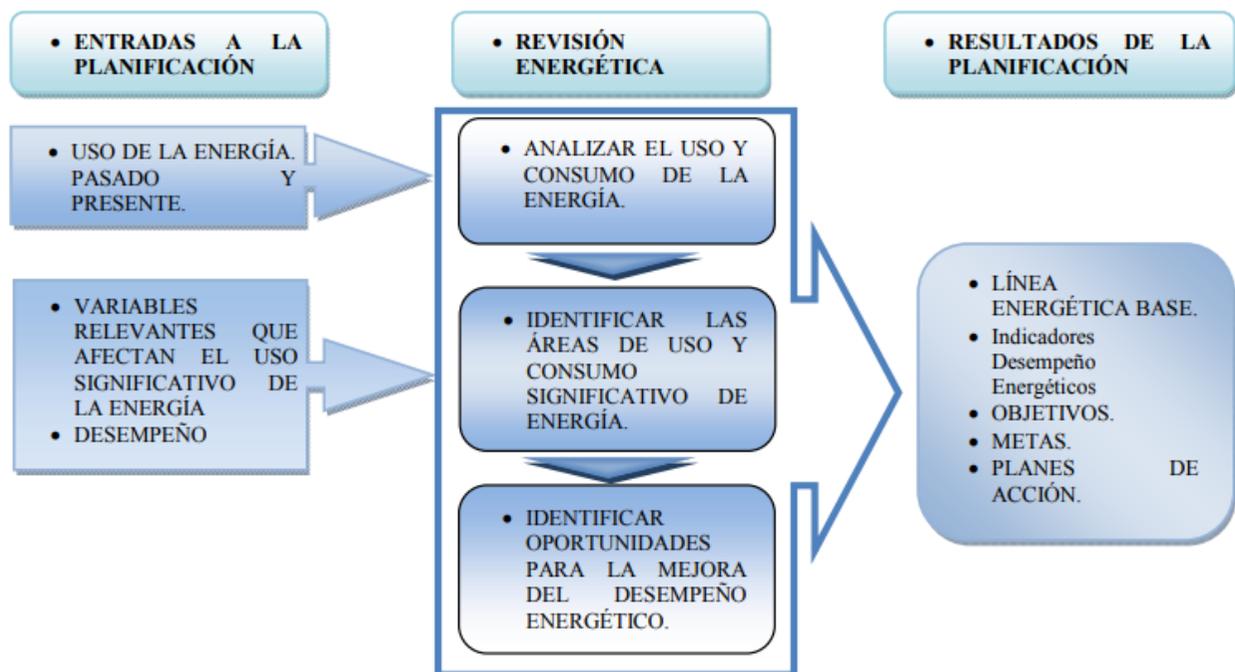


Figura 4. Proceso de la Planificación Energética

Fuente: (Toro Sánchez, 2016)

Una actividad y herramienta clave en la fase de Planificación consiste en la Caracterización Energética, la cual puede definirse de la siguiente manera:

Son todas aquellas actividades que la organización debe desarrollar y mantener a fin de determinar cuáles son los consumos energéticos significativos; para ello, se deberá establecer una metodología y unos criterios para la evaluación de manera que se determine cuando un uso o un consumo de energía son relevantes, donde la metodología y los criterios utilizados para la misma deben estar documentados. Para realizar esta caracterización es necesario determinar los usos pasados y presentes de la energía, utilizando para ello datos históricos o mediciones actuales de consumo de no contar con un consumo histórico reportado. Basándose en estos datos hay que identificar las actividades, productos, servicios, equipos y sistemas con impacto significativo en el desempeño energético. Para poder desarrollar el proceso de caracterización energética, como etapa inicial en el desarrollo de implementación del plan de gestión energética, uno de los requisitos es conocer la situación actual de la organización sobre los sistemas de gestión y la forma en que se aborda la gestión de la energía, información que por lo general es del dominio de las directivas de la organización, jefes de área, jefes de producción y/o mantenimiento. Información importante para el establecimiento de las políticas energéticas a implementarse en la organización. (Toro Sánchez, 2016, pág. 28).

El análisis de capacidades y la caracterización energética en general le permitirá a la organización definir el alcance de la implementación del SGE y su integración con otros sistemas. Incluso, la organización podría identificar que antes de iniciar la implementación del SGE requiere de un plan de fortalecimiento de capacidades en el que se evalúen aspectos organizacionales y operacionales. Dentro de este proceso la empresa debe tener en cuenta las capacidades de recopilación de información para lo cual será necesario considerar sistemas de medición, por ejemplo, de consumos asociados a la producción en el caso de la industria o la curva de demanda para otro tipo de organizaciones. Para la caracterización energética se requiere el levantamiento de la matriz energética de la empresa, el análisis

de la demanda y de los consumos y usos finales de la energía, la identificación de áreas, procesos y equipos con uso significativo de la energía para la construcción del diagrama energético-productivo; como también, la identificación de las variables relevantes que afectan en forma significativa el desempeño energético e información para la formulación de los principales indicadores de desempeño energético y la construcción de la línea base energética utilizando información actual e histórica de consumo y producción en un periodo representativo de la operación. (RECIEE, 2019, pág. 16)

En este proyecto se desarrolló el proceso de caracterización utilizando como herramientas el diagnóstico de recorrido, censo de cargas (en base a medición de corriente, voltaje y potencia de trabajo, información en placas características, información suministrada por facturación de servicio de energía eléctrica, información suministrada por el departamento de almacén, etc.), diagrama de Pareto, Línea Base Energética, entre otras.

2.3. Leyes y reglamentos

Norma técnica Colombiana NTC-ISO 50001, es un estándar internacional de gestión de la energía destinado a reducir las emisiones de gases de efecto de invernadero y otros impactos ambientales. Establece los sistemas y procesos para mejorar el desempeño energético dentro de las organizaciones, en donde se incluye el uso racional y eficiente de la energía.

Resolución 180919 de 2010, adopta el Plan de Acción Indicativo 2010-2015 para desarrollar el Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía y demás Formas de Energía No Convencionales – PROURE.

Decreto 3683 de 2003, reglamentó la Ley 697 de 2001, creó la Comisión Intersectorial para el Uso Racional y Eficiente de la Energía y Fuentes No Convencionales de Energía (CIURE), del cual hacen parte el Ministerio de Minas y Energía, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial, el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, el Departamento Nacional de Planeación, la Comisión de Regulación de Energía y Gas – CREG, COLCIENCIAS y el Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas – IPSE. El Decreto 3683 de 2003, también creó el Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía y Fuentes No Convencionales – PROURE, adscrito al Ministerio de Minas y Energía.

En el año 2000 el Estado Colombiano tomó medidas tributarias para contribuir a la adopción del uso de las fuentes no renovables de energía – FNCE, a través de las rentas exentas por 15 años a la venta de energía eléctrica generada con base en las FNCE. La Ley 288 de 2002 creó incentivos tributarios para las inversiones en proyectos de energías renovables. Igualmente, el Documento CONPES 3242 de agosto de 2003 dio los lineamientos de política para promover la participación competitiva de Colombia en el mercado de reducción de emisiones de gases de efecto de invernadero.

Ley 697 de 2001, fomenta el uso racional y eficiente de la energía – URE y promueve la utilización de energías alternativas en Colombia. La Ley considera el URE como asunto de interés social, público y de conveniencia nacional y fundamental para asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la

competitividad de la economía colombiana, la protección al consumidor y la promoción del uso de energías no convencionales de manera sostenible con el medio ambiente y los recursos naturales.

Con la Ley 164 de 1994, Colombia ratificó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, cuyo fin es estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Años más tarde, en la Cumbre de Johannesburgo, confirmó que el acceso a la energía facilita la erradicación de la pobreza y que para esto se deben incluir medidas globales relacionadas con su uso racional y eficiente – URE, con las fuentes no convencionales de energía – FNCE, la diversificación de fuentes energéticas y la promoción de la investigación y desarrollo en tecnologías de uso eficiente de energía.

3. Desarrollo de la etapa de planificación en el SGen de planta Indumax

Entender el funcionamiento cotidiano de Planta Indumax fue esencial en la identificación de los USEn y comprender hacia donde enfocar el SGen. Es por esto que en primera instancia se realizó una caracterización de la Planta, por medio de la cual se hace una descripción general dando a conocer su contexto organizacional y proceso productivo.

3.1. Caracterización de la organización

Indumax de Colombia S.A.S. es una planta dedicada a la producción y comercialización de coque, perteneciente a CARBOMAX, la cual cuenta con presencia en distintos departamentos a nivel nacional, y en Norte de Santander opera en varias plantas de coquización, siendo INDUMAX la de mayor tamaño y producción.

Esta planta está organizada en áreas dispuestas para la línea productiva y administrativa. Adicionalmente dispone de un laboratorio donde se reciben muestras de carbón y coque a las cuales se les realiza análisis de calidad. De igual manera posee área de casino, área de oficinas administrativas, almacén y subestación eléctrica.

3.1.1. Contexto de la Organización

Se entiende por ‘contexto de la organización’ a la identificación y comprensión de aquellos factores y actores, tanto externos como internos a la empresa, que afectan o se ven afectados al implementar un SGEN.

La Norma ISO 50001 establece este apartado como una acción obligatoria para toda empresa con intención de implementar un SGEN y certificarse en esta norma. En el capítulo 4 expresa de la siguiente manera: “La organización debe determinar las cuestiones externas e internas que son pertinentes para su propósito, y que afectan su capacidad de lograr los resultados previstos de su SGEN y mejorar su desempeño energético”. (Icontec, 2019, pág. 7).

En primera instancia es importante aclarar que la iniciativa e idea de implementar un SGEN a fin de certificar, inicialmente, a una de las plantas de CARBOMAX, fue una propuesta de GIPROMAX como un plan piloto, el cual permitió establecer las bases que contribuyen al mejoramiento de la eficiencia energética y ahorro de los recursos, y en última instancia, lograr la gestión energética en todas las plantas de esta empresa. Posteriormente el proyecto fue propuesto a la gerencia, quien aprobó y destinó recursos para su desarrollo. A continuación, se agendó una reunión informativa con el personal administrativo de la planta a fin de informar sobre el proyecto, socializar las actividades que se realizarían y la solicitud de recursos humanos y documental respecto a los consumos energéticos, producción, procesos, entre otros.

De esta reunión con el personal administrativo se evidenció la desinformación referente a lo que es un SGEEn enmarcado en la ISO 50001, sus beneficios, su metodología y propósito. Así mismo, se manifestó que es un proceso nuevo por lo cual no contaban con información sistemáticamente ordenada y concisa, ni se han realizado estudios de las zonas y máquinas de mayor consumo.

El proceso de realizar la caracterización organizacional de Planta INDUMAX se hizo en el marco de un convenio entre la UFPS, liderado por la ingeniera Gloria Sandoval, y la empresa CENS, bajo la asesoría del Ing. Julián Mora, contando además con el apoyo del Ing. Luis Molina, coordinador de investigación de CARBOMAX. Con el objetivo de realizar esta caracterización se utilizó una herramienta administrativa denominada matriz DOFA, en la que se identificaron elementos externos e internos, en los ámbitos social, ambiental, empresarial, económico, político y técnico, contenidos en los cuatro elementos de esta matriz: debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas, todo esto bajo un punto de vista energético, y, además, que pueden afectar el desarrollo del SGEEn. La Matriz DOFA se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Matriz DOFA de Planta INDUMAX

Fuente: *Elaboración propia*

MATRIZ DOFA INDUMAX	CONTEXTO INTERNO		CONTEXTO EXTERNO	
	FORTALEZAS		OPORTUNIDADES	
ASPECTOS POSITIVOS	F1		O1	
	F2		O2	
	F3		O3	
	F4		O4	
	F5		O5	
	F6		O6	
			O7	
ASPECTOS NEGATIVOS	DEBILIDADES		AMENAZAS	
	D1		A1	
	D2		A2	
	D3		A3	
	D4		A4	
	D5		A5	
	D6			
	D7			
	D8			

Después de haber caracterizado a la Planta mediante la matriz DOFA, se realizó una tabla en la que se establecieron estrategias a fin de brindar solución a los aspectos negativos identificados. (Tabla 2). Se planteó un interrogante el cual permitió analizar y entender la finalidad del proyecto frente al estado

actual de la organización: ¿Cómo puede la Planta INDUMAX desde sus fortalezas y oportunidades responder acertada y diligentemente a las debilidades y amenazas que se identificaron? Estas estrategias se plantearon al contraponer los aspectos positivos, oportunidades y fortalezas, con los negativos, debilidades y amenazas.

Tabla 2. Estrategias de corrección aspectos negativos de la Matriz DOFA

Fuente: *Elaboración propia*

ESTRATEGIA	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
ESTRATEGIAS FD	F4D1	
	F4D2	
	F1D3	
	F4D4	
	F4D8	
ESTRATEGIAS FA	F1A1	
	F5A2	
	F4A3	
ESTRATEGIAS OD	O1D2	
	O1D3	
	O7D5	
	O4D6	
	O1D7	
	O1.2D8	
ESTRATEGIAS OA	O7A2	
	O2A5	

La metodología de trabajo en conjunto con CENS consistió en una reunión semanal durante cuatro semanas, en las que se trató el capítulo 4 de la ISO 50001, con aproximadamente dos horas de duración cada una. En estas sesiones se tuvo asesoría y la asignación de actividades que debían cumplirse semanalmente. El primer tema tratado fue acerca de la Matriz DOFA como herramienta gerencial a fin de identificar el contexto en el que se encontraba la Planta al inicio del proceso de implementación del SGEN.

La segunda sesión consistió en la identificación de ‘las partes interesadas’, haciendo referencia a personas u organizaciones, internas o externas a la Planta, las cuales afectan o se ven afectadas debido a la implementación del SGEN. La ISO 50001 lo estipula de la siguiente manera:

La organización debe determinar:

- a) Las partes interesadas que son pertinentes para el desempeño energético y el SGEN;
- b) Los requisitos pertinentes de esas partes interesadas;
- c) Cuáles de las necesidades y expectativas identificadas aborda la organización mediante su SGEN.

La organización debe:

- Asegurar que tiene acceso a los requisitos legales aplicables y a otros requisitos relacionados con su eficiencia energética, uso de la energía y consumo de energía;
- Determinar cómo estos requisitos son tomados en cuenta;
- Revisar a intervalos definidos sus requisitos legales y otros requisitos. (Icontec, 2019, pág. 7)

De acuerdo con lo planteado anteriormente en la Norma, se realizaron dos actividades a fin de cumplir con estos requisitos, las cuales son la matriz de partes interesadas (Tabla 3) y la matriz de requisitos legales. Debido a su extensión y contenido exclusivo de Planta Indumax, solo se muestran algunos datos relevantes.

Tabla 3. *Matriz de Partes Interesadas***Fuente:** *Elaboración propia*

SISTEMA DE GESTIÓN	PARTE INTERESADA	TIPO	NECESIDADES Y EXPECTATIVAS	PROCESOS INVOLUCRADOS	MANEJO O TRATAMIENTO
SISTEMA DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA NTC ISO 50001:2018	Accionistas y Junta Directiva	Interno			
	Proveedores de productos o servicios	Externo			
	Comité de Investigación	Interno			
	Entes de Control	Externo			
	Colaboradores	Interno			
	Comunidad	Externo			
	Clientes	Externo			
	Medio ambiente	Externo			

En la tabla anterior la sección de ‘necesidades y expectativas’ hace referencia a los beneficios y resultados esperados por cada una de las partes involucradas, es decir, una descripción de lo que cada actor implicado en el SGEEn espera obtener cuando este sea implementado. Por otra parte, en la columna de ‘manejo o tratamiento’ se plantea una o varias estrategias con las cuales se puedan llegar a cumplir las expectativas identificadas para cada parte interesada.

Otro aspecto importante requerido fue en cuanto a la construcción de la matriz de requisitos legales, en la cual se identificaron las normas relacionadas con el uso y consumo energético, involucrando a los distintos energéticos usados en planta. Adicionalmente se añadieron normativas alusivas a beneficios tributarios por los que puede optar la empresa gracias a la ejecución de proyectos de eficiencia energética que contribuyan al cuidado y preservación del medio ambiente, o también, debido a ejecutar proyectos de generación de energía con fuentes renovables.

Una aclaración recibida por parte de los asesores del proyecto en cuanto al cumplimiento de las medidas registradas en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE, es que el diseño y construcción de circuitos para áreas nuevas debe realizarse bajo esta normatividad, mas no aplica en el caso de instalaciones ya existentes.

3.1.2. Proceso productivo

La producción de coque comienza con la llegada de volquetas cargadas con carbón coquizable a la Planta, las cuales son registradas y pesadas en la báscula, para posteriormente, ser dirigidas a los

distintos patios de acopio dependiendo de la necesidad. Una vez en el patio correspondiente el carbón es descargado y, de allí se toman muestras, las cuales son llevadas al laboratorio, con la finalidad de realizar análisis y pruebas de calidad.

A continuación, se mezclan distintos tipos de carbón procedentes de diversas zonas del país; esto se hace a fin de mejorar u obtener el mayor rendimiento posible. En esta actividad se prepara la mezcla de acuerdo con el tipo de coque que se desea obtener, reactivo o metalúrgico. Para realizar esta mezcla se utiliza un cargador frontal (figura 5) con capacidad mayor a 3 m³.



Figura 5. Cargador frontal.

Fuente: Recuperado de catálogo de SKC Maquinaria.

Luego de que el supervisor a cargo verifique la zona con material faltante o requerido, la mezcla es transportada en los cargadores y depositada en una tolva o a nivel del suelo. Cuando es descargada en tolva, la mezcla cae a la banda transportadora debido al efecto de la gravedad o con ayuda del operario del molino quien golpea la canaleta de descarga. En el caso en que es descargada a nivel del suelo se debe a que la mezcla desciende por una compuerta subterránea manipulada por el operario de forma manual. Este método es muy impreciso debido a la cantidad de material que cae por segundo, además del tiempo que tarda la compuerta en cerrarse y al ángulo de apertura. Debido a estos factores es recurrente el apagado y encendido del motorreductor de la banda transportadora evitando así el atascamiento del molino como consecuencia por el exceso de mezcla.

La actividad de molienda es realizada en las distintas zonas con los motores de mayor potencia de la planta. El carbón es triturado a través de un molino de martillos (figura 6) a un tamaño ideal el cual le permita conservar las propiedades de calidad y eficiencia.

