



**FACULTAD DE POSTGRADO**

**TESIS DE POSGRADO**

**EVALUACIÓN TÉCNICO-FINANCIERA DEL CONSUMO  
ENERGÉTICO EN EL MOLINO DE PRODUCCIÓN DE  
PAPELERA CALPULES.**

**SUSTENTADO POR:**

**ANDY KRIS MENDEZ BARAHONA  
ROBERTO CARLOS QUANT COREA**

**PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE  
MÁSTER EN FINANZAS**

**SAN PEDRO SULA, CORTÉS, HONDURAS, C.A.**

**ENERO, 2020**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA  
UNITEC**

**FACULTAD DE POSTGRADO**

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**RECTOR**

**MARLON BREVÉ REYES**

**SECRETARIO GENERAL**

**ROGER MARTÍNEZ MIRALDA**

**VICERRECTORA**

**ACADÉMICA**

**DESIREE TEJADA CALVO**

**VICEPRESIDENTE UNITEC, CAMPUS S.P.S**

**CARLA MARÍA PANTOJA**

**ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD PARA UNA EVALUACIÓN  
TÉCNICO-FINANCIERO DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN  
EL MOLINO DE PRODUCCIÓN DE PAPELERA CALPULES  
S.A.**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS  
REQUISITOS EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
MÁSTER EN FINANZAS**

**ASESOR METODOLÓGICO  
JACOBO PAREDES HELLER**

**ASESOR TEMÁTICO  
OSMER MONCADA**

**MIEMBROS DE LA TERNA:**

**ABEL SALAZAR**

**JUAN FRANCISCO ORTIZ**

**RUTH LARA**

# **DERECHOS DE AUTOR**

© Copyright 2019

ROBERTO CARLOS QUANT COREA

ANDY KRIS MENDEZ BARAHONA

Todos los derechos son reservados.

**AUTORIZACIÓN DEL AUTOR(ES) PARA LA CONSULTA,  
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN  
ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO DE TESIS DE POSTGRADO**

Señores

**CENTRO DE RECURSOS PARA  
EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACION (CRAI)  
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA (UNITEC)  
SAN PEDRO SULA**

Estimados Señores:

Yo Roberto Carlos Quant Corea y Andy Kris Mendez Barahona, de San Pedro Sula, autor del trabajo de postgrado titulado: Evaluación técnico-financiero del consumo energético en el molino de producción de papelera Calpules S.A, presentado y aprobado en el mes Diciembre del 2019, como requisito previo para optar al título de máster en finanzas y dirección empresarial con orientación en finanzas y reconociendo que la presentación del presente documento forma parte de los requerimientos establecidos del programa de maestrías de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), por este medio autorizo/autorizamos a las Bibliotecas de los Centros de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI) de la UNITEC, para que con fines académicos, puedan libremente registrar, copiar o utilizar la información contenida en él, con fines educativos, investigativos o sociales de la siguiente manera:

- 1) Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo en las salas de estudio de la biblioteca y/o la página Web de la Universidad.
- 2) Permita la consulta, la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD o digital desde Internet, Intranet, etc., y en general en cualquier otro formato conocido o por conocer.

De conformidad con lo establecido en los artículos 9.2, 18, 19, 35 y 62 de la Ley de Derechos de Autor y de los Derechos Conexos; los derechos morales pertenecen al autor y son personalísimos, irrenunciables, imprescriptibles e inalienables, asimismo, por tratarse de una obra colectiva, los autores ceden de forma ilimitada y exclusiva a la UNITEC la titularidad de los derechos patrimoniales. Es entendido que cualquier copia o reproducción del presente documento con fines de lucro no está permitida sin previa autorización por escrito de parte de UNITEC.

En fe de lo cual, se suscribe el presente documento en la ciudad de San Pedro Sula a los 30 días del mes de octubre del 2019.

Roberto Carlos Quant Corea

Andy Kris Méndez Barahona

---

---



## **FACULTAD DE POSTGRADO**

# **EVALUACION TECNICO-FINANCIERO DEL CONSUMO ENERGETICO EN EL MOLINO DE PRODUCCION DE PAPELERA CALPULES S.A.**

### **AUTORES:**

**Roberto Carlos Quant Corea & Andy Kris Mendez Barahona**

### **RESUMEN**

Papelera Calpules S.A. se fundó en Honduras en 1986, desarrollándose desde entonces como líder en la producción de papel reciclado para todo Centroamérica y parte del caribe. Actualmente en un mercado bastante competitivo donde se necesita maximizar la producción y disminuir los costos se ha tomado en cuenta basar nuestra tesis en el análisis energético en el molino de producción de papel, ya que se considera que puede ser uno de los puntos de mejora, y por ende lograr una disminución en el costo de producción. Esto fundamentado en un estudio técnico y financiero con el objetivo de fundamentar las mejoras y conocer la inversión necesaria. La metodología para la investigación utilizada en base a un proceso mixto dado el contexto de esta basándonos en datos primarios y secundarios. Datos en base a entrevistas con los encargados de los procesos y la recolección de datos históricos, y técnicas de observación, fundamentada con fuentes secundarias.

Palabras claves: Análisis, Costo, Energía, Inversión, Producción.



## **POSTGRADUATE FACULTY**

# **EVALUATION OF THE ENERGY EFFICIENCY IN THE PRODUCTION MOLINO DE PAPEL DE PAPEL CALPULES S.A. 2019.**

### **AUTHORS:**

**Roberto Carlos Quant Corea & Andy Kris Mendez Barahona**

### **ABSTRACT**

Papelera Calpules S.A. was founded in Honduras in 1986, developing since then as a leader in the production of recycled paper for all central America and part of the Caribbean. Currently in a fairly competitive market where it is necessary to maximize production and lower costs it has taken into account basing our thesis on energy analysis in the paper production mill, as it is considered that it can be one of the points of improvement, and thus achieve a decrease in the cost of production. This is based on a technical and financial study with the aim of informing the improvements and knowing the necessary investment. The methodology for research used based on a mixed process given the context of this based on primary and secondary data. Data based on interviews with process managers and historical data collection, and observation techniques, based on secondary sources.

**Keywords: Analysis, Cost, Energy, Investment, Production.**



## **DEDICATORIA**

A Dios por permitirme llegar a este momento en mi vida, y seguido de manera muy especial a mi madre por estar siempre a mi lado y ser la persona más especial en mi vida, a mi padre Q.D.D.Q que estaría muy orgulloso a mi lado y a mis hermanas que siempre han sido mi ejemplo para seguir. A cada uno de los catedráticos que han aportado a mi desarrollo de una u otra manera, agradeciéndoles las experiencias durante mi estudio, les estaré agradecidos infinitamente.

Roberto Carlos Quant Corea

A Dios por la vida y por cada puerta que abrió para llegar a cumplir esta meta, a mi esposa y mis hijos que han sido ese motor de fuerza para no renunciar a mis sueños. A mis padres por qué son un ejemplo de superación en mi vida.

Andy Kris Mendez Barahona

## **AGRADECIMIENTO**

A mi familia, amigos, compañeros de trabajo por estar siempre a nuestro lado, en las buenas y malas.

A la Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC por la oportunidad realizar nuestros estudios de postgrado y a cada uno de los catedráticos que compartieron sus experiencias y conocimientos con mi persona.

Roberto Carlos Quant Corea

A mi familia, compañeros de trabajo y a la empresa Papelera Calpules S A por ser parte fundamental en mi experiencia profesional.

A cada catedrático por compartir sus conocimientos con mi persona.

Andy Kris Mendez Barahona

# ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN .....	1
1.2 ANTECEDENTES .....	3
1.2.1 HISTORIA: LA CRISIS DE 1994 .....	4
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	11
1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA .....	11
1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	12
1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....	13
1.4 OBJETIVOS .....	13
1.4.1 OBJETIVO GENERAL .....	13
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
1.5 JUSTIFICACIÓN .....	14
CAPÍTULO II. MARCO TEORICO.....	16
2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....	16
2.1.1 ANÁLISIS DEL MACRO-ENTERNO .....	16
2.1.2 ANÁLISIS DEL MICRO-ENTERNO.....	17
2.1.2.1 ANÁLISIS INTERNO .....	18
2.2 TEORIAS DE SUSTENTO .....	19
2.2.1 TEORÍA DEL COSTO .....	19
2.2.1.1 DISEÑO DE SISTEMAS DE COSTEO .....	28
2.2.2 TEORÍA DE EFICIENCIA ENERGETICA .....	32
2.2.2.1 ANTECEDENTES VINCULADOS A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA .....	32
2.2.2.2 POLÍTICA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	36
2.2.2.3 EFICIENCIA ENERGÉTICA Y MOTORES ELÉCTRICOS. ....	38
2.3 QUE ES LA EFICIENCIA DE UN MOTOR ELÉCTRICO .....	44
2.4 FÓRMULAS DE EFICIENCIA PARA MOTORES.....	46
2.5 CÁLCULO DE EFICIENCIA PARA UN MOTOR ELÉCTRICO TRIFASICO.....	46
2.6 FACTOR DE POTENCIA Y EFICIENCIA DE LOS MOTORES .....	47
2.7 FUENTES COMUNES DE PÉRDIDAS DE EFICIENCIA.....	48

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	60
3.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA .....	60
3.1.1 LA MATRIZ METODOLÓGICA .....	60
3.1.2 LA MATRIZ METODOLÓGICA .....	62
3.1.3 HIPÓTESIS .....	66
3.2 ENFOQUE Y MÉTODOS .....	66
3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	67
3.3.1 POBLACIÓN .....	68
3.3.2 MUESTRA.....	68
3.3.3 UNIDAD DE ANÁLISIS .....	68
3.3.4 UNIDAD DE RESPUESTA .....	69
3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS .....	69
3.4.1 INSTRUMENTOS .....	69
3.4.1.1 CUESTIONARIO .....	69
3.4.1.2 ENTREVISTA NO ESTRUCTURADA.....	70
3.4.1.3 PROCESO DE VALIDACION DE LOS INSTRUMENTOS.....	71
3.4.2 TÉCNICAS .....	71
3.4.2.1 ENCUESTA .....	72
3.4.2.2 ENTREVISTA.....	72
3.5 FUENTES DE INFORMACIÓN .....	72
3.5.1 FUENTES PRIMARIAS .....	72
3.5.2 FUENTES SECUNDARIAS .....	72
3.6 LIMITANTES DEL ESTUDIO .....	73
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	74
4.1 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO .....	74
4.1.1 DEFINICION DEL MODELO DE NEGOCIO .....	75
4.1.2 FACTORES CRÍTICOS DE RIESGO .....	79
4.4 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES .....	81
4.4.1 FACTIBILIDAD .....	81
4.4.1.1 RECURSOS .....	81
4.4.1.2 RECURSOS MATERIALES .....	83

4.4.2 OBJETIVOS DE PRODUCCIÓN .....	85
4.4.3 CUMPLIMIENTO DE METAS DE PRODUCCIÓN .....	85
4.4.4 CLASIFICACIÓN DE LAS VARIABLES .....	87
4.4.4.1 CONDICIÓN ACTUAL DEL EQUIPO.....	87
4.4.4.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.....	90
4.4.4.3 ANÁLISIS FINANCIERO .....	100
4.4.4 ANALISIS DE SENSIBILIDAD .....	108
4.4.5 COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....	111
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	112
5.1 CONCLUSIONES .....	112
5.1.1 RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES .....	112
5.2 RECOMENDACIONES .....	112
5.2.1 RECURSOS HUMANOS .....	113
5.2.2 RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES .....	113
5.2.3 OBJETIVOS DE PRODUCCION.....	113
5.2.4 CONDICION ACTUAL DEL EQUIPO .....	114
5.2.4.1 CARACTERISTICAS TECNICAS .....	114
CAPÍTULO VI APLICABILIDAD .....	115
6.1 MEJORA EN LOS COSTOS DE PRODUCCION DE PAPEL .....	115
6.2 INTRODUCCIÓN .....	115
6.3 DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN .....	115
6.4 PRESUPUESTO .....	116
BIBLIOGRAFÍA.....	117

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Porcentaje de la población hondureña con y sin servicio de energía eléctrica .....	7
Tabla 2. Proyección de la demanda de potencia, 2017 - 2029 .....	11
Tabla 3. Clasificación de costos .....	23
Tabla 4. Normas vigentes de Honduras.....	36
Tabla 5. Fórmulas de eficiencia .....	46
Tabla 6. Congruencia metodológica .....	61
Tabla 7. Variable independiente. ....	63
Tabla 8. Variable dependiente-Financiero.....	65
Tabla 9. Beneficios esperados .....	75
Tabla 10. Materiales y herramientas .....	76
Tabla 11. Tabla de cumplimiento de meta proyectada de TM producidas .....	86
Tabla 12. Tabla depreciación de activos fijos Papelera Calpules .....	87
Tabla 13. Tabla de tiempos muertos en LPS 2019.....	88
Tabla 14. Tabla resumen por área de tiempos muertos en LPS 2019 .....	89
Tabla 15. Tabla de gasto mantenimiento en motores. ....	89
Tabla 16. Tabla de mantenimiento correctivo .....	90
Tabla 17. Integración costo. ....	91
Tabla 18. Tabla de absorción del costo 2019 .....	91
Tabla 19. Análisis de consumo de motores .....	92
Tabla 20. Tabla de ahorro en KWH .....	99
Tabla 21. Tabla de ahorro en dólares .....	99
Tabla 22. Costos proyectados 2020-2021 .....	102
Tabla 23. Calculo depreciación del proyecto.....	102
Tabla 24. Flujos esperados .....	102
Tabla 25. Determinación del ahorro en el mantenimiento .....	103
Tabla 26. Determinación del ahorro en la eficiencia de los motores .....	104
Tabla 27. Eficiencia promedio recomendada .....	104
Tabla 28. Análisis de ahorro periodo 2 .....	105
Tabla 29. Análisis de ahorro periodo 3 .....	105

Tabla 30. Análisis de ahorro periodo 4 .....	106
Tabla 31. Tabla 30. Análisis de ahorro periodo 5 .....	106
Tabla 32. Calculo WACC .....	107
Tabla 33. Recuperación descontada .....	108
Tabla 34. El índice de rentabilidad .....	108
Tabla 35. Eficiencia promedio de los motores .....	109
Tabla 36. Cumplimiento de los flujos esperados .....	109
Tabla 37. Periodo de recuperación.....	109
Tabla 38. Eficiencia promedio de los motores 2.....	110
Tabla 39. Cumplimiento de los flujos esperados 2 .....	110
Tabla 40. Periodo de recuperación 2.....	110

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Plan de Expansión de la Generación Eléctrica.....	10
Figura 2. Costos de producción dólares .....	12
Figura 3. Cadena de valor.....	20
Figura 4. El proceso conjunto .....	28
Figura 5. El reto de la energético .....	39
Figura 6. Motores eléctricos .....	40
Figura 7. Ciclos de vida de motor .....	41
Figura 8. Pantalla de eficiencia del motor .....	43
Figura 9. Pantalla de desclasificación del motor.....	43
Figura 10. Eficiencia del motor eléctrico .....	44
Figura 11. Eficiencia vs carga en motores.....	45
Figura 12. Captura de motor eléctrico.....	50
Figura 13. Representación de costos de la energía .....	51
Figura 14. Norma IRAM 62,405 .....	51
Figura 15. Eficiencia de los motores eléctricos .....	52
Figura 16. Componentes de un motor de eficiencia .....	54
Figura 17. Curva de eficiencia de motor de 30kW en función de la carga .....	57
Figura 18. Variables y dimensiones .....	62
Figura 19. Diagrama de enfoque.....	66
Figura 20. Número de ítem y descripción .....	74
Figura 21. Ubicación de la empresa Papelera Calpules .....	75
Figura 22. Las 5 fuerzas de Porter. ....	80
Figura 23. Esquema 5 fuerzas de Porter en Papelera Calpules S.A .....	80
Figura 24. La viabilidad del proyecto .....	81
Figura 25. Estructura actual del recurso humano .....	82
Figura 26. Nivel de escolaridad del personal.....	83
Figura 27. Materiales utilizados.....	84
Figura 28. Medidas de seguridad .....	84
Figura 29. Lista de instructivos y procedimientos para asegurar la calidad del producto .....	85



Figura 30. Toneladas métricas de papel. ....	86
Figura 31. Tiempo muerto en horas y por área. ....	88
Figura 32. Representación porcentual del costo energético en los costos de papel. ....	92
Figura 33. Análisis Motor No. 1 – Motor del Pulper Datos. ....	93
Figura 34. Análisis Motor No. 1 – Motor del Pulper gráfica.....	93
Figura 35. Análisis Motor No. 2 – Motor Bomba Pulper / Datos .....	94
Figura 36. Análisis Motor No. 2 – Motor Bomba Pulper / gráfica .....	94
Figura 37. Análisis Motor No. 3 – Motor Refino Cónico / Datos.....	95
Figura 38. Análisis Motor No. 3 – Motor Refino Cónico / gráfica .....	95
Figura 39. Análisis Motor No. 4 – Motor Depurador / Datos.....	96
Figura 40. Análisis Motor No. 4 – Motor Depurador / gráfica .....	96
Figura 41. Análisis Motor No. 5 – Motor Bomba Alta Presión / Datos .....	97
Figura 42. Análisis Motor No. 5 – Motor Bomba Alta Presión / gráfica .....	97
Figura 43. Análisis Motor No. 6 – Motor Bomba Fan / Datos .....	98
Figura 44. Análisis Motor No. 6 – Motor Bomba Fan / gráfica .....	98
Figura 45. Cotización Provac .....	101
Figura 46. Instalación de los nuevos motores .....	103
Figura 47. Cronograma de actividades .....	116

# CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

## 1.1 INTRODUCCIÓN

Papelera Calpules, S.A. de C.V., fue fundada en 1986 por un grupo de inversionistas nacionales, con amplia experiencia en el ramo papelerero y la industria gráfica, su propósito principal fue de fabricar papeles planos para la industria y comercio. Hoy es la única fábrica de papel en el país, procesando importantes cantidades de papeles y cartones usados originados en la industria, comercio, instituciones, oficinas y hogares de todo el país (fibra secundaria), contribuyendo de esta manera, además del aporte a la economía, al cuidado del medio ambiente.

La fuerza laboral directa supera las 800 personas, la fuerza laboral indirecta se acerca a las 2000 personas, con un efecto multiplicador de cerca de 15,000 personas percibiendo ingresos, y provocando consumo e inversiones, con el correspondiente efecto exponencial. Adicionalmente, PACASA cuenta con su Planta de Conversión, a través de la cual industrializa su propia producción de papel, así como importantes volúmenes de papeles y cartones importados, en la fabricación de su amplia gama de cuadernos, papelería escolar y para la oficina, así como papeles cortados para la industria y el comercio en general.

A través de la División Comercial, ha implementado el importante canal mayoreo, por medio del cual atiende tanto el canal moderno (supermercados, cadenas de tiendas y otros concentrados en las principales ciudades del país), así como el canal tradicional (papelerías y tiendas escolares), bajo este concepto busca satisfacer las necesidades de los clientes en todo el país; igualmente presta servicio al sector gubernamental, instituciones privadas y oficinas, la banca y el comercio en general. El centro de atención por mayoreo está ubicado tanto en San Pedro Sula como en Tegucigalpa.

La competitiva y profesional fuerza de ventas atiende la totalidad del país mediante negocios con los principales comercios de cada comunidad; este esfuerzo es apoyado estratégica y mercadológica mente por un importante grupo de Televentas además de una estructura de administradoras de Marca y productos que apoyan directamente al canal en su atención al cliente.

Posteriormente la comercialización al detalle de sus propios productos, a través de tiendas de autoservicio por ahora en Tegucigalpa y San Pedro Sula, manejando un programa de expansión hacia aquellas ciudades donde no compita con el canal de mayoreo; asimismo cuenta con un moderno centro de distribución ubicado en Choloma además de todos los puntos de ventas Pacasa estratégicamente ubicados en el territorio nacional que conforman toda la cartera de clientes.

En la actualidad, siempre busca satisfacer de la mejor manera las necesidades de los clientes ha desarrollado el servicio denominado Officexpress, orientado a atender entregas inmediatas tanto para el canal moderno como para el tradicional, para lo cual dispone de una moderna flota de unidades de reparto y personal ampliamente capacitado para prestar un servicio rápido y eficiente.

La búsqueda de nuevos mercados es parte de la visión, las actividades comerciales incluyen la exportación de útiles escolares y oficina, así como papeles industriales a Centroamérica, el caribe, Panamá y el sur de México. Gracias a ese esfuerzo, ha obtenido en 4 ocasiones el PREMIO PRESIDENCIAL AL EXPORTADOR, galardón de mucho prestigio nacional e internacional; siendo el premio por excelencia que otorga el gobierno de la republica a aquellas empresas que impactan económica, social y ambientalmente en nuestro país, todo esto nos convierte en una empresa ORGULLO NACIONAL.

La estructura de comercialización, fuerza de ventas, el amplio y experimentado conocimiento del mercado, el prestigio comercial, la ética y la solvencia moral en los negocios, el cuidado y respeto al Cliente, así como el claro liderazgo; son parte de las fortalezas que han permitido a PACASA posicionarse como uno de los mejores canales de distribución de la industria escolar, oficina y manualidades. El CEO es un empresario con más de 35 años de experiencia personal en la industria papelera, miembro prominente de organizaciones empresariales, sociales, culturales y deportivas del país; mantiene importantes inversiones en la industria, instituciones comerciales y de servicios, bienes raíces, y franquicias internacionales; además los principales ejecutivos de la empresa cuentan con una larga y fructífera trayectoria en la industria gráfica, las finanzas, el mercadeo y el comercio en general. La clara Misión, la mística del trabajo, la estructura organizacional y la ambiciosa y bien fundamentada visión del

futuro, son los elementos principales sobre los que PACASA ha logrado posicionarse privilegiadamente en el mercado de HONDURAS, extendiendo su prestigio a la región de Centroamérica y el Caribe.

En esencia PACASA es una actitud moderna en concepto de servicio, actitud que le mueve a actuar como una empresa de clase mundial, influyendo positivamente en el entorno en que se desempeña, innovando, creando y mejorando constantemente sus políticas y estrategias de desarrollo; las alianzas establecidas con diferentes e importantes firmas internacionales, son el fruto de éxito y prestigio alcanzado por PAPELERA CALPULES, S.A. DE C.V.

## 1.2 ANTECEDENTES

Según datos del Colegio de ingenieros mecánicos, eléctricos y químicos de Honduras CIMEQH, el precio actual de la energía es de 3.7041 lempiras por kilovatio hora en comparación el precio de la energía en el 2009 que era de 1.4037 lempiras por kilovatio hora lo que corresponde un incremento del 164% en 9 años, es decir, un incremento promedio anual de 18.22%.

El 31 de mayo del 2016, la Comisión Reguladora de Energía Eléctrica (CREE) aprobó un nuevo pliego tarifario donde tanto el sector residencial, comercial e industrial se vieron afectados por aumento de precio en lo referente a energía, potencia y cargos fijos (La Gaceta, 2016). Hay que tomar en cuenta que actualmente la facturación de energía eléctrica en Honduras está conformada por cargos de energía, cargos de demanda (potencia), cargos de alumbrado público, cargos de comercialización y cargos por regulación. Anteriormente, a la reforma realizada en el 2016, se incluía también el cargo de ajuste por combustible, el cual, actualmente ya no está dentro de la fórmula de precios por lo cual el precio ha ido en aumento. Debido a que la ENEE es el único proveedor de energía eléctrica (a gran escala) que actualmente está presente en el mercado hondureño y no se tiene poder de negociación para obtener precios más bajos, ha surgido en la empresa Papelera Calpules la necesidad de evaluar proyectos de mejora interna con el fin de disminuir el gasto en energía, y este es uno de los varios proyectos considerados a ejecutar en la compañía.

### 1.2.1 HISTORIA: LA CRISIS DE 1994

El sector energía eléctrica en Honduras fue manejado por las municipalidades hasta 1957, cuando se creó la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE), que se encargó totalmente de la generación y distribución del fluido eléctrico en el país. El sector eléctrico actualmente tiene una pequeña participación en el balance energético nacional (leña 61%, petróleo 25%, electricidad 5% y biomasa 6%).

Con la inauguración del proyecto hidroeléctrico de El Cajón en 1985, Honduras resolvía aparentemente su déficit de energía, y principalmente una incómoda dependencia de más de 50% en la generación térmica basado en hidrocarburos. La usina hidroeléctrica Francisco Morazán (El Cajón) con una potencia instalada de 300 megawatts, con un costo inicial de \$EE.UU. 700 millones y actual de \$EE.UU. 1.500 millones, fue a partir de entonces un orgullo para el país, pues era una extraordinaria obra de ingeniería, y pasaba a suplir como el 69% de la demanda eléctrica nacional. Honduras pasó entonces a exportar energía a los países vecinos. En los últimos años de la década de los ochenta, la ENEE se dedicó casi exclusivamente a un ambicioso programa de ampliación de subestaciones y a obras de electrificación rural. Sin embargo, la ampliación de las instalaciones físicas de la ENEE no fue acompañada de un crecimiento y fortalecimiento institucional, por la falta de capacidad administrativa. Esto condujo a un consecuente deterioro en la calidad del servicio prestado y en un alto nivel de pérdidas.

Debido a un crecimiento anual de la demanda de electricidad de 8%, las necesidades energéticas de Honduras rápidamente agotaron la superoferta energética disponible. A partir de 1992, con un prolongado período de sequías en la región centroamericana, un mal manejo de las reservas de agua de la represa, además de fallas técnicas de construcción de la represa que permiten una significativa fuga de agua, la central hidroeléctrica de El Cajón perdió mucho de su reserva de agua. En 1993, con el evento de la campaña electoral, el gobierno de entonces pospuso la necesidad de un pequeño racionamiento de energía eléctrica. Con la elección de un nuevo gobierno de oposición en 1994, la nueva administración se afrontó con niveles muy bajos de reserva de agua, y fue obligada a empezar de inmediato con un fuerte programa de racionamiento de energía, con cortes diarios de hasta 12 horas por un período de ocho meses, de abril a diciembre de 1994.

Así, el año de 1994 se caracterizó por una marcada crisis de abastecimiento con un déficit energético de 120 Mw y un agudo problema financiero, que hubiera resultado inmanejable para la ENEE sin el concurso entero de la ciudadanía.

Además, el incremento de las pérdidas técnicas pasó de un 15% a un 29% y el manejo financiero no apropiado de los recursos, impactaran negativamente en el estado financiero de la empresa, lo que no permitió en este momento atender la deuda de aproximadamente \$EE.UU. 410 millones, ni incrementar la generación/transmisión/distribución y con ello atender la demanda de todos los sectores usuarios.

Con la crisis establecida, el gobierno retomó muy costosamente la operación de antiguas plantas térmicas existentes, que por falta de mantenimiento se encontraban en completo abandono o ya había sido vendidas parcialmente. Estas antiguas plantas necesitaban significativos reparos y capital, lo que fue un proceso lento de restauración. También, bajo decreto presidencial, el gobierno solicitó a la empresa privada, inversión de urgencia para instalar plantas térmicas con fines de solventar la crisis energética.

Además, de inmediato se observó la ausencia de una política energética nacional, que pudiera direccionar estratégicamente el desarrollo energético nacional. En este período de crisis, se propuso, se discutió y se aprobó en el Congreso Nacional una ley marco para el subsector eléctrico que básicamente abrió las oportunidades de generación/transmisión/distribución de energía al sector privado, desmonopolizando el papel del Estado en este subsector, y definiendo prioridades a medianos y a largo plazo para las fuentes renovables de energía. Además, se estableció la creación del gabinete energético, un consejo de ministros que definiría la política energética nacional, asesorado por un comité técnico permanente.

Cabe mencionar que la primera experiencia de generación/transmisión/distribución a nivel privado en Honduras se desarrolló en 1992, cuando se constituyó la primera empresa privada para generación y distribución, la Roatán Electric Corporation, RECO, a la cual la ENEE vendió el sistema de las Islas de la Bahía. La Figura 2 presenta la participación de cada fuente de energía en la generación en el país de 1985 hasta 1994, donde se observa el incremento de participación de la energía térmica y comprada y el descenso de la participación de la energía hidráulica en los

últimos tres años. Actualmente, dos otros proyectos privados térmicos (hidrocarburos) están autorizados en el país, con capacidad aproximada de 100 MW. Estos proyectos basados en combustibles fósiles fueron aprobados para dar solución inmediata a la crisis energética en que vivía el país. Además, el gobierno restauró otras tres plantas térmicas existentes (total de 35 MW), y consiguió en carácter de préstamo del gobierno mexicano otras tres de 15 MW cada. A partir del segundo semestre de este año, el gobierno ha cerrado la opción de proyectos basados en hidrocarburos, y está favoreciendo a proyectos basados en energía renovable. En Honduras, las opciones de energía renovable a nivel comercial disponibles son la energía eólica, geotérmica, pequeñas hidroeléctricas y la biomasa. Dentro de estos, la biomasa y pequeñas hidroeléctricas parecen ser más factibles actualmente.

### Perspectivas de la biomasa

Con relación a biomasa, existe actualmente una disponibilidad inmediata de desechos de madera de la industria y aprovechamiento forestal, y bagazo de los ingenios azucareros. Ya existen en el país algunos ejemplos de autogeneración eléctrica a partir de desechos de madera, como el Aseradero Yodeco, Aseradero Lumberton, La Escuela Nacional de Ciencias Forestales y en la comunidad agroforestal de Chaguite Grande. Todos estos proyectos son de mediana o pequeña capacidad, diseñados exclusivamente para el aprovechamiento de los desperdicios de madera, y para el autoconsumo. PROLEÑA estima que a nivel nacional existe un potencial para 30 Mw de generación eléctrica a partir de desechos de los aprovechamientos forestales y de las industrias forestales primarias. También los ingenios azucareros aprovechan durante la época de zafra, el bagazo producido para la autogeneración de electricidad. Se calcula que los ocho ingenios instalados en el país podrían generar 35 Mw en la época de zafra de la caña, que dura cinco meses.

Aunque el gobierno ha hecho esfuerzos significativos para ampliar los beneficios de la energía eléctrica, todavía la mitad de la población no tiene acceso a este servicio (Cuadro 1), y de los que tienen, no todos utilizan la electricidad para todos los usos. Por ejemplo, se sabe que en 75% de los hogares de Honduras no se utiliza la leña para cocinar los alimentos.

**Tabla 1. Porcentaje de la población hondureña con y sin servicio de energía eléctrica**

Población	Número de personas	Población con electricidad	Población sin electricidad
Urbana	2.044.000	82%	18%
Rural	2.845.000	29%	71%
Nacional	4.889.000	2.501.130 (51%)	2.387.870 (49%)

Fuente: (FAO, 2019).

De acuerdo a este Cuadro, se observa que mayormente la población rural ha sido menos beneficiada por los programas de extendido de la red eléctrica. Básicamente se podría justificar este comportamiento por el alto costo de extensión de las líneas de transmisión en el sector rural y por la baja capacidad de consumo que tienen los habitantes del campo.

En este sentido, la utilización de la energía de la biomasa en Honduras puede tornar más factible económicamente la extensión de la energía eléctrica hacia las comunidades rurales más aisladas. Primeramente, el uso de la biomasa que es una energía agrícola favorece la inyección de recursos en el sector rural, con el cultivo y la compra de desechos de biomasa. A través del incremento de las oportunidades de empleos en estas áreas, aumenta el poder adquisitivo de la población, lo que favorece a un mayor consumo de energía eléctrica, justificando más fácilmente un proyecto de electrificación rural. Actualmente con la generación de más de 100 megawatts a partir de hidrocarburos, Honduras necesita importar aproximadamente \$EE.UU. 6 millones mensuales en combustibles fósiles. Estos preciosos recursos se están fugando de un país, que los necesita para financiar su crecimiento. Si tuviéramos un plan de mediano y largo plazo para convertir estas plantas térmicas en biomasa, estos recursos podrían a la vez ser invertidos en el sector rural del país, fortaleciendo la economía rural hondureña.