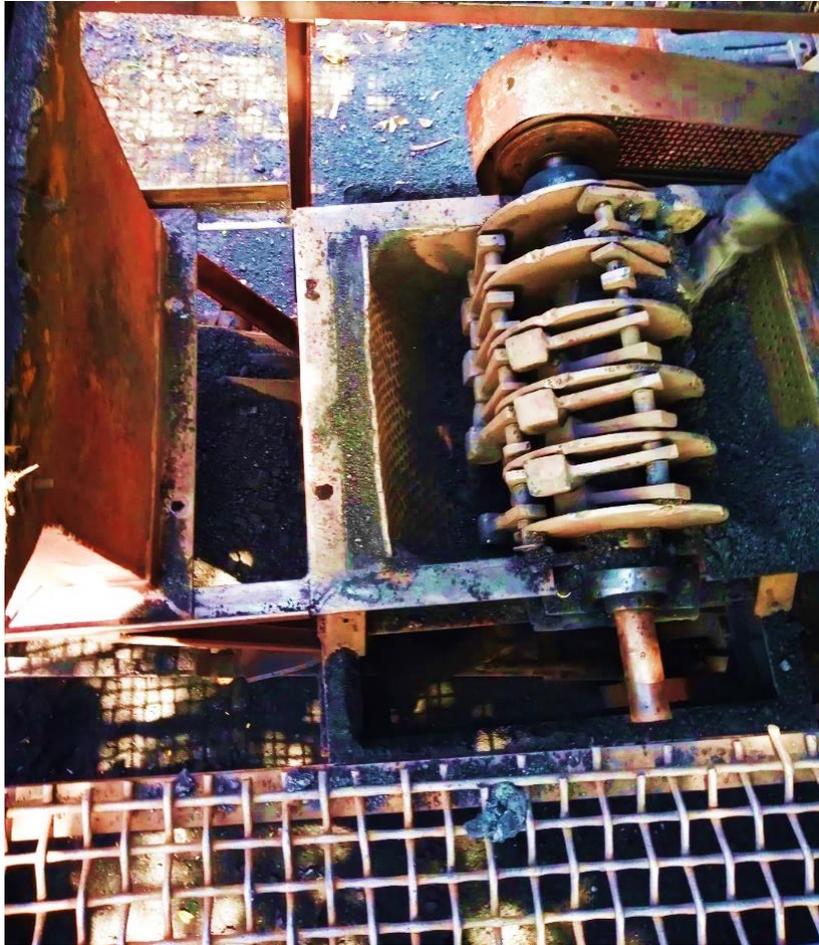


Figura 6. *Molino de martillos.*

Fuente: *Fotografía propia*

Este tipo de molino presenta una desventaja ante una mezcla demasiado húmeda debido a que se forma una especie de masa entre los espacios de los martillos ocasionando que estos se atasquen. Debido a esto, en temporadas de lluvia son recurrentes las paradas no programadas en el proceso de molienda. Durante estas paradas se procede a retirar la tapa o carcasa del molino, se limpian los martillos retirando el excedente de material entre sus espacios, luego se instala nuevamente la tapa y se continua con la molienda. El proceso es realizado durante 25 a 40 minutos y puede ocurrir de 3 a 5 veces en un día.

Una vez la mezcla es molida es dirigida en bandas transportadoras a las tolvas de almacenamiento (figura 7), las cuales surten las vagonetas utilizadas para cargar los hornos.



Figura 7. Tolvas de almacenamiento de carbón molido

Fuente: Fotografía propia

Hasta este punto se ha desarrollado el proceso denominado por la administración de Planta Indumax como “Carbones”. A continuación, se representa este proceso por medio de un diagrama de flujo.



Figura 8. Diagrama de flujo del proceso "Carbones"

Fuente: *Elaboración propia*

La siguiente actividad es el llenado de vagonetas, las cuales son cargadas con la mezcla molida, a través de las distintas canaletas ubicadas en la parte inferior de las tolvas de almacenamiento. Una vez han sido cargadas se procede a pesarlas en una báscula a nivel de suelo, y posteriormente son empujadas de forma manual sobre rieles hasta los orificios de los hornos que serán llenados.

A continuación, se realiza el llenado de hornos, actividad en la cual un operario sitúa una canaleta metálica entre la vagoneta y un agujero ubicado en la parte superior del horno y procede a golpear continuamente la vagoneta con el fin de hacer descender la mezcla.

Planta Indumax cuenta con distintas baterías en las distintas zonas de coquización con un único tipo de horno denominado 'Colmena', el cual se puede apreciar en la figura 9. De igual manera se observan las vagonetas y canaletas metálicas en la parte superior de los hornos.



Figura 9. Hornos tipo Colmena

Fuente: *Fotografía Propia.*

Una vez el horno está cargado se procede a tapar el agujero e inicia el proceso de coquización, el cual consiste en calentar la mezcla molida a un rango de temperatura entre los 1100 y 1300 grados Celsius, durante 48 o 72 horas, dependiendo del tipo de coque a producir.

Después de cumplido el tiempo necesario y verificar continuamente que la torta de coque está lista, un hornero procede a romper la entrada del horno, la cual es construida con arcilla y ladrillos, con el fin de disminuir la temperatura del horno con ayuda de un ‘trinche’ al cual se le conecta una manguera de agua y permite rociar cada espacio interno del horno. Este proceso dura aproximadamente dos horas, en las que existe un flujo constante de agua. Cuando la temperatura del coque no representa un riesgo alto para el hornero, más sin embargo aun estando alta, se hace la extracción del coque bruto, y es apilado con ayuda de minicargadores.

Como ‘Coquería’ es definido por la administración de Planta Indumax el proceso posterior al de carbones y es representado en el siguiente diagrama de flujo (Figura 10).

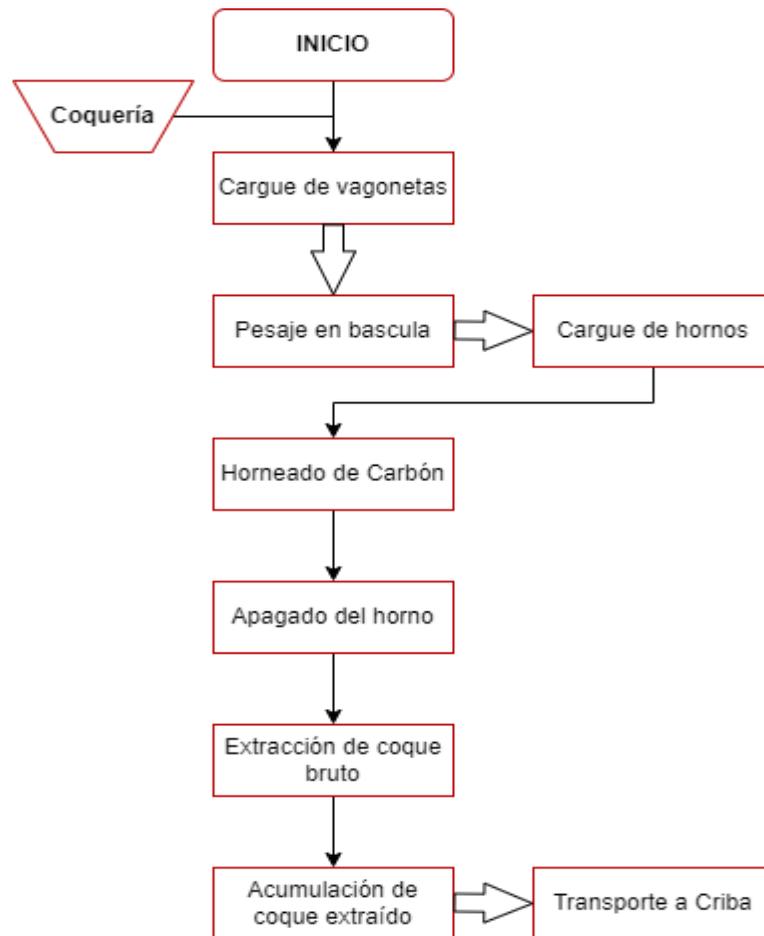


Figura 10. Diagrama de Flujo del proceso "Coquería"

Fuente: Elaboración propia.

Luego de haber apilado el coque bruto es subido a las volquetas por los cargadores y posteriormente transportado al área de cribado donde se deposita en la tolva de almacenamiento de coque bruto.

El proceso de cribado inicia con la recepción y registro de la cantidad de coque bruto que ingresa a criba. La tolva de almacenamiento cuenta en su parte inferior con motores que ayudan a descender el coque hasta las bandas transportadoras, las cuales lo dirigen, en primera instancia, hacia el molino. De allí pasa a una zaranda, la cual consiste en un motor vibrador conectado a una superficie enmallada configurada a distintos tamaños de acuerdo con la granulometría requerida por el cliente. En caso que el tamaño del coque sea mayor al configurado en la zaranda se cuenta además con un proceso de recirculación en donde es molido y zarandeado nuevamente. Una vez el coque ha sido clasificado por tamaño, se acopia en distintas tolvas como producto terminado quedando disponible para ser cargado en las tractomulas. Estando cargado el vehículo es pesado en la báscula y finalmente se dirige a la zona de carpado.

Este proceso es denominado ‘Cribado y Despacho’ por la administración de Planta Indumax y puede ser representado por el siguiente diagrama de flujo (Figura 13).

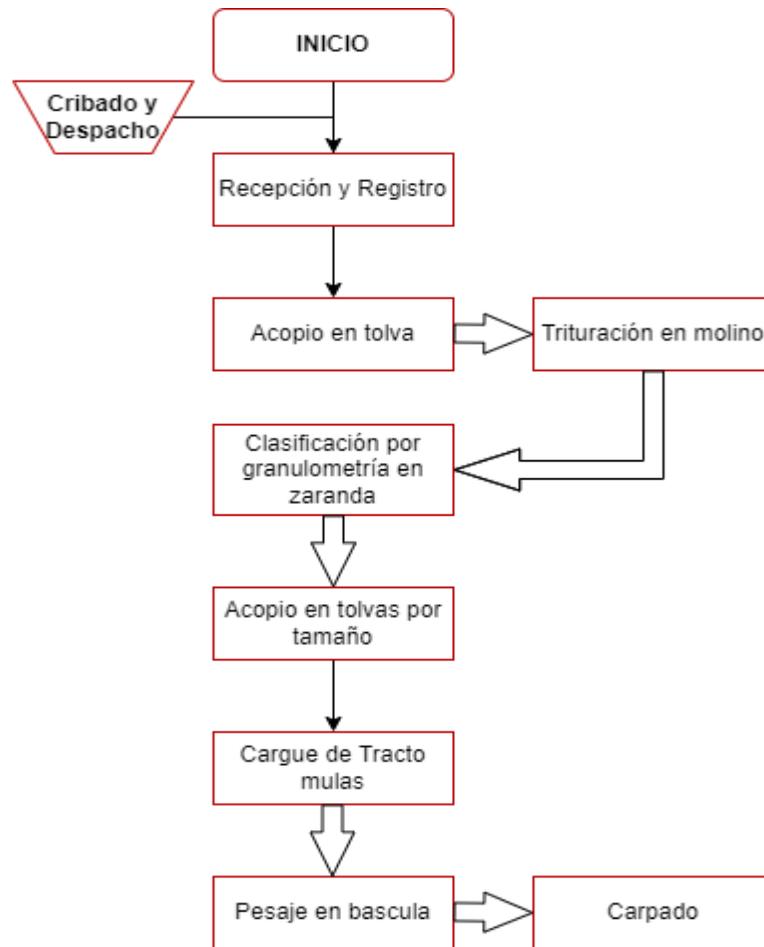


Figura 11. Diagrama de Flujo del proceso "Cribado y Despacho"

Fuente: Elaboración propia

Las Figuras 12 y 13 mostradas a continuación, representan el diagrama de flujo del proceso productivo y un resumen grafico de las actividades principales de Planta Indumax, respectivamente, más, sin embargo, no se incluyen la totalidad de actividades.

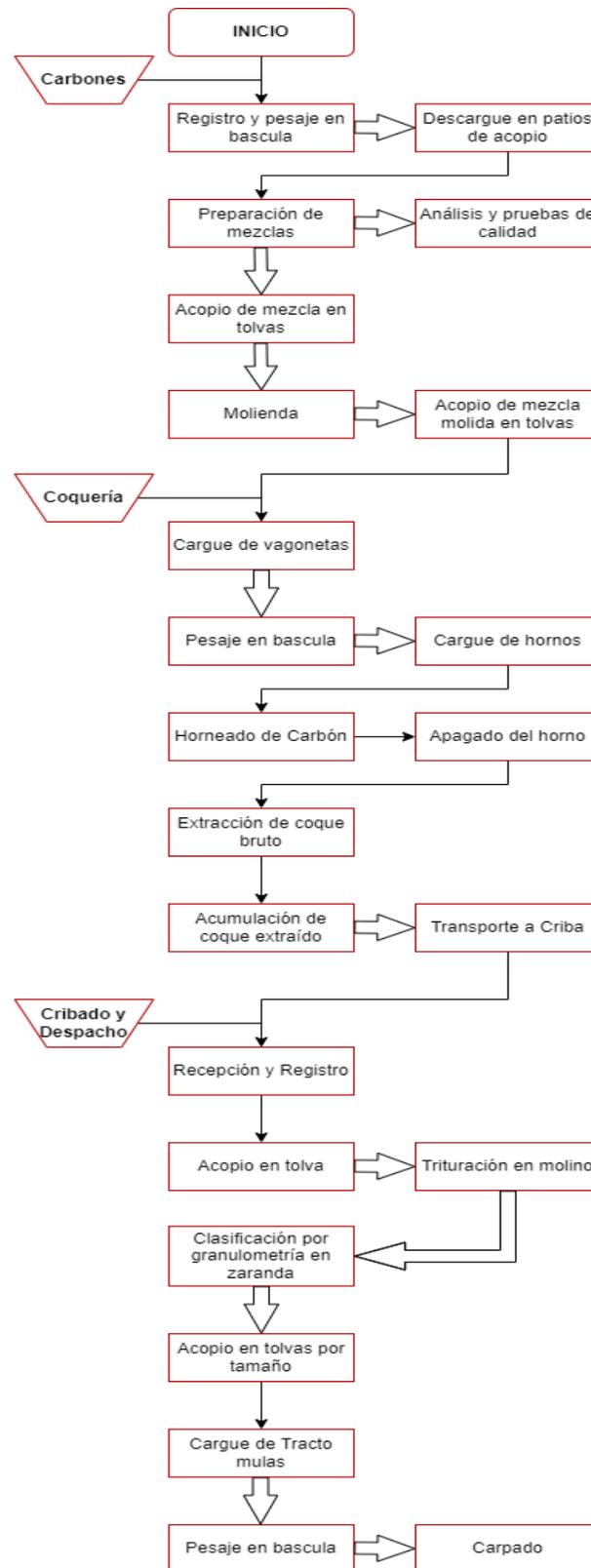


Figura 12. Diagrama de Flujo Proceso productivo

Fuente: Elaboración propia.

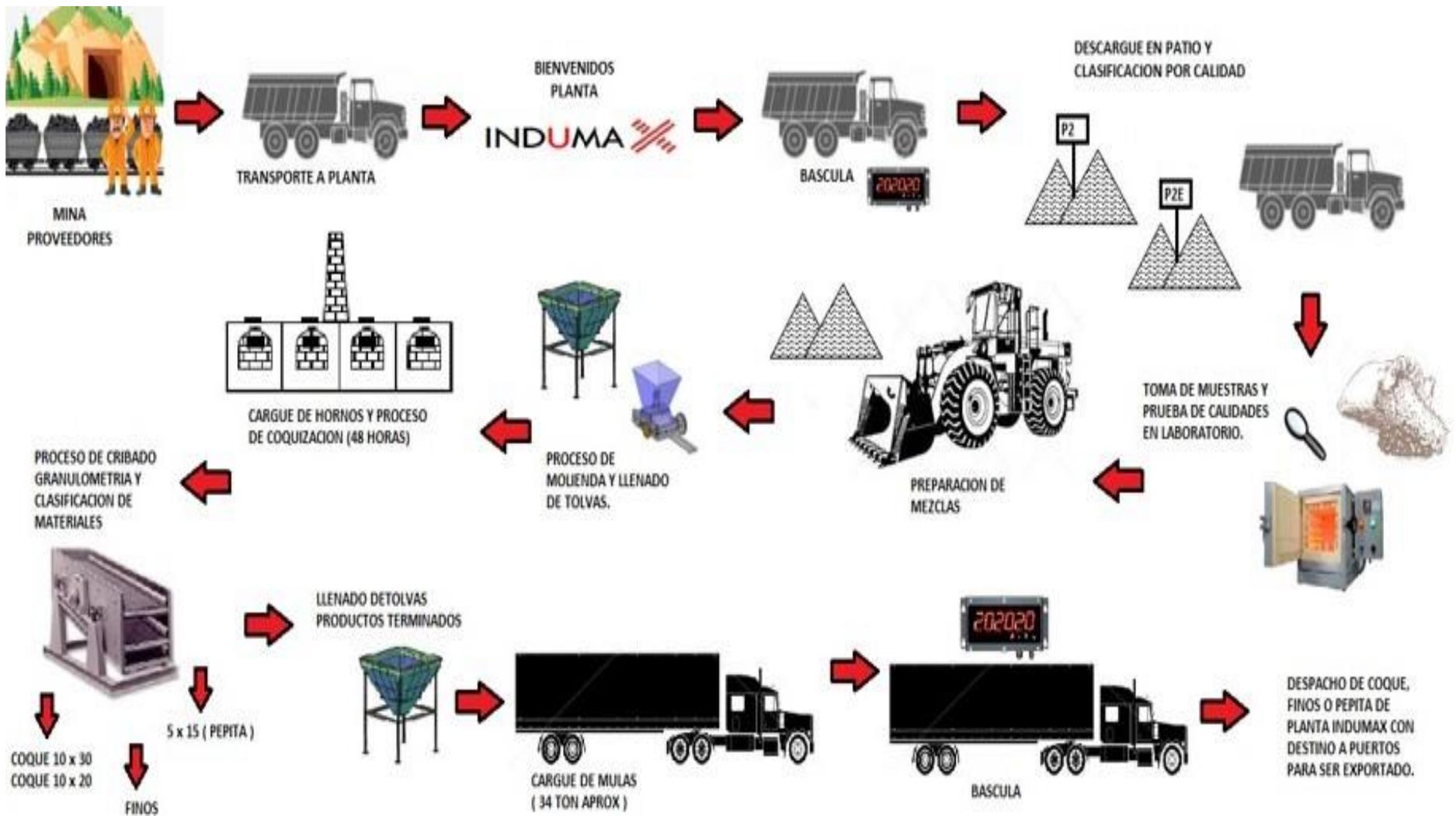


Figura 13. Resumen grafico de Proceso productivo de Planta INDUMAX

Fuente: Recuperado de Banco de imágenes de CARBOMAX.

3.2. Revisión energética y usos significativos de la energía

En esta etapa se recolectó, ordenó, revisó y analizó la documentación disponible referente a los registros de consumos y tipos de energía involucrados en los procesos de la Planta.

Con la colaboración del personal administrativo se obtuvieron las facturas del servicio público de energía eléctrica y producción correspondientes a un año atrás hasta la fecha de inicio del proyecto, y con el área de almacén, se obtuvo el histórico de consumo para aproximadamente siete meses atrás hasta el mes inmediatamente anterior hasta la fecha de iniciar el proyecto. Para este fin se organizaron reuniones con los coordinadores de cada proceso y con el jefe y administradora de la Planta.

En las visitas a la Planta, se observaron las distintas áreas y zonas productivas, la estructura del proceso, los aspectos negativos y positivos con relación a la eficiencia energética, entrevistas a los operarios de distintas áreas y equipos, toma de datos para el censo energético y cuadros de cargas. Se evidenció que la Planta no cuenta con medidores o equipos, para la parte eléctrica e hídrica, que permitan facilitar el registro, análisis y control de la energía consumida.

3.2.1. Energéticos utilizados y Matriz energética

Planta Indumax utiliza como energéticos primarios la energía eléctrica, utilizada principalmente en iluminación, motores eléctricos, bandas transportadoras, equipos de aire acondicionado y refrigeración y herramientas eléctricas manuales; El ACPM, requerido por los cargadores y minicargadores,

volquetas, en mantenimiento y por la planta auxiliar de energía eléctrica; Y la leña o madera, utilizada en la actividad de caldeo de hornos. El carbón, para este caso en particular, es la materia prima y no es utilizado como fuente de energía en procesos secundarios, por lo cual no se considera como una fuente principal de energía.

Con base en los históricos disponibles del consumo promedio, para el mismo intervalo de tiempo, y los costos asociados a cada uno de estos energéticos se construyó la matriz energética (Figura 14). Con el propósito de organizar estos datos en una tabla es necesario unificar las unidades de los distintos energéticos utilizados, es decir, para la energía eléctrica, ACPM y leña, que sus unidades son los Kilo Vatios – hora [KWh], Galones [Gal] y Toneladas [Ton], respectivamente, se hizo la conversión a sus equivalentes en Mega Joules [MJ], utilizando un factor de conversión (Tabla 4). Los datos registrados corresponden a un periodo de tiempo de diez meses, comprendidos entre agosto de 2020 y junio de 2021.

Tabla 4. Factor de conversión de unidades a MJ

Fuente: *Elaboración Propia.*

VALORES EQUIVALENTE DE CONVERSION		
Energético	Unidad	Factor de conversión a MJ
Energía Eléctrica	[KWh]	3.6
ACPM	[Gal]	146.52
Madera	[Ton]	0.0184

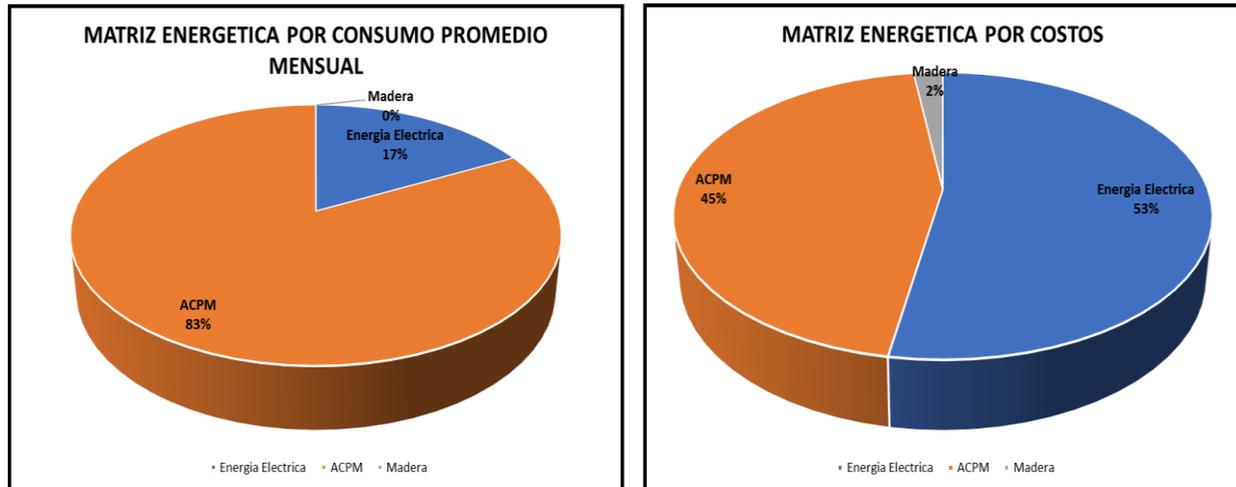


Figura 14. *Matriz Energética Planta INDUMAX*

Fuente: *Elaboración propia.*

Como se puede observar en la figura anterior, el ACPM es el mayor consumidor energético con una participación promedio mensual del 83%, sin embargo, la energía eléctrica supera al ACPM en los costos promedios mensuales. La madera no representa un consumo ni gasto significativo, por lo cual el SGen de Planta INDUMAX se enfoca en tomar las medidas necesarias a fin de lograr y mejorar continuamente la eficiencia en los usos y consumos de la energía eléctrica y ACPM.

3.2.2. Diagrama energético productivo

Con el propósito de comprender de mejor manera los usos de los distintos energéticos primarios de la Planta, se elaboró un diagrama energético productivo en el que se detallan las entradas y salidas de las actividades principales que conforman el proceso productivo.

En la sección de matriz energética de la Figura 15 se incluyen todos los energéticos utilizados en la Planta para el proceso productivo, más, sin embargo, no todos son incluidos en la Tabla 4 debido a que no representan un gasto o inversión económica y energética significativa.

En la sección de “Proceso Productivo” se incluyeron otras actividades, en la parte inferior del diagrama, que, si bien no participan en la producción, también requieren y utilizan los distintos energéticos primarios disponibles.

Los usos principales de la energía eléctrica dentro del proceso productivo se dan en la iluminación y alimentación para motorreductores de bandas transportadoras y molinos. El ACPM es usado en el transporte interno del material entre las distintas zonas, en el “repaleo”, que consiste en amontonar o juntar el material que se encuentra disperso; es usado además en el mantenimiento, para limpieza de partes, y para la fuente secundaria encargada de suministrar la energía eléctrica.

El caldeo de hornos es una actividad en la que se utiliza la madera o leña para encender o aumentar la temperatura dentro del horno después de haberlo limpiado y adecuado para realizar la coquización. Esta actividad es realizada aproximadamente cada tres meses en una misma batería de hornos.

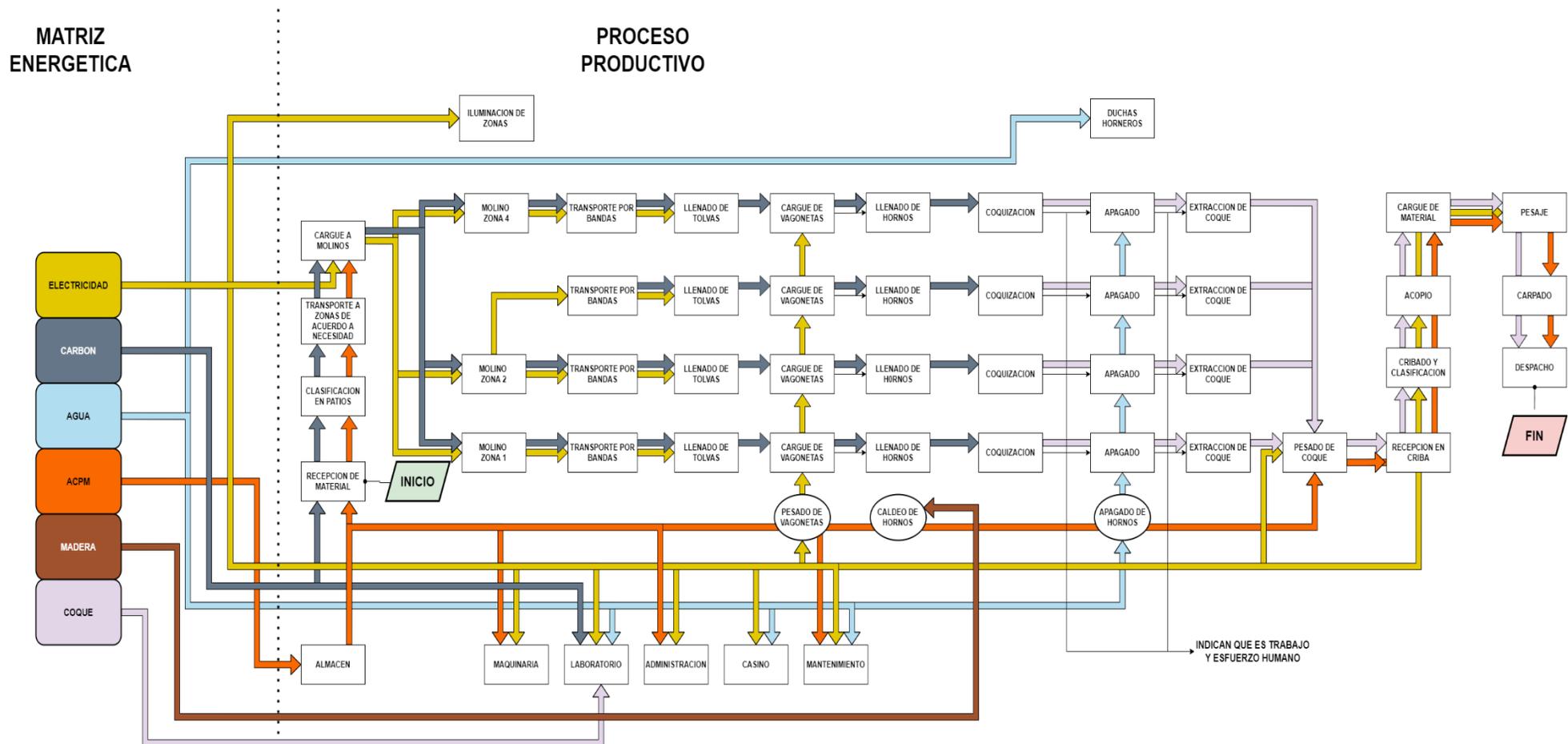


Figura 15. Diagrama Energético Productivo de Planta Indumax.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.3. Censo de Cargas

En los distintos recorridos por la Planta se delimitaron once diferentes zonas operativas y administrativas identificando, en cada una de estas, los equipos que requieren de electricidad para su uso y funcionamiento. A demás, se registraron, en formatos como se muestra en la tabla 6, y se clasificaron en ocho grupos, ordenados en un inventario de cargas de acuerdo con su tipo de uso:

Tabla 5. *Ítems identificados para el Inventario de Cargas*

Fuente: *Elaboración propia.*

INVENTARIO DE CARGAS: CLASIFICACIÓN		
Zonas Identificadas	Tipos de Uso	Elementos que lo conforman
Depósito	Audiovisual	Televisores, radios o equipos de sonido y parlantes o altavoces
Área delegaciones	Equipos de oficina.	Computadores portátiles y de mesa, cargadores de celulares, radios, tablets, módems e impresoras.
Pesaje	Iluminación	Lámparas, bombillos y reflectores.
Restaurante	Motores y equipos	Motorreductores de bandas transportadoras, molinos, zarandas, pulidora, taladro, soldadoras, compresor de aire, motobomba, equipos de laboratorio
Criba	Para consumo	Cafetera, sandwichera, nevera, refrigerador, hornos microondas, congelador, dispensadores de agua.
Análisis & calidad	Sensores	Sensores de movimiento, básculas y lectores de huella.
Subestación	Ventilación	Ventiladores, extractores de calor y aires acondicionados.
Taller	Vigilancia	Cámaras de seguridad.
Producción 1		
Producción 2&3		
Producción 4		

En el Anexo 1 se presentan los formatos del censo energético para cada zona identificada en Planta.

Tabla 6. Censo energético del Depósito

Fuente: Elaboración propia



CENSO ENERGETICO: ELECTRICIDAD (DEPÓSITO)

ZONA	NOMBRE DEL ELEMENTO	CANTIDAD	POTENCIA (W)	POTENCIA (KW)	VOLTAJE (V)	HORA*DIA	DIA*SEMANA	SEMANA*MES	CONSUMO ENERGETICO TEORICO (kWh/MES)	CONSUMO ENERGETICO (%)
			1336,5	1,3365	220			4,29	41,28	33,34
			18	0,018	120			4,29	2,92	2,36
			6	0,006	12			4,29	3,89	3,14
			15	0,015	5			4,29	1,08	0,87
			65	0,065	19			4,29	4,02	3,24
			180	0,18	120			4,29	12,97	10,48
			510	0,51	120			4,29	0,38	0,31
			108	0,108	120			4,29	2,50	2,02
			11,5	0,012	120			4,29	0,01	0,01
			36	0,036	120			4,29	8,27	6,68
			8	0,008	120			4,29	0,15	0,12
			100	0,1	120			4,29	9,01	7,28
			6	0,006	12			4,29	1,30	1,05
			200	0,2	120			4,29	36,04	29,10
TOTAL =									123,83	100,00

Las horas promedio de uso se consultaron con los distintos operarios y personal en cada área. Es importante resaltar respecto a estas horas que presentaron un comportamiento muy variado de un día a otro, y esto debido a paradas no planeadas requeridas para realizar mantenimientos correctivos o limpieza de los equipos, principalmente los motores, los cuales están sometidos constantemente a vibración y suciedad. Esta falta de constancia en los tiempos influye directamente en el cálculo mensual de la energía por equipo. El tiempo utilizado en esta ecuación se calcula de la siguiente manera:

$$tpm = h.d * d.s * s.m \quad (2)$$

Donde tpm es el tiempo promedio mensual, $h.d$ corresponde a la cantidad de horas al día que trabaja el equipo, $d.s$ es la cantidad de días a la semana y $s.m$ son las semanas al mes. Realizando el cálculo con el promedio de días mensuales resulta el valor de 4.31 para el promedio de semanas que tiene un mes.

Adicionalmente, se debe multiplicar la potencia, expresada en Kilovatios hora, por la cantidad del mismo elemento que haya en cada área (nu). Reemplazando las variables resultaría:

$$Energia = nu * Potencia * tpm \quad (3)$$

En el cálculo de la potencia y energía de los motores se utilizaron expresiones diferentes, tomando en cuenta su factor de potencia, la red trifásica y la corriente medida por línea. Debido a que los motores en su mayoría son muy antiguos o han perdido su placa característica, se utilizó un f.d.p de 0,75 como constante para todos estos equipos. Los valores se calculan de acuerdo con las siguientes expresiones:

$$Pc = \frac{\sqrt{3} * I_l * V * f.d.p}{1000} \quad (4)$$

$$E = nu * Pc * tpm \quad (5)$$

Donde, Pc es la potencia calculada, I_l es la corriente de línea medida, V es el voltaje y $f.d.p$ el factor de potencia. Resultando así las unidades de la energía en Kilovatios hora mensual.

3.2.4. Herramientas de análisis para determinar los USEn

Se realizó un análisis que permitiera identificar, por cada área y tipo de uso en las distintas zonas, en dónde y en qué se presentan los mayores consumos, representándolo por medio de diagramas circulares, como se observa en la figura 16. Los formatos con los resultados para las distintas zonas se muestran en el Anexo 2.

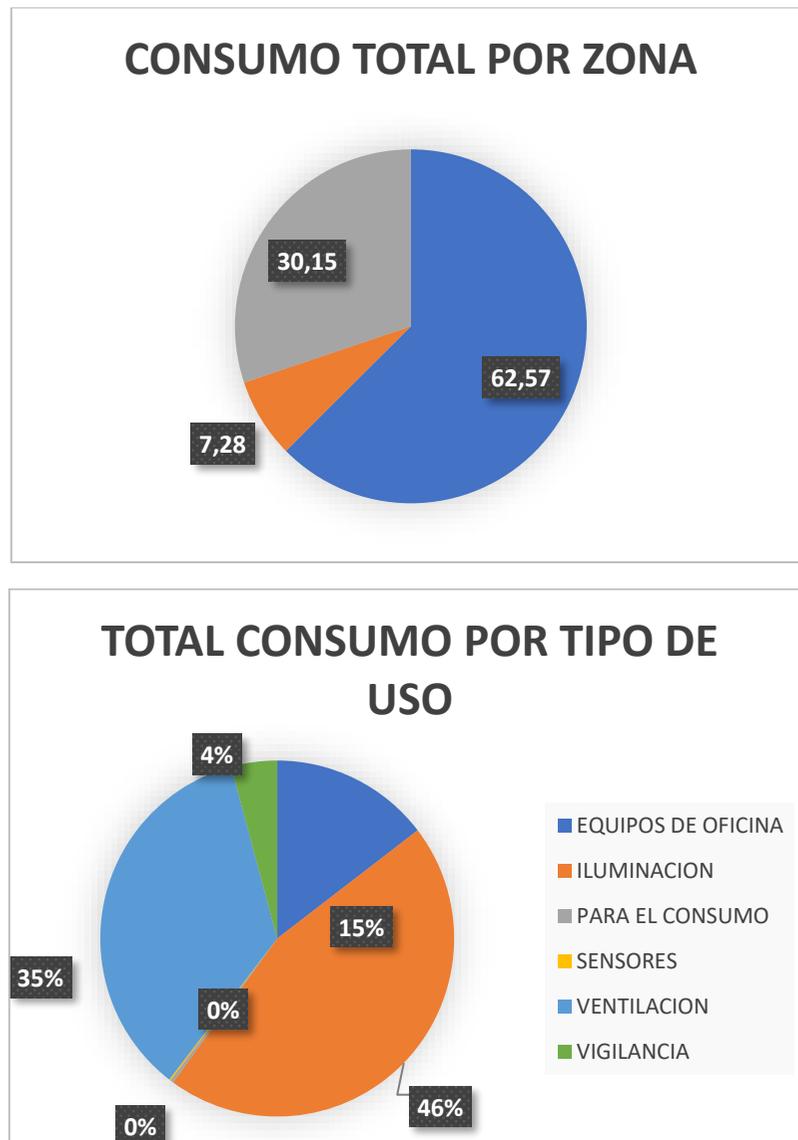


Figura 16. Consumo clasificado del Deposito

Fuente: Elaboración propia

A partir del cálculo de la energía promedio mensual consumida en cada área por cada equipo se construyeron los gráficos característicos del análisis por medio del diagrama de Pareto, el cual consiste en identificar una relación entre el 20% de los equipos que consumen el 80% de la energía.

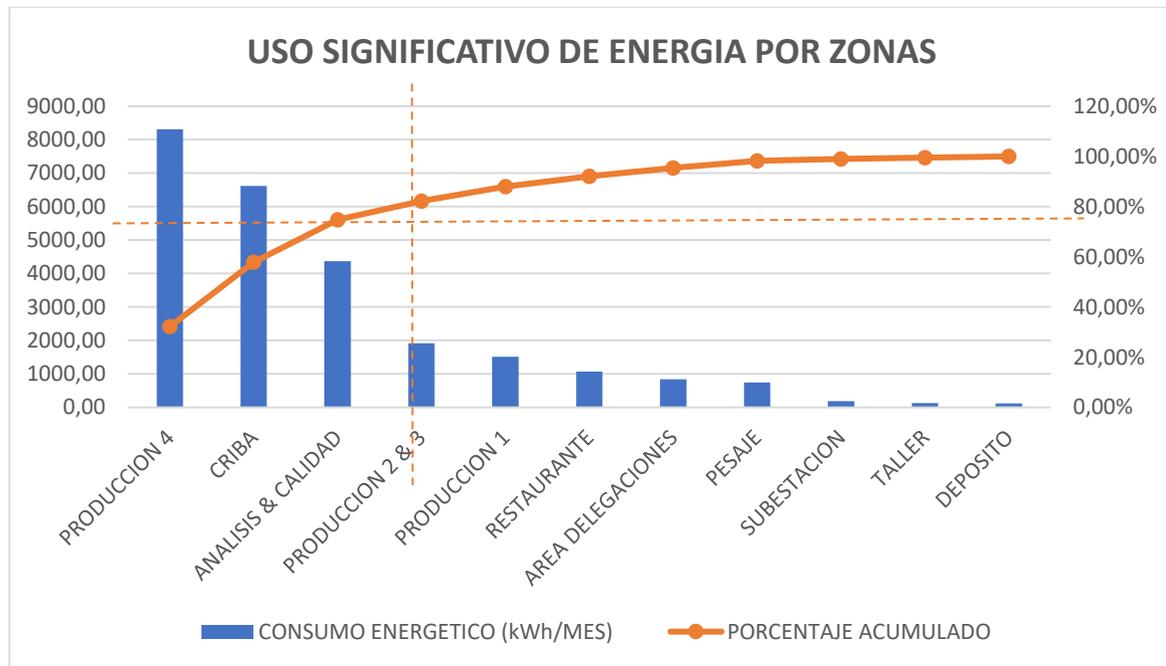


Figura 17. Diagrama de Pareto del consumo total por zonas

Fuente: Elaboración propia.