También, el uso de la biomasa favorece la descentralización y la independización de la generación, evitando la necesidad de las costosas líneas de transmisión de larga distancia. En el caso específico de Honduras, la región de La Mosquitia es una región ideal para un proyecto de biomasa, por su condición aislada, de abundancia del bosque tropical, y de bajo poder adquisitivo de la población. En acuerdo a los modelos actuales de extensión de las líneas eléctricas, en que a partir del sistema interconectado se extienden las demás líneas, La Mosquitia prodría recibir energía eléctrica talvez en cuarenta o cincuenta años. Sin embargo a través de un proyecto basado en la biomasa, se ahorraría las largas líneas de transmisión, se compraría el combustible



localmente donde hay abundante oferta de biomasa (comprobadamente sostenible) e inyectaría recursos en la economía rural, creando empleos e incrementando la demanda de energía.

Al contrario de La Mosquitia, la Zona Sur de Honduras es una región de colonización antigua, ya bastante deforestada. Actualmente se estima que menos de 10% de la cobertura forestal permanece en la región. En esta región naturalmente semiárida, la deforestación ha ocasionado algunos problemas como la escasez pronunciada de madera, agua y la migración de su gente hacia las áreas boscosas de La Mosquitia. Un proyecto de generación energética basada en biomasa podría crear una industria regional que beneficiaría a los campesinos, primeramente crearía una demanda industrial para madera plantada, introduciendo la reforestación como una actividad comercialmente atractiva, y segundo a través de la optimización del uso de la tierra, fijaría el hombre al campo, minimizando la migración hacia nuevas áreas forestales y a los superpoblados centros urbanos.

Vale la pena resaltar que en países como Austria y Suecia los gobiernos están promoviendo la bioenergía como estrategia para fortalecer las economías rurales, aunque éstas sean ligeramente más caras que otras energías convencionales. Otra región de Honduras que podría beneficiarse de proyectos bioenergéticos, son las áreas de concentración de la industria forestal. Generalmente, los aserraderos de Honduras no usan sus residuos y los quema en pilas a cielo abierto. Estas pilas permanecen en combustión permanente, creando una nube de humo a baja altitud contaminando el aire, y frecuentemente están a la orilla de los ríos y quebradas, contaminando también las fuentes de agua. Una industria que consumiera todos estos residuos eliminaría un problema ambiental para el país, generaría empleos y servicios necesarios para su adquisición, además de convertir un desecho en energía, desplazando posiblemente el petróleo importado. En Honduras todavía no existen industrias de equipos que suplirían esta potencial demanda de equipos de generación y transmisión. Sin embargo, si hubiera por lo menos unas diez plantas eléctricas basadas en la biomasa, crearía oportunidades para que una industria electro-mecánica se creara en el país, para dar mantenimiento y construcción del parque bioeléctrico existente (FAO, 2019).

Con la aprobación de la Ley Marco del Subsector Eléctrico, se permite la privatización y descentralización del sector, Honduras ha dado un gran paso hacia la modernización del

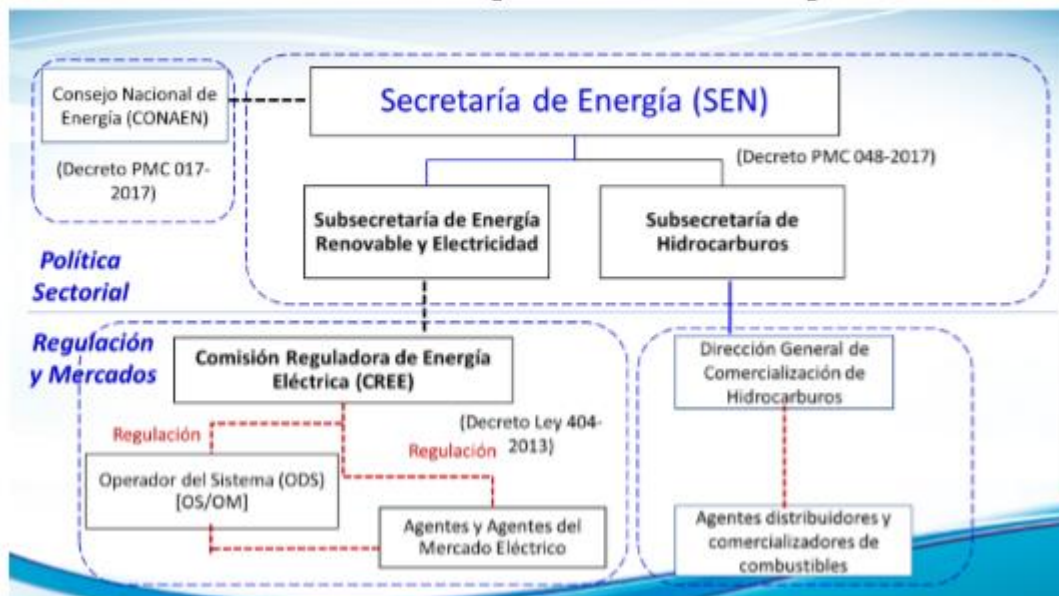
subsector eléctrico. En el reglamento de esta ley que está actualmente en discusión, se pretende establecer prioridades para las energías renovables, con el sentido de que esta forma de energía sea preferible, aun cuando sea 10% más cara que las energías convencionales como las térmicas. Otra ley también de reciente aprobación (aún no implementada), la Ley de Incentivos Forestales, ofrece incentivos para inversiones en plantaciones energéticas, como subsidio para elaboración de proyectos, para los costos de las plantas y exenciones de impuestos por cinco años después de iniciado el aprovechamiento (FAO, 2019).

Todavía nos hace falta políticas y estrategias más claras y objetivas para impulsar la bioelectricidad. En resumen, Honduras está tomando la dirección hacia las energías renovables, y dentro de éstas, la biomasa posiblemente tendrá una participación destacada en el mediano y largo plazo (FAO, 2019).

#### Nueva estructura del sector energético en Honduras

Mediante el decreto PCM-048-2017 del 7 de agosto de 2017 se creó la Secretaría de Estado en el Despacho de Energía (SEN), adscrita al Gabinete Sectorial de Desarrollo Económico. Se suprimió la Dirección General de Energía (DGE) de la ahora Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (MiAmbiente) y se reformó la designación de la Subsecretaría de Energía de MiAmbiente a Subsecretaría de Recursos Naturales. El SEN cuenta con la Subsecretaría de Energía Renovable y Electricidad y con la Subsecretaría de Hidrocarburos y es el ente rector de todo el sector energético nacional y de la integración energética regional e internacional. El SEN también tendrá entre sus funciones la formulación, planificación, coordinación, ejecución, seguimiento y evaluación de las estrategias y políticas del sector energético hondureño. En el diagrama I.1 se observa la nueva estructura organizacional del sector energético de Honduras.

**Diagrama I.1**  
**Honduras: estructura organizacional del sector energético**



**Figura 1. Plan de Expansión de la Generación Eléctrica**

Fuente: (SEN,2019)

El Plan de Expansión de la Generación Eléctrica está a cargo de la ENEE y es revisado cada año. En este trabajo se cita el plan elaborado para el período 2017-2030. Para el cálculo se utilizaron los programas especializados OptGen10 y SDDP11 con los siguientes datos de entrada:

- Proyección de la demanda de potencia y energía.
- Datos hidrológicos.
- Datos técnicos de las plantas existentes y de las plantas candidatas consideradas para el futuro, incluyendo las adiciones ya programadas en el corto plazo.
- Precios proyectados de los combustibles.

En el cuadro I.1 se muestra la proyección de la demanda de potencia para el período 2017-2030, que incluye la potencia anual necesaria, el incremento en MW y el crecimiento porcentual. En el cuadro I.2 se muestra la proyección de la demanda de energía. Hasta 2015, la capacidad instalada en el Sistema Interconectado Nacional (SIN) fue de 2.258,20 MW, que generaron 8.874,05 GWh en ese año. La matriz de generación eléctrica se representa en el gráfico I.3, en el que se observa que, en cuanto a potencia instalada, hay una predominancia de energía renovable (62,1%). Sin embargo, en el gráfico I.4 se observa que el 51,43% de la energía eléctrica se genera a través de combustibles fósiles.

**Tabla 2. Proyección de la demanda de potencia, 2017 - 2029**

Cuadro I.1			
Honduras: proyección de la demanda de potencia, 2017-2029			
Año	Potencia (en MW)	Incremento (en MW)	Crecimiento (en porcentajes)
2017	1 614,90	62,2	4,0
2018	1 680,40	65,5	4,1
2019	1 746,50	66,1	3,9
2020	1 811,20	64,7	3,7
2021	1 881,20	70,0	3,9
2022	1 953,30	72,1	3,8
2023	2 027,60	74,3	3,8
2024	2 104,10	76,5	3,8
2025	2 182,90	78,8	3,7
2026	2 264,10	81,2	3,7
2027	2 349,40	85,3	3,8
2028	2 437,30	87,9	3,7
2029	2 528,00	90,7	3,7

Fuente: (CEPAL, 2018)

### 1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

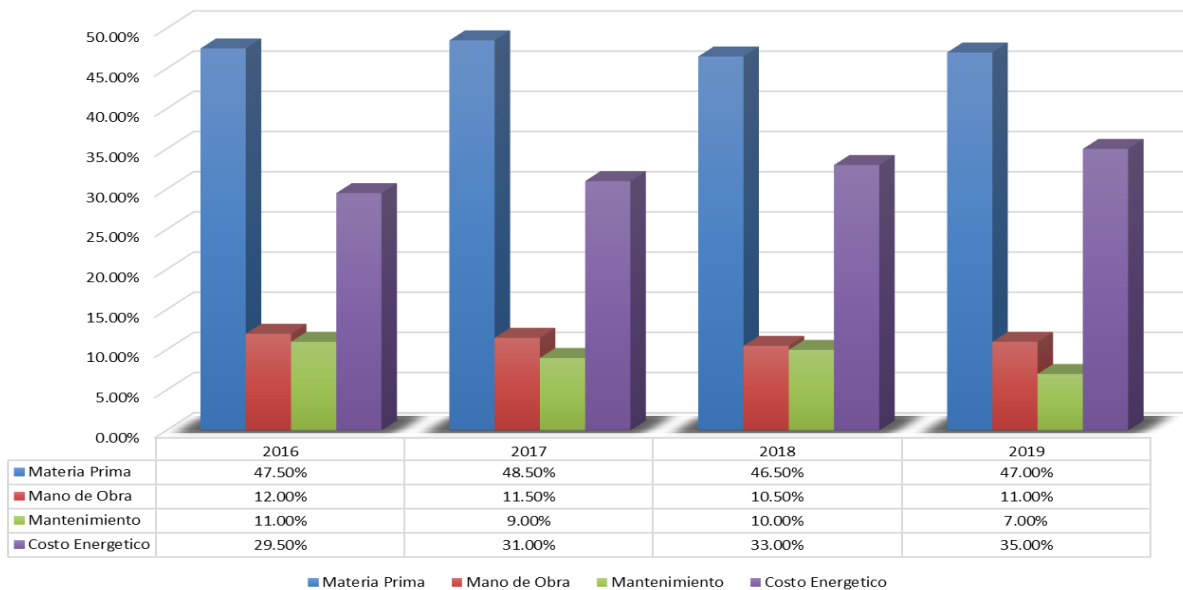
Sin lugar a duda que la problemática energética que sufre el país tiene un impacto considerable en las diferentes empresas, debido a esta problemática se busca una alternativa en el molino de producción de papel de Papelera Calpules que apoye la reducción de consumo energético.

#### 1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

Uno de los problemas más agudos de las empresas es la correcta determinación de sus costos de producción los cuales sirven de base para establecer precios de ventas que permitan a las mismas generar márgenes de contribución apetecibles para los accionistas de las empresas, sumado a esto no debemos olvidar que no basta con obtener suficiente margen si no que los costos de producción permitan a las empresas ser competitivas y logren un posicionamiento importante en el mercado al cual están apuntándole. Las causas del desinterés por parte de algunas empresas en controlar sus costos ocasionan situaciones de pérdidas afectando los intereses propios de los accionistas y a la vez generando un ambiente inestable para los colaboradores por incertidumbre de no generar riqueza para los inversionistas.

Papelera calpules cuenta con su propio Molino de producción de papel el cual en los últimos años se ha logrado identificar que el costo energético está impactando los costos de producción del papel, de aquí surge la necesidad de evaluar las causas del porque no se tiene una eficiencia energética que permita a la empresa lograr ser más competitiva, obtener mejor margen de rentabilidad y disminuir los gastos de mantenimiento y alcanzar mayor velocidad del molino logrando ser más eficiente.

**Costos de producción en dólares**



**Figura 2. Costos de producción en dólares**

La table 1 muestra el comportamiento del consumo energético en los últimos cuatro años, como se puede observar cada periodo presenta un alza lo cual se ha salido de control por parte de la administración de la empresa.

### 1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Papelera Calpules requiere de un plan que apoye la reducción del consumo energético en su molino de producción, ya que es uno de los componentes del costo que mayor impacto tiene, sumado a esto no ha podido controlar los incrementos provocados por el alto costo de la energía eléctrica en el país.

Se requiere medir ese impacto y definir si con a la sustitución de motores de eficiencia energética es la solución. En vista de los antecedentes que presenta el proyecto de investigación nos lleva a formular la siguiente pregunta, de igual forma se buscara dar respuesta según se vayan encontrando los elementos que sustenten la tesis.

¿Cuál es la factibilidad Técnico-financiera derivada de la ejecución de un proyecto de mejora del consumo energético en el Molino de producción en Papelera Calpules S.A ?

### 1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Las siguientes preguntas de investigación están orientadas en la búsqueda de repuestas que permitan tomar una decisión con la que se busca una mejora en los costos de producción de Papelera Calpules S.A

- 1) ¿Qué factores Técnicos impactan en el consumo energético en el Molino de producción de papel en Papelera Calpules SA 2019?
- 2) ¿Cómo impactan los resultados financieros el consumo energético en el Molino de producción de papel en Papelera Calpules SA 2019?

## 1.4 OBJETIVOS

### 1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Al plantear o formular una pregunta de investigación buscamos darle sentido y preguntarnos el porqué de la investigación, sin embargo, es necesario determinar qué es lo que se piensa hacer al respecto, es por ello que ambas son coherentes por su relación funcional. Estas son acciones propuestas para la investigación (Vara, 2010, p. 170). En orden de seguir con la coherencia y compatibilidad se redacta la siguiente pregunta:

¿Determinar la factibilidad técnico-financiera con la ejecución de un proyecto de mejora del consumo energético en el Molino de producción de papel en Papelera Calpules S.A 2019?

#### 1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos de investigación tienen la facilidad de señalar a lo que se aspira en la investigación y son las guías de los estudios que deban de estar presentes durante todo el estudio (Hernández Sampieri et al., 2007) para este estudio son:

- 1) Identificar qué factores Técnicos impactan en el consumo energético en el Molino de producción de papel en Papelera Calpules SA 2019.
- 3) Determinar cómo impactan los resultados financieros el consumo energético en el Molino de producción de papel en Papelera Calpules SA 2019.

#### 1.5 JUSTIFICACIÓN

Todo proyecto de investigación según Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio (2010) “Debe de contener una justificación que garantice que la inversión de recursos y tiempo tendrá un impacto en la sociedad y/o la ciencia” (p.42).

En este sentido los autores citan a Kerlinger (1976) quien considera que una investigación puede justificarse en base a “su valor teórico, su valor metodológico o su relevancia social”.

Con las conclusiones y recomendaciones que se giren luego de haber culminado con la investigación será posible beneficiar a distintos grupos de partes interesadas al problema, dentro de los que se encuentran directamente:

- 1) Por ser el único molino de producción de papel en el país se requiere que se mantenga en el mercado de producción de papel.
- 2) Como fuente generadora de empleo es de vital importancia el sostenimiento y evidenciar el negocio en marcha para que aporte a la economía de muchas familias que se ven beneficiadas por esta fuente de empleo.
- 3) Los resultados financieros informaran si Papelera Calpules SA será más competitiva y tendrá mayor participación de mercado con las mejoras en los costos de producción de papel.

- 4) Se determinará el problema radica en la maquinaria y equipo actual el que no permite mejorar el costo en el molino de producción de papel en Papelera Calpules SA.
- 5) La baja en los consumos energéticos permitió brindar un aporte al medio ambiente, considerando que la materia prima utilizada en la producción de papel es de material reciclado.
- 6) Su aporte por la generación de ventas al mercado exterior, evitando traer aún más producto de otros países.



## **CAPÍTULO II. MARCO TEORICO**

El marco teórico a niveles más específicos y concretos comprende la ubicación del problema en una determinada situación histórico-social, sus relaciones con otros fenómenos, las relaciones de los resultados por alcanzar con otros ya logrados, como también definiciones de nuevos conceptos, redefiniciones de otros, clasificaciones, tipologías por usar, etcétera (Bernal Torres, 2006).

Rojas (2011) afirma: “Un marco teórico constituye un sistema coherente de conceptos, teorías, postulados, definiciones, categorías y proposiciones que le dan apoyo y sentido al proceso de investigación” (p. 50).

Este capítulo fortalece, y conceptualiza las bases del problema desarrollado en el capítulo I de este proyecto, con base a los análisis previos de autores que han realizado su estudio en la problemática y en los diversos factores que la rodean desde un nivel macro hasta un nivel micro del objeto de estudio, para brindar mayor relevancia de la temática. La importancia del marco teórico radica en la presentación y validación de las variables que brindan este estudio con el objetivo de conocer, mediante su definición, sus dimensiones, los indicadores y todo lo que implica el desarrollo de estas en la presente investigación.

### **2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

#### **2.1.1 ANÁLISIS DEL MACRO-ENTERNO**

La energía es una variable fundamental para el progreso de cualquier nación. Los países más avanzados han optado por un enfoque basado en la sostenibilidad energética como base de su estrategia de crecimiento lo cual nos da una pauta de la globalización.

Según las estadísticas mostradas en el congreso de mantenimiento y confiabilidad latinoamericano 2016:

- 1) El mercado eléctrico mundial fue valorado en más de \$ 70 mil millones de dólares en 2016 y se espera que crezca a una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) del 4,2% del 2017

hasta el 2025.

- 2) El uso de electricidad en el mundo se estima que alcanzará 35 billones de kilovatios hora en 2035, y casi el 28% será utilizado por los motores eléctricos.
- 3) El noventa por ciento de los motores instalados funcionan continuamente a toda velocidad y utilizan sistemas mecánicos para regular la potencia de salida (CMC-LATAM, 2016).

Lo anterior nos muestra que el mercado de la eficiencia energética va en crecimiento, en un mercado donde los nuevos tipos de motores eléctricos tienden a ser mucho más pequeños y funcionan con menos energía que sus predecesores, lo que genera una evolución constante. La eficiencia energética es un tema que está en auge en los países desarrollados, donde ya se es una necesidad y se ha empezado a medir los ahorros que se derivan de estas decisiones. El aumento de la eficiencia energética fue más acusado en países emergentes y en vías de desarrollo, como India e Indonesia.

Cabe destacar el caso de China, cuya eficiencia energética se elevó un 5,6% en 2015. El progreso de este país tiene un notable impacto a nivel global. En Europa ya se integraron normas de eficiencias donde han establecido un marco común de medidas para el fomento de la eficiencia energética dentro de la Unión Europea para asegurar el objetivo principal de eficiencia energética de un 20 % de ahorro para 2020 y establece unas medidas mínimas que cada Estado miembro desarrollará según sus propias circunstancias y leyes. Algunos países con normativa en eficiencia son: Alemania, Dinamarca, Francia, Irlanda, Reino Unido Debido a los problemas energéticos permanentes, a la tendencia alcista de los combustibles fósiles y a la amenaza del cambio climático, hay un gran interés político global por la eficiencia energética

### 2.1.2 ANÁLISIS DEL MICRO-ENTERNO

Las exportaciones hondureñas de papel y cartón reciclable ascendieron a 26,711.9 toneladas en el 2008 (US\$4.5 millones). Los principales destinos de las exportaciones de papel y cartón reciclable fueron: El Salvador (7,369.2 toneladas), Colombia (6,129.5 toneladas), Ecuador (4,624.7 toneladas), Guatemala (3,710.3 toneladas) y Estados Unidos de América (EEUU) (2,044.7 toneladas) (SIECA, 2019).

Los datos compartidos anteriormente, nos muestran el crecimiento del mercado de papel y cartón, pero sobre todo la oportunidad de crecimiento en el área centroamericana, donde se debe competir en base a calidad y precio. En un país en vías de desarrollo se busca ser más competitivo, y en Honduras el alza de los costos obliga a buscar la manera de reducir costos, Papelera Calpules busca implementar eficiencias en sus equipos con tecnologías y normas que no son obligatorias en nuestro país pero que están en auge de manera global por temas de ambientales y económicos.

De acuerdo con la SERNA-DGE (2009), el estudio de prospectiva realizado se basó en una metodología y un proceso de modelación de la estructura energética totalmente flexible y adaptado a la realidad nacional, que puede actualizarse continuamente en función del mejoramiento de la base de información disponible y el avance de los estudios específicos sobre apertura de las demandas por subsectores y usos, recursos de energía renovable, alternativas tecnológicas, entre otros. Para la elaboración de la prospectiva energética se usó 2008 como año base y se extrapoló hasta 2030. Se analizan dos escenarios: uno tendencial que mantiene las tendencias históricas y otro deseado en el que se plantean de manera contrastada algunos cambios estructurales en la matriz energética nacional, esto tomando en cuenta las mejoras de eficiencia en las transmisiones de energía, en Honduras los empresarios están tomando la iniciativa de hacer más eficientes sus procesos, y parte de las soluciones se centra en la energía que consumen para su producto final, dado que influye directamente en su costo.

#### 2.1.2.1 ANÁLISIS INTERNO

La empresa presenta dificultades en su control del costo de producción de papel, ya que uno de sus componentes como lo es el consumo energético cada año va incrementando y si no se toman acciones a un mediano plazo se verá obligado a salir del mercado. Los motores eléctricos que mueven el molino de producción de papel en bobina tienen más de 30 años de trabajar en nuestra compañía, lo cual los ha vuelto más ineficientes con el paso de los años. Teniendo en cuenta la evolución tecnológica, la nueva generación de motores eléctricos nos brindará un menor consumo de energía con la misma capacidad de generación. Por lo tanto, basaremos nuestro estudio en el análisis actual de los motores de la planta, para fundamentar financieramente si es factible el reemplazo de los mismo.

## 2.2 TEORIAS DE SUSTENTO

### 2.2.1 TEORÍA DEL COSTO

El sistema de contabilidad de costos se ocupa directamente del control de los inventarios, activos de planta y fondos gastados en actividades funcionales. La contabilidad de costos se ocupa de la clasificación, acumulación, control y asignación de costos. Los costos pueden acumularse por cuentas, trabajos, procesos, productos u otros segmentos del negocio. Los costos sirven, en general, para tres propósitos Ivinsky (2002):

- 1) Proporcionar informes relativos a costos para medir la utilidad y evaluar el inventario (estado de resultados y balance general).
- 2) Ofrecer información para el control administrativo de las operaciones y actividades de la empresa (informes de control).
- 3) Proporcionar información a la administración para fundamentar la planeación y la toma de decisiones (análisis y estudios especiales )

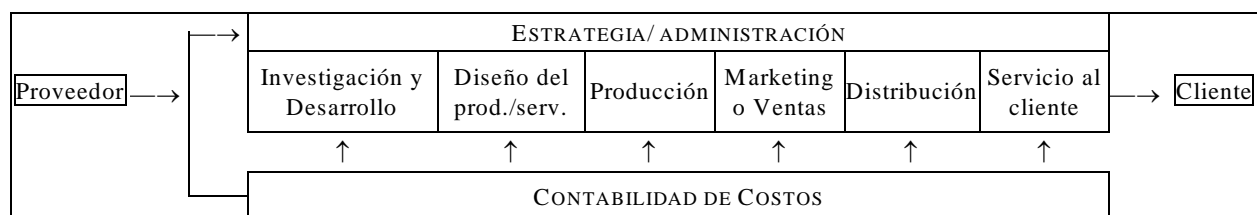
El sistema formal de la contabilidad de costos generalmente ofrece información de costos e informes para la realización de los dos primeros objetivos. Sin embargo, para los fines de planeación y toma de decisiones de la administración, esta información generalmente debe reclasificarse, reorganizarse y complementarse con otros informes económicos y comerciales pertinentes tomados de fuentes ajenas al sistema normal de contabilidad de costos. Una función importante de la contabilidad de costos es la de asignar costos a los productos fabricados y comparar estos costos con el ingreso resultante de su venta. La contabilidad de costos sirve para contribuir al control de las operaciones y facilita la toma de decisiones. Las características de la contabilidad de son las siguientes Ivinsky (2002):

- 1) Es analítica, puesto que se planea sobre segmentos de una empresa, y no sobre su total.
- 2) Predice el futuro, a la vez que registra los hechos ocurridos.

- 3) Los movimientos de las cuentas principales son en unidades.
- 4) Sólo registra operaciones internas.
- 5) Refleja la unión de una serie de elementos: materia prima, mano de obra directa y cargas fabriles.
- 6) Determina el costo de los materiales usados por los distintos sectores, el costo de la mercadería vendida y el de las existencias.
- 7) Sus períodos son mensuales y no anuales como los de la contabilidad general.
- 4) Su idea implícita es la minimización de los costos

La contabilidad de costos es una rama de la contabilidad general que sintetiza y registra los costos de los centros fabriles, de servicios y comerciales de una empresa, con el fin de que puedan medirse, controlarse e interpretarse los resultados de cada uno de ellos, a través de la obtención de costos unitarios y totales en progresivos grados de análisis y correlación. Al igual que la contabilidad general se basa en la partida doble. Es una parte de la contabilidad general que exige ser analizada con mayor detalle que el resto. Si bien puede prescindirse de la base contable para establecer costos, no es recomendable por las deficiencias, errores y omisiones que pueden originarse. Un sistema de costos integrado en la contabilidad general permite operar con la perfecta seguridad que ofrece el balanceo de las cuentas (Ivnisky, 2002).

La cadena de valor que toma la contabilidad de costos es la siguiente:



**Figura 3. Cadena de valor**

Fuente: (Ivnisky, 2002).

Ivnisky (2002) Concepto general de costos. Objetivos de la determinación de costos. El costo es un recurso que se sacrifica o al que se renuncia para alcanzar un objetivo específico. El costo de producción es el valor del conjunto de bienes y esfuerzos en que se ha incurrido o se va a incurrir, que deben consumir los centros fabriles para obtener un producto terminado, en condiciones de ser entregado al sector comercial. Entre los objetivos y funciones de la determinación de costos, encontramos los siguientes Ivnisky (2002):

- 1) Servir de base para fijar precios de venta y para establecer políticas de comercialización.
- 2) Facilitar la toma de decisiones.
- 3) Permitir la valuación de inventarios.
- 4) Controlar la eficiencia de las operaciones.
- 5) Contribuir a planeamiento, control y gestión de la empresa.

Los costos pueden ser clasificados de diversas formas

- 1) Según los períodos de contabilidad:
  - 1.1) Costos corrientes: aquellos en que se incurre durante el ciclo de producción al cual se asignan (ej.: fuerza motriz, jornales).
  - 1.2) Costos previstos: incorporan los cargos a los costos con anticipación al momento en que efectivamente se realiza el pago (ej.: cargas sociales periódicas).
  - 1.3) Costos diferidos: erogaciones que se efectúan en forma diferida (ej.: seguros, alquileres, depreciaciones, etc.).

- 2) Según la función que desempeñan: indican como se desglosan por función las cuentas Producción en Proceso y Departamentos de Servicios, de manera que posibiliten la obtención de costos unitarios precisos Ivinsky (2002):
  - 2.1) Costos industriales
  - 2.2) Costos comerciales
  - 2.3) Costos financieros
- 3) Según la forma de imputación a las unidades de producto Ivinsky (2002):
  - 3.1) Costos directos: aquellos cuya incidencia monetaria en un producto o en una orden de trabajo puede establecerse con precisión (materia prima, jornales, etc.)
  - 3.2) Costos indirectos: aquellos que no pueden asignarse con precisión; por lo tanto, se necesita una base de prorrateo (seguros, lubricantes).
- 4) Según el tipo de variabilidad Ivinsky (2002):
  - 4.1) Costos variables: el total cambio en relación a los cambios en un factor de costos.
  - 4.2) Costos fijos: no cambian a pesar de los cambios en un factor de costo.
  - 4.3) Costos semifijos
- 5) Factor de costo: Base de distribución para la asignación de costos, según sea el objeto de costos.
- 6) Costo unitario o promedio: Surge de dividir el costo total por un número de unidades.

El cuadro siguiente sintetiza la clasificación de costos desarrollada antes Ivinsky (2002):

**Tabla 3. Clasificación de costos**

PERÍODOS DE CONTABILIDAD	FUNCIÓN QUE DESEMPEÑAN	NATURALEZA	FORMA DE IMPUTACIÓN A LAS UNIDADES DE PRODUCTO	TIPO DE VARIABILIDAD
1.- Costos corrientes Fuerza motriz Jornales Sueldos Etc.	1.- Industriales a) Centros productores Centro de Costos A Centro de Costos B Centro de Costos C b) Centros de servicios	1.- Materiales Materia prima A Materia Prima B Materia Prima C	1.- Directos Materia prima Jornales Regalías	1.- Variables 2.- Fijos 3.- Semifijos
2.- Costos previstos Cargas sociales periódicas	• Directos Mantenimiento Usina Caldera	2.- Jornales 3.- Cargas fabriles Fuerza motriz Lubricantes Regalías Depreciación Seguros	2.- Indirectos Fuerza motriz Lubricantes Depreciación Seguros	
3.- Costos diferidos Seguros Alquileres Costos de iniciación Depreciación	• Indirectos Almacenes de materiales Laboratorio Administración 2.- Comerciales 3.- Financieros	3.- Cargas fabriles Fuerza motriz Lubricantes Regalías Depreciación Seguros Sueldos Cargas sociales.		

Fuente: (Ivinsky, 2002).

- 1) Productos en Proceso: Es la producción incompleta; los materiales que estén sólo parcialmente convertidos en productos terminados que puede haber en cualquier momento.
- 2) Costos: representan una porción del precio de adquisición de artículos, propiedades o servicios, que ha sido diferida o que todavía no se ha aplicado a la realización de ingresos.
- 3) Gastos: son costos que se han aplicado contra el ingreso de un período determinado.
- 4) Pérdidas: reducciones en la participación de la empresa por las que no se ha recibido ningún valor compensatorio, sin incluir los retiros de capital

Elementos del costo, los tres elementos del costo de fabricación son Ivinsky (2002):

- 1) Materias primas: Todos aquellos elementos físicos que es imprescindible consumir durante el proceso de elaboración de un producto, de sus accesorios y de su envase. Esto con la condición de que el consumo del insumo debe guardar relación proporcional con la cantidad de unidades producidas.



- 2) Mano de obra directa: Valor del trabajo realizado por los operarios que contribuyen al proceso productivo.
- 3) carga fabril: Son todos los costos en que necesita incurrir un centro para el logro de sus fines; costos que, salvo casos de excepción, son de asignación indirecta, por lo tanto, precisa de bases de distribución
- 4) La suma de las materias primas y la mano de obra directa constituyen el costo primo. La combinación de la mano de obra directa y la carga fabril constituye el costo de conversión, llamado así porque es el costo de convertir las materias primas en productos terminados

Los módulos de aplicación disponibles son los que siguen Ivinsky (2002).

- 1) Unidades producidas: Las cargas fabriles unitarias se obtienen dividiendo el importe mensual por la cantidad de unidades procesadas. Se aplica cuando se produce sólo un artículo, sin variantes de ningún tipo (tamaño, color, calidad, etc.) O donde si bien se fabrican varios productos, éstos requieren igual tiempo de procesamiento.
- 2) Costos de materia prima: Vincula el costo mensual de las cargas fabriles de un centro con el valor de la materia prima consumida en ese lapso.:

$$\frac{\text{Cargas fabriles mensuales}}{\text{Materia prima consumida en el mes}} \times 100 = \% \quad 1)$$

El porcentaje resultante se aplica a los costos unitarios de materia prima de cada producto.

- 1) Horas hombre: Relaciona el monto de las cargas fabriles mensuales con las horas necesarias de mano de obra directa para cumplimentar la producción realizada en ese lapso. Este valor se aplica a los costos unitarios en función de las horas de trabajo directo que requiere cada artículo.
- 2) Horas máquina: La alícuota surge vinculando las cargas fabriles mensuales con la cantidad de horas que deben funcionar las máquinas para realizar la producción del período. Esa alícuota se aplica a las unidades de producto en función del tiempo de elaboración de cada artículo. Se la considera la base más precisa.

3) Jornales directos: La tasa de asignación surge de la relación entre el monto de las cargas fabriles mensuales y de los jornales directos mensuales, que se obtienen multiplicando las unidades producidas por sus respectivos costos de mano de obra directa. La cuota de aplicación se aplica a los jornales directos unitarios (Ivnisky, 2002).

$$\frac{\text{Cargas fabriles mensuales}}{\text{Jornales directos mensuales}} \times 100 = \% \quad 2)$$

Cuando se emplea una medida monetaria de la actividad de producción (v.g.: jornal directo) la tasa se expresa como un porcentaje del costo en pesos de la mano de obra directa. Cuando se emplea una medida no monetaria de la actividad de la producción (v.g.: horas-hombre) la tasa se expresa en pesos por hora (\$/h). Al asociar los costos indirectos de fabricación con varios productos se hace un intento para elegir una base que sea común a todos los productos y que sea indicativa del rendimiento productivo o del beneficio del producto (generalmente es la de horas máquina).

La tasa de aplicación se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{Tasa de distribución} = \frac{\text{Costos presupuestados del departamento de servicios}}{\text{Base elegida}} \quad 3)$$

Siempre la tasa de aplicación o distribución debe ser aplicada sobre los costos presupuestados del departamento de servicios; en ningún caso se justifica que el departamento de servicios distribuya sus costos reales, es decir no tiene porqué transferir sus ineficiencias a los demás departamentos (Ivnisky, 2002).

Proceso de acumulación, distribución primaria y secundaria

- 1) Los costos indirectos de fabricación se distribuyen sobre alguna base a los departamentos productivos y de servicios (distribución primaria)
- 2) Los costos indirectos de los departamentos de servicios se asignan a los departamentos productivos (distribución secundaria) (Ivnisky, 2002).

Después de la segunda asignación, todos los costos indirectos de fabricación habrán sido

asignados a las cuentas de costos indirectos de los departamentos de fabricación. Sobre y sub-aplicación de gastos. Análisis de variaciones. Contabilización El sobre y sub-aplicación es la evaluación de la relación entre costos indirectos de fabricación aplicados y reales. Los costos aplicados son los presupuestados ajustados al nivel real de producción. Es decir que las variaciones reflejan las diferencias existentes entre los costos reales y las estimaciones presupuestarias de lo que debería haberse gastado (Ivnisky, 2002).

La variación de capacidad se da sólo en la carga fabril fija. Variación de volumen o capacidad: se debe a una sobre o subutilización de las instalaciones de la planta en comparación con el nivel presupuestado de operaciones. Está representada por la diferencia entre los costos indirectos de fabricación fijos presupuestados y los costos indirectos de fabricación fijos asignados a la producción.

- 1) Variación de cantidad: Refleja el costo de emplear materias primas excesivas para obtener una cantidad determinada de producción.
- 2) Variación en precio: Es el costo de emplear materiales demasiado costosos para una cantidad determinada de producción.
- 3) Variación de eficiencia: Es el costo del tiempo excesivo empleado para cumplir una determinada cantidad de producción.
- 4) Variación de tarifa: El costo debido al empleo de categorías de mano de obra demasiado costosas para realizar una determinada cantidad de actividad (Ivnisky, 2002).

Costos de Distribución: Son todos aquellos costos que no son de producción; es decir que no pueden ser asignados al producto en forma específica, por lo que se distribuyen en función del objeto de costos. Su existencia es tan real como la de los costos de producción y los paga, en último término, el consumidor; una distribución costosa encarece el producto. La distribución principia desde el momento que los artículos son entregados al almacén de productos terminados y termina en el momento en que se recibe el pago por el artículo vendido. Por tanto, la distribución comprende todas las actividades necesarias para convertir en dinero el efecto manufacturado y abarca los gastos de venta, los gastos de administración y los gastos financieros conectados a esta actividad distribuidora. El proceso de distribución considera, generalmente, los

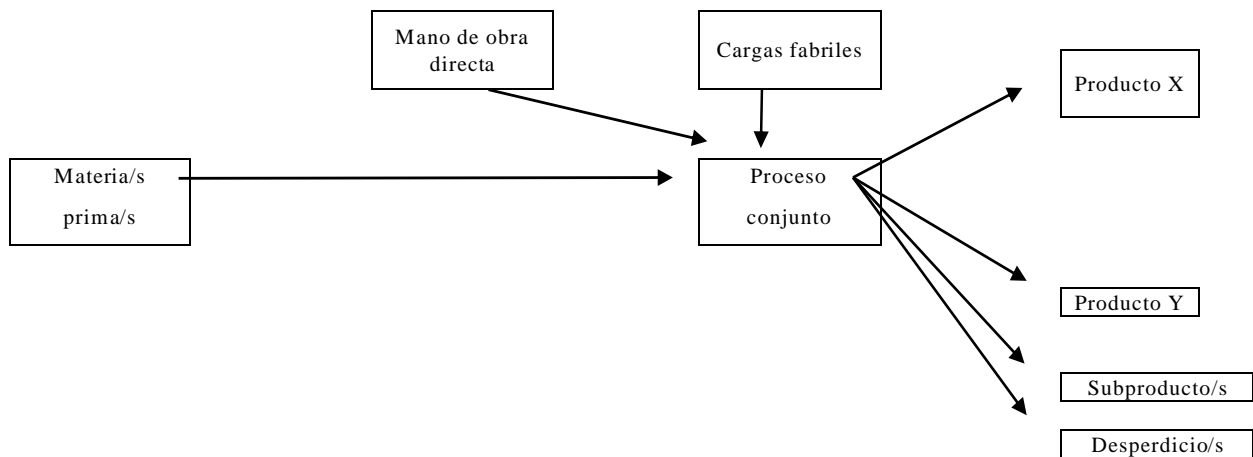
siguientes cuatro puntos básicos:

- 1) La creación de la demanda, lo que implica despertar el interés hacia el producto, utilizando todos los medios, entre los cuales se destaca la propaganda.
- 2) Obtención de la orden, lo cual significa convertir la demanda en una venta real por medio de la orden del cliente o el contrato respectivo. Comprende los pagos por los servicios del departamento de ventas.
- 3) Manejo y entrega del producto, que abarca toda actividad relacionada con el almacenamiento, empaque, embarque, transporte y entrega del producto.
- 4) Control de la venta, que incluye la investigación y apertura del crédito, la rutina contable para su registro, la preparación de los estados de cuenta, el servicio de cobranza y todas las demás funciones inherentes hasta conseguir que esa venta se traduzca en dinero recibido por la empresa (Ivnisky, 2002).

Acumulación. Clasificación de los costos de distribución. La acumulación implica la previa clasificación de los gastos. La clasificación deberá ser funcional, es decir, en relación con la función cuyo costo se desea obtener. Dentro de ésta, aparecerán en primer término los costos directos y en segundo los indirectos. Los costos de distribución se clasifican funcionalmente de la siguiente manera:

- 1) Gastos directos de ventas: sueldos de los vendedores, gastos de la oficina de ventas, etc.
- 2) Propaganda y gastos de promoción de ventas: publicidad, investigación de mercado.
- 3) Gastos de transporte o reparto
- 4) Almacenaje: gastos totales en depósitos y almacenes, así como el manejo de los productos.
- 5) Gastos de concesión de créditos y de cobranza: costos de investigación de los sujetos de crédito y de la cobranza, y pérdidas por cuentas incobrables.
- 6) Gastos financieros: descuentos por pronto pago e intereses pagados por el capital pedido en préstamo

7) Sistema de costos conjuntos: La producción conjunta es la que se da cuando existen en un mismo proceso productivo más de un producto, que deviene de la misma materia prima. Se trata de una unidad hasta un determinado proceso (punto de separación), a partir del cual surge más de un producto. Esto conlleva la obligación de valorar cada uno de ellos (Ivnisky, 2002).



**Figura 4. El proceso conjunto**

Fuente: (Ivnisky, 2002).

#### 2.2.1.1 DISEÑO DE SISTEMAS DE COSTEO

Toda empresa tiene como objetivos el crecimiento, la supervivencia y la obtención de utilidades; para el alcance de éstos, los directivos deben realizar una distribución adecuada de recursos (financieros y humanos) basados en buena medida en información de costos; de hecho, son frecuentes los análisis de costos realizados para la adopción de decisiones (eliminar líneas de productos, hacer o comprar, procesar adicionalmente, sustitución de materia prima, localización, aceptar o rechazar pedidos, diseño de productos y procesos), para la planeación y el control. Antiguamente, los sistemas de costeo se limitaban a acumular datos para costear los productos elaborados, e incorporarlos en informes de la contabilidad financiera (Balance General y Estado de Resultados); sin embargo, el desarrollo de las industrias, dado los adelantos tecnológicos introducidos por la globalización y la competitividad, han hecho que las operaciones fabriles y las líneas de productos se tornen más complejas.

En las empresas manufactureras, grandes sumas de dinero son desembolsadas por concepto de mano de obra, electricidad, materias primas, combustibles y otros, para realizar actividades de producir, vender y administrar (Sinisterra, 1997), y se manejan diversos inventarios, (materias primas, suministros, repuestos, productos y otros), todo con el fin de fabricar productos destinados a la venta o la prestación de algún servicio. También se manejan miles de requisiciones, comprobantes, facturas y otros documentos que constatan las múltiples transacciones, siendo necesario mantener cierto orden para que la información resultante sea oportuna, verificable, objetiva, libre de prejuicios, relevante y económicamente factible de lograr.

Sistemas de Costeo Partiendo de que la materia prima pasa de un proceso productivo a otro hasta convertirse en producto terminado, el sistema de costeo debe clasificar, registrar y agrupar las erogaciones, de tal forma que le permita a la dirección conocer el costo unitario de cada proceso, producto, actividad y cualquier objeto de costos, puesto que la cifra del costo total suministra poca utilidad, al variar de un período a otro el volumen de producción, (Polimeni, et al. 1994). Esto sólo se puede alcanzar mediante el diseño de un sistema de costeo adecuado. Los sistemas de costeo son subsistemas de la contabilidad general, los cuales manipulan los detalles referentes al costo total de fabricación. La manipulación incluye clasificación, acumulación, asignación y control de datos, para lo cual se requiere un conjunto de normas contables, técnicas y procedimientos de acumulación de datos tendentes a determinar el costo unitario del producto (Sinisterra, 1997).

Actualmente también se proponen generar información para la mejora continua de las organizaciones, al respecto son definidos como: “.. conjunto organizado de criterios y procedimientos para la clasificación, acumulación y asignación de costes a los productos y centros de actividad y responsabilidad, con el propósito de ofrecer información relevante para la toma de decisiones y el control” (Océano, cd Rom, 2001). “... conjunto de procedimientos, técnicas, registros e informes estructurados sobre la base de la teoría doble y otros principios que tienen por objeto la determinación de los costos unitarios de producción y el control de las operaciones fabriles efectuadas” (Pérez, 1996; p. 150). Dadas las características y ventajas de los sistemas de costeo, es posible su implantación en toda organización que ejecuta actividad económica generadora de bienes y servicios, como empresas de extracción (agropecuarias, mineras, etc), de transformación y comerciales (Pérez, 1996).

Existen sistemas de costeo que han sido utilizados tradicionalmente como los sistemas por órdenes específicas y por procesos, sistemas históricos y predeterminados, sistemas variables y absorbente; éstos pueden ser combinados, rediseñados, complementados y/o adaptados a las necesidades y características específicas de cada organización. A continuación se exponen breves conceptos de los mencionados sistemas. Los sistemas por órdenes específicas son aquellos en los que se acumulan los costos de la producción de acuerdo a las especificaciones del cliente. De manera que los costos que demanda cada orden de trabajo se van acumulando para cada trabajo (Sinisterra, 1997), siendo el objeto de costos un grupo o lote de productos homogéneos o iguales, con las características que el cliente desea.

Los sistemas por proceso en los cuales los costos de producción se acumulan en las distintas fases del proceso productivo, durante un lapso de tiempo. En cada fase se debe elaborar un informe de costos de producción, en el cual se reportan todos los costos incurridos durante un lapso de tiempo; los costos de producción serán traspasados de una fase a otra, junto con las unidades físicas del producto y el costo total de producción se halla al finalizar el proceso productivo -última fase-, por efecto acumulativo secuencial. Los sistemas de costeo históricos son los que acumulan costos de producción reales, es decir, costos pasados o incurridos; lo cual puede realizarse en cada una las órdenes de trabajo o en cada una de las fases del proceso productivo. Los sistemas de costeo predeterminados son los que funcionan a partir de costos calculados con anterioridad al proceso de fabricación, para ser comparados con los costos reales con el fin de verificar si lo incorporado a la producción ha sido utilizado eficientemente para un determinado nivel de producción y tomar las medidas correctivas (Neuner, 1998).

Los sistemas de costeo absorbentes son los que consideran y acumulan todos los costos de producción, tanto costos fijos<sup>1</sup> como costos variables<sup>2</sup>, éstos son considerados como parte del valor de los productos elaborados, bajo la premisa de que todos los costos son necesarios para fabricar un producto (Backer, 1997). Los sistemas de costeo variables son los que consideran y acumulan sólo los costos variables como parte de los costos de los productos elaborados, por cuanto los costos fijos sólo representan la capacidad para producir y vender independientemente de lo que se fabrique (Backer, 1997).

Cuando las empresas se proponen mejorar constantemente, en cuanto a productividad, reducción de costos y fabricación de bienes y servicios más atractivos y con ciclos de vida más cortos, los sistemas de costeo tradicionales se tornan obsoletos dado que los mismos se limitan a determinar correctamente el costo de los productos, para valorar inventarios, costear productos vendidos y calcular utilidades. Por ello se han desarrollado, en las últimas décadas, varios sistemas de costeo, como el costeo basado en actividades, sistemas de costos de calidad, costeo por objetivos, costeo kaizen, y el costeo backflus, los cuales acumulan los costos de tal manera que facilitan la adopción de medidas o acciones encaminados a la mejora continua y a la reducción de costos.

Costos Fijos son los que permanecen constantes, durante cierto periodo, independiente de los cambios presentados en el volumen de producción, como costos de arrendamiento y primas de seguros. 2 costos variables son los que oscilan proporcionalmente durante cierto período frente a los cambios presentados en el nivel de actividad, como los costos de materia prima, de combustible, y otros.

El sistema de costeo basado en actividades (ABC). Este sistema parte de la diferencia entre costos directos y costos indirectos, relacionando los últimos con las actividades que se realizan en la empresa. Las actividades se plantean de tal forma que los costos indirectos aparecen como directos a las actividades, desde donde se les traslada a los productos (objeto de costos), según la cantidad de actividades consumidas por cada objeto de costos. De esta manera, el costo final está conformado por los costos directos y por los costos asociados a ciertas actividades, consideradas como las que añaden valor a los productos (Sáez, 1993). Los sistemas de costos de calidad son los que cuantifican financieramente los costos de calidad de la organización agrupados en costos de cumplimiento y de no cumplimiento, para facilitar a la gerencia la selección de niveles de calidad que minimicen los costos de la misma (Shank y Govindarajan, 1998).

El sistema de costeo por objetivo es una técnica que parte de un precio meta y de un nivel de utilidad planeada, que determinan los costos en que debe incurrir la empresa por ofrecer dicho producto, costo meta ( $\text{Costo meta} = \text{Precio meta} - \text{Utilidad deseada}$ ). De esta manera se intenta ofrecer un producto de calidad -satisfacción de las necesidades del cliente- y además ofrecer un precio que le asegure la demanda. El sistema de costeo kaizen presenta una técnica que plantea



actividades para el mejoramiento de las actividades y la reducción de costos, incluyendo cambios en la forma en la cual la empresa manufactura sus productos, esto lo hace mediante la proyección de costos a partir de las mejoras propuestas, las cuales deben ser alcanzadas tal como un control presupuestal (Gayle, 1999).

El sistema de costeo backflus es un sistema de contabilidad de costos condensado en el que no se registran los costos de producción incurridos a medida que la misma se traslada de una fase a otra, sino que los costos incurridos en los productos se registran cuando los mismos estén finalizados y/o vendidos (Gayle, 1999).

Consideraciones Iniciales para el Diseño de un Sistema de Costeo La acumulación y clasificación de costos de forma rutinaria, donde se tramitan miles de documentos por semana, se convierte en una ardua tarea, capaz de consumir gran cantidad de tiempo de muchas personas. Por ello es preciso que el sistema sea bien planificado, considerando aspectos como las características de producción, momento y tipo de información requerida, y la estructura orgánica de la empresa (García, 1996). El momento en que se desea la información, depende a su vez de los objetivos que pretende alcanzar el sistema, de las necesidades de control y del costo en el que se está dispuesto a incurrir, por el diseño y funcionamiento del sistema de costos (Morillo Moreno, 2002).

## 2.2.2 TEORÍA DE EFICIENCIA ENERGETICA

### 2.2.2.1 ANTECEDENTES VINCULADOS A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

En 2006, la Dirección General de Energía (DGE) de la Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas (MiAmbiente) definió tres prioridades para el desarrollo energético nacional, a saber: a) Eficiencia energética. b) Modernización del subsector hidrocarburos. c) Política energética nacional. En el marco de la eficiencia energética se realizaron los siguientes proyectos: a) Creación del Grupo Interinstitucional para el Uso Racional de la Energía (GIURE). b) Realización de cuatro consultorías en eficiencia energética financiadas por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). c) Creación de un marco legal para la eficiencia energética.

d) Formulación del proyecto “Sustitución de Lámparas Incandescentes por Lámparas Fluorescentes Compactas”. e) Fortalecimiento de la campaña “Aprendiendo el Uso Racional de la Energía” del proyecto Generación Autónoma y Uso Racional de la Energía Eléctrica (GAUREE) de la ENEE, en conjunción con la Secretaría de Educación.

El Grupo Interinstitucional para Uso Racional de la Energía (GIURE) estuvo formado por representantes de la Dirección General de Energía (DGE), la Sección de Energía de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH), el Consejo Hondureño de la Empresa Privada (COHEP), el Colegio de Ingenieros Mecánicos, Electricistas y Químicos de Honduras (CIMEQH), entre otras organizaciones. El grupo estuvo activo durante 2006 y 2007, pero desde entonces no ha habido ninguna iniciativa de reactivarlo. Actualmente la Sección de Energía de la UNAH está en proceso de crear el Instituto de Energía, en cuyo seno se instituirá una iniciativa similar al GIURE. En 2006 la Dirección General de Energía (DGE) definió tres consultorías para mejorar la eficiencia energética, que fueron financiadas por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID): i) Diseño del Plan Nacional de Educación en Eficiencia Energética. ii) Mecanismos de financiamiento para la eficiencia energética del alumbrado público y un proyecto piloto.

CEPAL – Colección Documentos de proyectos Informe nacional de monitoreo de la eficiencia energética de Honduras, 2018. Estudio de factibilidad del reemplazo de estufas eléctricas por estufas a gas licuado de petróleo. En lo referente a la creación del marco legal para la eficiencia energética, en 2007 se elaboró el Anteproyecto de Ley de Uso Racional de la Energía con fondos del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y, posteriormente, en 2012, se realizó una revisión y actualización del Anteproyecto de Ley de Uso Racional de la Energía con fondos de la Cooperación Internacional Alemana (GIZ) a través del Programa Energías Renovables y Eficiencia Energética (4E). A pesar de estos esfuerzos, dicha ley no ha sido aprobada por el Congreso Nacional.

En 2006, la Dirección General de Energía (DGE), con el acompañamiento de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE), diseñó el proyecto “Sustitución de Lámparas Incandescentes por Lámparas Fluorescentes Compactas”, con el fin de que tuviera continuidad a través de fondos del mercado de los bonos de carbono, por lo que se investigaron las

metodologías para lograr acceder a dichos fondos. Este proyecto inicialmente contempló reemplazar 2 millones de bombillos incandescentes por lámparas fluorescentes compactas. Como se mencionó antes, posteriormente se logró obtener fondos de la Cuenta del Caribe, logrando el reemplazo de 6 millones de bombillos incandescentes por LFC entre diciembre de 2008 y diciembre de 2009.

Este proyecto tuvo un costo de 10,2 millones de dólares y se logró reducir el promedio punta de demanda de la tarde en 43,1 MW y alcanzar un estimado de ahorro de energía de 210 GWh por año. La Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE), a través del proyecto de Generación Autónoma y Uso Racional de la Energía Eléctrica (GAUREE), creó la campaña educativa “Aprendiendo el Uso Eficiente de la Energía Eléctrica” (ENEE-GAUREE, 2006). Con el fin de fortalecerla, la Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas (MiAmbiente), la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) y la Secretaría de Educación (SE) suscribieron un convenio de colaboración, mediante el que la SERNA, en coordinación con la ENEE y la SE, y con la colaboración del Instituto Nacional de la Juventud, participó en la capacitación de docentes de educación media en temas como eficiencia energética y cambio climático durante dos años.

El objetivo del proyecto GAUREE era el de “concientizar a la población hondureña sobre el uso eficiente de la energía eléctrica, de modo que se promueva la conservación del ambiente y el ahorro energético como un cambio cultural. La campaña se ha desarrollado con la educación como eje transversal, de modo que ésta se pueda inculcar con referencia a lo desarrollado en las asignaturas y aplicarlo en la concienciación del ahorro de energía”<sup>12</sup>. A partir de 2015, SERNA, con la colaboración de la Sección de Energía y la Unidad de Vinculación de la Escuela de Física de la UNAH, el Instituto de Formación Profesional (INFOP) y otras instituciones y profesionales, retomó el tema de la capacitación de docentes de educación básica<sup>13</sup>, que se brindó en formato presencial y virtual.

Eficiencia energética en el ámbito institucional: El gobierno hondureño ha emitido tres decretos con el fin de lograr reducir la demanda energética de combustibles fósiles y electricidad: 1) Decreto PCM-010-2012 del Poder Ejecutivo - Plan Estratégico para la Gestión y Ahorro de Combustibles y Energía Eléctrica”; 2) Decreto No. 112-2007 del Poder Legislativo -

Obligatoriedad de utilizar lámparas y tubos fluorescentes en las instituciones del Estado y prohibición del ingreso de focos incandescentes al país, y Decreto No. PCM 034-2014 del Poder Ejecutivo - Plan de Eficiencia y Ahorro Energético medible de las instituciones de la Administración Pública.

Eficiencia energética en el ámbito normativo: En el escenario mundial, una buena parte de las normas de eficiencia energética se refiere al consumo energético en edificios. En Honduras existen al menos 15 normas relacionadas con la eficiencia energética. Las normas hondureñas de eficiencia energética se han centrado en la refrigeración, climatización, lámparas fluorescentes compactas y motores. En el cuadro II.1 se muestran las normas vigentes en Honduras. Las normas, por definición, no pueden ser obligatorias, a menos que se hagan vía reglamentos.

El Organismo Hondureño de Normalización (OHN) es, por ley, el organismo público de normalización de Honduras. En la aprobación de las normas adoptadas o aprobadas han participado la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH), el Colegio de Ingenieros Mecánicos, Electricistas y Químicos de Honduras (CIMEQH), la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE), Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas (SERNA), la Secretaría de Industria y Comercio (SIC), el Consejo Empresarial Hondureño para el Desarrollo Sostenible (CEHDES), la Comisión Nacional de Energía (CNE), la Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos (NEMA) de los Estados Unidos y la iniciativa privada hondureña.

**Tabla 4. Normas sobre eficiencia energética vigentes en Honduras**

	<b>Núm. de referencia</b>	<b>Título</b>	<b>Fecha</b>
1	OHN-10:2011	Eficiencia energética de lámparas fluorescentes compactas autobalastadas — Etiquetado	2011-03-03
2	OHN-11:2008	Eficiencia energética de refrigeradores electrodomésticos y congeladores electrodomésticos — Límites máximos de consumo de energía	2008-11-07
3	OHN-12:2008	Eficiencia energética de refrigeradores electrodomésticos y congeladores electrodomésticos — Etiquetado	2008-11-07
4	OHN-13:2008	Eficiencia energética de refrigeradores electrodomésticos y congeladores electrodomésticos — Métodos de ensayo	2008-11-07
5	OHN-14:2008	Eficiencia energética de equipos de refrigeración comercial autocontenidos — Límites de los valores de consumo	2008-11-07
6	OHN-15:2008	Eficiencia energética de equipos de refrigeración comercial autocontenidos — Etiquetado	2008-11-07
7	OHN-16:2008	Eficiencia energética de equipos de refrigeración comercial autocontenidos — Métodos de ensayo	2008-11-07
8	OHN-24:2011	Eficiencia energética — Método de ensayo para determinar las medidas de las características eléctricas y fotométricas de las lámparas fluorescentes compactas y circulares de un solo casquillo	2011-03-03
9	OHN-45:2011	Eficiencia energética de acondicionadores de aire tipo ventana, tipo dividido y tipo paquete — Rangos	2011-03-03
10	OHN-46:2011	Eficiencia energética de acondicionadores de aire tipo ventana, tipo dividido y tipo paquete — Etiquetado	2011-03-03
11	OHN-47:2011	Eficiencia energética de acondicionadores de aire tipo ventana, tipo dividido y tipo paquete — Métodos de ensayo	2011-03-03
12	OHN-5:2008	Eficiencia energética de motores de corriente alterna, trifásicos de inducción, tipo jaula de ardilla, en potencia nominal de 0,746 a 376 kW — Límites, métodos de ensayo y etiquetado	2008-11-07
13	OHN-9:2008	Eficiencia energética de lámparas fluorescentes compactas autobalastadas — Requisitos	2011-03-03
14	OHN-COPANT1707:2014	Eficiencia energética — Refrigeradores, congeladores y combinados de uso doméstico — Especificaciones y etiquetado	2015-12-15
15	HN-COPANT1712:2014	Eficiencia energética — Máquinas de lavar ropa de uso doméstico — Especificaciones y etiquetado	2015-12-15

#### 2.2.2.2 POLÍTICA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Durante el período 2006-2010, en el esquema de la definición de las tres prioridades para el desarrollo energético nacional establecidas y desarrolladas por la Dirección General de Energía (DGE) particularmente en lo referente a la eficiencia energética, el propósito no solo fue establecer el marco legal para el uso racional de la energía, la promoción de proyectos de eficiencia energética, la organización y educación, sino que también la política energética fue uno de esos ejes fundamentales. La política energética incluye entre sus objetivos la eficiencia energética. En ese sentido, en 2007 se iniciaron las gestiones del financiamiento para realizar los estudios necesarios que permitieran diseñar una política energética sostenible y adaptada a nuestra realidad. Se definieron entonces los términos de referencia para realizar un grupo de consultorías con el fin de formular la política energética y su plan energético nacional a 2030.

Para definir la política energética de país se consideró que debe estar orientada a la racionalización de los recursos energéticos con que se cuenta y buscar el aseguramiento del suministro de energía para satisfacer la demanda, el mejoramiento en la calidad y cobertura de los servicios y la administración de los recursos naturales no renovables, asegurando una mejor utilización en un contexto de desarrollo sostenible. Una vez identificados el conjunto de problemas del sector, se procedió a redactar los objetivos para contestar la pregunta de lo que se pretende alcanzar en un futuro para darle solución a los problemas planteados.

Como objetivos generales de la política energética se definieron los siguientes: i) Crear una institución que lidere, facilite, promueva y coordine las actividades de formulación de políticas y planificación energética nacional integral y adecuar los marcos legales de modo compatible con el desarrollo del sector energético y del país en su conjunto. ii) Alcanzar, bajo un enfoque integral, una mayor participación de los recursos energéticos renovables dentro del balance energético y articular un sistema para promover la eficiencia y el uso racional de la energía, reduciendo así la dependencia de los combustibles importados, incrementando considerablemente la participación de generación de electricidad a partir de fuentes renovables y mejorando la sostenibilidad del abastecimiento a largo plazo y de los propios recursos. iii) Asegurar el abastecimiento de hidrocarburos con calidad y diversidad de fuentes, garantizando el desarrollo sostenible, tomando en cuenta la equidad social, la gobernabilidad y el impacto al ambiente.

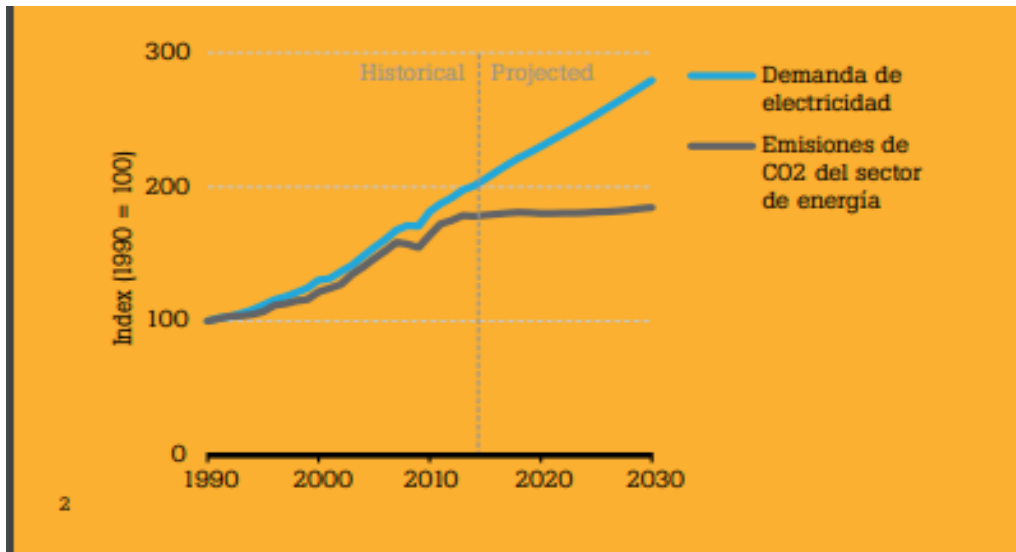
iv) Lograr avances significativos en el acceso de la población rural y urbano-marginal a la energía, en especial a la electricidad, en el marco de estrategias de desarrollo integrado de actividades productivas y de la infraestructura social básica, además de alcanzar una importante mejora en el uso eficiente de la leña y elevar la calidad de vida, al mismo tiempo que la sostenibilidad del abastecimiento dendroenergético. v) Lograr alcanzar, bajo un enfoque integral, una gestión adecuada del sistema de transporte, tanto en el sector público como en el privado, mejorando los sistemas de vialidad, introduciendo medidas de eficiencia y control en el consumo de combustibles y de las emisiones.

Como objetivos específicos para la eficiencia energética se plantearon los siguientes: i) Estructurar un marco legal e institucional adecuado, un sistema de información energética suficiente, así como las normas técnicas que promuevan el ahorro y la eficiencia energética. ii)

Lograr la formación y asistencia técnica necesaria para implementar proyectos en eficiencia energética que permitan la existencia de un mercado nacional de eficiencia energética. Lograr alcanzar la percepción de los beneficios de la implementación de las medidas, tecnologías, programas y proyectos de ahorro de energía y eficiencia energética. iv) Facilitar y promover el acceso a financiamiento blando para el desarrollo de proyectos de eficiencia energética. v) Lograr mejorar la eficiencia en el uso de la leña como principal combustible en el sector residencial rural y urbano-marginal. vi) Mejorar el servicio del transporte público y la gestión del ordenamiento y mantenimiento vial, promover la renovación de la flota vehicular y avanzar hacia el uso alternativo de combustibles producidos nacionalmente. En 2007, fue presentado ante el Congreso Nacional el anteproyecto de Ley de Uso Racional de la Energía y, posteriormente, en 2012, otra iniciativa denominada proyecto de Ley de Eficiencia Energética y Construcción Bioclimática (CEPAL, 2018).