Inicialmente, por medio del diagrama de Pareto de la Figura 29 se identificaron las zonas en las cuales se presenta el mayor consumo de la Planta. Las actividades que requieren energía eléctrica en estas zonas son: molienda en el proceso de carbones, proceso de cribado y las actividades correspondientes al proceso de calidad.

De acuerdo con los resultados obtenidos en los Diagramas de Pareto de las Figuras 29 y 30 se toma la decisión de enfocar el SGen en las actividades que requieran la utilización de motores o equipos electromecánicos dentro de los procesos de Carbones y Cribado llevadas a cabo en las distintas zonas de producción.

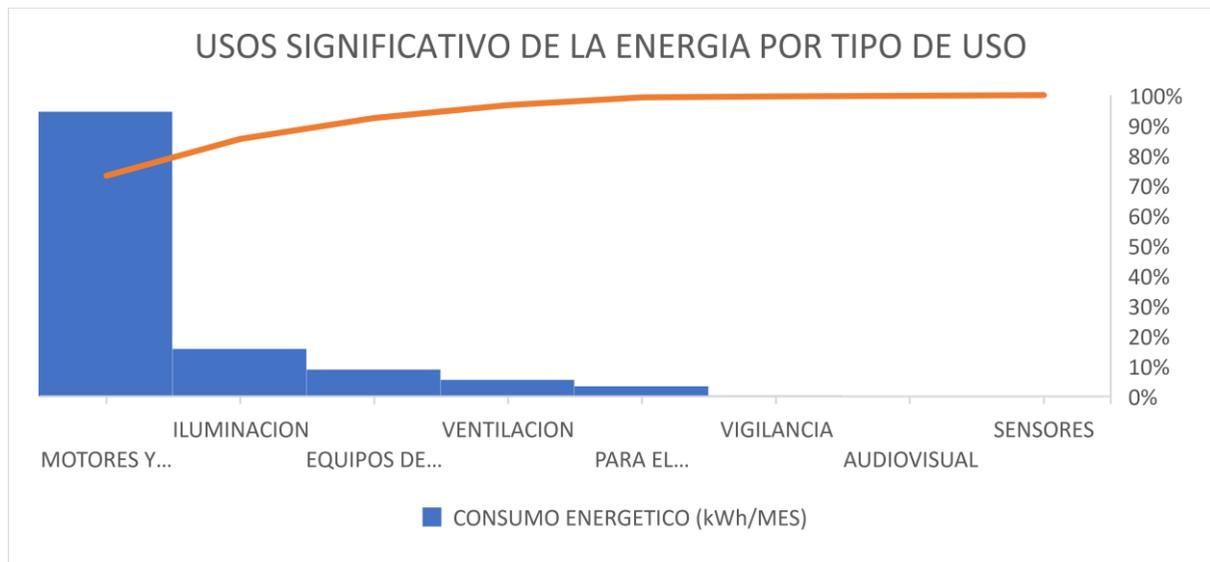


Figura 18. Diagrama de Pareto de consumo eléctrico por tipo de uso

Fuente: Elaboración propia.

La iluminación dentro de la Planta es uno de sus puntos fuertes ya que en su totalidad está conformada por lámparas, bombillos y reflectores con tecnología LED, la cual se caracteriza por ser más eficiente y menos contaminante que otras tecnologías de iluminación, y, además tiene mayor vida útil.

3.2.5. Cuadros de Cargas

Un aspecto necesario e importante consiste en conocer la distribución de la red eléctrica en la Planta, por lo cual se construyó el diagrama unifilar general y particular de cada zona. Se identificaron la cantidad de transformadores y sus características de funcionamiento o de operación. Adicionalmente, se construyeron los cuadros de cargas para cada tablero de distribución y caja de breakers, con la información de la cantidad de tomacorrientes existentes por circuito, su voltaje de operación, las luminarias, el f.d.p., la potencia en Kilo volti-amperios [KVA], la potencia en Kilovatios [KW] y en Vatios [W]. De igual manera se agregó la información de la corriente nominal en Amperios [A] calculada por medio de las ecuaciones 6 y 7 para distribución monofásica y bifásica o trifásica, respectivamente.

$$I_{nom} = \frac{P_{KVA} * 1000}{V_{fase}} \quad (6)$$

$$I_{nom} = \frac{P_{KVA} * 1000}{\sqrt{3} * V_{fase}} \quad (7)$$

La potencia en KVA se obtiene al dividir la potencia en kilovatios entre el f.d.p. Para motores se asignó un factor de 0.75, para iluminación un factor de 0.85, para tomacorrientes un factor de 0.9 y para otros equipos con el indicado en sus placas características.

3.2.6. Variables que afectan los equipos y procesos

Una vez se identificaron los USEn fue necesario determinar los factores o condiciones que influyen en el comportamiento del consumo energético. Estos factores fueron clasificados en cuatro grupos que abarcan condiciones propias o externas. Identificar las variables le permite a la organización tomar

medidas acertadas de acuerdo con las necesidades de cada equipo y proceso al mejorar la eficiencia energética, además de disminuir los tiempos de paradas no planeadas gracias a la planificación que puede incluirse dentro de los planes de mantenimiento. En la Tabla 17 se observa la forma en que se identificaron las variables para la Planta.

Tabla 7. Variables que afectan los USEn

Fuente: *Elaboración propia*

	CONTROL O DEFINICION		
VARIABLES	EQUIPO 1	EQUIPO 2	EQUIPO N
Independientes de Operación y Mantenimiento			
Dependientes de Operación			
Dependientes del Mantenimiento			
Estáticas	Características climáticas (Temperatura, precipitaciones, humedad)		

Generalmente, las variables estáticas corresponden a los factores ambientales o climáticos propios del lugar donde se encuentra ubicada la organización. Las principales características que afectan la producción de coque son la humedad y las precipitaciones, debido a que el exceso de humedad en el material lo convierte en una especie de masilla o lodo, ocasionando paradas constantes no programadas debido al atascamiento de los molinos.

3.3. Determinación de oportunidades de mejora

Previo al planteamiento de las propuestas identificadas como oportunidades de mejora en el SGen se realizó la parametrización de los consumos frente a la producción con el fin de construir la caracterización energética de la Planta.

3.3.1. Cumplimiento de parámetros establecidos por la Norma ISO 50001

“Los Indicadores de Desempeño Energético (IDE) y las Líneas de Base Energética (LBE) son elementos fundamentales de un sistema de gestión de la energía que permiten a una organización medir su desempeño energético o el de un proceso, área o equipo, y demostrar su mejora en el tiempo.”

(RECIEE, 2019, pág. 42)

3.3.1.1. Línea Base Energética (LBE)

“La línea base energética es la referencia que proporciona el estado del desempeño energético de un determinado proceso, área o equipo” (Arce Velásquez, 2015, pág. 118) . Sa construcción se realizó para los energéticos principales identificados, energía eléctrica y ACPM, a partir de la información suministrada por el departamento administrativo y de depósito. En el caso de la energía eléctrica esta información consistió en el consumo detallado en las facturas de servicio público, y para el ACPM se contó con la relación de entradas y salidas diarias del combustible en el depósito.

El procedimiento para establecer las LBE se realizó partiendo con la organización en hojas de Excel del número de muestras disponibles para cada energético frente a la variable significativa seleccionada. Esta variable significativa debe estar en concordancia con los indicadores del desempeño energético. A partir de esta información se realizó el cálculo del número mínimo de datos, por medio de la siguiente expresión:

$$N_o = \frac{Z^2 CV^2}{e^2}$$

En donde Z representa la distribución normal estándar y se selecciona a partir de los datos mostrados en la figura 29; CV es el coeficiente de varianza cuyo valor se recomienda asumirse igual a 0.5, y e es el nivel de precisión.

Nº de Lecturas (Tamaño muestra)	Nivel de confianza				Nº de lecturas (Tamaño muestra)	Nivel de confianza			
	95%	90%	80%	50%		95%	90%	80%	50%
2	12.71	6.31	3.08	1.00	17	2.12	1.75	1.34	0.69
3	4.30	2.92	1.89	0.82	18	2.11	1.74	1.33	0.69
4	3.18	2.35	1.64	0.76	19	2.10	1.73	1.33	0.69
5	2.78	2.13	1.53	0.74	20	2.09	1.73	1.33	0.69
6	2.57	2.02	1.48	0.73	21	2.09	1.72	1.33	0.69
7	2.45	1.94	1.44	0.72	22	2.08	1.72	1.32	0.69
8	2.36	1.89	1.41	0.71	23	2.07	1.72	1.32	0.69
9	2.31	1.86	1.40	0.71	24	2.07	1.71	1.32	0.69
10	2.26	1.83	1.38	0.70	25	2.06	1.71	1.32	0.68
11	2.23	1.81	1.37	0.70	26	2.06	1.71	1.32	0.68
12	2.20	1.80	1.36	0.70	27	2.06	1.71	1.31	0.68
13	2.18	1.78	1.36	0.70	28	2.05	1.70	1.31	0.68
14	2.16	1.77	1.35	0.69	29	2.05	1.70	1.31	0.68
15	2.14	1.76	1.35	0.69	30	2.05	1.70	1.31	0.68
16	2.13	1.75	1.34	0.69	?	1.96	1.64	1.28	0.67

Figura 19. Distribución normal estándar para cálculo de número mínimo de datos de LBE

Fuente: Diplomado en eficiencia energética.

A continuación, se calculó el número reducido de mínimo de datos con la siguiente ecuación:

$$n = \frac{(N)(N_o)}{N + N_o}$$

Donde N es el número de las muestras que se dispone y N_o el número mínimo de datos calculado en el paso anterior.

La construcción de la LBEn se realizó en Excel, ordenando los datos en dos columnas, eje X y eje Y, las cuales representaban la variable significativa y el consumo energético, respectivamente. Esta línea base se obtuvo a partir de un gráfico de dispersión permitiendo obtener la ecuación característica de la forma $E=mP+E_o$, en donde E es la energía consumida en un periodo determinado de tiempo, m es la razón de cambio entre el consumo de energía y la variable significativa, es decir, la producción, y E_o representa el consumo energético independiente de la producción. La variabilidad de E_o depende, por lo tanto, de la operatividad de los equipos y mantenimientos mas no de la tecnología empleada, en otras palabras, la reducción de este consumo se puede realizar mediante buenas prácticas operativas y planes de mantenimiento estructurados de acuerdo a los requerimientos de los equipos y procesos.

Adicionalmente, se incluyen en este parámetro otros factores como lo son la utilización de electricidad en oficinas, iluminación, uso ineficiente de la energía, mal operación de equipos, arranques de planta y fallas en el suministro de energía, es decir, lo utilizado en planta y que no hace parte del proceso productivo.

Adicionalmente, se utilizó la herramienta de análisis 'Regresión' con el fin de obtener los parámetros descriptivos y característicos de la LBEn. Estos valores se detallan a continuación:

- P-Value: Es un valor estadístico que permite diferenciar resultados que son productos del azar del muestreo, de resultados que son estadísticamente significativos.
- R^2 : Es el coeficiente de correlación entre la energía consumida y la variable significativa, la cual es una medida que indica que tan bien se ajusta un modelo lineal a un conjunto de datos observados. El nivel de confiabilidad que describe esta correlación se muestra en la figura 30.

Valor R2	Relación Energía y Producción
0 – 0,04	Despreciables
0,04 – 0,16	Débil
0,16 – 0,49	Moderada
0,49 – 0,8	Fuerte
0,8 – 1	Muy Fuerte

Figura 20. Descripción de coeficiente de correlación

Fuente: Tomado de (Uribe Martínez, 2020)

En caso de que valor de R^2 sea menor a 0.5 se debe realizar un proceso de filtrado de datos, el cual consiste en identificar aquellos valores que están provocando una baja correlación y eliminarlos del proceso de análisis. Para realizar el filtrado de los datos se establece un límite superior y uno inferior a partir de la ecuación de LBEn original, de esta forma se grafican en conjunto la línea base original y los dos límites, permitiendo identificar cuáles son los valores que quedan por fuera de este rango. Los puntos identificados son excluidos y se realiza el proceso de análisis de regresión nuevamente. Cabe resaltar que no se pueden eliminar más valores de los permitidos por el mínimo número de datos reducido calculado inicialmente.

Las LBEn identificadas y establecidas de Planta INDUMAX se muestran a continuación:

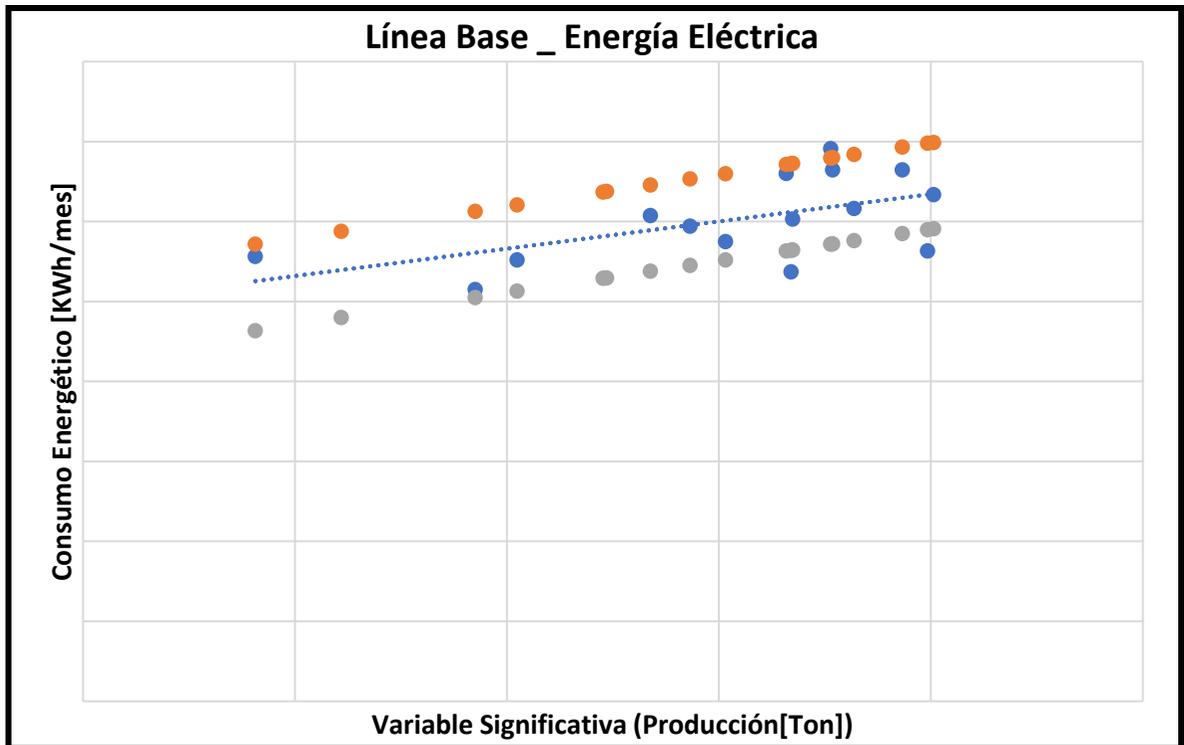


Figura 21. *LBEn consumo Electricidad*

Fuente: *Elaboración propia*

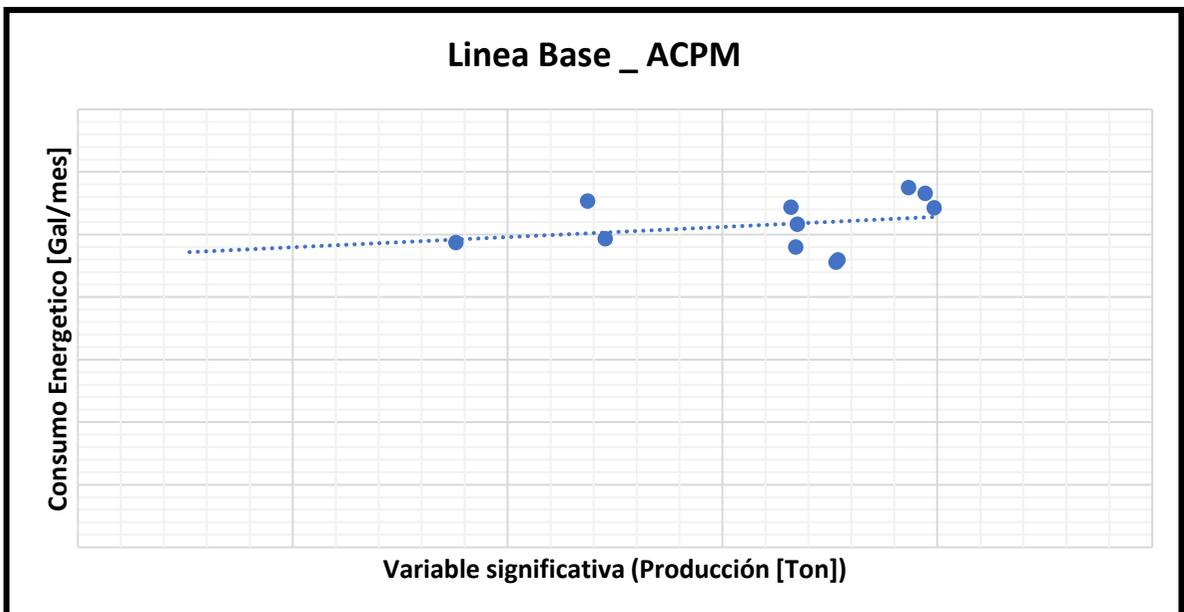


Figura 22. *LBEn consumo ACPM*

Fuente: *Elaboración propia*

3.3.1.2. Estimación de ahorro

El potencial de ahorro energético se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\%_{PAE} = \frac{E_{BP} - E_{MP}}{E_{BP}} * 100$$

Donde E_{BP} es el consumo energético base promedio o inicial y E_{MP} es el consumo meta promedio. El resultado nos indica en términos porcentuales el ahorro promedio mensual que tendría la Planta de aplicar las correcciones propuestas.