#### 2.2.2.3 EFICIENCIA ENERGÉTICA Y MOTORES ELÉCTRICOS.

El reto energético: La energía que utilizamos tiene un precio. Un precio que no solo se paga con dinero, sino también con costes medioambientales. Los gases de efecto invernadero son uno de los principales causantes del cambio climático y la producción de energía representa dos tercios de las emisiones de estos gases en todo el mundo. \* Se prevé que la demanda de electricidad aumente más de un 40 % en 2030.\* Aunque se espera que el nivel de emisiones se mantenga estable\*, sigue siendo demasiado alto para cumplir los objetivos establecidos por más de 150 países en la COP21, celebrada en París en 2015. Dado que las nuevas tecnologías surgen muy lentamente, los expertos afirman que las emisiones de gases de efecto invernadero calculadas para este siglo ya se habrán alcanzado poco después de 2030. La Agencia Internacional de Energía (AIE) ha formulado una "estrategia puente" para evitar este pico inicial de las emisiones de gases de efecto invernadero. Una parte importante de esta estrategia consiste en mejorar la eficiencia energética de la industria (International Energy Agency, 2019).



**Figura 5. El reto energético**

Fuente: (FLUKE, 2016)

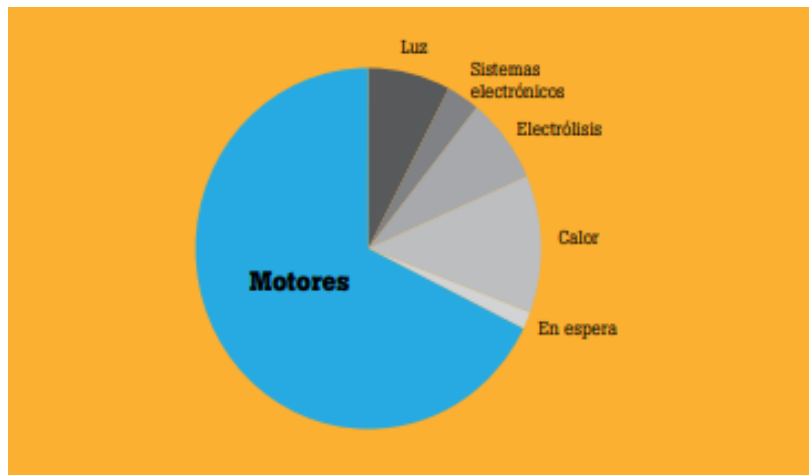
Eficiencia energética y la norma ISO 50001: Para mejorar la eficiencia energética en la industria, la Organización Internacional de Normalización (ISO en inglés) ha desarrollado la norma de gestión energética ISO 50001, de carácter voluntario y similar a la norma de gestión de calidad ISO 9001. Se basa en el ciclo PLAN-DO-CHECK-ACT (planear, hacer, verificar y actuar), de eficacia probada, para mejorar estructuralmente la eficiencia energética industrial. La norma de gestión energética ISO 50001 puede resumirse así: Planifica: Realizar inspecciones energéticas, establecer indicadores de referencia de rendimiento energético, fijar objetivos y metas, trazar planes de acción. Implementa: Implementar planes de gestión de energía. Verifica: Controlar y medir procesos y compararlos con los objetivos y las políticas energéticas. Informar sobre los resultados. Actúa: Tomar medidas para mejorar continuamente el rendimiento energético. Beneficios: Ahorre dinero en energía. Evite multas por altas emisiones de dióxido de carbono. Controle el cambio climático (FLUKE, 2016).

Motores eléctricos: La electricidad es una importante fuente de energía para la industria y los motores eléctricos representan dos tercios del consumo eléctrico mundial. Por tanto, los motores eléctricos encabezan la lista de oportunidades de ahorro de energía. Los motores antiguos e ineficientes van a seguir existiendo durante muchos años y los sistemas modernos, aunque eficientes en teoría, no siempre funcionan en las condiciones óptimas y acaban desperdiciando energía.



La comprobación sistemática y periódica de sus motores eléctricos puede proporcionar referencias y los indicadores de rendimiento energético que exige ISO 50001. Además, podrá ahorrar energía y reducir los costes de mantenimiento y reparación, y minimizará las interrupciones del proceso. Existen tres factores importantes que influyen sobre la eficiencia de un motor:

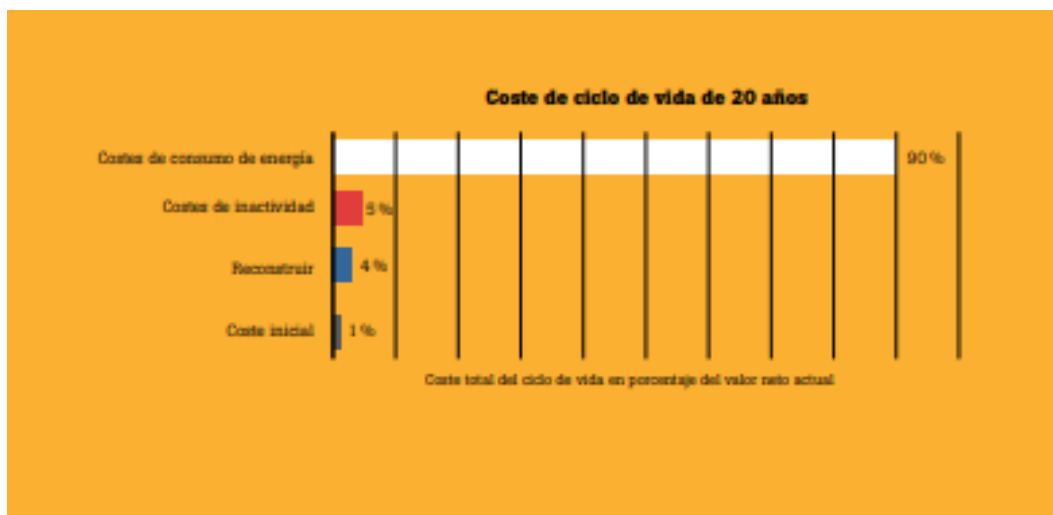
- 1) La clase de eficiencia del motor
- 2) La carga del motor
- 3) La desclasificación del motor (FLUKE, 2016).



**Figura 6. Motores eléctricos**

Fuente: (FLUKE, 2016)

Clase de eficiencia del motor: Los motores eléctricos tienen en su mayoría una cifra de eficiencia en la placa de características. Este número muestra la eficiencia con la cual el motor convierte la energía eléctrica en energía mecánica. Los motores se clasifican en diferentes niveles de eficiencia dependiendo de su construcción. Cuanto mayor sea la clase, mayor será la eficiencia y menor será la energía necesaria para su funcionamiento. Estas clases de eficiencias varían según la región. Existen dos sistemas de clasificación ampliamente utilizados: IEC: IE1/IE2/IE3/IE4 NEMA: Standard/High/Premium/Super Premium La sustitución de un motor de clase inferior por uno de mayor eficiencia energética exige cierta inversión. Pero teniendo en cuenta que el coste de capital inicial representa aproximadamente solo el 1 % del coste total a lo largo de 20 años de vida útil del motor (la energía asciende a un 90 %)\*, vale la pena invertir en motores con una alta eficiencia energética (FLUKE, 2016).



**Figura 7. Ciclos de vida de motor**

Fuente: (FLUKE, 2016)

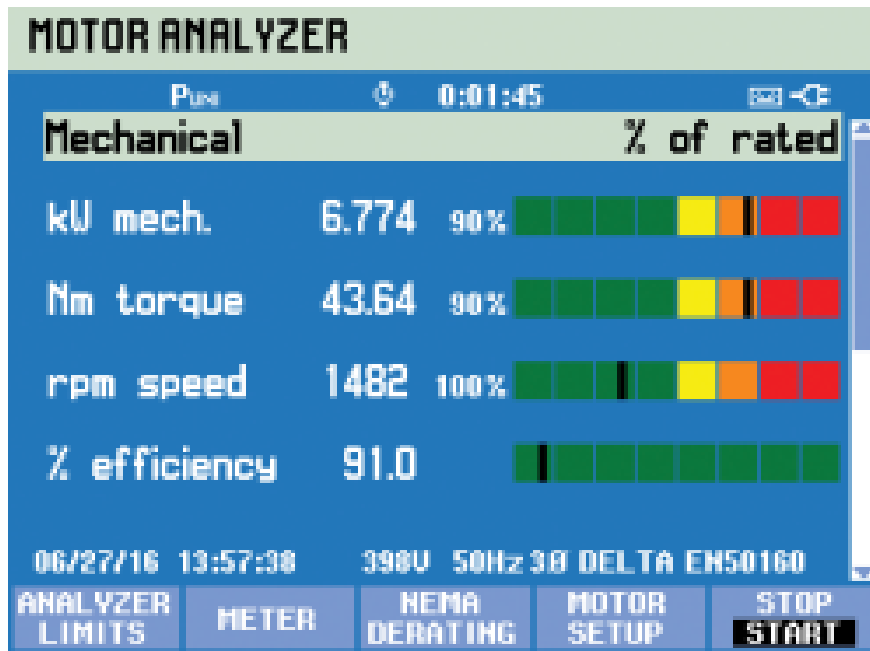
**Carga del motor:** La carga del motor indica la idoneidad de la correspondencia entre la capacidad del motor y la carga mecánica. Pueden darse tres situaciones de carga básicas: **SOBRECARGA** El motor es demasiado pequeño para el trabajo que desempeña. Se sobrecalienta, tendrá una vida útil reducida y puede fallar periódicamente. Perderá energía en forma de calor, por lo que la eficiencia energética será baja. **CARGA INFERIOR** El motor es demasiado grande para el trabajo que desempeña. Funcionará a una pequeña fracción de la potencia especificada y consumirá una cantidad de corriente eléctrica excesiva y poco eficaz. Como esta corriente no suministra energía útil, la eficiencia será baja. Es posible que las compañías eléctricas exijan que se sancione el uso de esta corriente excesiva y poco eficaz. **CARGA NOMINAL** La capacidad del motor es adecuada para la carga mecánica. El motor funciona al valor nominal de potencia especificado y usa la energía para ejecutar la tarea con la mayor eficiencia posible. Ésta es la situación de carga ideal (FLUKE, 2016).

**Desclasificación del motor:** Cuando el motor pierde régimen, tiene que utilizarse por debajo de la potencia especificada debido a la mala calidad del suministro eléctrico. Al reducir el régimen del motor también disminuye su eficiencia energética. Si no se hace nada para remediarlo, pueden producirse averías prematuras y se puede acortar su vida útil. Hay cuatro factores principales que provocan esta reducción: **DESEQUILIBRIO DE LA TENSIÓN** Las tres fases de la tensión de alimentación no tienen los mismos valores, lo que aumenta en exceso el esfuerzo mecánico y provoca una pérdida de eficiencia en el motor. **ARMÓNICOS DE**

**TENSIÓN** Hay otras frecuencias presentes en la tensión de alimentación además de la fundamental de 50/60Hz. Esto produce pares inversos y pérdidas de calor en el motor, lo que reduce su eficiencia. **SOBRE TENSIÓN / TENSIÓN BAJA** La tensión de alimentación es demasiado alta o baja respecto a los valores especificados de tensión del motor. En ambas situaciones disminuye la eficiencia del motor. **ALTA TEMPERATURA** La alta temperatura del motor afecta negativamente a su rendimiento (FLUKE, 2016). (FLUKE, 2016).

Comprobación de la eficiencia del motor: Para comprobar la eficiencia del motor es necesario un enfoque en dos etapas: en primer lugar, consultar la placa de características del motor; a continuación, utilizar un instrumento de medida de la eficiencia del motor. **PLACA DE CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR** La placa de características del motor indica la clase de eficiencia del motor y la eficiencia especificada. Estos datos se extraen en condiciones de laboratorio, pero la eficiencia real del motor puede variar enormemente bajo condiciones de funcionamiento reales. **INSTRUMENTO PARA MEDIR LA EFICIENCIA DEL MOTOR** Un instrumento para medir la eficiencia del motor mide la eficiencia real con la cual el motor convierte la energía eléctrica en energía mecánica. También mide los factores que influyen sobre la eficiencia (FLUKE, 2016).

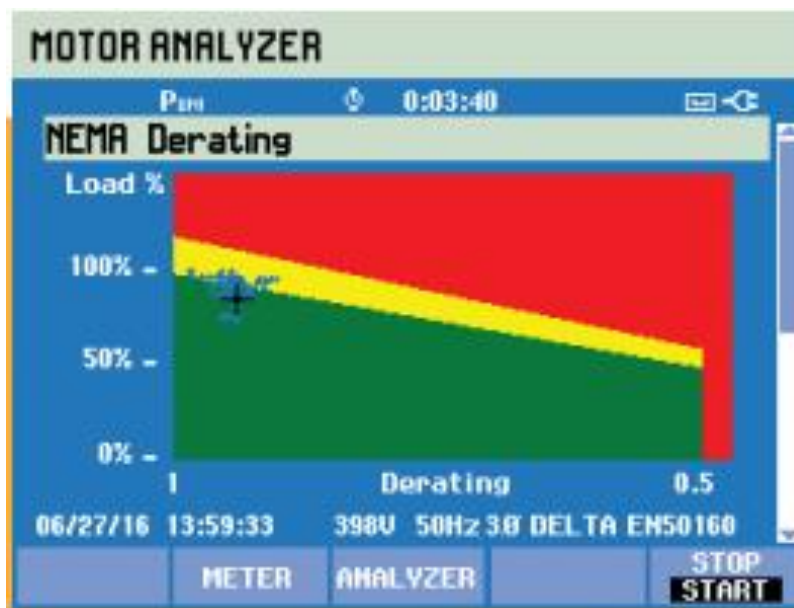
Esto permite tomar medidas correctoras si la eficiencia es inferior a los objetivos establecidos en ISO 50001. Un instrumento práctico solo necesita conectarse eléctricamente al motor y se puede utilizar sin interrumpir el proceso de funcionamiento del motor. El analizador de calidad eléctrica y eficiencia de motores eléctricos Fluke 438-II cumple estos requisitos y ofrece muchas otras funciones para analizar la eficiencia del motor. (FLUKE, 2016). A continuación, en la figura se muestra la pantalla de eficiencia del motor de la función del analizador de motores Fluke 438-II. La eficiencia real del motor se puede ver directamente y se registra a lo largo del tiempo (FLUKE, 2016).



**Figura 8. Pantalla de eficiencia del motor**

Fuente: (FLUKE, 2016)

En la pantalla de reducción se puede ver la carga real del motor y la reducción de su régimen según NEMA MG1-2014. Esta pantalla muestra si se está utilizando el motor de manera eficiente y dentro de sus límites de funcionamiento para maximizar la vida útil del motor (FLUKE, 2016).



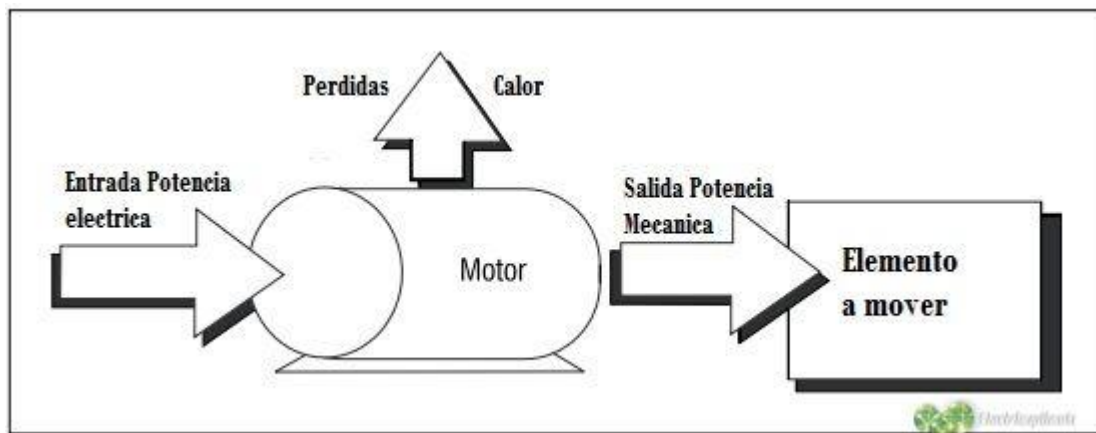
**Figura 9. Pantalla de desclasificación del motor**

Fuente: (FLUKE, 2016)

Resumen de eficiencia energética: La eficiencia energética industrial debe mejorarse para no alcanzar antes de lo debido los límites de emisiones de gases de efecto invernadero establecidos. ISO50001 proporciona un sistema de gestión para ahorrar energía de forma estructural en la industria. La energía eléctrica es una importante fuente de energía para la industria y los motores eléctricos consumen dos tercios del total. Los motores eléctricos suelen ser menos eficientes de lo que sugieren sus especificaciones. Si se comprueba la eficiencia del motor y se optimizan las condiciones de funcionamiento, puede ahorrarse una cantidad de energía considerable con una modesta inversión. Ahorrar dinero en la factura energética y las multas por emisiones de dióxido de carbono también ayuda a mantener bajo control el cambio climático (FLUKE, 2016).

### 2.3 QUE ES LA EFICIENCIA DE UN MOTOR ELÉCTRICO

La eficiencia del motor eléctrico es la relación entre la potencia de salida (mecánica) y la potencia de entrada (eléctrica). La salida de potencia mecánica se calcula en base al par y la velocidad requerida (es decir, la potencia requerida para mover el objeto conectado al motor) y la entrada de energía eléctrica se calcula en base al voltaje y la corriente suministrados al motor.



**Figura 10. Eficiencia del motor eléctrico**

La salida de potencia mecánica es siempre inferior a la entrada de energía eléctrica, ya que la energía se pierde durante la conversión (eléctrica a mecánica) en diversas formas, como el calor y la fricción.

El diseño de un motor eléctrico tiene como objetivo minimizar estas pérdidas para mejorar la eficiencia. La mayoría de los motores eléctricos están diseñados para funcionar entre el 50% y el 100% de la carga nominal. La eficiencia máxima suele estar cerca del 75% de la carga nominal.

Así, un motor de 10 caballos de fuerza (hp) tiene la eficiencia máxima a 7,5 hp. La eficiencia de un motor tiende a disminuir drásticamente por debajo del 50% de carga. Sin embargo, el rango de buena eficiencia varía con los motores individuales y tiende a extenderse en un rango más amplio para motores más grandes.

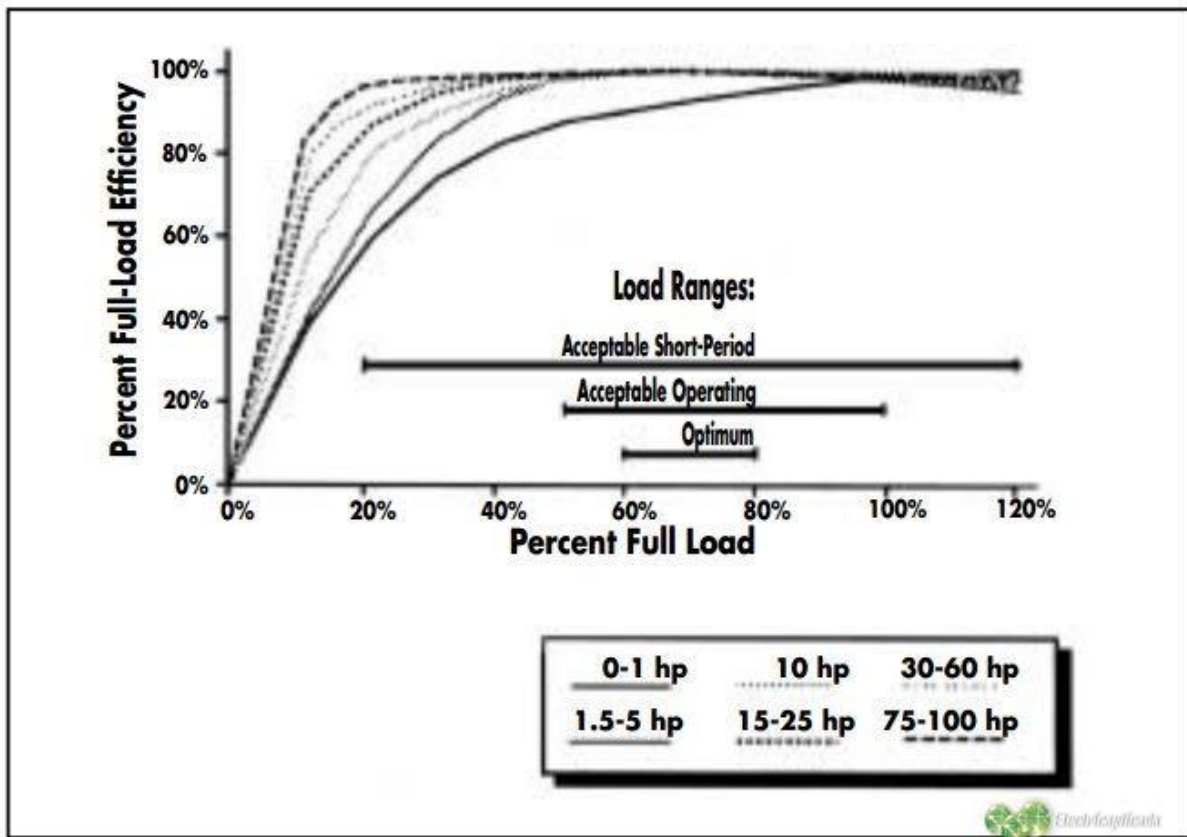


Figura 11. Eficiencia vs carga en motores

Un motor se considera cargado cuando está en el rango donde la eficiencia disminuye significativamente con la disminución de la carga. Los motores sobrecargados pueden sobrecalentarse y perder eficiencia.

## 2.4 FÓRMULAS DE EFICIENCIA PARA MOTORES

**Tabla 5. Fórmulas de eficiencia**

Formula eficiencia motor D.C (Corriente directa):
$E_f = \frac{Hp \times 746}{V \times I}$
Formula eficiencia motor Monofásico A.C (Corriente Alterna):
$E_f = \frac{H.P \times 746}{V_{L-N} \times I \times F.p}$
Formula eficiencia motor Bifásico A.C (Corriente Alterna):
$E_f = \frac{H.P \times 746}{2 \times V_{L-N} \times I \times F.p}$
Formula eficiencia motora Trifásico A.C (Corriente Alterna):
$E_f = \frac{H.P \times 746}{\sqrt{3} \times V_{L-L} \times I \times F.p}$

Fuente: (Electrica Aplicada, 2017)

## 2.5 CÁLCULO DE EFICIENCIA PARA UN MOTOR ELÉCTRICO TRIFÁSICO

Se desea calcular la eficiencia de un motor eléctrico de 20hp, con un voltaje de conexión de 480Volt, f.p=0,86 y I=23,4A

Aplicando la formula obtenemos:  $Ef=(20hp \times 746)/(\sqrt{3} \times 480V \times 0,86 \times 23,4A)=0,89$ , lo multiplicamos por 100 y nos da el resultado en porcentaje, ósea una eficiencia del 89%.

## 2.6 FACTOR DE POTENCIA Y EFICIENCIA DE LOS MOTORES

El Factor de potencia, a menudo es discutido como una medida de reducción de costos de energía, sabiendo que este no es una verdadera medida de ahorro de energía.

Mejorar el F.P puede reducir los costos de energía si el usuario final está sujeto a cargos de utilización de F.P. Los usuarios con tarifas de servicios eléctricos basados solo en el uso de energía, sin cargos por demanda (como usuarios residenciales y comerciales pequeños), típicamente no se beneficiarán de las medidas de corrección del Factor de potencia.

La corrección de F.P del usuario final se aplica principalmente para evitar las cargas de servicios eléctricos con un F.P comúnmente inferior a 0,9 y para reducir la demanda de transformadores y generadores de usuario final liberar capacidad de los mismos.

Los servicios eléctricos, a fin de reducir las pérdidas de sus sistemas, alientan a los usuarios de energía a consumir energía eficientemente mediante la definición de sus tarifas en función de ciertos parámetros. Un costo mayor en el servicio eléctrico se da para un bajo P.F, en otras palabras un mayor costo de la factura eléctrica.

Mejor descrito y entendido al revisar los componentes de un sistema eléctrico, F.P es la relación entre kilovatios (kW) y kilovoltios-amperios (kVA). La potencia eléctrica total kVA tiene dos componentes: potencia real kW y potencia reactiva kilovoltaje-amperios reactivos (kVAR) – matemáticamente descrita como:

$$kVA^2 = kW^2 + kVAR^2 \text{ y Factor de potencia} = kW / kVA$$

Muchas cargas de instalaciones comerciales e industriales son motores, cargas inductivas que requieren potencia reactiva inductiva.



Los condensadores proporcionan energía reactiva eléctricamente en la dirección opuesta a la potencia reactiva inductiva. El kVAR inductivo se puede reducir o cancelar agregando kVAR capacitivo. El F.P unitario o 100% PF, es cuando  $kVA = kW$ .

Un F.P en retraso es cualquier F.P que es menos de 100% o sea kVAR inductivo, y es típico en instalaciones comerciales e industriales.

El F.P con kVAR capacitivo, es cualquier F.P que sea mayor que 100%. El F.P líder es típicamente una condición eléctrica indeseable por una variedad de razones. La variación en el componente de potencia reactiva no tiene ningún efecto sobre la potencia real requerida por la carga.

La potencia reactiva tiene un efecto sobre el kVA que suministra la carga y puede hacer que la carga en el generador sea mayor de lo necesario. Los condensadores fijos en el servicio eléctrico principal son un método común para corregir el F.P retrasado. Las instalaciones con motores grandes también pueden ubicar condensadores en los motores, lo que ayuda a reducir la carga de corriente del conductor y del transformador hasta el motor. Dado que la potencia reactiva no realiza ningún trabajo, el F.P indica el porcentaje de energía útil de la energía total, y es mejor cuando está lo más cerca posible de la unidad. El bajo F.P puede contribuir a una baja eficiencia, mayores pérdidas y cargos de servicios eléctricos innecesarios.

Los motores de inducción requieren potencia real y reactiva para funcionar. La potencia real (kW) produce trabajo y calor. La potencia reactiva (kVAR) establece el campo magnético en el motor que le permite operar. El F.P de un motor es menor cuando el motor está subcargado y se reduce significativamente cuando la carga del motor es inferior al 70%. La mejor manera de mantener el F.P cerca del diseño del motor, que normalmente es de 80% a 85% F.P, es hacer coincidir el motor con la carga.

## 2.7 FUENTES COMUNES DE PÉRDIDAS DE EFICIENCIA

Perdidas de fricción: Estas pérdidas se atribuyen a la fuerza que se necesita para superar el arrastre asociado con la rotación del rotor o armadura del motor. Ejemplos de pérdidas de fricción

son la fricción de cojinetes, bujes o escobillas en un motor de corriente continua de tipo universal o cepillado. En general, las pérdidas por fricción son proporcionales a la velocidad del rotor.

Perdidas por inercia: En un motor enfriado por aire, estas pérdidas son causadas por la turbulencia en el aire que actúa contra la rotación del rotor. Ejemplos de estos son ranuras de armadura o geometrías que no son cilíndricas o ventiladores. Las pérdidas por inercia se estiman como proporcionales al cubo de la velocidad del rotor.

Perdidas de hierro: También llamadas pérdidas de núcleo, estas son pérdidas asociadas en las rutas magnéticas del motor. Por lo general, se caracterizan por la pérdida de vatios por masa. Los diferentes aceros tienen diferentes características que afectan estas pérdidas. Para comprender mejor las pérdidas de hierro, podemos dividir las pérdidas por histéresis y pérdidas por corrientes parásitas.

Las pérdidas de histéresis se deben a la cambiante polaridad del flujo en el núcleo de acero. Las pérdidas de histéresis se efectúan tanto por la capacidad del material para cambiar la polaridad fácilmente como por la densidad de flujo total en el acero.

Las pérdidas por corrientes de Foucault son corrientes circulantes inducidas en el núcleo de acero por la polaridad cambiante del flujo. Las pérdidas de corriente de Foucault se ven afectadas por la densidad de flujo total, la frecuencia a la que cambia la polaridad del flujo y el área disponible para que fluyan las corrientes parásitas. Los diseños de motores utilizan núcleos de acero laminado para reducir el área disponible para que las corrientes de Foucault fluyan porque los electrones no pueden saltar.

Perdidas óhmicas: Las pérdidas óhmicas o las pérdidas  $I^2 R$  se deben a la corriente que fluye a través de los conductores del motor. Estas pérdidas son iguales al cuadrado del corriente multiplicado por la resistencia del camino a través del cual fluye la corriente.

Otras pérdidas: Otras pérdidas generalmente se clasifican como pérdidas que no se correlacionan con las pérdidas explicadas anteriormente. Esto a veces se usa como un factor de seguridad en los cálculos de diseño. Independientemente del tipo de motor, las pérdidas descritas

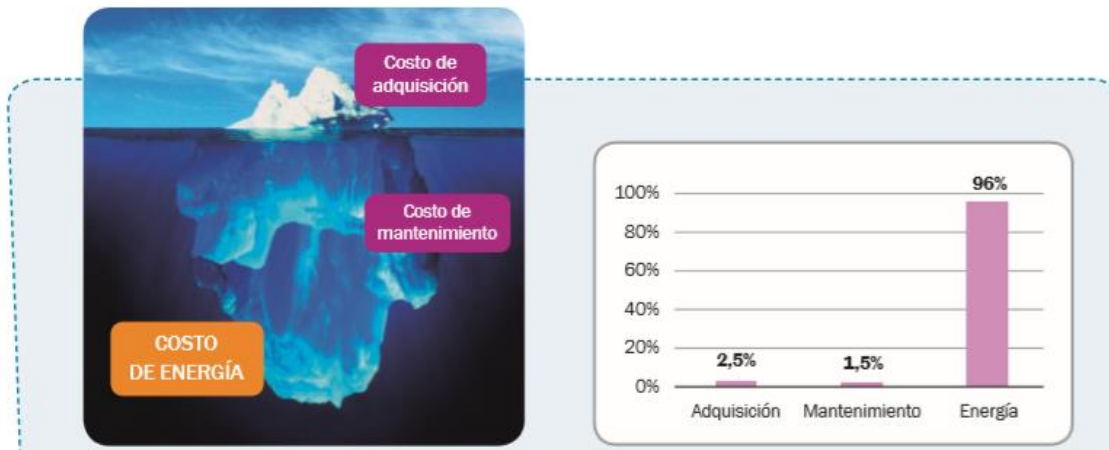
no pueden diseñarse por completo. El ingeniero de diseño necesita ver varios diseños posibles para optimizar el motor para la operación más eficiente. Las concesiones como la minimización de las pérdidas óhmicas podrían causar un aumento en las pérdidas de hierro. El aumento de la eficiencia generalmente tiene un costo, ya sea de materiales más costosos o procesos de fabricación difíciles. No es importante para todos los ingenieros, que especifican motores, entender las matemáticas detrás de las pérdidas, pero es bueno saber que existen (Electrica Aplicada, 2017).

La eficiencia energética ahorra dinero e incrementa la competitividad: Más allá de la preservación ambiental y el desarrollo sostenible, un motor de alto rendimiento genera bajas pérdidas de energía, reduce notablemente la elevación de la temperatura y por lo tanto brinda una mayor vida útil en comparación con un motor convencional, gracias a que poseen mayor cantidad de cobre y una mejor disposición y diseño de sus partes internas. Para lograr el máximo ahorro energético y de costos, es primordial contemplar motores de alta eficiencia en la etapa inicial de todo proyecto.