3.3.1.3. Indicadores de Desempeño Energético (IDEn)

“Los IDEn son parámetros medidos, ratios o modelos del desempeño energético tal y como los defina la organización según su conveniencia. Deben documentarse y revisarse regularmente, así como actualizarse cuando se produzcan cambios para su comparación con la LBEn de forma apropiada”.

(Sanz Perdiguero, 2017, pág. 36)

De acuerdo a las limitaciones físicas y técnicas de la Planta, se implementó como IDEn la relación entre el consumo energético y la variable significativa, es decir, la producción mensual. Así mismo, se plantearon otros indicadores que se podrían implementar en caso de documentar adecuadamente la información. Se construyó el formato que se muestra en la tabla 18 para Planta INDUMAX como componente de la caracterización energética.

Tabla 8. Formato de IDEn

Fuente: Elaboración propia

SISTEMA DE GESTION DE LA ENERGIA					
CARBOMA 		Definición y mecanismos de actualización de los IDE		SGen	Revisión N.1
				"Fecha"	Pag 1 de 1
Medición y seguimiento	Indicador	Descripción	Unidad	Observaciones	Fecha de Registro
	Energía eléctrica consumida				
	Consumo eléctrico específico				
	Consumo eléctrico vs producción				
	Costos de consumo eléctrico por unidad producida				
	ACPM consumido				
	Consumo de ACPM específico				
	Consumo de ACPM vs producción				
	Costos de consumo de ACPM por unidad producida				

Adicionalmente se construyó el IDEn base 100, debido a que “refleja el comportamiento de los resultados de desempeño energético, respecto a la línea base energética, tomando como referencia el valor 100 y nos permite conocer en qué porcentaje, se aumentó o disminuyó el desempeño energético, en un determinado periodo de tiempo. Este indicador en base 100, permite realizar un informe mensual para la toma de decisiones del jefe de planta, producción y mantenimiento ... El indicador en base 100,

es un indicador de eficiencia, nos describe los logros obtenidos al tener un consumo de energía igual o inferior al del consumo de la energía base”. (Uribe Martínez, 2020, pág. 70)

INDICADOR	FÓRMULA	APRECIACIÓN
Índice base 100 consumo de energía total, producción total	$IB100 = \frac{\text{Consumo de energía de la planta según LB}}{\text{Consumo de energía total de la planta, proceso producción}}$	Si IDEn > 100% existe una mejora del desempeño energético Si IDEn < 100% no existe una mejora del desempeño energético

Figura 23. Formula IDEn base 100

Fuente: Tomado de (Uribe Martínez, 2020)

3.3.2. Oportunidades de mejora

La Norma ISO 50001 en el apartado 6.2, ‘Objetivos, metas energéticas y la planificación para lograrlos’, establece lo siguiente:

La organización debe establecer objetivos en las funciones y los niveles pertinentes. La organización debe establecer metas energéticas.

Los objetivos y las metas energéticas deben:

- a) ser consistentes con la política energética
- b) ser medibles (si es factible)
- c) tomar en cuenta los requisitos aplicables
- d) considerar los USE
- e) tomar en cuenta las oportunidades para mejorar el desempeño energético

- f) ser objeto de seguimiento
- g) ser comunicados
- h) ser actualizados según sea apropiado

La organización debe conservar la información documentada sobre objetivos y las metas energéticas. (Icontec, 2019, pág. 11).

Teniendo en cuenta la información recopilada en el censo energético, la caracterización y revisión energética, se determinó prioritario implementar los mecanismos que garanticen la medición precisa, constante y disponible de los consumos energéticos. Es fundamental en el SGEEn llevar un registro periódico de los consumos y su evolución en el tiempo. Las oportunidades de mejora fueron organizadas en un formato de objetivos, metas y planes de acción, el cual ofrece una ruta viable que le permita a Planta INDUMAX resolver las principales problemáticas identificadas con los USEn y recorridos por la Planta. Adicionalmente se realizó un formato resumen, (tabla 9) en el cual se registran ocho principales problemáticas que requieren ser estudiados inicialmente.

Tabla 9. Identificación de oportunidades de mejoraFuente: *Elaboración propia*

 SISTEMA DE GESTION DE LA ENERGIA				
Identificación de Oportunidades de Mejora del D.E.			SGen	Revisión N.1
			"Fecha"	Pag 1 de 1
AREA	Tipo de oportunidad	Descripción	Energético asociado	Parámetros de ahorro
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

4. Conclusiones

De acuerdo con los requerimientos del SGEN se realizaron tres archivos entregables, los cuales consistieron en un documento en pdf denominado Informe de Caracterización Energética, un documento en Word sobre el cual se llevó a cabo la etapa de Planificación con la intención de que se continúe trabajando sobre estas etapas restantes del SGEN, y finalmente un archivo WinRAR el cual contiene todos los formatos realizados, el censo energético, cumpliendo así con los objetivos propuestos en este proyecto.

Se identificaron cuatro áreas y dos tipos principales de energéticos de consumo en el proceso productivo de la Planta, ACPM y energía eléctrica, logrando establecer el área, proceso y equipo de mayor consumo, identificando así, los USEn.

Con la información suministrada por la administración de la Planta se determinó la relación entre las variables de consumo de energía eléctrica [KWh/mes] y producción [Ton], construyendo la línea base, determinando que, mediante buenas prácticas e implementando mantenimientos preventivos, se logra una reducción mayor al 3% mensual del consumo energético.

Los datos históricos correspondientes al año 2020 que se utilizaron ocasionaron gran distorsión en el cálculo de LBEn de la electricidad. Esto fue a raíz de las medidas gubernamentales del país contra la pandemia por Covid-19.

Por el sector económico, su crecimiento e influencia en la región, ser pionera en la implementación de un SGEEn como muestra de compromiso ambiental y social, le permitirá a Planta INDUMAX aumentar el Good Will, pudiendo así aumentar el valor de sus productos y la competitividad de las demás empresas del mismo sector.

5. Recomendaciones

De acuerdo con el desarrollo del proyecto se proponen las siguientes recomendaciones con el propósito de continuar con las siguientes etapas del ciclo PHVA según la Norma ISO 50001 en Planta INDUMAX:

Un punto fundamental del SGEN es en cuanto a la administración de la información, la cual debe garantizar su disponibilidad inmediata siempre que se requiera. En base a esto se deben crear mecanismos como bases de datos, alarmas, reuniones, etc., en las que se comparta la información necesaria en la construcción y mejora continua del SGEN. Es realmente importante que la Planta conozca sus consumos reales de energía y llevar un registro diario con el que se pueda hacer seguimiento a través del tiempo.

Adicionalmente al punto anterior, la administración de Planta INDUMAX debe incluir entre sus cargos la coordinación de la parte energética quien se encargará de organizar la información, analizarla y tomar las medidas necesarias de acuerdo con los requerimientos del SGEN.

Existen beneficios tributarios y otros beneficios para las empresas que participen en proyectos de eficiencia energética tales como el reemplazo de equipos electromecánicos de baja eficiencia por equipos de alta eficiencia, o la implementación de energías renovables, por lo cual, se debería incluir este tipo de proyectos en la planeación y destinación de recursos a mediano y largo plazo. Se aconseja

hacer estudio de la viabilidad en el aprovechamiento, de fuentes naturales de energía por las condiciones climáticas y geográficas, a partir de paneles solares o PCHs.

Se debe realizar seguimiento a la legislación y requisitos legales involucrados en el SGEN y actualizar continuamente estos documentos.

Para el establecimiento de las LBEn del consumo por energía eléctrica y ACPM se debe adicionar la mayor cantidad de datos disponibles con el propósito de obtener una ecuación más precisa y que represente de forma más acertada el comportamiento energético de la Planta. Se recomienda contar con al menos 18 muestras.

6. Referencias

- Agencia Chilena de Eficiencia Energetica - AChEE. (2017). *Beneficios de los Sistemas de Gestión de Energía basados en ISO 50001 y casos de éxito*. Santiago de Chile, Chile.
- Arce Velásquez, J. O. (2015). *Metodología para implementar un Sistema de Gestión de Energía en una instalación institucional, basado en la Norma NTC-ISO 50001(2011-11-30)Caso: Instituto Técnico Industrial Francisco José de Caldas*. Bogotá, Colombia.
- Asociación de Empresarios del Henares - AEDHE & Fundación MAPFRE. (2011). *Guía práctica para la implantación de sistemas de gestión energéticas*. Madrid, España.
- Bonet Borjas, C. M. (2005). Ley de Pareto aplicada a la fiabilidad. *Ingeniería Mecánica*, 1-9.
- C4S. (2018). *Sistema De Gestión De La Energía (SGEn) para las autoridades locales*. Unión Europea - UE.
- Carretero Peña, A., & García Sánchez, J. M. (2012). *Gestión de la Eficiencia Energética: Cálculo del consumo, indicadores y mejora*. Madrid, España: AENOR - Asociación Española de Normalización y Certificación.

Castillo Obrequé, G. R. (2018). *Diagnostico de eficiencia energética en la Universidad Santa María sede Jose Miguel Carrera basado en la Norma ISO 50001*. Santiago de Chile, Chile.

Cortéz Bonilla, F. R., Hernández Alfaro, M. L., & Martell Martínez, M. A. (2018). *Diseño de un Sistema de Gestión Energética basado en la Norma ISO 50001 para la facultad de odontología de la Universidad de El Salvador*. San Salvador.

Cuenca Mendieta, S. E. (2013). *Factibilidad de la Norma ISO 50001 en la Central Hidroeléctrica 'Carlos Mora Carrion'*. Cuenca, Ecuador.

Icontec. (2019). *NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC-ISO 50001*. Bogotá.

Lamuz Ramirez, J. M., & Diaz Herrera, S. A. (2021). *Diseño del Sistema Eléctrico para la Planta de Acopio, Secado y Molienda de Arroz Urrego Ubicada en el Municipio de La Gloria Cesar*. Cúcuta.

RECIEE. (2019). *Implementacion de sistema de gestion de la energia. Guia con base en la norma ISO 50001*. Colombia.

Sanz Perdiguero, L. (2017). *Sistema de Gestión de la Energía en una planta de amoníaco*. Madrid, España.

Toro Sánchez, G. (2016). *Caracterización energética de un restaurante mediante la aplicación de la Norma ISO 50001*. Santiago de Cali, Colombia.

Universidad Politécnica - UP. (2016). *Manual del Sistema de Gestión Energética*. Castellón.

Uribe Martínez, J. L. (2020). *Desarrollo de la etapa de Planificación de un SGE basado en la Norma ISO 50001 para la Planta de producción - Empresa Velas y Parafinas de Santander SAS*. Bucaramanga, Colombia.

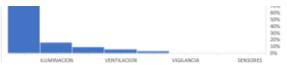
7. Anexos

Anexo 1. Formatos de censo energético por zonas

 CENSO ENERGETICO: ELECTRICIDAD (AREA DELEGACIONES)										
ZONA	NOMBRE DEL ELEMENTO	CANTIDAD	POTENCIA (W)	POTENCIA (KW)	VOLTAJE (V)	HORA*DIA	DIA*SEMANA	SEMANA*MES	CONSUMO ENERGETICO (kWh/MES)	CONSUMO ENERGETICO (%)
			6	0.006	12			4.29	1.30	0.15
			200	0.2	120			4.29	36.04	4.27
			1452	1.452	220			4.29	56.06	6.64
			1833.3	1.8333	220			4.29	70.78	8.38
			6	0.006	12			4.29	1.30	0.15
			180	0.18	120			4.29	11.12	1.32
			65	0.065	120			4.29	7.53	0.89
			1400	1.4	120			4.29	194.59	23.04
			50	0.05	120			4.29	0.06	0.01
			1500	1.5	120			4.29	11.58	1.37
			50	0.05	120			4.29	15.44	1.83
			26	0.026	120			4.29	0.33	0.04
			80	0.08	120			4.29	1.24	0.15
			30	0.03	120			4.29	2.78	0.33
			18	0.018	12			4.29	3.89	0.46
			30	0.030	120			4.29	8.11	0.96
			975	0.975	120			4.29	0.94	0.11
			510	0.510	120			4.29	0.38	0.05

		650	0.650	120			4.29	0.35	0.04
		15	0.015	12			4.29	0.41	0.05
		50	0.050	120			4.29	1.16	0.14
		100	0.100	120			4.29	1.54	0.18
		462.96	0.463	220			4.29	14.30	1.69
		65	0.065	120			4.29	4.02	0.48
		200	0.2	120			4.29	18.02	2.13
		462.96	0.463	220			4.29	14.30	1.69
		1049.8	1.0498	220			4.29	32.43	3.84
		18	0.018	120			4.29	27.80	3.29
		6	0.006	12			4.29	1.30	0.15
		5	0.005	5			4.29	0.93	0.11
		45	0.045	120			4.29	2.08	0.25
		65	0.065	19			4.29	15.06	1.78
		510	0.51	120			4.29	0.38	0.05
		30	0.03	120			4.29	0.41	0.05
		75	0.075	115			4.29	9.46	1.12
		1072.5	1.073	220			4.29	33.13	3.92
		180	0.18	120			4.29	12.51	1.48
		65	0.065	120			4.29	7.53	0.89
		840	0.84	120			4.29	58.38	6.91
		10	0.01	120			4.29	2.32	0.27
		100	0.1	120			4.29	9.01	1.07
		200	0.2	120			4.29	18.02	2.13
		80	0.08	120			4.29	8.65	1.02
		30	0.03	120			4.29	3.24	0.38
		6	0.006	12			4.29	1.30	0.15
		20	0.02	12			4.29	4.32	0.51
		5	0.005	5			4.29	0.68	0.08

		5	0.005	10			4.29	2.03	0.24
		6	0.006	12			4.29	1.62	0.19
		200	0.2	120			4.29	21.62	2.56
		90	0.09	120			4.29	16.22	1.92
		30	0.03	120			4.29	24.32	2.88
		50	0.05	120			4.29	9.01	1.07
		50	0.05	120			4.29	10.81	1.28
		300	0.3	120			4.29	32.43	3.84
		300		120			4.29	0.00	0.00
TOTAL=								844.55	100.00



CENSO ENERGETICO: ELECTRICIDAD (PESAJE)

ZONA	NOMBRE DEL ELEMENTO	CANTIDAD	POTENCIA [W]	POTENCIA [KW]	VOLTAJE [V]	HORA*DIA	DIA*SEMANA	SEMANA*MES	CONSUMO ENERGETICO [kWh/MES]	CONSUMO ENERGETICO [%]
			200	0,2	120			4,29	60,06	2,43
			400	0,4	120			4,29	120,12	4,87
			855	0,855	220			4,29	205,41	8,33
			30	0,03	120			4,29	10,81	0,44
			18	0,018	120			4,29	90,81	3,68
			6	0,006	12			4,29	12,97	0,53
			180	0,18	120			4,29	259,46	10,52
			510	0,51	120			4,29	1,27	0,05
			6,31	0,00631	120			4,29	0,19	0,01
			75	0,075	110			4,29	54,05	2,19

		200	0,2	120			4,29	72,07	2,92
		50	0,05	120			4,29	18,02	0,73
		2100	2,1				4,29	1513,51	61,36
		200	0,2	120			4,29	48,05	1,95
TOTAL =								2466,80	100,00



CENSO ENERGETICO: ELECTRICIDAD (RESTAURANTE)

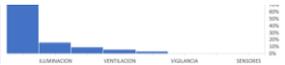
ZONA	NOMBRE DEL ELEMENTO	CANTIDAD	POTENCIA [W]	POTENCIA [KW]	VOLTAJE [V]	HORA*DIA	DIA*SEMANA	SEMANA*MES	CONSUMO ENERGETICO [kWh/MES]	CONSUMO ENERGETICO [%]
			6	0,006	12			4,29	1,30	0,121
			150	0,15	120			4,29	11,58	1,085
			15	0,015	12			4,29	3,24	0,304
			50	0,05	120			4,29	43,24	4,049
			15	0,015	120			4,29	1,62	0,152
			135	0,135	120			4,29	29,19	2,733
			18	0,018	12			4,29	3,89	0,364
			18	0,018	120			4,29	0,83	0,078
			6	0,006	12			4,29	1,30	0,121
			1450	1,45	220			4,29	89,58	8,387
			18	0,018	120			4,29	50,66	4,744
			180	0,18	120			4,29	13,90	1,301
			65	0,065	120			4,29	6,02	0,564
			12	0,012	120			4,29	0,01	0,001
			18	0,018	120			4,29	0,56	0,052
			6	0,006	12			4,29	1,30	0,121

		5,4	0,0054	9			4,29	1,17	0,109
		160	0,16	120			4,29	21,62	2,024
		720	0,72	120			4,29	155,68	14,576
		100	0,1	120			4,29	1,54	0,145
		18	0,018	120			4,29	0,56	0,052
		73,2	0,0732	115			4,29	9,89	0,926
		12	0,012	120			4,29	0,02	0,001
		18	0,018	120			4,29	21,68	2,030
		745,7	0,7457	220			4,29	6,72	0,629
		5	0,005	5			4,29	0,12	0,011
		2540	2,54	120			4,29	411,89	38,565
		108	0,108	120			4,29	0,83	0,078
		700	0,7	120			4,29	0,22	0,021
		36	0,036	120			4,29	1,39	0,130
		600	0,6	120			4,29	0,77	0,072
		15	0,015	120			4,29	2,78	0,260
		71	0,071	120			4,29	10,23	0,958
		791,36	0,79136	115			4,29	106,94	10,013
		30	0,03	10			4,29	1,16	0,108
		128,28	0,12828	120			4,29	17,34	1,623
		180,5	0,1805	120			4,29	24,39	2,284
		6	0,006	12			4,29	1,30	0,121
		750	0,75	220			4,29	0,00	0,000
		150	0,15	120			4,29	11,58	1,085
							TOTAL =	1068,04	100,00


CENSO ENERGETICO: ELECTRICIDAD (CRIBA)

ZONA	NOMBRE DEL ELEMENTO	CANTIDAD	POTENCIA [HP]	POTENCIA [W]	POTENCIA [kW]	VOLTAJE [V]	HORA* DIA	DIA*SEMANA	SEMANA* MES	CONSUMO ENERGETICO [kWh/MES]	CONSUMO ENERGETICO [%]	POTENCIA CALCULADA [kWh]	CORRIENTE MEDIDA (L1/L2/L3) [A]
			5,00	3.728,50	3,73	440,00			4,29	61,79	0,93	3,43	6,00
			5,00	3.728,50	3,73	440,00			4,29	41,19	0,62	2,29	4,00
			4,00	2.982,80	2,98	440,00			4,29	37,08	0,56	2,06	3,60
			4,00	2.982,80	2,98	440,00			4,29	37,08	0,56	2,06	3,60
			5,00	3.728,50	3,73	440,00			4,29	25,75	0,39	1,43	2,50
			5,00	3.728,50	3,73	440,00			4,29	41,19	0,62	2,29	4,00
			40,00	29.828,00	29,83	440,00			4,29	1.318,23	19,91	9,15	16,00
			15,00	11.185,50	11,19	440,00			4,29	708,55	10,70	4,92	8,60
			20,00	14.914,00	14,91	440,00			4,29	659,11	9,95	4,57	8,00
			20,00	14.914,00	14,91	440,00			4,29	329,56	4,98	4,57	8,00
			10,00	7.457,00	7,46	440,00			4,29	346,04	5,23	2,40	4,20
			10,00	7.457,00	7,46	440,00			4,29	173,02	2,61	2,40	4,20
			7,50	5.592,75	5,59	440,00			4,29	436,66	6,59	3,03	5,30
			5,00	3.728,50	3,73	440,00			4,29	420,19	6,35	2,92	5,10
			4,00	2.982,80	2,98	440,00			4,29	247,17	3,73	1,71	3,00
			4,00	2.982,80	2,98	440,00			4,29	255,41	3,86	1,77	3,10
			3,50	2.609,95	2,61	440,00			4,29	123,58	1,87	0,86	1,50
			4,00	2.982,80	2,98	440,00			4,29	222,45	3,36	1,54	2,70
			4,00	2.982,80	2,98	440,00			4,29	95,34	1,44	1,54	2,70
			4,00	2.982,80	2,98	440,00			4,29	91,81	1,39	1,49	2,60
			5,00	3.728,50	3,73	440,00			4,29	130,65	1,97	2,11	3,70

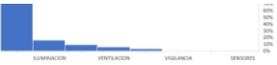
		4,00	2.982,80	2,98	440,00			4,29	144,77	2,19	2,34	4,10
		3,50	2.609,95	2,61	440,00			4,29	91,81	1,39	1,49	2,60
			50,00	0,05	120,00			4,29	10,81	0,16		
			100,00	0,10	120,00			4,29	72,07	1,09		
			200,00	0,20	120,00			4,29	126,13	1,90		
			400,00	0,40	120,00			4,29	72,07	1,09		
			18,00	0,02	120,00			4,29	1,95	0,03		
			2.200,00	2,20	120,00			4,29	0,47	0,01		
			100,00	0,10	120,00			4,29	10,81	0,16		
			600,00	0,60	120,00			4,29	0,77	0,01		
			800,00	0,80	120,00			4,29	0,34	0,01		
			80,00	0,08	110,00			4,29	10,09	0,15		
			30,00	0,03	120,00			4,29	2,70	0,04		
	Cámara de seguridad	2,00	6,00	0,01	12,00			4,29	2,59	0,04		
	Compresor	1,00	3,00	1.427,10	1,43	220,00		4,29	12,86	0,19		
	Esmeril	1,00	0,50	372,85	0,37	120,00		4,29	3,36	0,05		
	Lampara de techo	1,00		36,00	0,04	120,00		4,29	6,49	0,10		
	Pulidora	2,00		2.200,00	2,20	120,00		4,29	22,65	0,34		
	Reflector	3,00		100,00	0,10	120,00		4,29	32,43	0,49		
	Soldador (Elite)	1,00		3.200,00	3,20	120,00		4,29	4,12	0,06		
			6.400,00	6,40	120,00			4,29	30,89	0,47		
			450,00	0,45	220,00			4,29	1,16	0,02		
			2.300,00	2,30	120,00			4,29	29,60	0,45		
			15,00	0,02	120,00			4,29	2,70	0,04		
			975,00	0,98	120,00			4,29	7,53	0,11		
			50,00	0,05	120,00			4,29	5,41	0,08		
			200,00	0,20	120,00			4,29	21,62	0,33		
			6,00	0,01	12,00			4,29	1,30	0,02		
			200,00	0,20	12,00			4,29	90,09	1,36		
									TOTAL =	6.621,41	100,00	


CENSO ENERGETICO: ELECTRICIDAD (ANALISIS & CALIDAD)

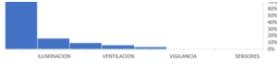
ZONA	NOMBRE DEL ELEMENTO	CANTIDAD	POTENCIA [W]	POTENCIA [KW]	VOLTAJE [V]	HORA*Dia	DIA*SEMANA	SEMANA*MES	CONSUMO ENERGETICO [kWh/MES]	CONSUMO ENERGETICO [%]	POTENCIA CALCULADA [kW]	CORRIENTE MEDIDA (L1/L2/L3) [A]
			954,73	0,955	220			4,29	58,98	1,35		
			18	0,018	120			4,29	23,35	0,53		
			510	0,510	120			4,29	0,38	0,01		
			700	0,700	120			4,29	0,14	0,00		
			350	0,350	120			4,29	0,01	0,00		
			5,4	0,005	9			4,29	1,17	0,03		
			26	0,026	19			4,29	1,75	0,04		
			15,04	0,015	115			4,29	3,25	0,07		
			1400	1,400	127			4,29	0,60	0,01		
			135	0,135	120			4,29	1,04	0,02		
			954,73	0,955	220			4,29	86,01	1,97		
			18	0,018	120			4,29	1,11	0,03		
			85	0,085	120			4,29	0,66	0,02		
			954,73	0,955	220			4,29	29,49	0,68		
			18	0,018	120			4,29	6,67	0,15		
			6	0,006	12			4,29	1,30	0,03		
			45	0,045	19.5			4,29	3,02	0,07		
			200	0,200	120			4,29	37,07	0,85		
			510	0,510	120			4,29	0,38	0,01		
			12	0,012	120			4,29	2,59	0,06		
			700	0,700	135			4,29	141,08	3,23		
			6,31	0,006	120			4,29	0,02	0,00		
			12,94	0,013	120			4,29	0,01	0,00		
			252,2	0,252	120			4,29	16,94	0,39		
			60	0,060	120			4,29	0,15	0,00		

		15	0,015	120			4,29	1,35	0,03		
		5	0,005	5			4,29	0,27	0,01		
		10	0,010	10,8			4,29	2,70	0,06		
		510	0,510	120			4,29	0,38	0,01		
		36	0,036	120			4,29	3,24	0,07		
		200	0,200	120			4,29	43,24	0,99		
		60	0,060	120			4,29	12,97	0,30		
		108	0,108	120			4,29	0,07	0,00		
		32	0,032	120			4,29	4,94	0,11		
		1491,4	1,491	220			4,29	80,62	1,85		
		186,425	0,186	220			4,29	10,08	0,23		
		20	0,020	120			4,29	2,78	0,06		
		954,73	0,955	220			4,29	44,23	1,01		
		6	0,006	12			4,29	0,01	0,00		
		6	0,006	12			4,29	0,01	0,00		
		3000	3,000	220			4,29	190,27	4,36	3,08	14,0
		6	0,006	12			4,29	1,30	0,03		
		700	0,700	120			4,29	50,45	1,15		
		32	0,032	120			4,29	13,84	0,32		
		600	0,600	120			4,29	0,77	0,02		
		12	0,012	120			4,29	0,09	0,00		
		6	0,006	12			4,29	3,89	0,09		
		32	0,032	120			4,29	40,03	0,92		
		100	0,100	120			4,29	41,70	0,95		
		50	0,050	120			4,29	13,90	0,32		
			0,000	220			4,29	31,71	0,73	0,88	4,0
		18	0,018	12			4,29	3,89	0,09		
		32	0,032	120			4,29	15,81	0,36		
		50	0,050	120			4,29	12,36	0,28		
		108	0,108	120			4,29	29,19	0,67		
		6	0,006	12			4,29	1,30	0,03		
		3728,5	3,729	220			4,29	172,75	3,95		

		2982,8	2,983	220			4,29	138,20	3,16		
		1491,4	1,491	220			4,29	57,58	1,32		
		20	0,020	120			4,29	2,16	0,05		
		200	0,200	120			4,29	21,62	0,49		
		32	0,032	120			4,29	0,03	0,00		
		29828	29,828	440			4,29	101,52	2,32	13,15	23,0
		20	0,020	120			4,29	2,16	0,05		
			0,000	220			4,29	42,68	0,98	1,11	6,7
		954,73	0,955	220			4,29	68,81	1,58		
		4000	4,000	220			4,29	864,86	19,80		
		6	0,006	120			4,29	0,19	0,00		
		6	0,006	12			4,29	0,19	0,00		
		18	0,018	120			4,29	46,70	1,07		
		200	0,200	120			4,29	18,02	0,41		
		1491	1,491	220			4,29	7,68	0,18		
		880	0,880	220			4,29	20,39	0,47		
		4800	4,800	220			4,29	669,41	15,32	3,72	13,0
		6,31	0,006	120			4,29	0,10	0,00		
		559,275	0,559	110			4,29	15,12	0,35		
		4200	4,200	220			4,29	97,30	2,23		
		4800	4,800	220			4,29	148,26	3,39		
		4800	4,800	220			4,29	148,26	3,39		
		3000	3,000	120			4,29	231,66	5,30		
		1500	1,500	120			4,29	115,83	2,65		
		1920	1,920	120			4,29	148,26	3,39		16,0
		6	0,006	12			4,29	2,59	0,06		
		200	0,200	120			4,29	151,35	3,46		
		108	0,108	120			4,29	0,05	0,00		
		36	0,036	120			4,29	0,01	0,00		
TOTAL =								4368,30	100,00		


CENSO ENERGETICO: ELECTRICIDAD (SUBESTACION)

ZONA	NOMBRE DEL ELEMENTO	CANTIDAD	POTENCIA [W]	POTENCIA [KW]	VOLTAJE [V]	HORA*DIA	DIA*SEMANA	SEMANA*MES	CONSUMO ENERGETICO [kWh/MES]	CONSUMO ENERGETICO [%]	POTENCIA CALCULADA [kW]	CORRIENTE MEDIDA (L1/L2/L3) [A]
			11,855	0,011855	220			4,29	115,95	61,29	2,145	13
			200	0,2	120			4,29	15,44	8,16		
			36	0,036	120			4,29	21,41	11,31		
			100	0,1	120			4,29	9,91	5,24		
			80	0,08	120			4,29	12,97	6,86		
			240	0,24	120			4,29	0,12	0,07		
			100	0,1	120			4,29	2,57	1,36		
			50	0,05	120			4,29	10,81	5,71		
TOTAL=									189,19	100		


CENSO ENERGETICO: ELECTRICIDAD (TALLER)

NOMBRE DEL ELEMENTO	CANTIDAD	POTENCIA [W]	POTENCIA [KW]	VOLTAJE [V]	HORA*DIA	DIA*SEMANA	SEMANA*MES	CONSUMO ENERGETICO [kWh/MES]	CONSUMO ENERGETICO [%]
		3728,5	3,7285	220			4,29	67,180113	51,88
		510	0,51	120			4,29	0,38135097	0,29
		20	0,02	120			4,29	2,47104	1,91
		200	0,2	120			4,29	54,054	41,74
		600	0,6	120			4,29	5,4054	4,17
TOTAL =								129,49	100,00


CENSO ENERGETICO: ELECTRICIDAD (PRODUCCION 1)

ZONA	NOMBRE DEL ELEMENTO	CANTIDAD	POTENCIA [HP]	POTENCIA [W]	POTENCIA [kW]	VOLTAJE [V]	HORA* DIA	DIA*SEMANA	SEMANA* MES	CONSUMO ENERGETICO [kWh/MES]	CONSUMO ENERGETICO [%]	POTENCIA CALCULADA [kWh]	CORRIENTE MEDIDA (L1/L2/L3) [A]
				6	0,006	12			4,29	1,30	0,086		
				85	0,085	120			4,29	1,09	0,072		
				6	0,006	12			4,29	3,89	0,257		
			30	22371	22,37	440			4,29	617,92	40,871	4,287	7,50
			5	3728,5	3,73	440			4,29	288,36	19,073	2,001	3,50
			5	3728,5	3,73	440			4,29	337,80	22,343	2,343	4,10
				200	0,2	120			4,29	43,24	2,860		
				600	0,6	120			4,29	0,77	0,051		
					0	110			4,29	0,00	0,000		
				300	0,30	120			4,29	81,08	5,363		
				100	0,1	120			4,29	9,01	0,596		
				200	0,2	120			4,29	54,05	3,575		
				6	0,006	12			4,29	1,30	0,086		
				200	0,2	120			4,29	72,07	4,767		
TOTAL =										1511,89	100,00		


CENSO ENERGETICO: ELECTRICIDAD (PRODUCCION 2&3)

ZONA	NOMBRE DEL ELEMENTO	CANTIDAD	POTENCIA [HP]	POTENCIA [W]	POTENCIA [kW]	VOLTAJE [V]	HORA* DIA	DIA*SEMANA	SEMANA* MES	CONSUMO ENERGETICO [kWh/MES]	CONSUMO ENERGETICO [%]	POTENCIA CALCULADA [kWh]	CORRIENTE MEDIDA (L1/L2/L3) [A]
				6,00	0,01	12,00			4,29	1,30	0,07		
				20,00	0,02	12,00			4,29	4,32	0,23		
				200,00	0,20	120,00			4,29	18,02	0,94		
				880,00	0,88	220,00			4,29	54,36	2,84		
				6,00	0,01	12,00			4,29	2,59	0,14		
				180,00	0,18	120,00			4,29	25,02	1,31		
				65,00	0,07	120,00			4,29	3,01	0,16		
				510,00	0,51	120,00			4,29	0,38	0,02		
				17,00	0,02	120,00			4,29	0,02	0,00		
				18,00	0,02	120,00			4,29	16,68	0,87		
				5,40	0,01	9,00			4,29	1,17	0,06		
				880,00	0,88	220,00			4,29	4,53	0,24		
				6,00	0,01	12,00			4,29	2,59	0,14		
			10,00	7.457,00	7,46	440,00			4,29	169,93	8,87	3,43	6,00
			7,50	5.592,75	5,59	440,00			4,29	135,77	7,08	2,74	4.8
			60,00	44.742,00	44,74	440,00			4,29	509,86	26,60	10,29	24,00
			5,00	3.728,50	3,73	440,00			4,29	163,51	8,53	3,30	5,80
			4,00	2.982,80	2,98	440,00			4,29	74,32	3,88	1,50	2,60
				100,00	0,10	120,00			4,29	9,27	0,48		
					8,80	220,00			2,15	45,30	2,36	8,80	40,00
					3,85	220,00			2,15	19,82	1,03	3,85	17,50
					0,00	110,00			4,29	0,00	0,00		

			6,00	0,01	12,00				4,29	3,89	0,20		
			20,00	0,02	12,00				4,29	4,32	0,23		
			50,00	0,05	120,00				4,29	5,41	0,28		
			200,00	0,20	120,00				4,29	237,84	12,41		
				0,00	110,00				4,29	0,00	0,00		
			20,00	0,02	12,00				4,29	4,32	0,23		
		7,00	5.219,90	5,22	440,00				4,29	66,94	3,49	2,97	5,20
		7,00	5.219,90	5,22	440,00				4,29	169,93	8,87	3,43	6,00
			100,00	0,10	120,00				4,29	32,43	1,69		
			200,00	0,20	120,00				4,29	129,73	6,77		
TOTAL =										1.916,60	100,00		

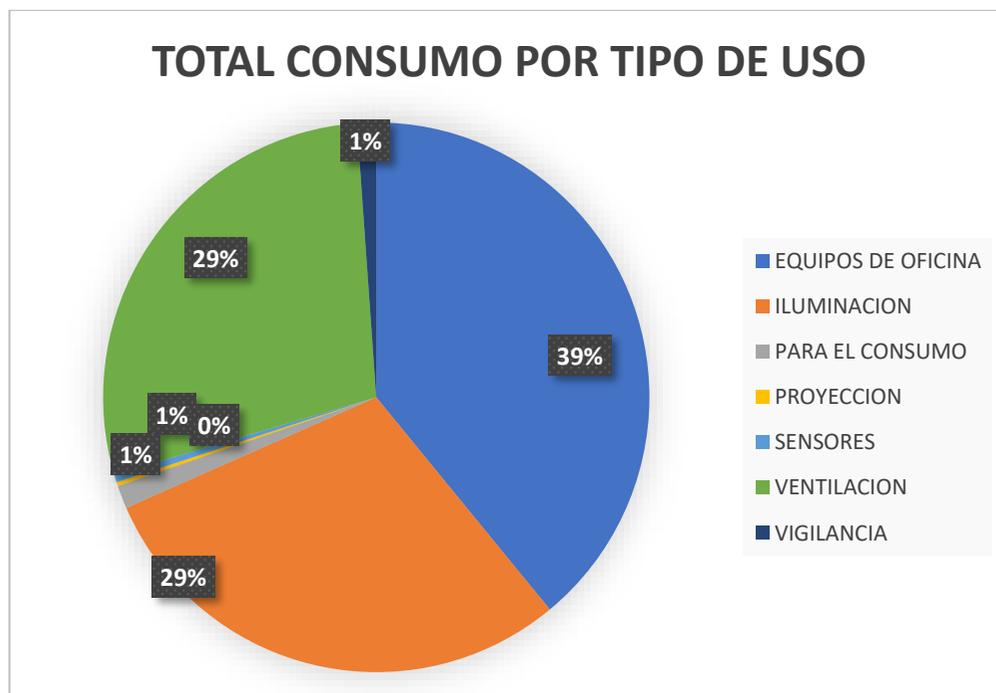
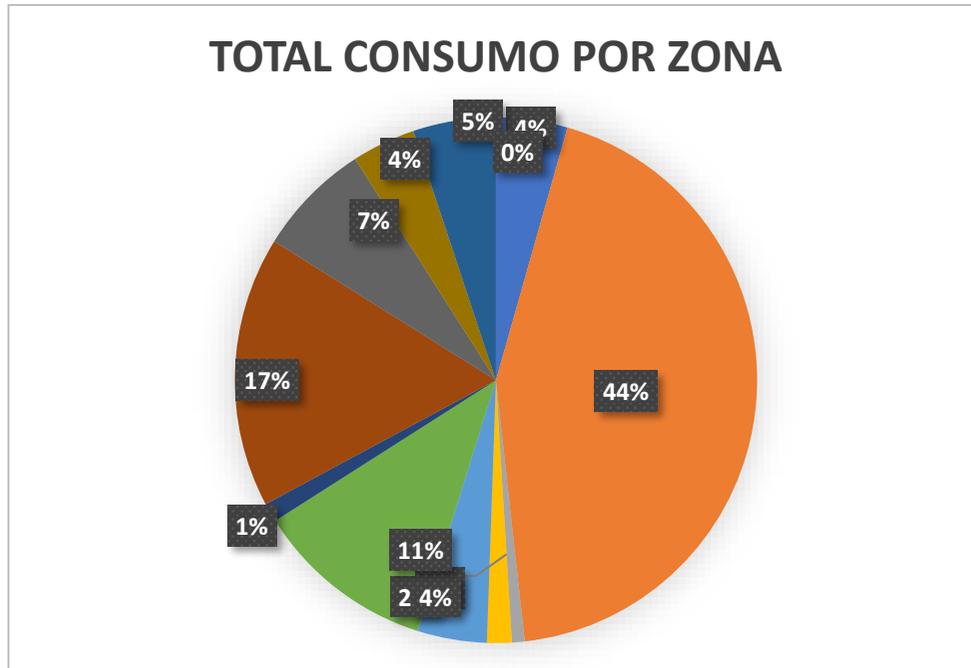
CENSO ENERGETICO: ELECTRICIDAD (PRODUCCION 4)