**Figura 12. Captura de motor eléctrico**

La eficiencia energética se relaciona con la cantidad de energía útil que se puede obtener de un sistema o de una tecnología en particular, con el fin de desarrollar de manera óptima las tecnologías de productos, procesos y servicios que consumen energía para contribuir a la reducción de su demanda. Estas tecnologías y servicios utilizarían menos energía realizando la misma tarea y obteniendo los mismos beneficios finales.



**Figura 13. Representación de costos de la energía**

Los motores eficientes son aquellos que presentan menores pérdidas en comparación a los motores convencionales, es decir, que tienen un rendimiento superior.

La eficiencia de los motores se clasifica en distintas categorías dispuestas por la Norma IEC 60.034, replicada en Argentina como la Norma IRAM 62.405, en la que se definen 4 clases de eficiencia, IE0, IE1 (eficiencia estándar), IE2 (alta eficiencia) e IE3 (eficiencia premium), aplicada para motores de potencias de entre 0,75 y 90 kW. A su vez, actualmente se encuentran en desarrollo motores de nuevas tecnologías de muy alta eficiencia, los que se categorizan como clases IE4 e IE5. Para el año 2018, el etiquetado de eficiencia energética de motores será obligatorio para todos aquellos de potencias entre 0,75 y 30kW.

Estos deberán contar con la etiqueta de la Figura siguiente



**Figura 14. Norma IRAM 62,405**

Comparación entre eficiencias de motores IE3, IE2 e IE1. En el gráfico se observan las curvas de eficiencia para motores IE1, IE2 e IE3 en función de su potencia nominal. Se puede ver que un motor IE3 es desde un 2% a un 10% más eficiente que uno IE1. Se debe destacar que para muy bajas potencias la diferencia en la eficiencia es muy grande, esto debe tenerse en cuenta al momento de la compra, ya que en

Figura IV - Etiqueta Norma IRAM 62.405 estos casos el tiempo de retorno de la inversión es siempre menor a 2 años. A su vez, para grandes potencias, a pesar de que las diferencias entre las eficiencias sean menores, al ser los valores nominales más altos, el ahorro energético resulta igualmente muy significativo.

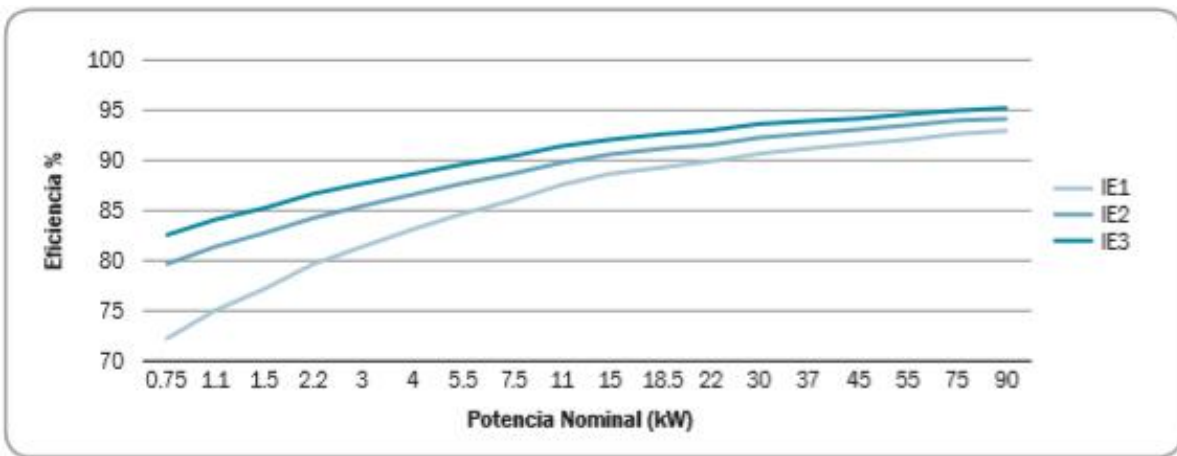


Figura V - Comparación de Eficiencias mínimas de motores según Norma IRAM 62405

### Se ha dañado un motor, ¿Qué hacer?

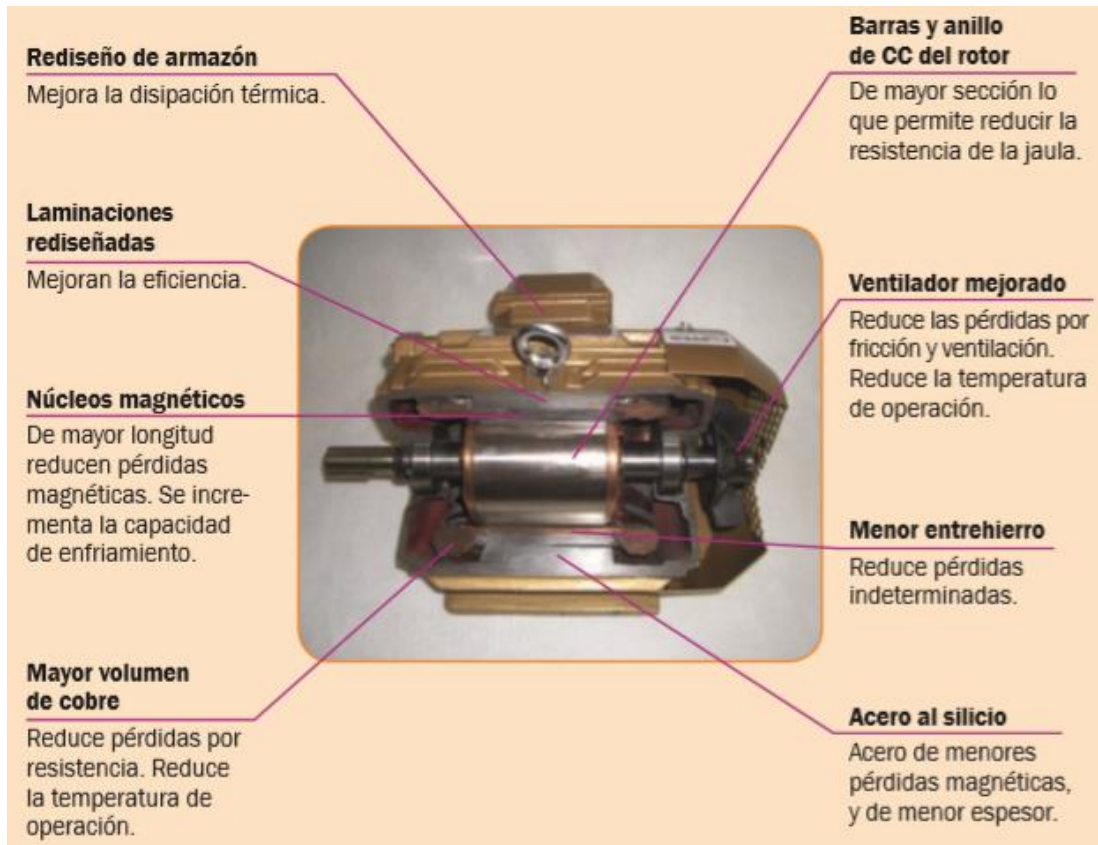
- Se recomienda evaluar reemplazarlo por un motor nuevo IE2 o IE3, en especial si el motor ya ha sido rebobinado anteriormente.
- El recambio de motores de potencias menores a 25HP tiene períodos de repago muy cortos
- Tenga en cuenta que cada vez que se rebobina un motor, si no se aplican las mejores prácticas, se reduce su eficiencia al menos un 1%

Figura 15. Eficiencia de los motores eléctricos

Tecnologías de motores de alta eficiencia: La tecnología de fabricación de motores eléctricos ha evolucionado mucho en los últimos años. Entre las principales características de fabricación de los motores de alta eficiencia se detallan:

- 1) Mayor cantidad de material conductor.
- 2) Mejor calidad de chapas magnéticas para reducir las corrientes parásitas.
- 3) Sistema de ventilación más eficiente.
- 4) Reducción de la dispersión del campo electromagnético por medio de una mayor área de laminación.
- 5) Rodamientos antifricción de bajo calentamiento, escaso nivel de ruido y bajas pérdidas por fricción.
- 6) Entrehierro más estrecho, lo que permite reducir las pérdidas magnéticas y por fricción.

La viabilidad económica de cambiar motores estándar por motores de alta eficiencia depende de manera muy significativo del tiempo de utilización, del factor de carga, del porcentaje de rendimiento incrementado, de la potencia del motor y del mayor costo de los mismos.



**Figura 16. Componentes de un motor de eficiencia**

Algunas ventajas que tienen los motores de alta eficiencia frente a los motores estándar son:

- 1) Los fabricantes dan un mayor tiempo de garantía.
- 2) Ciclos de lubricación más prolongados en el tiempo.
- 3) Mayor tolerancia al estrés térmico.
- 4) Habilidad para operar en ambientes con elevadas temperaturas.
- 5) Más resistentes a condiciones anormales de operación, como sobre-voltajes, bajo-voltajes y desbalance de fases.
- 6) Un factor de potencia significativamente mayor para potencias de más de 100 HP, lo que disminuye las pérdidas en distribución y las penalizaciones.

## Criterios para selección de motores eficientes

Elegir el motor adecuado depende de las necesidades a cubrir, tomando en cuenta la potencia requerida por la carga, las condiciones de operación, de arranque y la regulación de la velocidad.

A continuación se enumeran algunos parámetros que deben tenerse en cuenta al momento de seleccionar un motor, los cuales influyen en su rendimiento, en los costos de operación y mantenimiento, y en el buen funcionamiento del sistema.

- 1) Información básica:
- 2) Potencia nominal
- 3) N° de polos
- 4) Tensión nominal
- 5) Frecuencia
- 6) Velocidad nominal
- 7) Factor de servicio
- 8) Ruido máximo tolerable
- 9) Tamaño de carcasa
- 10) Forma constructiva
- 11) Sentido de rotación

### Clase de Eficiencia:

- 1) IE3
- 2) IE2
- 3) IE1 (no recomendada).
- 4) Características de la carga:



- 5) Tipo de carga (bomba, ventilador, compresor, etc)
- 6) Curva característica
- 7) Cupla de arranque

Tipo de transmisión mecánica (polea, cadena, acople directo, reductor). Condiciones ambientales de la instalación:

- 1) Temperatura máxima (determina la Clase de Aislación)
- 2) Altura sobre el nivel del mar
- 3) Humedad
- 4) Índice de Protección IP
- 5) Ambiente explosivo
- 6) Ambiente altamente corrosivo

Régimen de funcionamiento (S1 a S8). Protecciones para instalar (sobre corriente, temperatura, humedad, vibraciones)

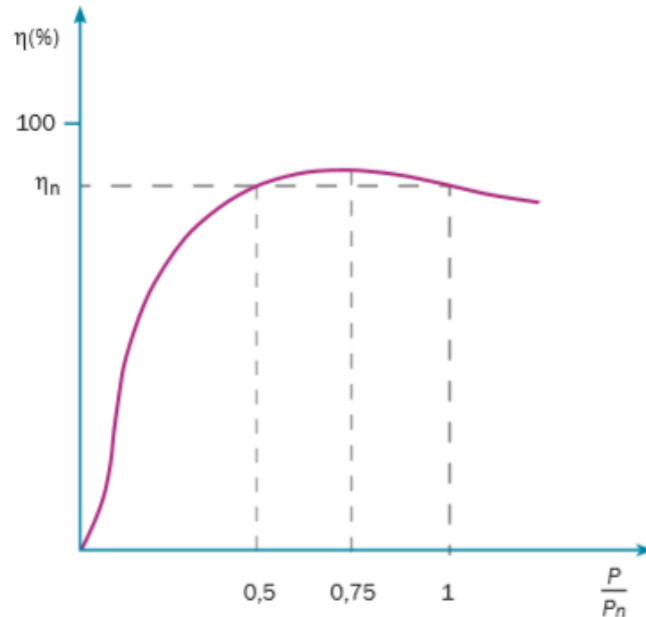
Tipo de arranque o control a utilizar:

- 1) Arranque Directo
- 2) Arranque Estrella-Triángulo
- 3) Arrancador Suave
- 4) Variador de Velocidad

Variación de la eficiencia con la carga

El factor de carga influye en gran medida en el valor de la eficiencia del motor. A un factor de carga menor al 50% la eficiencia comienza a descender abruptamente, por lo que no se recomienda trabajar en estas condiciones. Por otro lado, como se observa en la figura VII, la

condición óptima de trabajo se encuentra alrededor del 75% de la potencia nominal. Por estos motivos resulta muy importante que al seleccionar un motor este no se sobredimensione y se contemplen de forma adecuada las condiciones de operación futuras.



**Figura 17. Curva de eficiencia de motor de 30kW en función de la carga**

Recomendaciones para la operación y mantenimiento. Adicionalmente a las características de eficiencia intrínsecas de los motores, existen otros factores que afectan su rendimiento, por lo cual se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- 1) Es recomendable un buen sistema de alimentación que permita un suministro de energía eléctrica seguro y adecuado al motor. En este rubro se deberá tener especial cuidado en que la diferencia de tensión y el desbalanceo de tensión se encuentren en el menor rango posible, ya que de otra forma se verá afectada la eficiencia por estos conceptos.
- 2) Las instalaciones mecánicas también deben estar en óptimas condiciones, ya que una correa de transmisión mal tensada, un anclaje mal hecho o vibraciones excesivas originarán una disminución de la eficiencia del motor.
- 3) En la medida de lo posible proveer una buena circulación de aire para garantizar que el

sistema de ventilación opere en forma adecuada.

- 4) Una lubricación inadecuada afecta el rendimiento del motor y un mantenimiento insuficiente deteriora la eficiencia.
- 5) Se recomienda el uso de motores en lapsos de tiempo continuos en vez de intermitentes.
- 6) el factor de potencia de su instalación

Si el factor de potencia (Coseno  $\phi$ ) es menor a 0,9 se recomienda instalar bancos de capacitores para evitar penalizaciones. Cuanto más cerca de su potencia nominal trabaje un motor, mejor será su factor de potencia. Procure no sobredimensionar el sistema de corrección del factor de potencia ya que un factor de potencia capacitivo puede ser riesgoso para la instalación.

La eficiencia energética juega un rol central en la necesidad de mejorar la competitividad en el sector industrial. En este sentido, el recambio de motores de eficiencia convencional por aquellos de alta eficiencia es ideal para obtener mejores resultados económicos. Si para el año 2030 todas las economías del mundo adoptaran las mejores prácticas para sus sistemas motores, el consumo de energía eléctrica descendería en un 10 % respecto al consumo proyectado.

Esto sería equivalente a:

- 1) 2.000 a 3.000 TWh de demanda eléctrica
- 2) 1.300 a 1.800 Millones de toneladas de emisiones evitadas de CO<sub>2</sub>

Para dar una idea comparativa de la magnitud de los ahorros citados, éstos equivaldrían al 75% de la demanda de energía eléctrica actual de Estados Unidos y al doble de los ahorros de carbono derivados del cumplimiento del Protocolo de Kyoto, asumiendo que todos los países signatarios hubieran cumplido con sus compromisos de reducción de emisiones.

Entre los beneficios principales de la eficiencia energética para nuestro país se encuentran, además de la mejora en los costos de operación de las empresas, la reducción de importaciones de energía, de gastos de energía en los hogares, y del consumo de combustible en el transporte. La eficiencia energética contribuye a la reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (Cambio Climático) y a la seguridad energética del país y el recambio de motores está alineado con estos compromisos, siendo además una medida de mitigación identificada como concreta (MINEM, 2019).

## CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

Es necesario definir la metodología de la investigación, para poder responder las preguntas de investigación, alcanzar los objetivos planteados y así mismo comprobar la hipótesis. La investigación fue de tipo cuantitativo y pretende medir las variables independientes que inciden en la eficiencia energética del molino de producción de papel en Papelera Calpules. Se baso en la recolección de datos estadísticos y financieros dando con esto una orientación sobre los patrones de comportamiento. El método de investigación es NO EXPERIMENTAL ya que no se realiza ninguna manipulación deliberada de las variables que se utilizan, es decir en este solo se observan las situaciones ya existentes. El diseño de esta investigación es Transaccional ya que su propósito es describir las variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. El alcance de esta investigación es correlacional ya que se pretende describir dos conceptos en un momento determinado.

### 3.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA

Cuando seleccionamos una metodología de investigación se busca que está presente fluidez lógica y coherente entre cada uno de los componentes que la forman, el enunciado del problema y los objetivos serán la base que dicte la estructura y diseño del estudio, es importante que exista congruencia desde el primer capítulo para que de este modo se logren los resultados que se buscan. La muestra es probabilística, es decir las muestras serán obtenidas a partir de un proceso en el que todos los individuos tengan la misma oportunidad de ser seleccionados.

#### 3.1.1 LA MATRIZ METODOLÓGICA

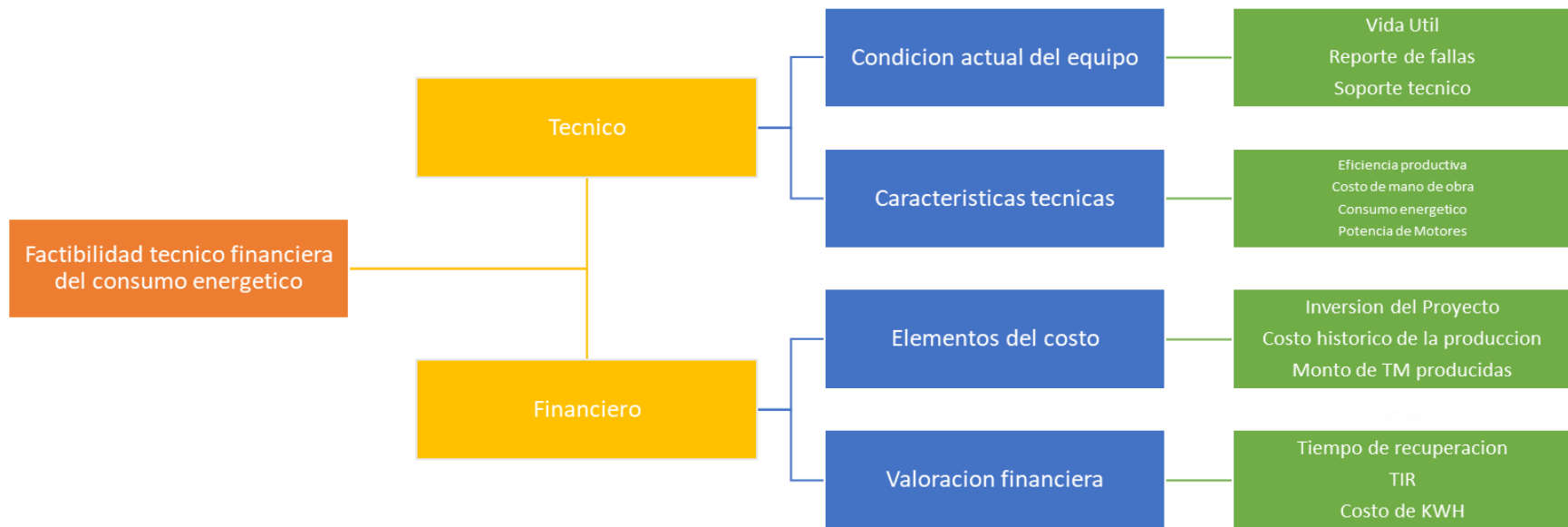
Es una estrategia metodológica que se elabora con el propósito de diseñar de forma general el proceso de investigación y para garantizar que cada uno de los elementos que se utilizaran en la investigación brinde un aporte científico valioso que defina y delimite los alcances de la investigación

**Tabla 6. Congruencia metodológica**

Titulo	Problema	Preguntas de Investigacion	Objetivos		Variables	
			General	Especifico	Dependientes	Independientes
Evaluacion Tecnico Financiero del consumo energetico en el molino de produccion de papel en Papelera Calpules SA	¿Cuál es la factibilidad Técnico-financiera derivada de la ejecución de un proyecto de mejora del consumo energético en el Molino de producción en Papelera Calpules S.A ?	¿Qué factores Técnicos impactan en el consumo energético en el Molino de producción de papel en Papelera Calpules SA 2019?	Determinar la factibilidad técnico-financiera con la ejecución de un proyecto de mejora del consumo energético en el Molino de producción de papel en Papelera Calpules S.A 2019	Identificar qué factores Técnicos impactan en el consumo energético en el Molino de producción de papel en Papelera Calpules SA 2019.	Factibilidad	Tecnico
		¿Cómo impactan los resultados financieros el consumo energético en el Molino de producción de papel en Papelera Calpules SA 2019?		Determinar cómo impactan los resultados financieros el consumo energético en el Molino de producción de papel en Papelera Calpules SA 2019		Financiero

### 3.1.2 LA MATRIZ METODOLÓGICA

La congruencia de estudio ha sido diseñada, por lo que las variables han sido clasificadas, por lo que procedemos a enunciar sus definiciones conceptuales y sus definiciones prácticas para el estudio. También se enumerarán las dimensiones que las compongan y los indicadores que las midan cuantitativamente. Para facilitar la visualización de esto se elabora la siguiente Figura.



**Figura 18. Variables y dimensiones**

Se elaboró una tabla para describir las variables y sus dimensiones, las cuales se les asigna un indicador, el cual es medible y cuantificable.

**Tabla 7. Variable independiente.**

	VARIABLE	DEFINICIÓN		DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS
		CONCEPTUAL	OPERACIONAL			
D E P E N D I E N T E	Factibilidad	Condicion o posibilidad de que una cosa sea realizada ( Gran Diccionario de la lengua española Larousse Editorial)	Disponibilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo los objetivos y metas trasadas.	Recursos	Humanos	1. Cuenta con el conocimiento tecnico el personal actual que opera el Molino de produccion? 2. Cuantas personas se requiere para la operación optima del molino de produccion.? 3 Cual es el nivel de escolaridad del personal? 4 Se cuenta con departamento de calidad que supervice el proceso?
					Materiales	5. Que materiales son implementadoa para la produccion de papel? 6. Se utiliza quimicos en el proceso de produccion.? 7 Cumplen standares de calidad los materiales utilizados?
				Objetivos	Cumplimiento de meta de produccion.	8. Cual es la unidad de medida utilizada por la administracion? 9. Cual es el %minimo requerido de produccion para alcanzar punto equilibrio mensual.? 10) Determine el cumplimiento de metas ultimos 4 años?
				Clasificacion	Tecnico	11. Considera que la inversion mejorara el aspecto tecnico del molino de produccion?
Financiero	12. Concidera que con la inversion se lograra una mejora finaciera?					

En la tabla 7 se exponen la variable independiente, definiéndolas conceptualmente y de forma operacionaTabla 7. Variable dependiente-Técnico



## Continuación de tabla 7

	VARIABLE	DEFINICIÓN		DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS
		CONCEPTUAL	OPERACIONAL			
I N D E P E N D I E N T E	Tecnica	<p>Indica si se dispone de los conocimientos y habilidades en el manejo de métodos, procedimientos y funciones requeridas para el desarrollo e implantación del proyecto. Además indica si se dispone del equipo y herramientas para llevarlo a cabo, y de no ser así, si existe la posibilidad de generarlos o crearlos en el tiempo requerido por el proyecto.</p> <p><a href="https://es.wikipedia.org/wiki/Factibilidad#Factibilidad_t%C3%A9cnica_o_tecnol%C3%B3gica">https://es.wikipedia.org/wiki/Factibilidad#Factibilidad_t%C3%A9cnica_o_tecnol%C3%B3gica</a></p>	<p>Son incrementos en el patrimonio neto de una persona durante el ejercicio de sus funciones (P. Nunes, 2012)</p>	Condicion actual del equipo	Vida Util	13. Cual es la antigüedad del equipo?
					Reporte Fallas Tecnicas	14. Cual es el tiempo muerto por fallas tecnicas? 15. Cuenta con un plan de mantenimiento preventivo y correctivo?
					Soporte Tecnico Externo	16. Se cuenta con soporte tecnico externo para atender situaciones fallas desconocidas por el personal?
				Características Tecnicas	Eficiencia Productiva	17. Determine la eficiencia productiva de los ultimos 4 años?
					Costo Mano Obra	18. A cuanto asciende costo MO ultimos 4 años?
					Consumo energetico	19. Que % del costo representa el consumo energetico?
					Potencia de los Motores	20. Cuanto es en promedio la potencia de los motores actuales? 21. Cuanto es en promedio la potencia en KWH requerida para la produccion?

En la tabla 7 se exponen la variable dependiente, definiéndolas conceptualmente y de forma operacional

**Tabla 8. Variable dependiente-Financiero.**

	VARIABLE	DEFINICIÓN		DIMENSIONES	INDICADORES
		CONCEPTUAL	OPERACIONAL		
I N D E P E N D I E N T E	Financiero	Es una evaluación que demuestra si el negocio puede ponerse en marcha y mantenerse, mostrando evidencias de que se ha planeado cuidadosamente, contemplado los problemas que involucra y mantenerlo en funcionamiento.(Finanzas y proyectos.net)	Analisa la inversion, fuentes de financiamiento, proyeccion de los ingresos y costos <a href="https://es.slideshare.net/tutor03770/factibilidad-economica-y-financiera">https://es.slideshare.net/tutor03770/factibilidad-economica-y-financiera</a>	Elementos del Costo	Inversion del proyecto
					Costo historico de la produccion
					Monto de las TM producidas
				Valorizacion Financiera	VPN
					Tiempo de recuperacion
					TIR
					Costo KWH
Flujos esperados					

En la tabla 8 se exponen la variable dependiente, definiéndolas conceptualmente y de forma operacional.

### 3.1.3 HIPÓTESIS

Con el objetivo de dar una respuesta preliminar a la pregunta de investigación se propone una aseveración, con el objetivo de verificarla posteriormente o descartarla, según sea los hallazgos de la investigación. “Explicaciones tentativas del fenómeno investigado que se formulan como proposiciones” (Hernández, et. al, 2010, p.92).

H0: El consumo energético no afecta los costos de producción en el molino de producción de papel de Papelera Calpules SA 2019

H1: El consumo energético si afecta los costos de producción en el molino de producción de papel de Papelera Calpules SA 2019

### 3.2 ENFOQUE Y MÉTODOS

El enfoque para utilizar será mixto y cuantitativo de la investigación, ya que este tipo de enfoque representa el más alto grado de integración o combinación entre ambos enfoques.



Figura 19. Diagrama de enfoque

La figura 13, presenta el enfoque mixto, el cual será una combinación de los enfoques cualitativo y cuantitativo. El enfoque no es experimental ya que no se manipularon las variables, es transversal ya que se recolectaron los datos en un único momento y descriptivo de acuerdo con el desarrollo de sus variables independientes: Técnico y Financiero.

### 3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Los diseños de investigación son utilizados para dar una respuesta a las preguntas que se plantearon desde un inicio, “El diseño... plantea una serie de actividades sucesivas y organizadas, que deben adaptarse a las particularidades de cada investigación y que indican los pasos y pruebas a efectuar y las técnicas a utilizar para recolectar y analizar datos” (Vara Horna, 2010, p. 186).

La investigación cualitativa: “La investigación cualitativa proporciona el entendimiento fundamental del idioma, las percepciones y los valores de las personas. La investigación cualitativa a menudo proporciona el entendimiento que nos permite decidir el tipo de información que debemos tener para resolver el problema de investigación y cómo interpretar de manera adecuada esa información”(Malhotra et al., 2004, p. 134).

Investigación descriptiva: Tipo de investigación conclusiva que tiene como objetivo principal la descripción de algo, por lo general características o funciones del mercado y así como lo menciona Joe Ottaviani, Citado por: Naresh K. Malhotra,(2004): “La clave para una buena investigación descriptiva es conocer con exactitud lo que se desea medir y seleccionar un método de encuesta en el que cada encuestado esté dispuesto a cooperar y sea capaz de proporcionar información completa y precisa de manera eficaz”.(p. 166)

Instrumento de medición: “Cuando analizamos los resultados de la investigación debemos creer que las mediciones proporcionan una representación realista de opiniones y conductas, y que capturan adecuadamente cómo los datos de un encuestado se relacionan con los demás” (Malhotra, 2004, p. 273). Investigación Conclusiva: “Investigación diseñada para ayudar a quien toma las decisiones a determinar, evaluar y seleccionar el mejor camino a seguir en una investigación dada” (Malhotra, 2004, p. 75).

Investigación Descriptiva: “Tipo de investigación conclusiva que tiene como objetivo principal la descripción de algo, por lo general características o funciones del mercado” (Malhotra, 2004, p. 78).

### 3.3.1 POBLACIÓN

“El total de todos los elementos que comparten un conjunto de características comunes y comprenden el universo del propósito del problema de investigación de mercado”(Malhotra et al., 2004, p. 314). Para nuestro proyecto de estudio la población está representada únicamente por la empresa Papelera Calpules SA en la evaluación del consumo energético de la maquinaria y equipo del molino de producción de papel.

### 3.3.2 MUESTRA

“Subgrupo de elementos de la población seleccionado para participar en el estudio” (Malhotra, 2004, p. 314).

La muestra puede ser los elementos seleccionados aleatoriamente para hacer los análisis pertinentes del estudio, esta muestra puede ser probabilística o no probabilística, Hernández, et. al. (2010) define ambas muestras como “la muestra 42 probabilísticas... es un subgrupo de la población en el que todos los elementos tienen la misma posibilidad de ser elegidos... muestra no probabilística o no dirigida, como un subgrupo de la población en que la elección de los elementos no depende de las probabilidades sino de las características de la investigación” (p.176). La muestra será seleccionada de acuerdo con el número de componentes o equipos que tenga el molino de producción especialmente aquellos que son generados o fuentes de energía.

### 3.3.3 UNIDAD DE ANÁLISIS

La unidad de medida de este proyecto es la eficiencia energética actual del molino de producción representado por la cantidad de kilowatts hora consumido comparado con el consumo energético según especificaciones técnicas de nuevos motores de eficiencia. Además, el incremento de la productividad y el costo de mantenimiento.

### 3.3.4 UNIDAD DE RESPUESTA

El método seleccionado es cuantitativo, por lo que las respuestas obtenidas están dadas en lempiras, cuando se trata de costos, en KW cuando se refiere a consumo energético, en días cuando se analizan los tiempos y en porcentajes cuando se refiere a pronósticos.

## 3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS

Para efectos de la investigación desarrollada es vital determinar los instrumentos a utilizar con los cuales se logra sustentar el proyecto.

Las técnicas de investigación tienen por objetivo contribuir con la recolección de datos, para el análisis posterior de esto son medios a través del cual se efectúa el método. “Las técnicas cualitativas se caracterizan por ser exploratorias, flexibles, abiertas que permiten la construcción de categorías a partir de la recolección de la información o desde el comienzo en un Inter juego entre ambas” (García de Ceretto & Giacobbe, 2009, p. 87).

### 3.4.1 INSTRUMENTOS

Los instrumentos utilizados deben cumplir con ciertas características, como ser la fiabilidad, para que los resultados sean lo más congruentes posible y que garantice que cada vez que se aplique los resultados sean consistentes, y una segunda característica es la validez, que se refiere a que el instrumento debe la variable que se pretende medir. (Vara, 2010, p. 243).

#### 3.4.1.1 CUESTIONARIO

“Tal vez sea el instrumento más utilizado para recolectar los datos, consiste en un conjunto de preguntas respecto de una o más variables a medir” (Hernández, 2010, p. 217). A fin de obtener información se plantean una serie de preguntas que dan la guía del proceso investigativo, costos de KWH, estructura actual del personal centrado, costos de mantenimiento, potencia en los motores, inversión proyectada, son aspectos que darán la pauta y permitirán tomar mejores decisiones.

### 3.4.1.2 ENTREVISTA NO ESTRUCTURADA

“Entrevista no estructurada: se asemeja a una conversación, es más fluida, permite que el investigador profundice en algún tema y que adecue sus preguntas a la persona entrevistada. Previamente no se formulan preguntas, sino un listado de temas ejes” (García & Giacobbe, 2009, p.96).

Se realizó entrevista con el gerente de producción de la planta ubicada en Choloma cortes el día 30 de octubre, con la finalidad de conocer un poco más del proyecto, así como el proceso de producción de papel, esto nos sirvió de mucha base para sustentar el caso de estudio dando una pauta sobre la problemática que se presenta de los altos costos de la energía eléctrica. Para lo cual se realizaron las siguientes interrogantes

- 1) ¿Cuenta con el conocimiento técnico el personal actual que opera el Molino de producción?
- 2) Cuantas personas se requiere para la operación optima del molino de producción
- 3) ¿Cuál es el nivel de escolaridad del personal?
- 4) ¿Se cuenta con departamento de calidad que supervise el proceso?
- 5) ¿Qué materiales son implementado para la producción de papel?
- 6) Se utiliza químicos en el proceso de producción.?
- 7) ¿Cumplen estándares de calidad los materiales utilizados?
- 8) ¿Cuál es la unidad de medida utilizada por la administración?
- 9) Cuál es el % mínimo requerido de producción para alcanzar punto equilibrio mensual.
- 10) ¿Determine el cumplimiento de metas últimos 4 años?
- 11) ¿Considera que la inversión mejorara el aspecto técnico del molino de producción?
- 12) ¿Considera que con la inversión se lograra una mejora financiera?

- 13) ¿Cuál es la antigüedad del equipo?
- 14) ¿Cuál es el tiempo muerto por fallas técnicas?
- 15) ¿Cuenta con un plan de mantenimiento preventivo y correctivo?
- 16) ¿Se cuenta con soporte técnico externo para atender situaciones fallas desconocidas por el personal?
- 17) ¿Determine la eficiencia productiva de los últimos 4 años?
- 18) ¿A cuánto asciende costo MO últimos 4 años?
- 19) ¿Qué % del costo representa el consumo energético?
- 20) ¿Cuánto es en promedio la potencia de los motores actuales?
- 21) ¿Cuánto es en promedio la potencia en KWH requerida para la producción?

#### 3.4.1.3 PROCESO DE VALIDACION DE LOS INSTRUMENTOS.

La observación permite no solo conocer al objeto observado, sino elaborar un saber sobre él y hasta crear estrategias de intervención... Llamamos observación participante a aquella donde el observador participa realmente de la vida del grupo que estudia, como uno más de ellos, sin interferir en el normal desenvolvimiento de los hechos. (García & Giacobbe, 2009, p.88). Se realizó visita a la planta de producción de papel el día 31 de octubre del 2019, en compañía del Jefe Mantenimiento con el que logramos visualizar y documentar el proceso de igual forma conocer el estado actual del equipo y maquinaria

#### 3.4.2 TÉCNICAS

A continuación, se describen cada una de las técnicas utilizadas en el proceso del proyecto para obtener información correcta.



#### 3.4.2.1 ENCUESTA

Se realizó un cuestionario de 20 preguntas de mucha relevancia para el estudio de las dimensiones de Recursos, Objetivos, clasificación, condición actual del equipo, características técnicas del equipo, elementos del costo y la valoración financiera presentados en la tabla # de operacionalización de las variables, con la finalidad de obtener respuesta a las preguntas de investigación. Se realizó la entrevista con el Gerente de producción y de finanzas para conocer mayores detalles que acuerpen los resultados de la investigación.

#### 3.4.2.2 ENTREVISTA

Las entrevistas implican que una persona calificada (entrevistador) aplica el cuestionario a los participantes; el primero hace las preguntas a cada entrevistado y anota las respuestas. Su papel es crucial, es una especie de filtro. Con las mismas se busca obtener conocimientos de primera fuente que sirvan para estimar datos, ideas y sirvan para el estudio.

### 3.5 FUENTES DE INFORMACIÓN

A continuación, se describen las fuentes, tanto primarias como secundarias, de información estipuladas para el desarrollo de esta investigación:

#### 3.5.1 FUENTES PRIMARIAS

Proporcionan datos de primera mano, pues se trata de documentos que incluyen los resultados de los estudios correspondientes. (Hernández, 2010, p. 57) acompañada de lecturas preliminares para afinarse y completarse. En este caso de estudio la información proporcionada por la empresa, observación del proceso de producción, los costos de producción de papel, datos estadísticos del consumo energético son las principales fuentes primarias.

#### 3.5.2 FUENTES SECUNDARIAS

Las fuentes secundarias representan un conocimiento elaborado y organizado de forma conveniente para un acceso rápido. Ejemplos de estas son: literatura de consulta, revistas

científicas, distintos tipos de índices, artículos de investigación entre otros que se usaron para el desarrollo de esta investigación.

### 3.6 LIMITANTES DEL ESTUDIO

Las limitantes de estudio son todos aquellos aspectos que pueden afectar la obtención adecuada de la información para marco teórico o metodología, restando objetividad a la investigación. Las limitaciones presentadas en el proceso de esta tesis ha sido el factor tiempo, debido a que el proceso de sustitución de equipos conlleva un proceso de por lo menos 3 a 4 meses, sumado a esto los equipos a sustituir se envían a construir de forma especializada fuera del país. Otros aspectos que limito es el hecho que el molino de producción de papel es único en el país, por lo que dificulto lograr realizar comparaciones surgidas de experiencias que otras entidades que tuvieron la misma problemática de Papelera Calpules SA.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En los capítulos que anteceden al capítulo IV se presentó los antecedentes, además se planteó el enunciado del problema en investigación, todo esto documentado y soportado por el marco teórico que muestra información completa a la situación actual del consumo energético en el molino de producción de papel, se diseñó una metodología que permite dar una guía y orden lógico al estudio por medio de las variables independientes, dependientes y sus dimensiones. Se analizó la población total representada por la empresa Papelera Calpules, definiendo como muestra el molino de producción de papel, todo esto se acuerpo con la entrevista realizada al gerente de producción y al financiero de la empresa. Lo anterior, sirve para presentar resultados que permitan validar la hipótesis y la validez del estudio. Mostrando así, los resultados de los estudios técnicos y financieros.

### 4.1 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

El proyecto se realizará en las instalaciones de la empresa Papelera Calpules SA el cual consiste en la sustitución de motores de eficiencia energética por los que están actualmente en el molino de producción de papel, lo cual permitirá bajar el costo de producción de bobinas de papel. El alto costo de la energía eléctrica obliga a Papelera Calpules buscar nuevas alternativas de ahorro que eviten salir del mercado, y no alcanzar sus metas de ventas de papel. El proyecto de sustitución de motores en Papelera Calpules se implementará mediante el cambio de siete motores.

1	**Motor Pulper: ABB, 100HP, 6P, 3PH, M3BP 280SMD 6 Variador ABB ACS880-01-156A-5, 100HP Gabinete de control.
2	**Refino Conico: ABB, 125 HP, 4P, 3PH, M3BP 280SMB 4 Variador ABB ACS880-01-240A-5, 125HP Gabinete de control.
3	**Bomba Fan: 50HP, 1782RPM, 326T, D326T17FB16 Variador ABB ACS580-01-088A-4 Gabinete de control.
4	**Motor Depurado: 50HP, 1782RPM, 326T, D326T17FB16 Variador ABB ACS580-01-088A-4 Gabinete de control.
5	**Motor Alta presion: 50HP, 1782RPM, 326T, D326T17FB16 Variador ABB ACS580-01-088A-4 Gabinete de control.
6	**Bomba Pulper: 50HP, 1782RPM, 326T, D326T17FB16 Variador ABB ACS580-01-088A-4 Gabinete de control.
7	Transformador Pad mounted 1500KVA

Figura 20. Número de ítem y descripción

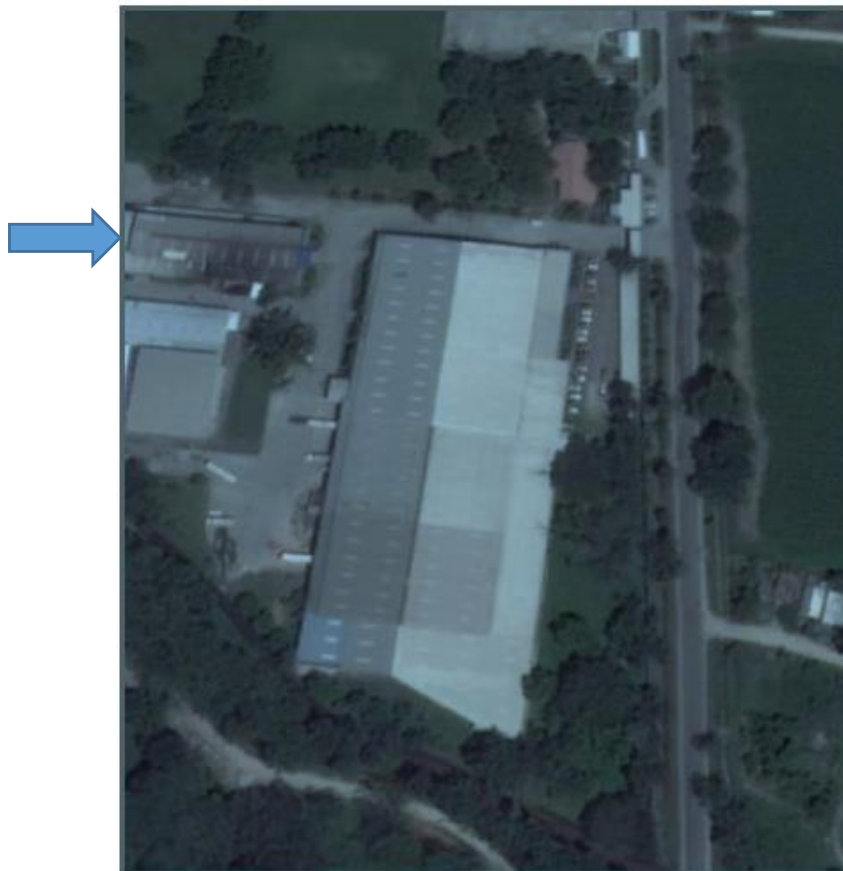
Con lo cual se esperan los siguientes beneficios:

**Tabla 9. Beneficios esperados**

BENEFICIOS	DESCRIPCION DEL BENEFICIO	META	HABILITADORES	ACCIONES PARA LOGRAR LA META
Objetivo 1	Reduccion de consumo energetico, kwh	11%	COSTOS DE MANUFACTURA	Reduccion de factura energetica
Objetivo 2	Reduccion de gastos de mantenimiento	5%	Cumplimiento y Eficiencia	Incremento de velocidad en maquina
Objetivo 3	Eficientar costo x produccion	13%	Cumplimiento y Eficiencia	Mejora de costo operativo

#### 4.1.1 DEFINICION DEL MODELO DE NEGOCIO





La ubicación del proyecto es en la ciudad de Choloma, especialmente en su planta de producción de papel.






**Figura 21. Ubicación de la empresa Papelera Calpules**

Fuente: (Google Maps, 2019)




**Tabla 10. Materiales y herramientas**

<b>Pulper</b>	
El pulper permite moler el cartón, cartoncillo y todo tipo de papel (desperdicio) libre de contaminantes, utilizable para fabricar papel, mediante un movimiento de espas en su parte interna va moliendo poco a poco hasta crear una pasta(merma). La capacidad instalada de producción es para 800 libras por pulgada de papel Kraft	
	
<b>Pilas</b>	
Pila 4: Producto recién procesado del pulper que se dirige a la pila 1	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pila 1: Recibe la pasta procesada en la pila 4 la cual se dirige al área de refinado</li> <li>• Pila 3: Pasta enviada del refinado y del retorno de la caja de nivel.</li> <li>• Capacidad total de las pilas 3.5 Toneladas</li> </ul>	
	
<b>Refinadora</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Refinadora cónica</u>: Refina la fibra de mayor dureza facilitando el proceso de producción.</li> <li>• <u>Refinadora de disco</u>: Refina la fibra mediante 3 tipos de discos, 2 discos fijos y 1 disco móvil el cual realiza la operación de refilado.</li> <li>• La refinadora cónica permite trabajar con fibra de mayor dureza es más eficiente, mientras que la refinadora de disco es mejor en papel blando.</li> </ul>	
	
<b>Bomba Fan</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite regular características relevantes durante el proceso de producción, como el tipo de gramaje del producto, centros limpiadores, esta bomba se mide por caudal (600 Galones).</li> <li>• Tiene también la finalidad de impulsar la pasta por el proceso hacia la mesa de trabajo</li> </ul>	
	



**Continuación de tabla 9**

<b><u>Caja de nivel</u></b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es utilizada para almacenar la pasta que proviene de la pila 3.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La pasta ya ha sido procesada lo que permite es evitar cualquier tipo de suciedad o mal procesado de la pasta, la cual retorna a la pila 3.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esta pasta es procesada nuevamente en las refinadoras.</li> </ul>	
	
<b><u>Centro limpiadores</u></b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se encargan de eliminar el exceso de suciedad e impurezas dentro de la pasta que ya han pasado los demás procesos para evitar que el producto salga de mala calidad.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Una vez retirado el exceso de suciedad en la pasta es quitado del proceso por un sistema de purgado.</li> </ul>	
	
<b><u>Mesa de Trabajo</u></b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se aplican 3 pulgadas de movimiento de la malla es determinado para evitar cualquier tipo de daño de la maya, la pasta se desplaza por la mesa de trabajo tomando forma de papel y siguiente con los demás procesos.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ancho total de mesa de trabajo:</li> </ul>	
<b>94 pulgadas – 6 Pulgadas de corte de pasta</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ancho total efectivo:</li> </ul>	
<b>88 pulgadas – 3 pulgadas Mov. de malla.</b>	
<b>85 Pulgadas.</b>	
	

### Continuación de tabla 9

<b>Cajas de vacío</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>Tienen la finalidad de eliminar el exceso de humedad que posee el papel en la mesa de trabajo.</li><li>Actualmente se cuenta con 5 cajas de vacío, 3 cajas se encuentran en el área de mesa de trabajo y 2 cajas se encuentran en el área de prensado.</li></ul>	
	
<b>Prensas</b>	
Son utilizadas para secar el exceso de humedad que tiene el papel durante el proceso.	
Porcentaje de humedad por prensa:	
<ul style="list-style-type: none"><li>Prensa 1: 59-63% .</li><li>Prensa 2: 55-59% .</li><li>Tipo de grosor por gramaje:</li><li>6 kilos Grueso. (80-120 Gramos).</li><li>4.5 Kilos Delgado. (40-80 Gramos)</li></ul>	
	
<b>Caldera</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>La caldera permite la producción del vapor.</li><li>La capacidad de 400 Hp actualmente se corre a una capacidad de 200 Hp (4.5 Kilos de vapor).</li><li>Se corre a esta velocidad (200 Hp) ya que el secador no cuenta con la capacidad para correr con la velocidad óptima.</li></ul>	
	

### Continuación de tabla 9

<b>Secador</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Mediante el uso del vapor permite secar completamente el papel antes de ser embalado.</li><li>• El secador elimina la humedad y el vapor utilizado es medido por la velocidad del secador y la capacidad de la caldera.</li></ul>	
	
<b>Pope</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Es el área en la cual el producto terminado es embalado en rollos de diferentes tipos de pulgadas, este tipo de proceso se mide por cada pulgada enrollada.</li><li>• El diámetro óptimo de las bobinas es de:</li></ul>	
<b>Trim= 84 Pulgadas + 1 pulgada (Se da 1 pulgada para refilar el producto embalado).</b>	
<b>Diámetro óptimo de las bobinas 46 Cm.</b>	
	

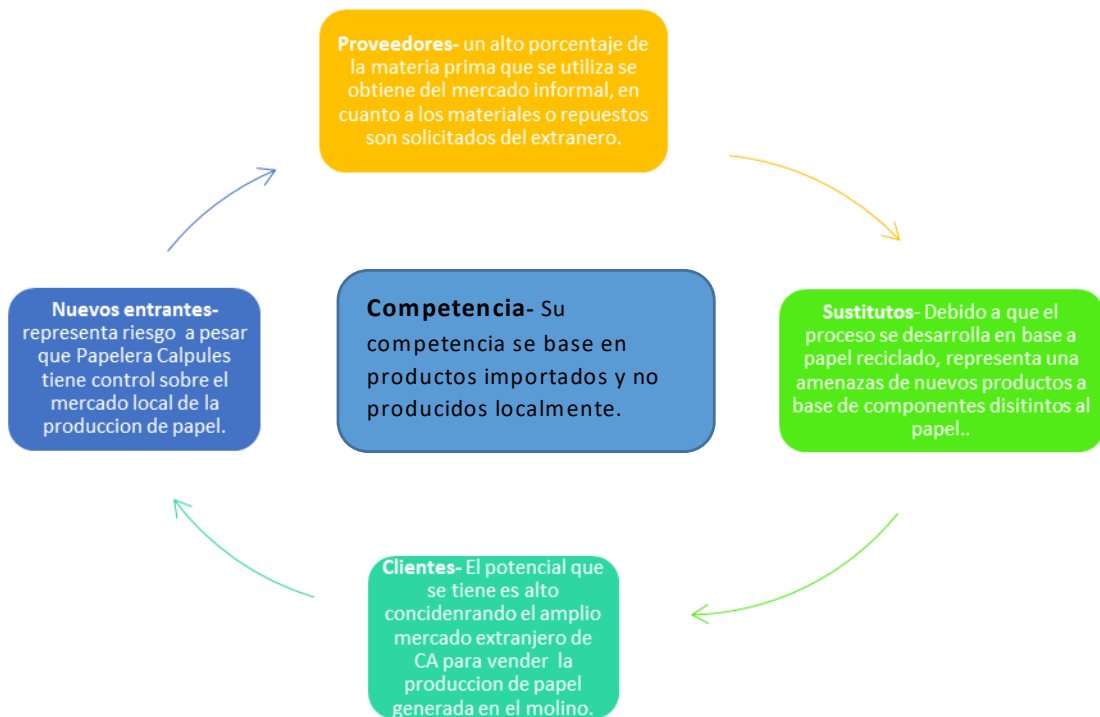
#### 4.1.2 FACTORES CRÍTICOS DE RIESGO

Para el análisis de los factores críticos de riesgo se ha implementado un análisis de acuerdo 5 fuerzas de Porter. Estas 5 fuerzas son esencialmente un gran concepto de los negocios por medio del cual se pueden maximizar los recursos y superar a la competencia, cualquiera que sea el giro de la empresa. Según Porter, si no se cuenta con un plan perfectamente elaborado, no se puede sobrevivir en el mundo de los negocios de ninguna forma; lo que hace que el desarrollo de una estrategia competente no solamente sea un mecanismo de supervivencia, sino que además también te da acceso a un puesto importante dentro de una empresa y acercarte a conseguir todo lo que soñaste.





**Figura 22. Las 5 fuerzas de Porter.**



**Figura 23. Esquema 5 fuerzas de Porter en Papelera Calpules S.A**

En base al esquema anterior podemos concluir en lo siguiente: Papelera Calpules tiene control sobre clientes y proveedores considerando que es el único molino de producción de papel local, sin embargo, presenta riesgos sobre productos sustitutos que pueden sacarlo del mercado. De momento no tiene competencia de producción local, pero si presenta riesgos por productos importados.

## 4.4 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES

En esta parte de la investigación se presenta la medición de cada una de las variables con sus respectivas dimensiones, se brinda información que permite tener un mayor conocimiento que sustentan los resultados finales.

### 4.4.1 FACTIBILIDAD

La variable dependiente factibilidad tiene como objetivo sustentar la viabilidad del proyecto de investigación que busca una mejora en los costos de Papelera Calpules, se recurrió a técnicas de investigación para conocer los resultados tanto de la dimensión de siguientes:



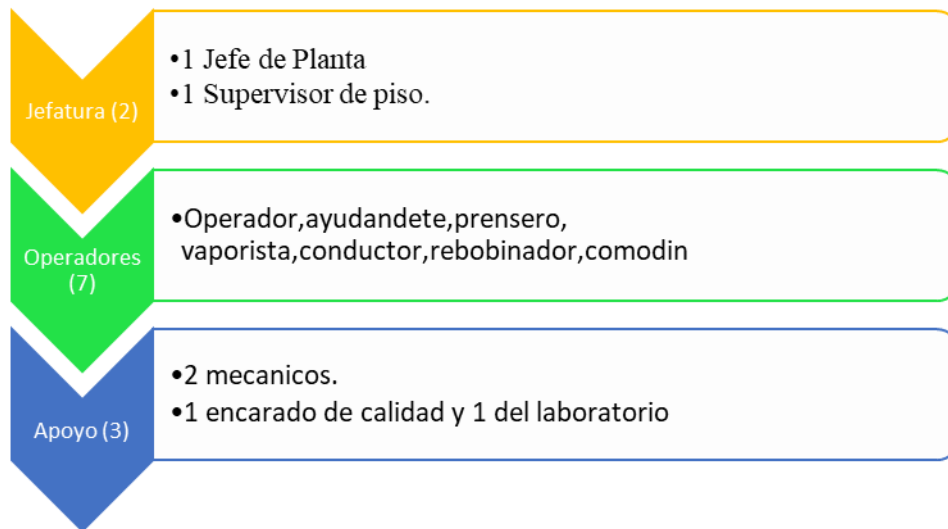
**Figura 24. La viabilidad del proyecto**

#### 4.4.1.1 RECURSOS

Los recursos implementados por la empresa se clasifican en dos partes humanos y materiales. Según la real academia española” Es el conjunto de elementos disponibles para resolver una necesidad o llevar a cabo una empresa. Recursos naturales, hidráulicos, forestales, económicos, humanos. (ASALE & RAE, 2019)

De acuerdo con la información facilitada por la empresa el recurso humano está clasificado por el nivel de jefatura y supervisión, los operadores, mecánicos, calidad.

Estructura actual del recurso humano del molino de producción en Papelera calpules



**Figura 25. Estructura actual del recurso humano**

Con la información suministrada por el departamento de capital humano se encontraron los siguientes hallazgos:

- 1) El personal en su 90% cuenta con una antigüedad que supera los 10 años de laborar la para empresa lo que permite tener el conocimiento completo del funcionamiento como tal del molino de producción, sin embargo, esta antigüedad presenta cierta desventaja ya que se logró identificar que la edad promedio del personal es de 45 a 55 años.
- 2) El personal necesario para el proceso operativo del molino es de 12 personas por turno. Normalmente se trabaja en base de 2 turnos con duración de 22 días mensuales de trabajo.
- 3) Otro aspecto para considerar es que el personal si bien es cierto cuenta con el conocimiento técnico de la operación, su nivel de escolaridad es relativamente bajo ya que el 67% del personal alcanzo únicamente primaria, un 17% la secundaria y apenas un 17% están en proceso de culminación de carreras universitarias puntualmente las jefaturas y personal de apoyo.



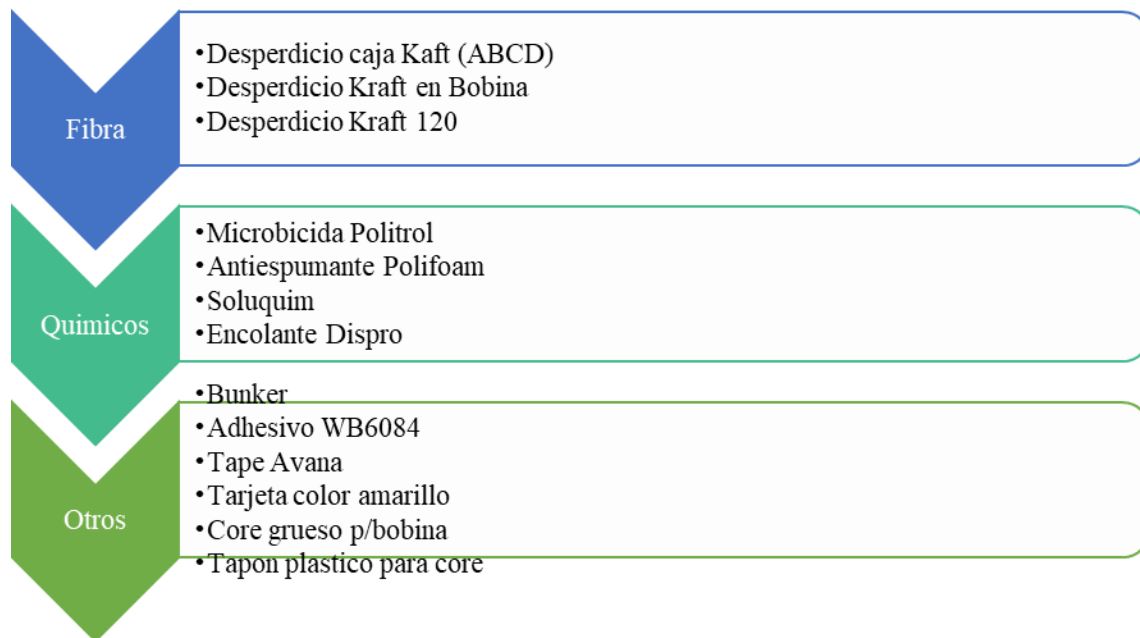
**Figura 26. Nivel de escolaridad del personal**

- 1) Dentro de la estructura el molino de producción cuenta con el área de calidad quien realiza actividades de supervisión para que certifique la calidad del producto a producirse, este le reporta las anomalías del proceso al jefe y supervisor quienes se aseguran de realizar las acciones respectivas de corrección.

#### 4.4.1.2 RECURSOS MATERIALES

La elaboración de papel este compuesto por una serie de materiales que deben ser muy bien clasificados para asegurar la calidad del producto final, debido al proceso que es sometido su elaboración es sumamente compleja debido a que pasa de una etapa de papel en desperdicio luego se tritura hasta convertirlo en una mezcla tipo masa, posteriormente pasa a una etapa de separación del agua o secado hasta convertirlo en papel

- 1) Los materiales utilizados por Papelera Calpules se presentan en la siguiente ficha técnica la cual es utilizada para dar seguimiento al momento de la producción del papel.


















**Figura 27. Materiales utilizados**

Uno de los componentes que se deben tener las medidas de seguridad y cuidado son los químicos debido a lo inflamable que son y que a la vez pueden la formula, Papelera Calpules resguarda los mismos en un lugar acondicionado para evitar accidente que pueden ocasionar pérdidas materiales y humanas



**Figura 28. Medidas de seguridad**

La administración de Papelera Calpules busca asegurarse que se cumplan los estándares mínimos de calidad del producto a producir por lo que documenta todo su proceso de calidad.

Nombre
 IN_DMA_ICD_001 Instructivo Para La Determinacion de Gramaje 2.0
 IN_DMA_ICD_002 Instructivo para la Validacion de Acidez en el Papel
 IN_DMA_ICD_003 Instructivo Para la Validacion de Alcalinidad
 IN_DMA_ICD_004_Instructivo para Determinar la Humedad de Prensas
 IN_DMA_ICD_005 Instructivo Para la Validacion de PH
 IN_DMA_ICD_006 Instructivo para la Validacion de Consistencias de Pastas
 IN_DMA_ICD_007_Instructivo para la medicion de lisura y porosidad
 IN_DMA_ICD_008 Instructivo Para determinar el porcentaje de Ceniza
 IN_DMA_ICD_009_Instructivo Para la Validacion de Encolado
 IN_DMA_ICD_010 Instructivo Para determinar el porcentaje de humedad 2.0
 IN_DMA_ICD_011_Instructivo para Dterminar la Tension del Papel 2.0
 IN_DMA_ICD_012_Instructivo para determinar el Calibre del Papel
 IN_DMA_ICD_013 Instructivo para determinar el porcentaje de consistencia y retencion
 IN_DMA_ICD_014 Instructivo para determinar los grados de refinacion
 IN_DMA_ICD_015 Instructivo para Realizar la Prueba de Cera

**Figura 29. Lista de instructivos y procedimientos para asegurar la calidad del producto**

Se identifico que el equipo utilizado para la verificación y certificación de la calidad de los materiales carece de precisión debido a que algunos de ellos se encuentran en mal estado

#### 4.4.2 OBJETIVOS DE PRODUCCIÓN

La empresa establece metas de producción los cuales espera al final de cada mes se logren, la importancia de alcanzar estas metas se debe a que en la medida que la producción se mayor nuestros costos serán menores

#### 4.4.3 CUMPLIMIENTO DE METAS DE PRODUCCIÓN

Es importante determinar cuál es la unidad de medida que se utiliza para tener una medición de metas establecidas por la administración de Papelera Calpules. La producción de papel se mide en base a toneladas métricas de producción

Tonelada es un término que deriva de tonel y que hace referencia a una medida de masa en el Sistema Internacional de Unidades y en el sistema métrico decimal, cuyo símbolo es t. La tonelada equivale a un peso de 1.000 kilogramos (Definicion.de, 2019).

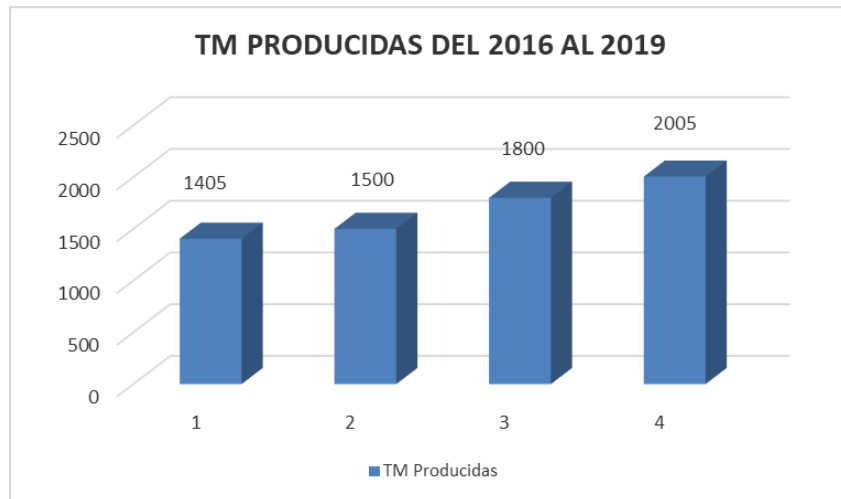
Papelera Calpules en la actualidad según sus reportes requiere una producción mensual mínima de 200 TM de papel para alcanzar su punto de equilibrio en la producción es decir con esta producción los costos realizados durante el mes no representara perdidas para los resultados financieros de la empresa. Otro aspecto importante es que debido a la antigüedad con la que cuentan los motores que forman la parte medular del molino, es casi imposible incrementar la velocidad de este ya que genera pérdidas desperdicio en la producción.

**Tabla 11. Tabla de cumplimiento de meta proyectada de TM producidas**

Periodo	TM Producidas	TM Proyectadas	Variacion
2016	1405	1600	-195
2017	1500	1800	-300
2018	1800	2000	-200
2019	2005	2200	-195

La empresa en los últimos 4 periodos ha logrado tener incrementos en la producción en comparación al año anterior, aunque se debe tomar en cuenta que en ninguno de los periodos se ha logrado alcanzar la meta proyectada de TM.

Algunos de los factores que afectan el incumpliendo de las metas es la compra de materia prima que en determinadas fechas del año se vuelve escasa ocasionando altas en el precio del desperdicio siendo este el principal componente de la materia prima requerida.



**Figura 30. Toneladas métricas de papel.**

#### 4.4.4 CLASIFICACIÓN DE LAS VARIABLES

Como método de análisis dentro de la variable independiente de factibilidad se establece la clasificación del análisis de las variables independientes “Técnico y Financiero”, en donde se busca sustentar el impacto del proyecto del análisis del consumo energético del molino de producción en Papelera Calpules.

##### 4.4.4.1 CONDICIÓN ACTUAL DEL EQUIPO

De acuerdo con los análisis desarrollados la inversión debe orientarse en uno de los principales componentes del molino, los motores ya que con los que cuentan actualmente presentan una antigüedad muy considerable, sumado a estos son motores con capacidad de HP mayores a las requeridas y por ende el consumo energético es mayor. A continuación, se detalla el status actual de equipo que conforma el molino de producción:

VIDA ÚTIL: Según los registros contables se logró identificar que su vida útil ya llegó a su fin tal como se muestra en el siguiente recuadro del control de las depreciaciones de activos fijos en Papelera Calpules.