ZONA	NOMBRE DEL ELEMENTO	CANTIDAD	POTENCIA [HP]	POTENCIA [W]	POTENCIA [kW]	VOLTAJE [V]	HORA* DIA	DIA*SEMANA	SEMANA* MES	CONSUMO ENERGETICO [kWh/MES]	CONSUMO ENERGETICO [%]	POTENCIA CALCULADA [kWh]	CORRIENTE MEDIDA (L1/L2/L3) [A]
				1.450,00	1,45	220,00			4,29	209,01	2,51		6,50
				510,00	0,51	120,00			4,29	0,38	0,00		
				108,00	0,11	120,00			4,29	0,56	0,01		
				240,00	0,24	120,00			4,29	0,09	0,00		
				200,00	0,20	120,00			4,29	86,49	1,04		
				60,00	0,06	110,00			4,29	12,97	0,16		

			6,00	0,01	120,00			4,29	2,59	0,03		
			20,00	0,02	120,00			4,29	4,32	0,05		
		100,00	74.570,00	74,57	440,00			4,29	3.862,00	46,45	28,58	50,00
		7,50	5.592,75	5,59	440,00			4,29	363,03	4,37	2,69	4,70
		5,50	4.101,35	4,10	440,00			4,29	355,30	4,27	2,63	4,60
		20,00	14.914,00	14,91	440,00			4,29	1.289,91	15,51	9,55	16,70
		5,50	4.101,35	4,10	440,00			4,29	347,58	4,18	2,57	4,50
		5,50	4.101,35	4,10	440,00			4,29	308,96	3,72	2,29	4,00
		5,50	4.101,35	4,10	440,00			4,29	347,58	4,18	2,57	4,50
		5,50	4.101,35	4,10	440,00			4,29	78,27	0,94	2,17	3,80
		7,50	5.592,75	5,59	440,00			4,29	72,09	0,87	2,00	3,50
		7,50	5.592,75	5,59	440,00			4,29	72,09	0,87	2,00	3,50
		7,50	5.592,75	5,59	440,00			4,29	72,09	0,87	2,00	3,50
		7,50	5.592,75	5,59	440,00			4,29	72,09	0,87	2,00	3,50
			50,00	0,05	120,00			4,29	43,24	0,52		
			100,00	0,10	120,00			4,29	172,97	2,08		
			200,00	0,20	120,00			4,29	151,35	1,82		
			400,00	0,40	120,00			4,29	389,19	4,68		
TOTAL=									8.314,16	100,00		

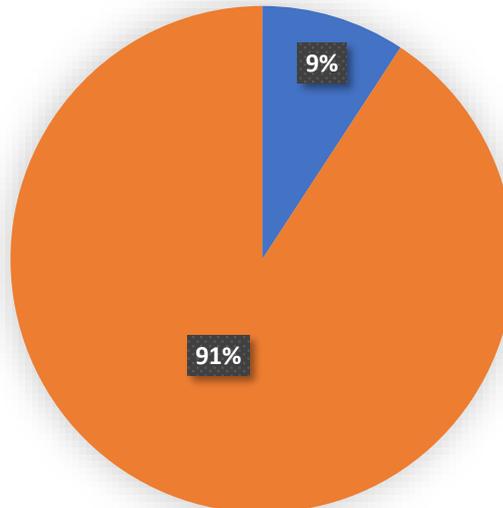
Anexo 2. Análisis de consumos de energía eléctrica por zonas y tipos de uso

Consumo clasificado de Área Delegaciones

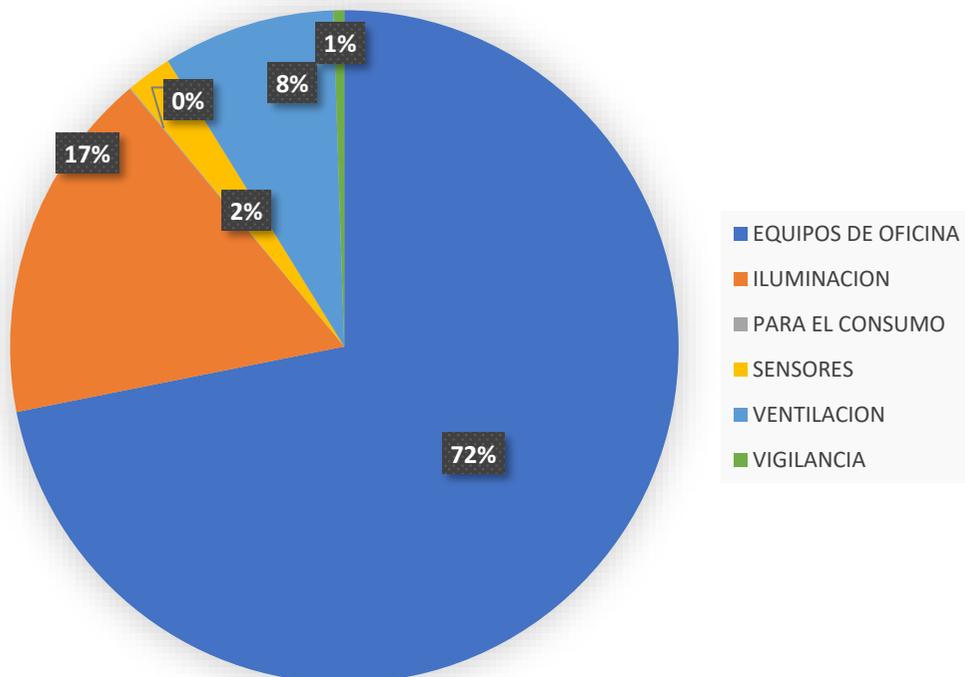


Consumo clasificado de Pesaje

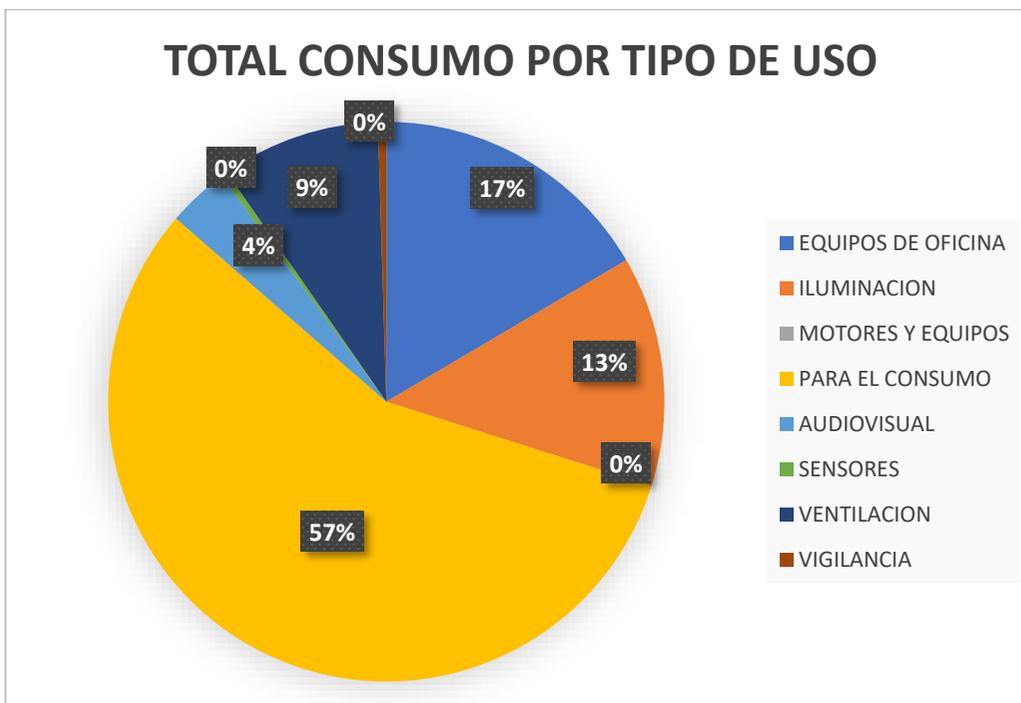
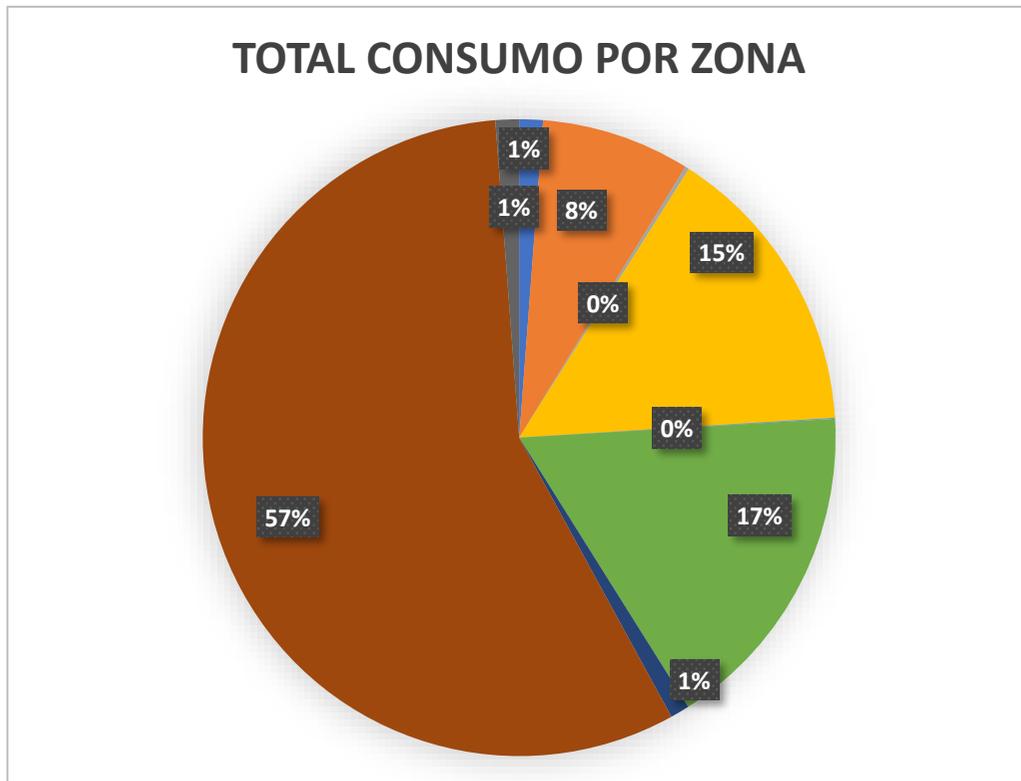
TOTAL CONSUMO POR ZONA



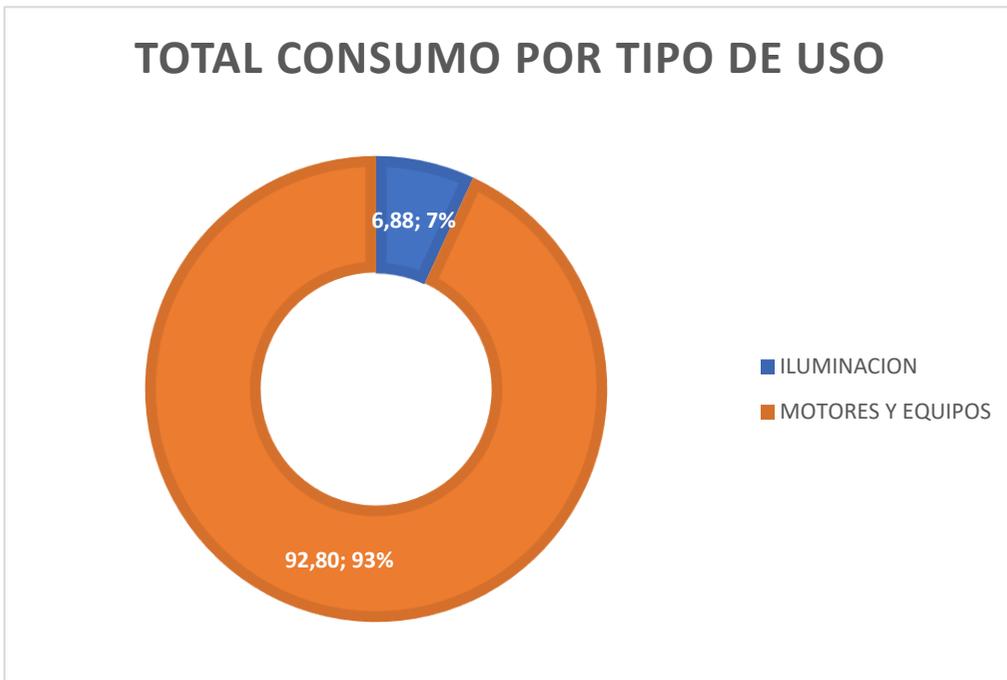
TOTAL CONSUMO POR TIPO DE USO



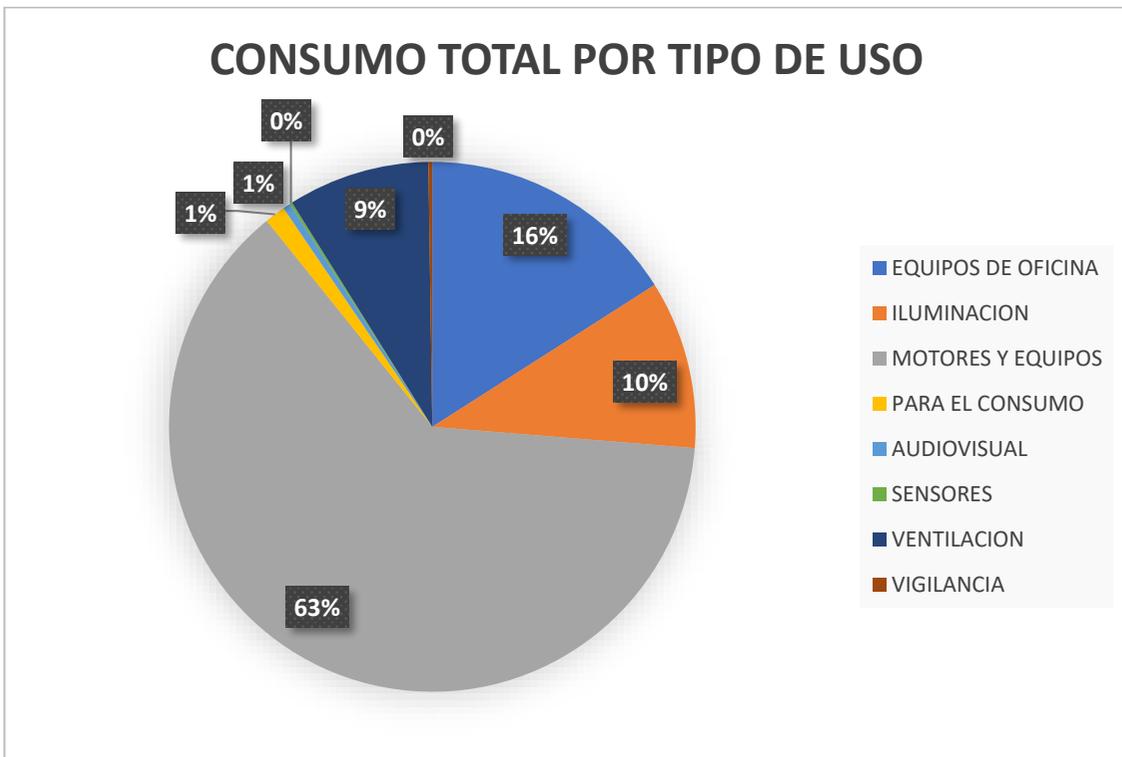
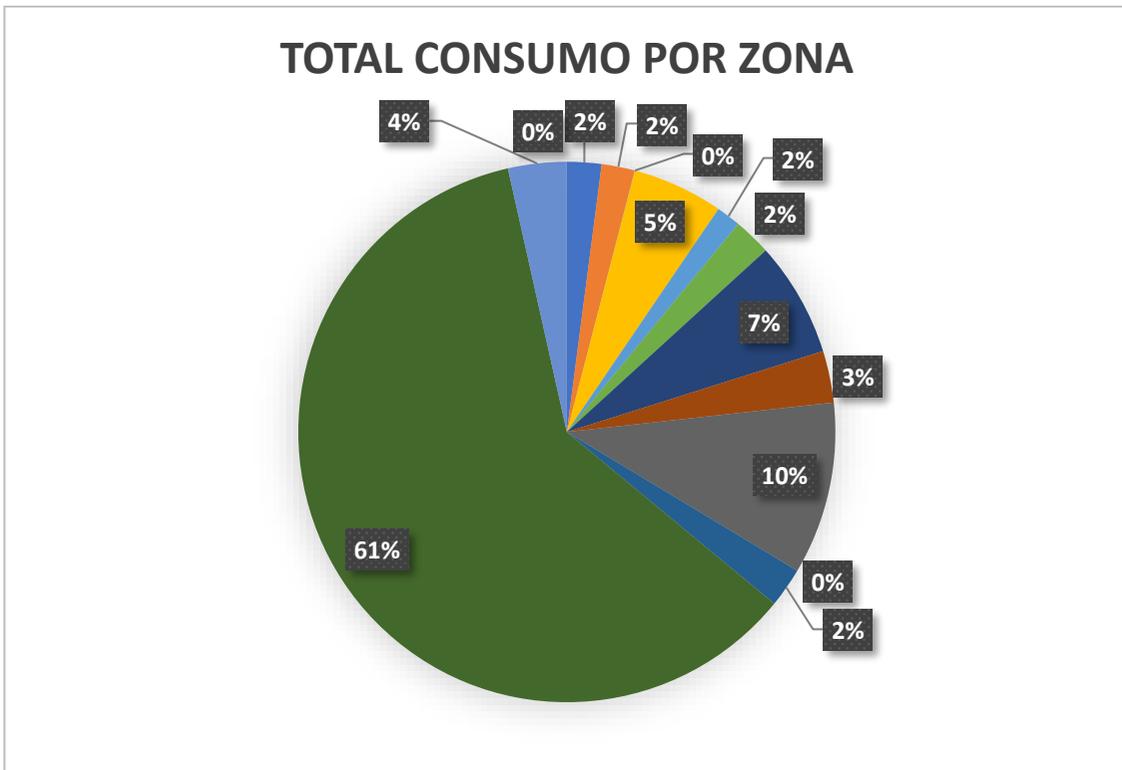
Consumo clasificado de Restaurante



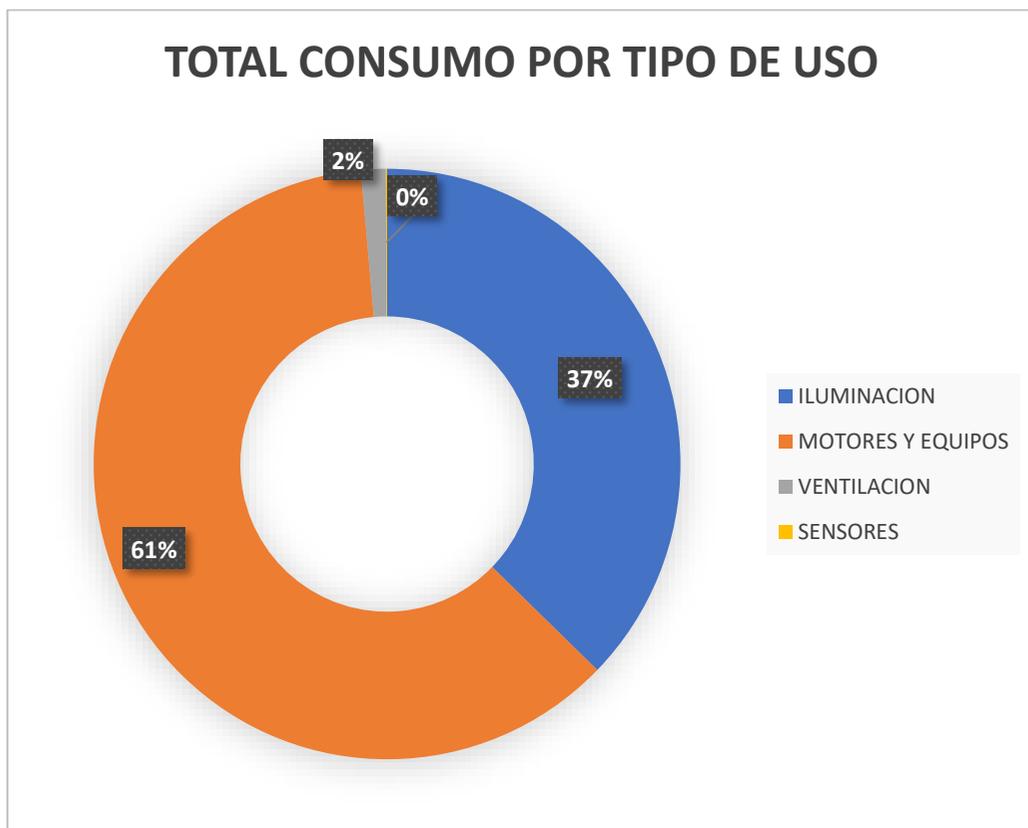
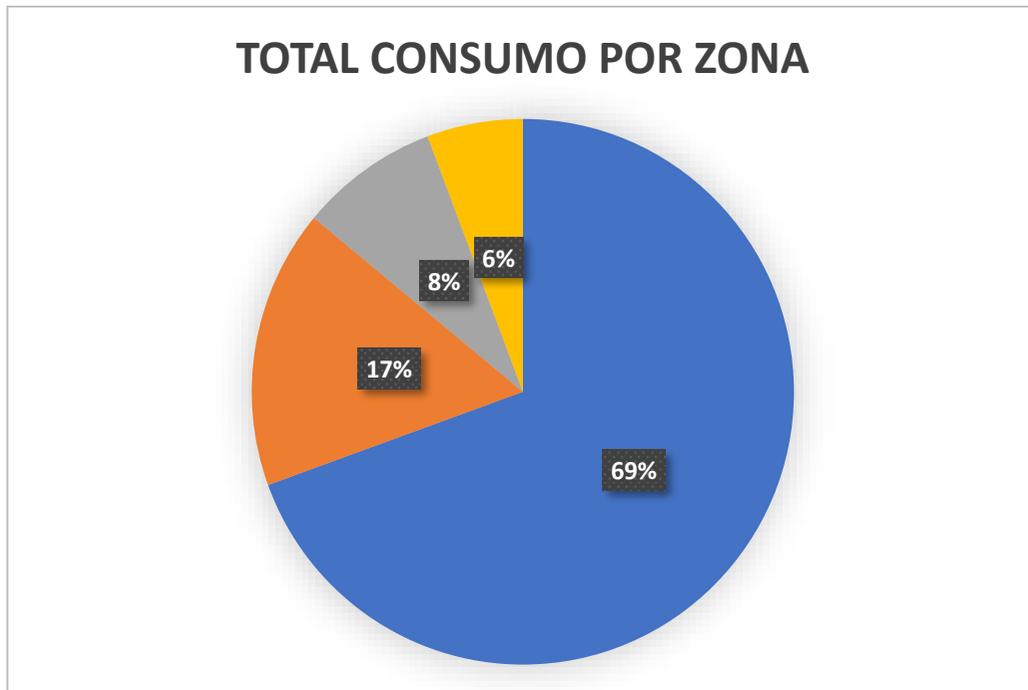
Consumo clasificado de Criba



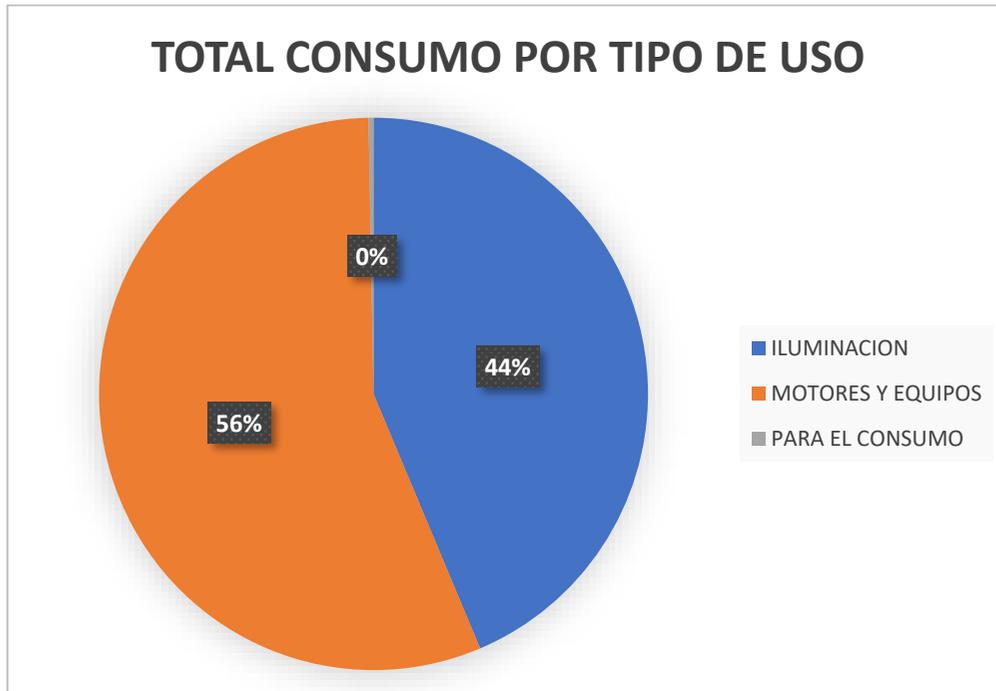
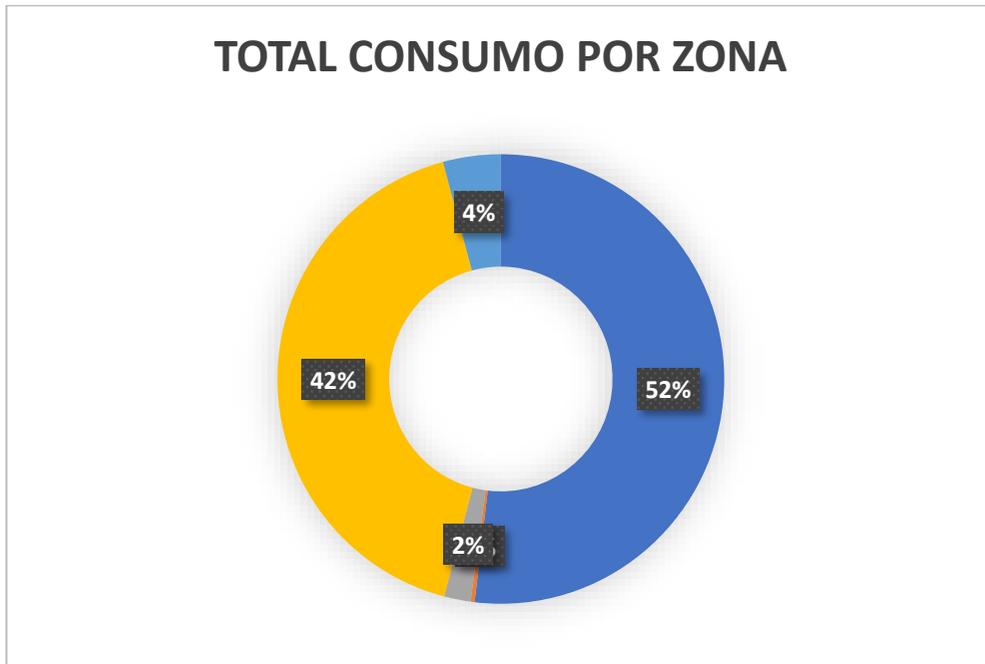
Consumo clasificado de Análisis & Calidad



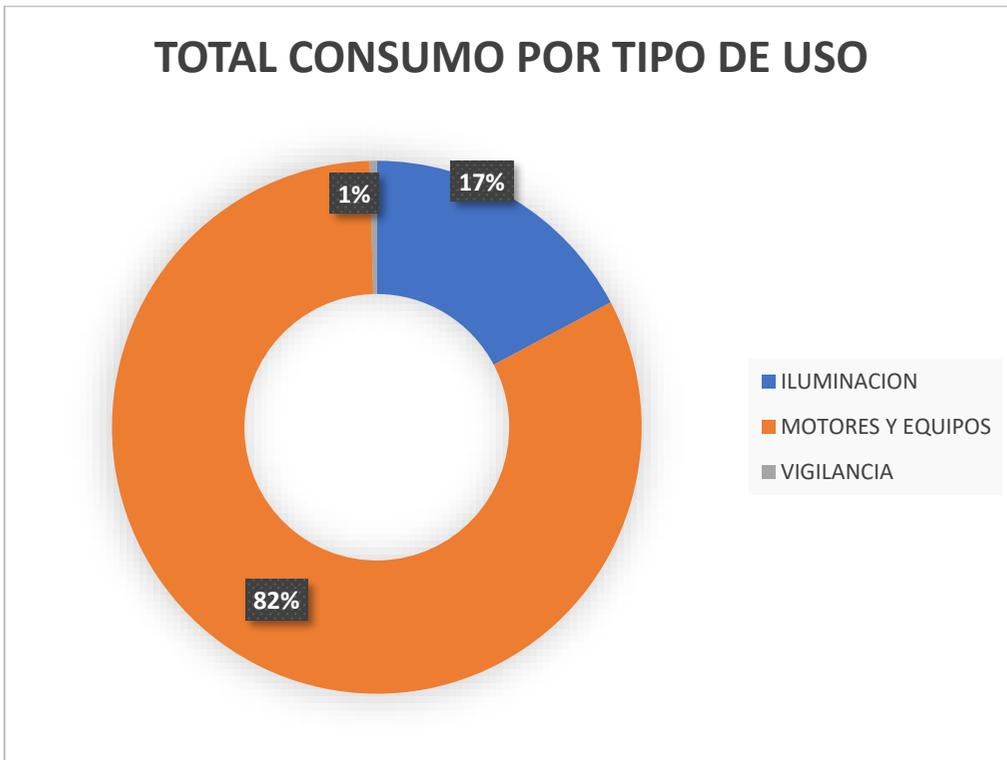
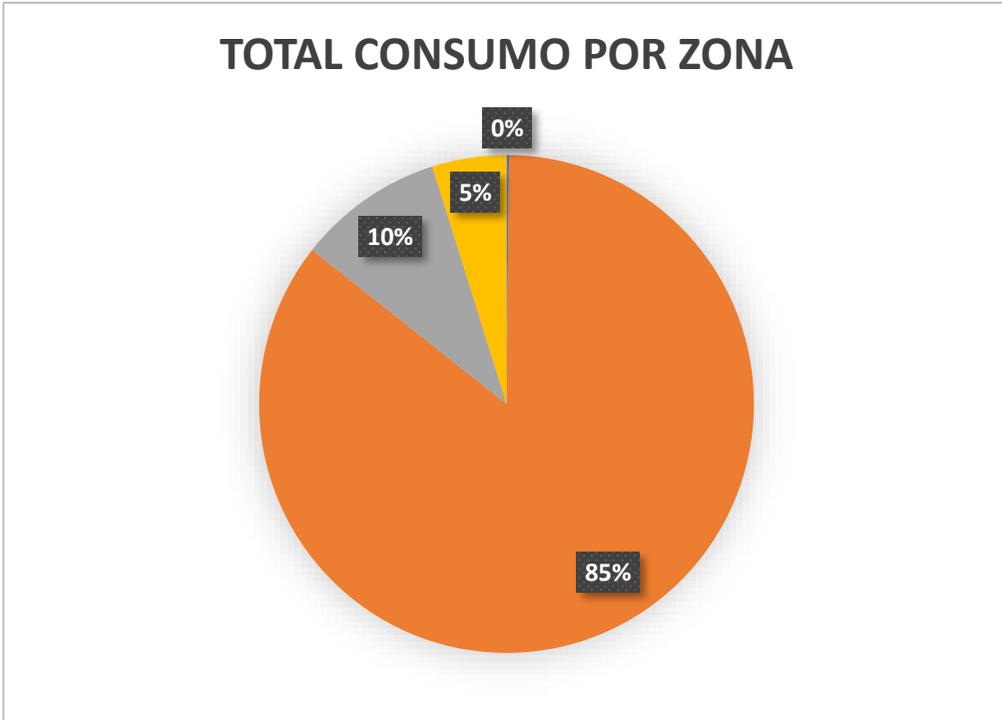
Consumo clasificado de la Subestación



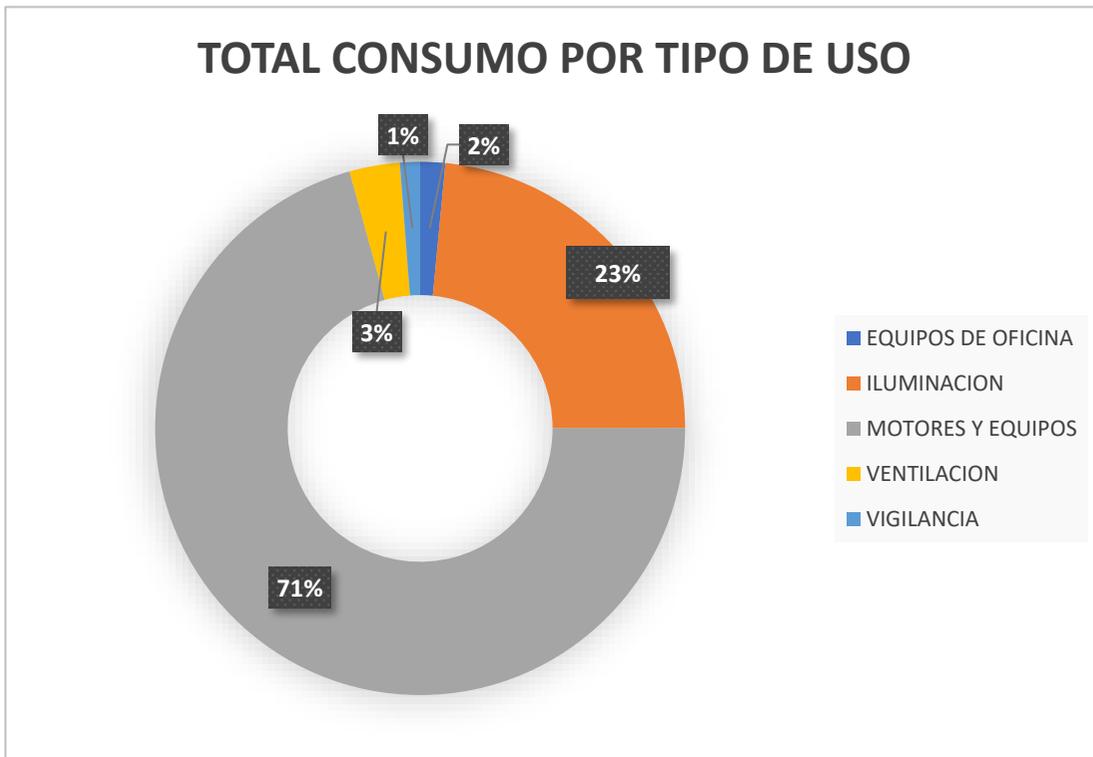
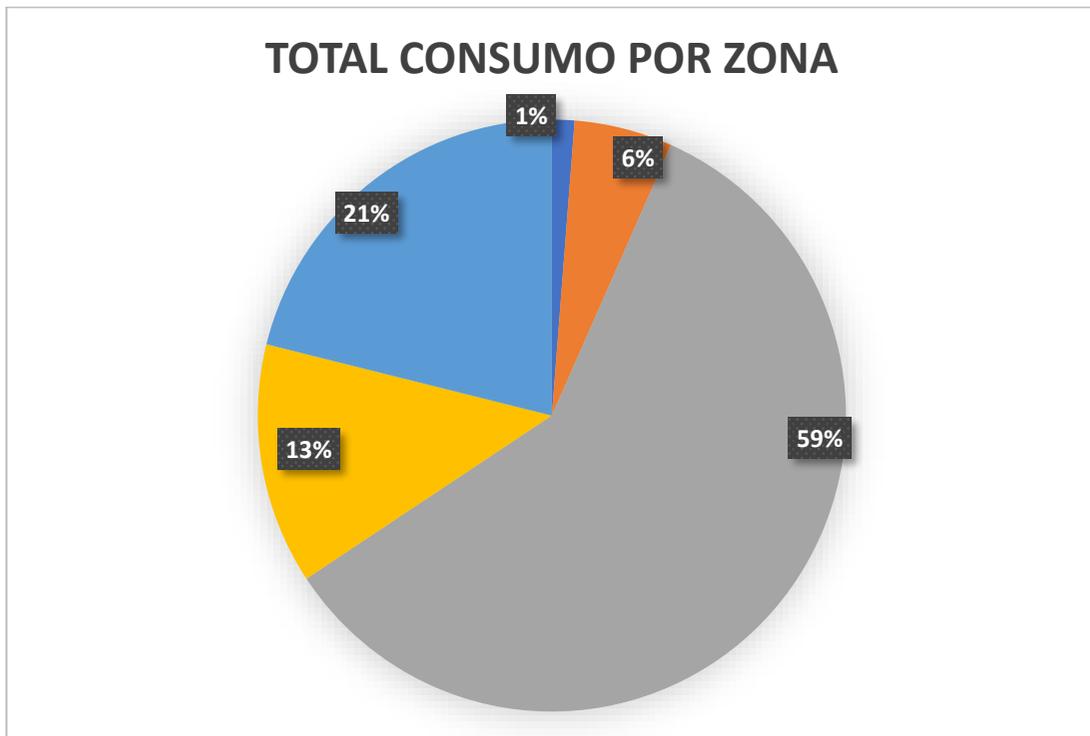
Consumo clasificado del Taller



Consumo clasificado de Producción 1



Consumo clasificado de Producción 2&3



Consumo clasificado de Producción 4