**Tabla 12. Tabla depreciación de activos fijos Papelera Calpules**

Item	TABLA DEPRECIACIONES MOLINO PRODUCCION DESCRIPCION	VIDA	% DE DEP	FECHA DE	VALOR	VALOR en Libros
		UTIL	ANUAL	COMPRA	DE COMPRA	DEL ACTIVO
1	Motor de BOMBA FAN	180	6.67	12-ene-89	91,401.65	914.02
2	1 Motores para el pulper	180	6.67	12-ene-89	131,453.06	1,314.53
3	COMPRESOR MSU-C 40/308VL	120	10.00	12-ene-89	12,027.00	120.27
4	Motor para depurador	72	16.67	12-ene-89	71,825.20	718.25
5	3 Motores de refino Conico	180	6.67	12-ene-89	153,585.62	1,535.86
6	Bascula Rhewa	120	10.00	12-feb-89	1,858.50	18.59
7	Bascula 100 Lbs. Plataforma y Brazo	120	10.00	12-feb-89	1,858.50	18.59
8	Motor de alta presion	120	10.00	12-feb-89	71,825.00	718.25
9	Maquina para fabricar Papel y Component	180	6.67	12-feb-89	3,357,539.92	33,575.40
10	Bomba para el pulper	180	6.67	12-feb-89	101,559.76	1,015.60
11	BOMBA CENTRIFUGA	48	25.00	12-feb-89	6,800.00	68.00
12	BOMBA DE VACIO	24	50.00	12-feb-89	10,625.00	106.25
13	PORTA CUCHILLAS	24	50.00	12-feb-89	6,875.00	68.75
14	Maquina cortar cores, motor General Ele	180	6.67	12-feb-89	6,875.00	68.75
15	BOMBA DOSIFICADORA 24GLS	60	5.00	12-feb-89	4,344.20	43.44
16	COMPRESOR DE AIRE	60	5.00	12-feb-89	133,121.12	1,331.21
17	BOMBA HIDRAULICA INDUSTRIAL	60	5.00	12-feb-89	28,035.63	280.36
18	BASCULA CARDINAL DR-400, CAPACIDAD 400LBS.	60	5.00	12-feb-89	4,800.00	48.00
19	Rebobinadora de papel Wolenberg (planta de papel)	180	15.00	12-feb-89	3,217,201.15	32,172.01
20	bomba p/bunker produccion	120	10.00	12-feb-89	18,000.00	180.00
21	transformador pad mounted 13.8kv 208	120	10.00	12-feb-89	300,000.00	3,000.00
22	BOMBAS PARA LA PLANTA DE PAPEL	60	5.00	12-feb-89	27,000.00	270.00
					<b>7,758,611.31</b>	<b>77,586.11</b>



Reporte de Fallas Técnicas: Los tiempos muertos ocasionados por aspectos de fallas técnicas en el molino de producción son considerados de mucha importancia especialmente por el impacto que tienen en el costo.

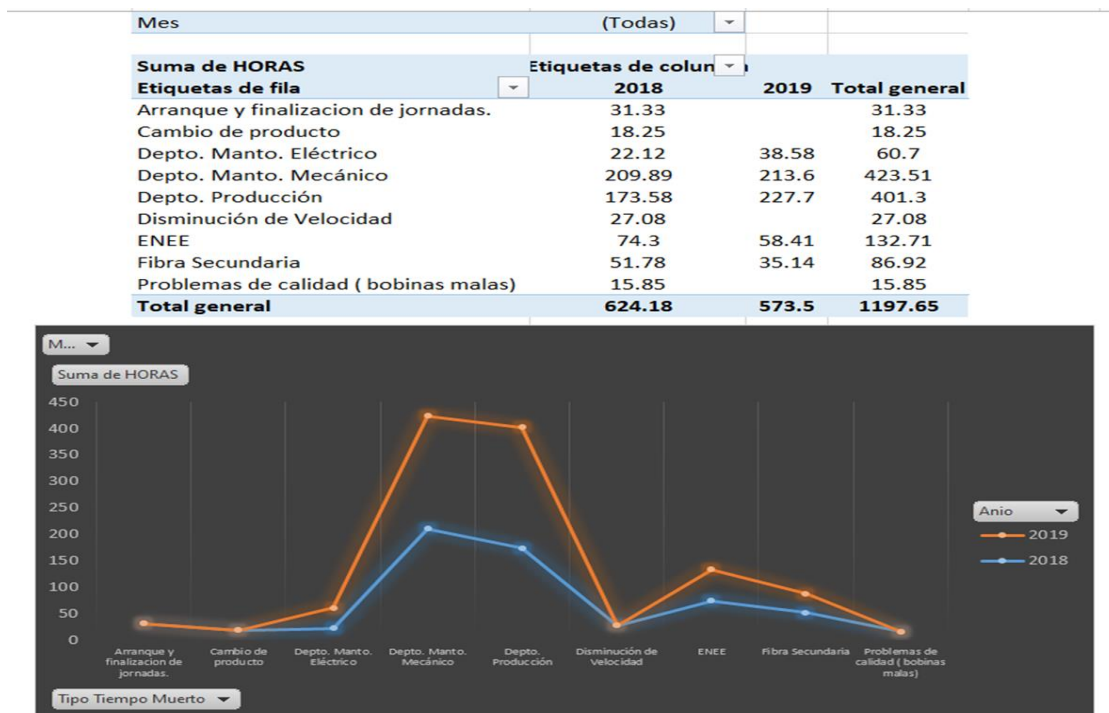


Figura 31. Tiempo muerto en horas y por área.

Se calculo los tiempos muertos en LPS de los meses mas representativos del 2019, alcanzando 1,902,886

Tabla 13. Tabla de tiempos muertos en LPS 2019

Enero		Marzo		Abril		Mayo		Agosto		Septiembre		Acumulado		
Costo tiempos muertos	Total en L. horas	Costo tiempos muertos	Total en L. Horas	Costo tiempos muertos	Total en L. Horas	Costo tiempos muertos	Total en L. Horas	Costo tiempos muertos	Total en L. Horas	Costo tiempos muertos	Total en L. Horas	Total horas	% X Detalle	Costo de tiempos muertos total en L.
65,711	17.13	100,235	26.13	79,175	20.64	79,290	20.67	118,686	30.94	71,196	18.56	134.07	0%	514,293
85,044	22.17	50,520	13.17	125,591	32.74	188,616	49.17	144,387	37.64	90,184	23.51	178.40	0%	684,342
77,295	20.15	3,836	1.00	-	-	15,344	4.00	11,508	3.00	-	-	28.15	0%	107,983
15,344	4.00	15,344	4.00	23,016	6.00	23,016	6.00	7,672	2.00	15,344	4.00	26.00	0%	99,736
21,443	5.59	14,538	3.79	31,072	8.10	12,774	3.33	11,163	2.91	13,388	3.49	27.21	0%	104,378
6,061	1.58	-	-	7,941	2.07	37,056	9.66	34,869	9.09	88,842	23.16	45.56	0%	174,768
3,567	0.93	1,918	0.50	43,155	11.25	14,385	3.75	2,877	0.75	51,134	13.33	30.51	0%	117,036
50,482	13.16	-	-	3,184	0.83	-	-	3,184	0.83	6,061	1.58	16.40	0%	62,910
-	-	-	-	14,730	3.84	-	-	7,672	2.00	-	-	5.84	0%	22,402
-	-	-	-	-	-	-	-	15,037	3.92	-	-	3.92	0%	15,037
<b>324,948</b>	<b>84.71</b>	<b>186,391</b>	<b>48.59</b>	<b>327,863</b>	<b>85.47</b>	<b>370,481</b>	<b>96.58</b>	<b>357,055</b>	<b>93.08</b>	<b>336,149</b>	<b>87.63</b>	<b>336,557</b>	<b>100%</b>	<b>1902,886</b>
54,430	34.27	82,321	21.46	143,121	37.31	116,691	30.42	129,235	33.69	137,674	35.89	193	0%	663,472
40,191	50.44	104,071	27.13	182,517	47.58	253,790	66.16	227,820	59.39	198,475	51.74	302	0%	1006,863

Los 2 aspectos que mayor tiempo muerto generan es en producción y en mantenimiento, por lo que la estrategia de empresa debe estar direccionada a estas 2 situaciones.

**Tabla 14. Tabla resumen por área de tiempos muertos en LPS 2019**

TIEMPOS MUERTOS	Enero			Marzo			Abril			Mayo			Agosto			Septiembre			Total horas	% x DEPTO	Total Costo L.
	Horas	% Por Depto	Costo L.	Horas	% Por Depto	Costo L.	Horas	% Por Depto	Costo L.	Horas	% Por Depto	Costo L.	Horas	% Por Depto	Costo L.	Horas	% Por Depto	Costo L.			
Producción	42.21	50%	161,918	31.63	65%	121,333	37.89	44%	145,346	34.42	36%	132,035	36.69	39%	140,743	35.89	41%	137,674	219	44%	839,048
Mantenimiento	27.76	33%	106,487	16.96	35%	65,059	40.84	48%	156,662	52.50	54%	201,390	40.55	44%	155,550	27.00	31%	103,572	206	41%	788,720
Otros	14.74	17%	56,543	0.00	0%	-	6.74	8%	25,855	9.66	10%	37,056	15.84	17%	60,762	24.74	28%	94,903	72	14%	275,118
<b>Total</b>	<b>84.71</b>	<b>100%</b>	<b>324,948</b>	<b>48.59</b>	<b>100%</b>	<b>186,391</b>	<b>85.47</b>	<b>100%</b>	<b>327,863</b>	<b>96.58</b>	<b>100%</b>	<b>370,481</b>	<b>93.08</b>	<b>100%</b>	<b>357,055</b>	<b>87.63</b>	<b>100%</b>	<b>336,149</b>	<b>496</b>	<b>100%</b>	<b>1902,886</b>

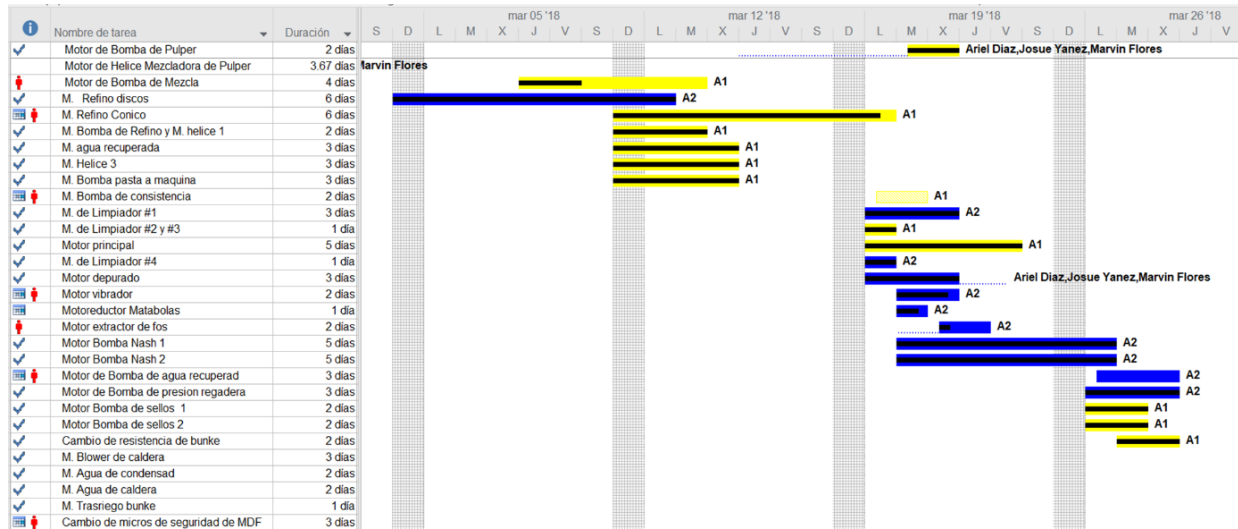
Se detallan a continuación de los componentes más importantes que se sustituyen a lo largo de un año en mantenimiento de motores.

**Tabla 15. Tabla de gasto mantenimiento en motores.**

GASTO ANUAL DE MANTENIMIENTO MECANICO MOTOR PRINCIPAL PLANTA DE PAPEL						
ACTIVIDAD	TIPO	PERIODO DE VIDA HUTIL MESES	UNIDAD POR AÑO	CANTIDAD	COSTO UND	COSTO TOTAL ANUAL
CAMBIO DE BANDAS	Banda transmision de fuerza e=1/4 (cuero) 4,900 mm largo X 4" ancho para mesa formacion	6	2.00	2	7,680.00	L. 30,720.00
	Banda transmision de fuerza e=1/4 (cuero) 4,560 mm largo X 4" ancho para prensa #1	6	2.00	2	7,200.00	L. 28,800.00
	Banda transmision de fuerza e=1/4 (cuero) 4,410 mm largo X 4" ancho para secadores	6	2.00	2	6,960.00	L. 27,840.00
	Banda trnsmision de fuerza motor principal	6	2.00	1	7,680.00	L. 15,360.00
<b>TOTAL</b>						<b>L. 102,720.00</b>
BALINERAS	BALINERA 22218 BARRA PRINCIPAL	10	1.20	7	5,451.13	L. 45,789.49
	<b>TOTAL</b>					
CHUMASERAS	Chumasera SNL512610	10	1.20	12	7,664.47	L. 110,368.37
	<b>TOTAL</b>					
GASTOS EN ACOPLA COMPLETO	Acople completo omega E30E	18	0.67	6	13,350	L. 53,400.00
	<b>TOTAL</b>					
CALIBRACION TOPOGRAFICA EN BARRA	Calibracion topografica para alineamiento de barra	10	1.20	2	3,000.00	L. 7,200.00
	<b>TOTAL</b>					
REDUCTORES	Reductores	18	0.67	6	36,225.00	L. 144,900.00
	<b>TOTAL</b>					
RODAMIENTOS	Rodamientos	10	1.20	12	7,000.00	L. 100,800.00
	<b>TOTAL</b>					
CORONA	Corona	18	0.67	6	13500	L. 54,000.00
	<b>TOTAL</b>					
<b>TOTAL GASTO ANUAL EN MANTENIMIENTO MECANICO MOTOR PRINCIPAL</b>						<b>L. 619,177.86</b>
						\$ 25,067.93

El gerente de producción en equipo con el jefe de mantenimiento presentó el plan de mantenimiento correctivo, no así el de mantenimiento preventivo esto indica que la administración no cuenta con planes de acción que traten de evitar el desmejoramiento de los equipos por lo que la vida útil de los mismos disminuye. La empresa realiza solo actividades de mantenimiento correctivo los cuales al final resultan más caros.

**Tabla 16. Tabla de mantenimiento correctivo**



Soporte técnico Externo: Un aspecto sumamente crítico es el que se logró identificar con el jefe de mantenimiento y es que la empresa no cuenta con soporte técnico especializado externo para reparar fallas que estén fuera del alcance del conocimiento del personal interno de Papelera Calpules, dificultando aún más.

#### 4.4.4.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

El molino de producción de papel de Papelera Calpules como ya lo analizamos en el inciso anterior tiene bastante antigüedad a continuación se presenta el detalle de los aspectos técnicos que tiene el equipo, así como un análisis de la eficiencia productiva, potencia de sus motores y el costo del consumo energético:

- 1) Eficiencia productiva: Los números que presenta el análisis de eficiencia productiva de los últimos 4 años presentan una particularidad y es que la maquina no ha sido capaz de alcanzar una eficiencia de 90% que es la máxima que se espera de un equipo o máquina, lógicamente que la antigüedad de esta no permite incrementar velocidad ya que no soportaría dicho incremento.
- 2) Costo de Mano Obra: como ya se explicó en la variable del personal actual del molino, el mismo requiere de 12 personas por turno a continuación se detalla la inversión anual en MO de los últimos 4 años, de acuerdo con la revisión con el gerente de producción se plantea una reducción de 2 personas.

**Tabla 17. Integración costo.**

COSTO DE PRODUCCION \$				
	2016	2017	2018	2019
<b>MATERIA PRIMA</b>	321,000	378,015	395,850	405,185
<b>MANO DE OBRA</b>	75,755	107,381	122,852	158,360
<b>MANTENIMIENTO</b>	23,200	25,500	95,000	25,067
<b>ENERGIA</b>	116,231	154,000	185,000	226,151
	536,186	664,896	798,702	814,763
<b>TM</b>	1,405	1,500	1,800	2,005
<b>COSTO TM</b>	<b>382</b>	<b>482</b>	<b>444</b>	<b>406</b>

La absorción del gasto en lo que va del año 2019 un 34% corresponde a energía y un 63% a tiempos muertos.

**Tabla 18. Tabla de absorción del costo 2019**

Desglose de variación de gastos planta de papel por periodo año 2019							
Detalle	Enero	Marzo	Abril	Mayo	Agosto	Septiembre	Total
Tiempos muertos	-324,948	-186,391	-327,863	-370,481	-357,055	-336,149	-1902,886
Energía	-55,641	156,553	322,024	339,471	-136,796	-47,187	-1057,673
Pérdida / Ganancia por absorción	-171,424	-290,301		221,133.00	638,754.00	470,104.00	-71,942
Servicios de manufactura							-
No Producciones							-
<b>Total</b>	<b>-552,013</b>	<b>-633,245</b>	<b>-649,887</b>	<b>-488,819</b>	<b>144,903</b>	<b>-853,440</b>	<b>-2527,517</b>
							0
Ganancia por MP	144,382	95,663	466,759	172,181	298,754	290,659	1169,645
<b>Variación total</b>	<b>-407,631</b>	<b>-537,582</b>	<b>-183,128</b>	<b>-316,638</b>	<b>443,658</b>	<b>-562,781</b>	<b>-2007,759</b>

Consumo energético: De todas las variables en el estudio el consumo energético es la que mayor preocupación tiene la administración de Papelera Calpules ya que como se observa en la gráfica siguiente, el mismo trae una tendencia desproporcional y con el alza del costo energético se espere que esta tendencia no cambie por lo que el plan de acción debe estar dentro del radar de la administración de la empresa.



**Figura 32. Representación porcentual del costo energético en los costos de papel.**

Potencia de los motores: El análisis de las características actuales del molino nos muestra la potencia recomendado por el proveedor, tomando en consideración los motores que actualmente están instalados, mostrando la necesidad real requerida para el funcionamiento de la máquina. Se realizaron los análisis de los motores actuales, donde se consideró la potencia teórica, consumo real al arranque de cada motor, y la carga de cada una de las líneas de alimentación, calculando su eficiencia real dando como resultando los siguientes datos:

**Tabla 19. Análisis de consumo de motores**

ANÁLISIS DE CONSUMO MOTORES PLANTA DE PAPEL PACASA														
NUMERO	Nombre del Equipo	Datos		FACTOR DE COSTO KW/H						3.4	EFICIENCIA MOTORES NUEVOS	KW OUT	HP TEORICAMENTE NECESARIOS CON MOTORES ACTUALES	Recomendado Por Proveedor
		Hp	I Operación	VOLT PLENA CARGA	I PC L1	I PC L2	I PC L3	I ARRANQUE	FACTOR POTENCIA	WATTS IN				
1	M. Pulper	150	360	230	193	185	187	235.42	0.9	67,604.05	90%	75.12	101	100
2	M. Bomba Pulper	50	143	230	133	126	131	162.50	0.9	46,664.74	90%	42.00	56	50
8	M. Refino Conico	200	480	230	281	292	297	362.50	0.91	104,098.27	90%	93.69	126	125
25	Motor Depurador	50	143	230	133	126	131	162.50	0.9	46,664.74	90%	42.00	56	50
17	M. Bomba Fan	50	150	230	132.9	128.4	133	164.29	0.92	47,179.25	90%	42.46	57	50
25	Motor Bomba alta presion	50	143	230	133	126	131	162.50	0.9	46,664.74	90%	42.00	56	50
<b>TOTAL</b>		<b>550.00</b>										<b>295.26</b>	<b>396.07</b>	<b>425.00</b>

V Voltage 67,604.05  
L1 Línea 1  
L2 Línea 2  
L3 Línea 3  $= (E7 * (F7 / 1.73) * J7) + (E7 * (G7 / 1.73) * J7) + (E7 * (H7 / 1.73) * J7)$   
FP Factor de Potencia  
Consumo =  $V * ((L1 / 1.73) * FP) + ((L2 / 1.73) * FP) + (L3 / 1.73) * (FP)$   
Raiz de 3 1.73

Tabla análisis de consumo de motores con la utilización de un MEGUER 3128 herramienta para la medición de la capacidad de cada motor sugerido por el proveedor

Motor	Hp	I Operación	VOLT PLENA CARGA	I PC L1	I PC L2	I PC L3	I ARRANQUE	WATTS IN	KW IN	EFICIENCIA	KW OUT	KW/H MES	RECOMENDADO PROVAC
Motor Pulper	150	360	230	193	185	187	235.42	67,604.05	67.60	90%	60.84	13,385.60	100 HP
	150	360	230	192	184	190	235.83	67,723.70	67.72	90%	60.95	13,409.29	
	150	360	230	194	188	192	239.17	68,680.92	68.68	90%	61.81	13,598.82	
	150	360	230	195	190	187	238.33	68,441.62	68.44	90%	61.60	13,551.44	
	150	360	230	193	184	193	237.50	68,202.31	68.20	90%	61.38	13,504.06	
	150	360	230	195	190	187	238.33	68,441.62	68.44	90%	61.60	13,551.44	
	150	360	230	194	188	192	239.17	68,680.92	68.68	90%	61.81	13,598.82	
	150	360	230	192	184	190	235.83	67,723.70	67.72	90%	60.95	13,409.29	

Figura 33. Análisis Motor No. 1 – Motor del Pulper Datos.

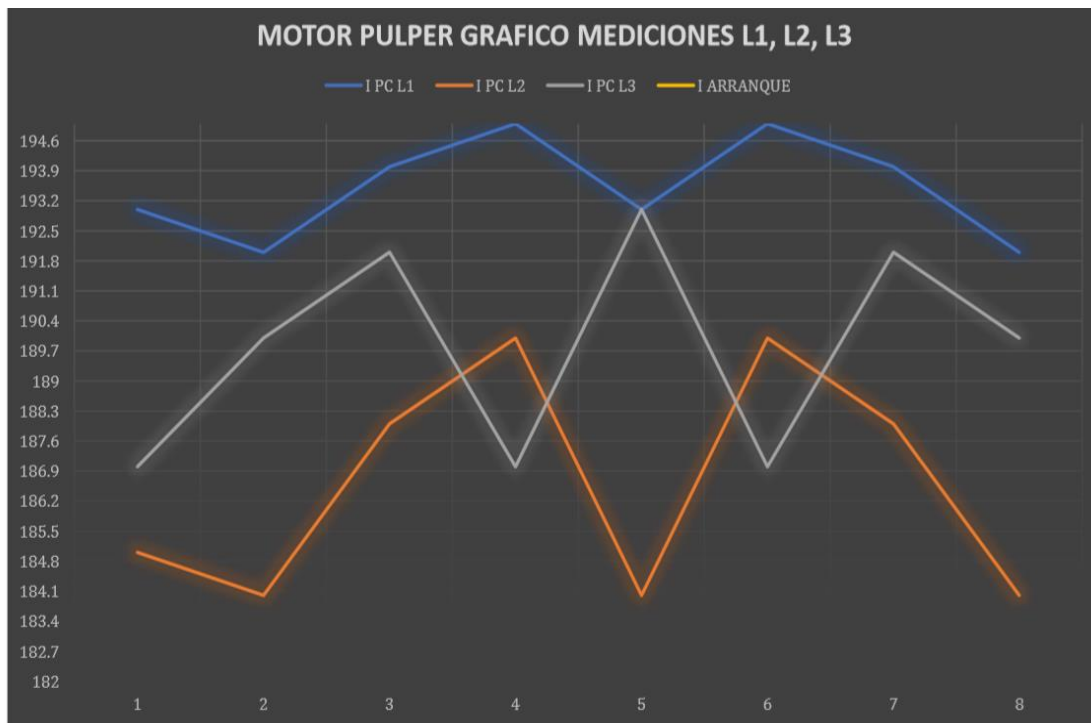


Figura 34. Análisis Motor No. 1 – Motor del Pulper gráfica

Motor	Hp	I Operación	VOLT PLENA CARGA	I PC L1	I PC L2	I PC L3	I ARRANQUE	WATTS IN	KW IN	EFICIENCIA	KW OUT	KW/H MES	RECOMENDADO PROVAC
Motor Bomba Pulper	50	143	230	133	126	131	162.67	46,712.60	46.71	90%	42.04	9,249.10	50
	50	145	230	131	125	133	162.08	46,545.09	46.55	90%	41.89	9,215.93	
	50	145	230	134	126	134	164.33	47,191.21	47.19	90%	42.47	9,343.86	
	50	145	230	133	128	132	163.75	47,023.70	47.02	90%	42.32	9,310.69	
	50	145	230	131	126	133	162.67	46,712.60	46.71	90%	42.04	9,249.10	
	50	145	230	133	129	131	163.75	47,023.70	47.02	90%	42.32	9,310.69	
	50	145	230	136	126	133	164.75	47,310.87	47.31	90%	42.58	9,367.55	
	50	145	230	132	129	133	164.17	47,143.35	47.14	90%	42.43	9,334.38	

Figura 35. Análisis Motor No. 2 – Motor Bomba Pulper / Datos

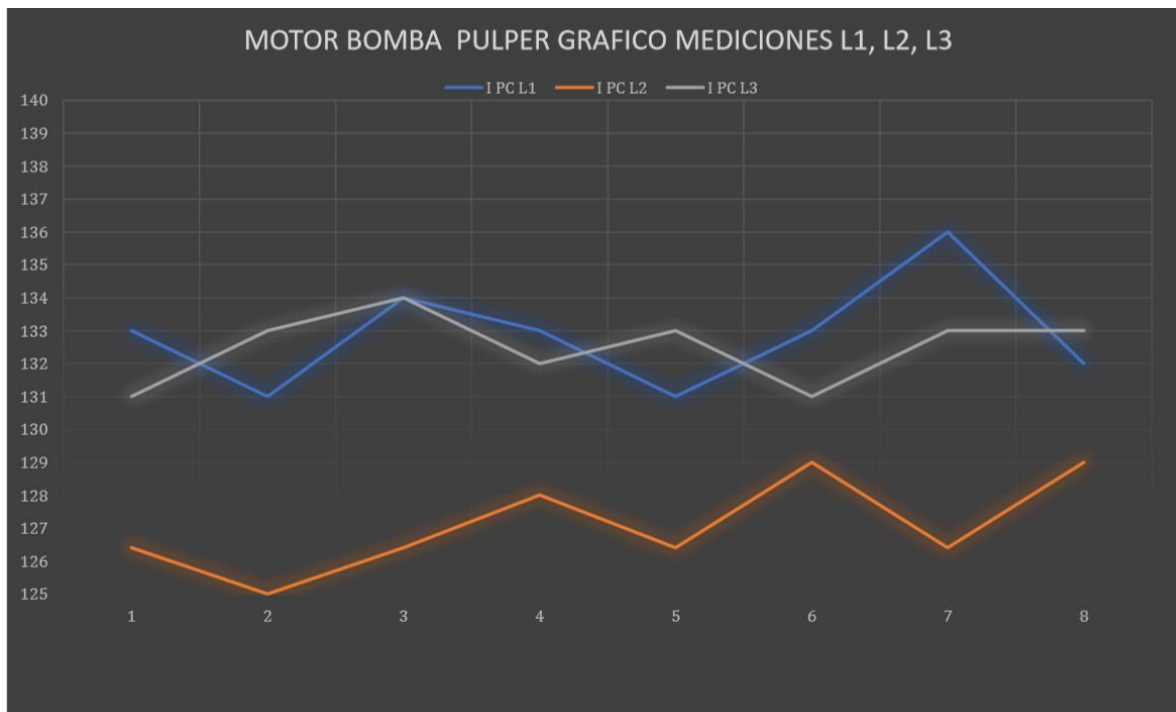


Figura 36. Análisis Motor No. 2 – Motor Bomba Pulper / gráfica



Motor	Hp	I Operación	VOLT PLENA CARGA	I PC L1	I PC L2	I PC L3	I ARRANQUE	WATTS IN	KW IN	EFICIENCIA	KW OUT	KW/H MES	RECOMENDADO PROV/AC
Motor Refino Cónico	200	480	230	281	292	297	362.50	104,098.27	104.10	90%	93.69	20,611.46	125
	200	480	230	282	295	295	363.33	104,337.57	104.34	90%	93.90	20,658.84	
	200	480	230	283	292	296	362.92	104,217.92	104.22	90%	93.80	20,635.15	
	200	480	230	282	294	298	364.17	104,576.88	104.58	90%	94.12	20,706.22	
	200	480	230	282	292	295	362.08	103,978.61	103.98	90%	93.58	20,587.77	
	200	480	230	281	293	297	362.92	104,217.92	104.22	90%	93.80	20,635.15	
	200	480	230	284	292	297	363.75	104,457.23	104.46	90%	94.01	20,682.53	
	200	480	230	283	291	296	362.50	104,098.27	104.10	90%	93.69	20,611.46	

Figura 37. Análisis Motor No. 3 – Motor Refino Cónico / Datos

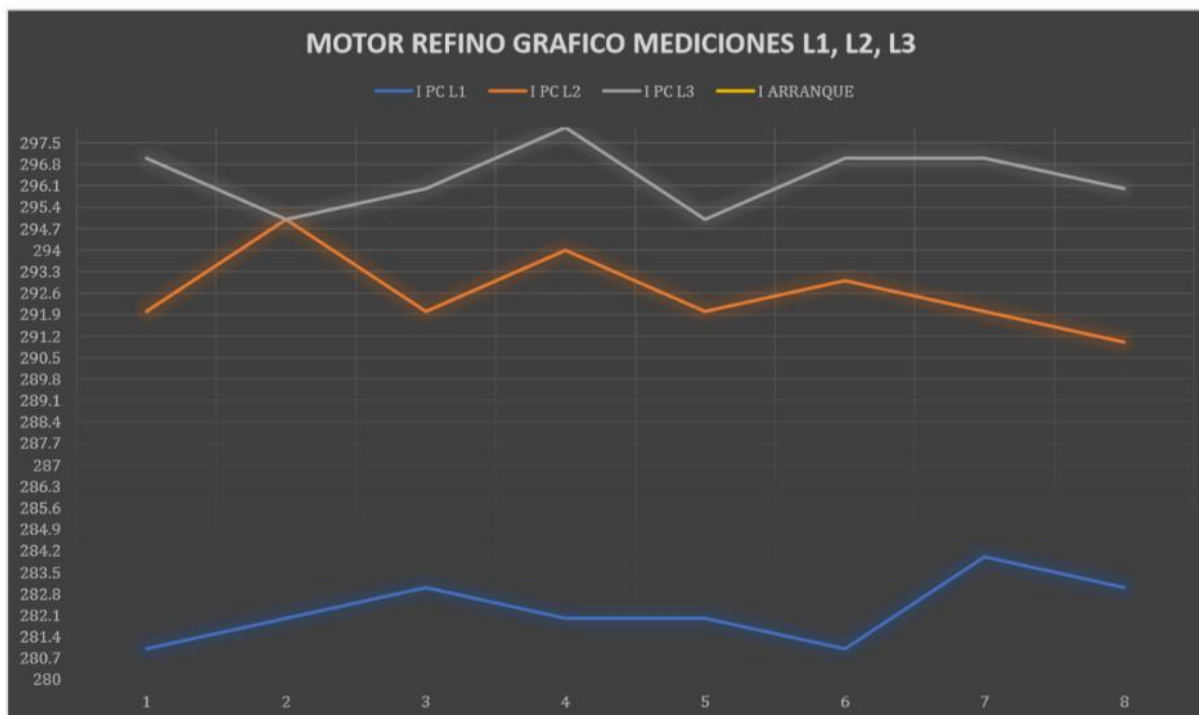


Figura 38. Análisis Motor No. 3 – Motor Refino Cónico / gráfica



Motor	Hp	I Operación	VOLT PLENA CARGA	I PC L1	I PC L2	I PC L3	I ARRANQUE	WATTS IN	KW IN	EFICIENCIA	KW OUT	KW/H MES	RECOMENDADO PROVAC
Motor Depurador	50	145	230	131	126	133	162.67	46,712.60	46.71	90%	42.04	9,249.10	50
	50	145	230	133	126	131	162.67	46,712.60	46.71	90%	42.04	9,249.10	
	50	145	230	136	126	133	164.75	47,310.87	47.31	90%	42.58	9,367.55	
	50	145	230	133	126	132	163.08	46,832.25	46.83	90%	42.15	9,272.79	
	50	145	230	131	126	133	162.67	46,712.60	46.71	90%	42.04	9,249.10	
	50	145	230	133	126	131	162.67	46,712.60	46.71	90%	42.04	9,249.10	
	50	145	230	133	126	132	163.08	46,832.25	46.83	90%	42.15	9,272.79	
	50	145	230	131	126	133	162.67	46,712.60	46.71	90%	42.04	9,249.10	

Figura 39. Análisis Motor No. 4 – Motor Depurador / Datos

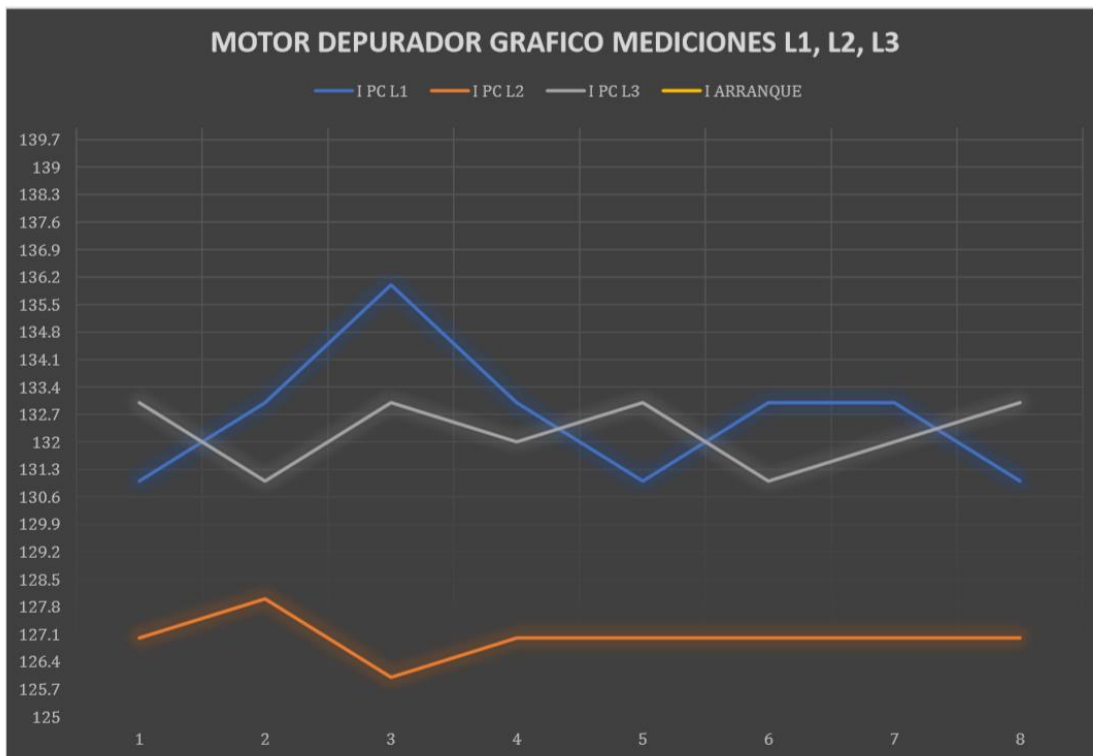


Figura 40. Análisis Motor No. 4 – Motor Depurador / gráfica

Motor	Hp	I Operación	VOLT PLENA CARGA	I PCL1	I PCL2	I PCL3	I ARRANQUE	WATTS IN	KW IN	EFICIENCIA	KW OUT	KW/H MES	RECOMENDADO PROVAC
Motor Bomba Alta presión	50	145	230	133	127	135	164.58	47,263.01	47.26	90%	42.54	9,358.08	50
	50	145	230	131	128	133	163.33	46,904.05	46.90	90%	42.21	9,287.00	
	50	145	230	133	126	135	164.17	47,143.35	47.14	90%	42.43	9,334.38	
	50	145	230	132	127	134	163.75	47,023.70	47.02	90%	42.32	9,310.69	
	50	145	230	133	127	135	164.58	47,263.01	47.26	90%	42.54	9,358.08	
	50	145	230	131	127	133	162.92	46,784.39	46.78	90%	42.11	9,263.31	
	50	145	230	132	127	134	163.75	47,023.70	47.02	90%	42.32	9,310.69	
	50	145	230	133	127	135	164.58	47,263.01	47.26	90%	42.54	9,358.08	

Figura 41. Análisis Motor No. 5 – Motor Bomba Alta Presión / Datos

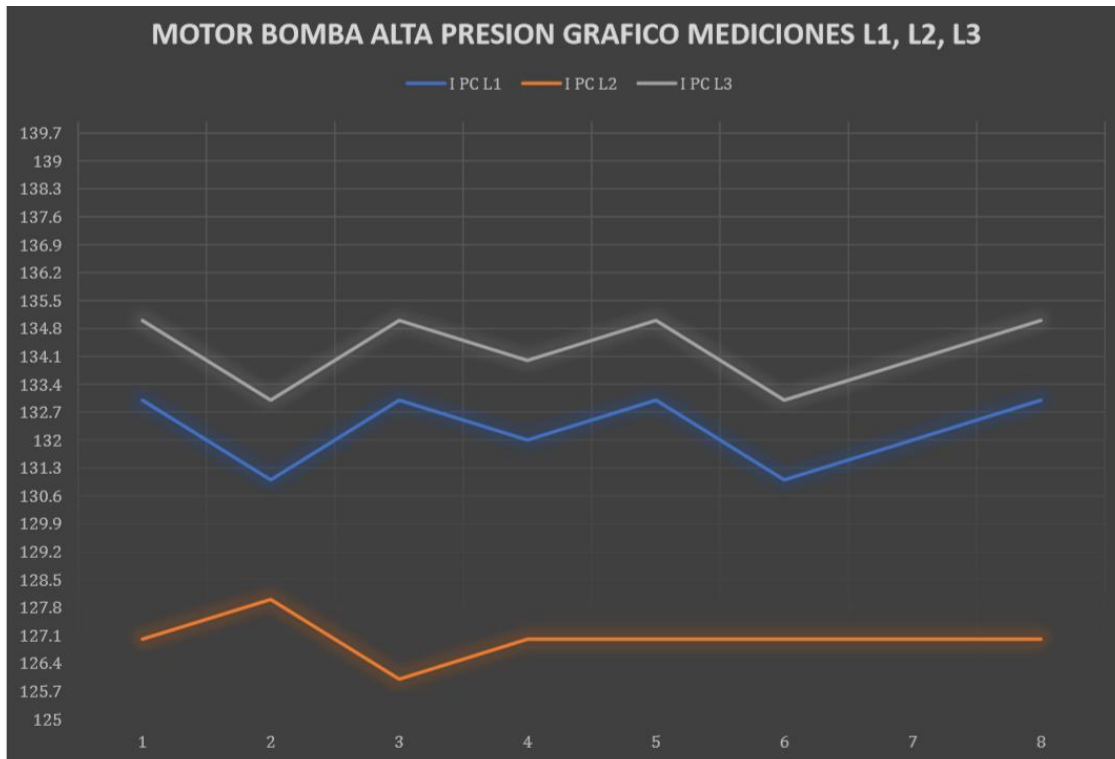


Figura 42. Análisis Motor No. 5 – Motor Bomba Alta Presión / gráfica

Motor	Hp	I Operación	VOLT PLENA CARGA	I PC L1	I PC L2	I PC L3	I ARRANQUE	WATTS IN	KW IN	EFICIENCIA	KW OUT	KW/H MES	RECOMENDADO PROVAC
Motor Bomba Fan	50	145	230	131	126	133	162.67	46,712.60	46.71	90%	42.04	9,249.10	50
	50	145	230	133	125	131	162.08	46,545.09	46.55	90%	41.89	9,215.93	
	50	145	230	136	126	133	164.75	47,310.87	47.31	90%	42.58	9,367.55	
	50	145	230	133	128	132	163.75	47,023.70	47.02	90%	42.32	9,310.69	
	50	145	230	131	125	133	162.08	46,545.09	46.55	90%	41.89	9,215.93	
	50	145	230	133	127	131	162.92	46,784.39	46.78	90%	42.11	9,263.31	
	50	145	230	133	128	132	163.75	47,023.70	47.02	90%	42.32	9,310.69	
	50	145	230	131	127	133	162.92	46,784.39	46.78	90%	42.11	9,263.31	

Figura 43. Análisis Motor No. 6 – Motor Bomba Fan / Datos

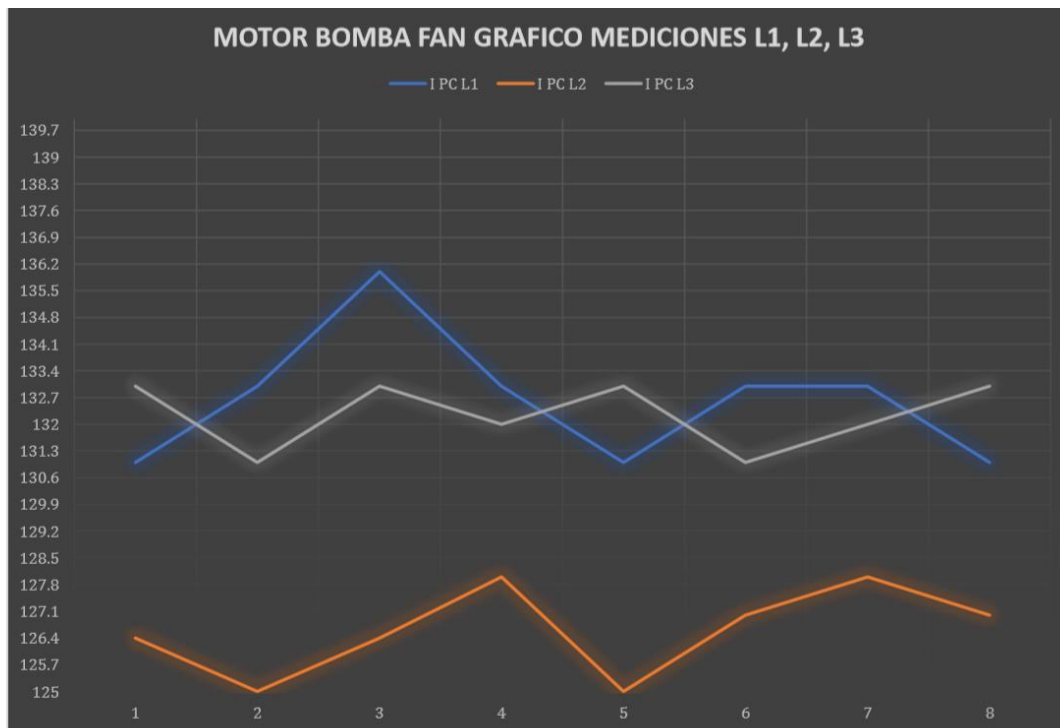


Figura 44. Análisis Motor No. 6 – Motor Bomba Fan / gráfica

En resumen, los datos antes presentados nos brindan el ahorro en KWH y \$

**Tabla 20. Tabla de ahorro en KWH**

ANALISIS DE AHORRO PERIODO 1												
No.	Maquina	Potencia (HP)	Potencia teoricament e necesaria(HP)	Voltaje	% de Carga de trabajo Actual	% de Carga de trabajo Motores Nuevos	Eficiencia Actual	Eficiencia Estimada BALDOR NEMA PREMIUM	kwh/Año Actual	Kwh/Año NEMA PREMIUM	% Ahorro Energetico	Ahorro Kwh NEMA PREMIUM
1	MOTOR PULPER	150 HP	100 HP	220	98%	95%	80%	96%	383,817 kwh	207,136 kwh	46%	176,681 kwh
2	MOTOR BOMBA PULPER	50 HP	50 HP	220	104%	95%	80%	94%	135,772 kwh	106,002 kwh	22%	29,770 kwh
3	MOTOR REFINO CONICO	200 HP	125 HP	220	78%	95%	80%	96%	407,316 kwh	258,920 kwh	36%	148,396 kwh
4	MOTOR DEPURADOR	50 HP	50 HP	220	103%	95%	80%	94%	134,467 kwh	106,002 kwh	21%	28,464 kwh
5	MOTOR BOMBA DE ALTA PRESION	50 HP	50 HP	220	102%	95%	80%	94%	133,161 kwh	106,002 kwh	20%	27,159 kwh
6	MOTOR BOMBA FAN	50 HP	50 HP	220	104%	95%	80%	94%	135,772 kwh	106,002 kwh	22%	29,770 kwh
<b>TOTAL</b>		<b>550 HP</b>	<b>425 HP</b>						<b>1,330,305 kwh</b>	<b>890,064 kwh</b>		<b>440,241 kwh</b>

**Tabla 21. Tabla de ahorro en dólares**

No.	Maquina	Potencia (HP)	Potencia teoricament e necesaria(HP)	kwh/Año Actual en \$	KWH/Año NEMA PREMIUM en \$	% Ahorro Energetico	Ahorro \$\$ NEMA PREMIUM
1	MOTOR PULPER	150 HP	100 HP	\$ 65,248.89	\$ 35,213.07	46%	\$ 30,035.82
2	MOTOR BOMBA PULPER	50 HP	50 HP	\$ 23,081.24	\$ 18,020.36	22%	\$ 5,060.88
3	MOTOR REFINO CONICO	200 HP	125 HP	\$ 69,243.72	\$ 44,016.34	36%	\$ 25,227.38
4	MOTOR DEPURADOR	50 HP	50 HP	\$ 22,859.31	\$ 18,020.36	21%	\$ 4,838.94
5	MOTOR BOMBA DE ALTA PRESION	50 HP	50 HP	\$ 22,637.37	\$ 18,020.36	20%	\$ 4,617.01
6	MOTOR BOMBA FAN	50 HP	50 HP	\$ 23,081.24	\$ 18,020.36	22%	\$ 5,060.88
<b>TOTAL</b>		<b>550 HP</b>	<b>425 HP</b>	<b>\$ 226,151.77</b>	<b>\$ 151,310.86</b>		<b>\$ 74,840.91</b>

Resumen del análisis por motor:

Motor No.1: Considerando los datos anteriores, y de acuerdo a la potencia necesaria para la operación podemos considerar que un equipo de menor capacidad, y con diferentes características como un variador de potencia podría suplir la demanda requerida para esta operación, lo que consideraría un ahorro de 50 HP de consumo en este motor y el reemplazo de un motor bajo la certificación NEMA PREMIUN con un promedio de eficiencia de 96% en comparación del 90% de eficiencia actual.

Motor No. 2 – 4 – 5 – 6 : Considerando los datos anteriores, y de acuerdo con la potencia necesaria para la operación podemos considerar que un equipo de igual capacidad, y con diferentes características como un variador de potencia podría suplir la demanda requerida para esta operación, lo que consideraría un ahorro con el reemplazo de un motor bajo la certificación NEMA PREMIUM con un promedio de eficiencia de 96% en comparación del 90% de eficiencia actual.

Motor No.3: Considerando los datos anteriores, y de acuerdo con la potencia necesaria para la operación podemos considerar que un equipo de menor capacidad, y con diferentes características como un variador de potencia podría suplir la demanda requerida para esta operación, lo que consideraría un ahorro de 75 HP de consumo en este motor y el reemplazo de un motor bajo la certificación NEMA PREMIUM con un promedio de eficiencia de 96% en comparación del 90% de eficiencia actual.

Observaciones; Para lograr la instalación de los motores recomendados, debemos considerar el aumento de voltaje de alimentación por lo que habría que agregar un transformador al banco de transformadores para la subida de mismo.

#### 4.4.4.3 ANÁLISIS FINANCIERO

El análisis financiero proporciona información de los costos de la inversión a desarrollar en la sustitución de los motores, el ahorro esperado en la facturación actual, así como la disminución del gasto de mantenimiento.

Agregado a esto se detalla el valor presente neto, el índice de rentabilidad, tasa interna de retorno de la inversión.

- 1) Inversión del proyecto: El proyecto ha sido clasificado bajo la figura de llave en mano, es decir el proveedor entregara en funcionamiento la obra, el mismo tiene una duración de 4 meses de instalación, sin embargo, la operación no se detiene debido a que en cada mes el molino de producción tiene un paro de 10 días en los que permite realizar todo tipo de mantenimiento y es en este tiempo que de forma paulatina se cambiaran los motores.
- 2) La negociación con el proveedor incluye incluso un plan de financiamiento de 18 meses por lo que el costo financiero ya está incluido dentro de la propuesta.
- 3) El proveedor proporciona una garantía de 24 meses. Durante los primeros noventa días (90) tras la finalización de los servicios, el proveedor realizará las reparaciones o ajustes necesarios para los servicios.



Productos Varios Centroamericanos S. de R.L. de C.V.  
 Bo. Guzmilto, 8ta ave. entre 5 y 6 calle.  
 San Pedro Sula, Cortés, Honduras, C.A.  
 PBX: 5042557-0347  
 E-mail: administracion@grupoprovac.com  
 R.T.N.: 05019009208853

**Cotización US\$**  
 N° 003861

SOLICITUD	PÁGINA	FECHA
Motores Eléctricos REV2	1	14/11/2019

<b>Presentada a:</b> Papelera Calpules S.A. De C.V. R.T.N.: 05019000040204 Carretera a Ticamaya, Choloma, Cortés. Bo. El Benque 4ta calle 8 y 9 A 2561-5500 / 2561-5500 82	<b>Entregar En:</b> Debidos PLANTA PACASA
---	--

<b>AGENTE</b> Francis Zepeda	<b>FORMA DE PAGO</b> SEGUN OBSERVACIONES	<b>VALIDA POR:</b> 30 días.
---------------------------------	---	--------------------------------

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	PRECIO UNI	SUBTOTAL	% DTO.	TOTAL
1	**Motor Pulper: ABB, 100HP, 6P, 3PH, M3BP 280SMD 8 Variador ABB ACS880-01-156A-5, 100HP Gabinete de control.	1	22,286.95	22,286.95	12.00	19,594.92
2	**Refino Conico: ABB, 125 HP, 4P, 3PH, M3BP 280SMB 4 Variador ABB ACS880-01-240A-5, 125HP Gabinete de control.	1	32,850.00	32,850.00	15.00	27,752.50
3	**Bomba Fan: 50HP, 1782RPM, 32BT, D32BT17FB16 Variador ABB ACS550-01-088A-4 Gabinete de control.	1	15,443.00	15,443.00	12.00	13,589.84
4	**Motor Depurado: 50HP, 1782RPM, 32BT, D32BT17FB16 Variador ABB ACS550-01-088A-4 Gabinete de control.	1	15,443.00	15,443.00	12.00	13,589.84
5	**Motor Alta presión: 50HP, 1782RPM, 32BT, D32BT17FB16 Variador ABB ACS550-01-088A-4 Gabinete de control.	1	15,443.00	15,443.00	12.00	13,589.84
6	**Bomba Pulper: 50HP, 1782RPM, 32BT, D32BT17FB16 Variador ABB ACS550-01-088A-4 Gabinete de control.	1	15,443.00	15,443.00	12.00	13,589.84
7	Transformador Pad mounted 1500KVA.	1	30,200.00	30,200.00	12.00	26,576.00

Tiempo de entrega: A Confirmar	Elaborado por: Francis Zepeda	Modificado Por: Francis Zepeda	Solicitado por: Ing. Herlin Posas	<b>SUB-TOTAL</b> 128,282.78
				<b>EXCENTA</b>
				LS.V. 19,242.42
				<b>TOTAL US\$</b> 147,525.19

Observaciones:  
 PLAN DE FINANCIAMIENTO BCO. FICOHSA

Figura 45. Cotización Provac

Costo de la producción de papel y monto por TM: El siguiente análisis presenta el escenario del costo por tonelada métrica producida al cierre del 2019, comparado con los costos 2020 aplicando incrementos de un 8% para la materia prima, 7% en mano de obra, 3% en mantenimiento y un 5% en la energía como resultado tenemos \$402 por tonelada métrica producida.

Si Papelera Calpules decide realizar la inversión en el 2021 lograría una baja considerable a \$365 por tonelada métrica producida.

**Tabla 22. Costos proyectados 2020-2021**

COSTO DE PRODUCCION \$			
	2018	2019	2020
MATERIA PRIMA	395,850	405,185	472,608
MANO DE OBRA	122,852	158,360	181,306
MANTENIMIENTO	95,000	25,067	5,153
<b>ENERGIA</b>	<b>185,000</b>	<b>226,151</b>	<b>151,310</b>
	798,702	814,763	810,377
TM	1,800	2,005	2,150
<b>COSTO TM</b>	<b>444</b>	<b>406</b>	<b>377</b>

VPN, TIR, Tiempo de recuperación: los siguientes datos presentan el análisis financiero que ha dado como resultado los flujos esperados.

**Tabla 23. Calculo depreciación del proyecto.**

Inversion inicial	
Motores y Transformador	- 147,525
Instalacion	- 14,800
	- 162,325
Vida Util	5
Depreciacion por periodo	32,465

**Tabla 24. Flujos esperados**

FLUJOS ESPERADOS						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ahorro por eficiencia		74,841	73,709	72,070	70,396	68,685
Ahorro Mantenimiento		19,915	18,627	18,627	17,982	17,338
	0	94,756	92,335	90,697	88,378	86,023

En el proyecto se esperan flujos producto de los ahorros en la eficiencia del costo energético y el mantenimiento. La recuperación de la inversión estaría proyecta para el segundo periodo, logrando una tasa interna de retorno de un 40.29% .

## Cálculo de Flujos de caja por periodo

**Tabla 25. Determinación del ahorro en el mantenimiento**

GASTO DE MANTENIMIENTO ESPERADO						
	0	1	2	3	4	5
Costo de Motores		\$ 128,828	\$ 128,828	\$ 128,828	\$ 128,828	\$ 128,828
4% del costo para Mantenimeinto		\$ 5,153	\$ 6,441	\$ 6,441	\$ 7,086	\$ 7,730
AHORRO ESPERADO EN MANTENIMIENTO						
	0	1	2	3	4	5
Mantenimiento Actual	\$ 25,068	\$ 25,068	\$ 25,068	\$ 25,068	\$ 25,068	\$ 25,068
Nuevo Mantenimiento	\$ 25,068	\$ 5,153	\$ 6,441	\$ 6,441	\$ 7,086	\$ 7,730
<b>Ahorro Esperado</b>	\$ -	\$ 19,915	\$ 18,627	\$ 18,627	\$ 17,982	\$ 17,338

El sistema actual tiene un vareador de velocidad mecánico. (Barra central, poleas, bandas, rodamientos) Esto se elimina con la instalación de los nuevos motores con su variador eléctrico y acople directo)



**Figura 46. Instalación de los nuevos motores**

Con el cambio de motores este proceso se automatizará, eliminando el variador mecánico adjunto en la imagen.



De acuerdo con principios básicos de mantenimiento y por política interna de la empresa se destinó un 4% del costo de los motores, estableciendo parámetros de crecimiento de un 0.05% por periodo el mismo será destinado para brindar mantenimiento preventivo, lubricación, mantenimiento predictivo, monitoreos termográficos.

**Tabla 26. Determinación del ahorro en la eficiencia de los motores**

ANALISIS DE AHORRO PERIODO 1												
No.	Maquina	Potencia (HP)	Potencia teorica e necesaria(HP)	Voltaje	% de Carga de trabajo Actual	% de Carga de trabajo Motores Nuevos	Eficiencia Actual	Eficiencia Estimada BALDOR NEMA PREMIUM	kwh/Año Actual	Kwh/Año NEMA PREMIUM	% Ahorro Energetico	Ahorro Kwh NEMA PREMIUM
1	MOTOR PULPER	150 HP	100 HP	220	98%	95%	80%	96%	=(\$C4*\$F4*0.746*14*20*10)/(\$H4)	207,136 kwh	46%	176,681 kwh
2	MOTOR BOMBA PULPER	50 HP	50 HP	220	104%	95%	80%	94%		106,002 kwh	22%	29,770 kwh
3	MOTOR REFINO CONICO	200 HP	125 HP	220	78%	95%	80%	96%		258,920 kwh	36%	148,396 kwh
4	MOTOR DEPURADOR	50 HP	50 HP	220	103%	95%	80%	94%		134,467 kwh	21%	28,464 kwh
5	MOTOR BOMBA DE ALTA PRESION	50 HP	50 HP	220	102%	95%	80%	94%		133,161 kwh	20%	27,159 kwh
6	MOTOR BOMBA FAN	50 HP	50 HP	220	104%	95%	80%	94%		135,772 kwh	22%	29,770 kwh
<b>TOTAL</b>		<b>550 HP</b>	<b>425 HP</b>						<b>1,330,305 kwh</b>	<b>890,064 kwh</b>		<b>440,241 kwh</b>

El cálculo para la determinación de los flujos está representado por la multiplicación de los HP de potencia por el % de carga de trabajo actual por la eficiencia energética, este resultado se multiplica por factor 0.746(conversión de HP a KW) por 14 corridas o número de veces que se corre el proceso de producción al año, por 20 días laborables, por 10 meses de trabajo.

**Tabla 27. Eficiencia promedio recomendada**

No.	Maquina	Potencia (HP)	Potencia teorica e necesaria(HP)	kwh/Año Actual en \$	KWH/Año NEMA PREMIUM en \$	% Ahorro Energetico	Ahorro \$\$ NEMA PREMIUM
1	MOTOR PULPER	150 HP	100 HP	\$ 65,248.89	\$ 35,213.07	46%	\$ 30,035.82
2	MOTOR BOMBA PULPER	50 HP	50 HP	\$ 23,081.24	\$ 18,020.36	22%	\$ 5,060.88
3	MOTOR REFINO CONICO	200 HP	125 HP	\$ 69,243.72	\$ 44,016.34	36%	\$ 25,227.38
4	MOTOR DEPURADOR	50 HP	50 HP	\$ 22,859.31	\$ 18,020.36	21%	\$ 4,838.94
5	MOTOR BOMBA DE ALTA PRESION	50 HP	50 HP	\$ 22,637.37	\$ 18,020.36	20%	\$ 4,617.01
6	MOTOR BOMBA FAN	50 HP	50 HP	\$ 23,081.24	\$ 18,020.36	22%	\$ 5,060.88
<b>TOTAL</b>		<b>550 HP</b>	<b>425 HP</b>	<b>\$ 226,151.77</b>	<b>\$ 151,310.86</b>		<b>\$ 74,840.91</b>

Para el primer periodo se utiliza la eficiencia promedio recomendada promedio por el proveedor.

**Tabla 28. Análisis de ahorro periodo 2**

ANALISIS DE AHORRO PERIODO 2												
No.	Maquina	Potencia (HP)	Potencia teorica ment e necesaria(HP)	Voltaje	% de Carga de trabajo Actual	% de Carga de trabajo Motores Nuevos	Eficiencia Actual	Eficiencia Estimada BALDOR NEMA PREMIUM	kwh/Año Actual	Kwh/Año NEMA PREMIUM	% Ahorro Energetico	Ahorro Kwh NEMA PREMIUM
1	MOTOR PULPER	150 HP	100 HP	220	98%	95%	80%	95%	383,817 kwh	208,880 kwh	46%	174,937 kwh
2	MOTOR BOMBA PULPER	50 HP	50 HP	220	104%	95%	80%	93%	135,772 kwh	106,686 kwh	21%	29,086 kwh
3	MOTOR REFINO CONICO	200 HP	125 HP	220	78%	95%	80%	95%	407,316 kwh	261,100 kwh	36%	146,216 kwh
4	MOTOR DEPURADOR	50 HP	50 HP	220	103%	95%	80%	93%	134,467 kwh	106,686 kwh	21%	27,780 kwh
5	MOTOR BOMBA DE ALTA PRESION	50 HP	50 HP	220	102%	95%	80%	93%	133,161 kwh	106,686 kwh	20%	26,475 kwh
6	MOTOR BOMBA FAN	50 HP	50 HP	220	104%	95%	80%	93%	135,772 kwh	106,686 kwh	21%	29,086 kwh
<b>TOTAL</b>		<b>550 HP</b>	<b>425 HP</b>						<b>1,330,305 kwh</b>	<b>896,724 kwh</b>		<b>433,580 kwh</b>

No.	Maquina	Potencia (HP)	Potencia teorica ment e necesaria(HP)	kwh/Año Actual en \$	KWH/Año NEMA PREMIUM en \$	% Ahorro Energetico	Ahorro \$\$ NEMA PREMIUM
1	MOTOR PULPER	150 HP	100 HP	\$ 65,248.89	\$ 35,509.60	46%	\$ 29,739.29
2	MOTOR BOMBA PULPER	50 HP	50 HP	\$ 23,081.24	\$ 18,136.62	21%	\$ 4,944.62
3	MOTOR REFINO CONICO	200 HP	125 HP	\$ 69,243.72	\$ 44,387.00	36%	\$ 24,856.72
4	MOTOR DEPURADOR	50 HP	50 HP	\$ 22,859.31	\$ 18,136.62	21%	\$ 4,722.68
5	MOTOR BOMBA DE ALTA PRESION	50 HP	50 HP	\$ 22,637.37	\$ 18,136.62	20%	\$ 4,500.75
6	MOTOR BOMBA FAN	50 HP	50 HP	\$ 23,081.24	\$ 18,136.62	21%	\$ 4,944.62
<b>TOTAL</b>		<b>550 HP</b>	<b>425 HP</b>	<b>\$ 226,151.77</b>	<b>\$ 152,443.09</b>		<b>\$ 73,708.67</b>

En el segundo periodo el flujo se ve impactado por una reducción de un 1% de eficiencia

**Tabla 29. Análisis de ahorro periodo 3**

ANALISIS DE AHORRO PERIODO 3												
No.	Maquina	Potencia (HP)	Potencia teorica ment e necesaria(HP)	Voltaje	% de Carga de trabajo Actual	% de Carga de trabajo Motores Nuevos	Eficiencia Actual	Eficiencia Estimada BALDOR NEMA PREMIUM	kwh/Año Actual	Kwh/Año NEMA PREMIUM	% Ahorro Energetico	Ahorro Kwh NEMA PREMIUM
1	MOTOR PULPER	150 HP	100 HP	220	98%	95%	80%	94%	383,817 kwh	211,102 kwh	45%	172,715 kwh
2	MOTOR BOMBA PULPER	50 HP	50 HP	220	104%	95%	80%	92%	135,772 kwh	107,846 kwh	21%	27,926 kwh
3	MOTOR REFINO CONICO	200 HP	125 HP	220	78%	95%	80%	94%	407,316 kwh	263,878 kwh	35%	143,438 kwh
4	MOTOR DEPURADOR	50 HP	50 HP	220	103%	95%	80%	92%	134,467 kwh	107,846 kwh	20%	26,621 kwh
5	MOTOR BOMBA DE ALTA PRESION	50 HP	50 HP	220	102%	95%	80%	92%	133,161 kwh	107,846 kwh	19%	25,315 kwh
6	MOTOR BOMBA FAN	50 HP	50 HP	220	104%	95%	80%	92%	135,772 kwh	107,846 kwh	21%	27,926 kwh
<b>TOTAL</b>		<b>550 HP</b>	<b>425 HP</b>						<b>1,330,305 kwh</b>	<b>906,362 kwh</b>		<b>423,942 kwh</b>

No.	Maquina	Potencia (HP)	Potencia teorica ment e necesaria(HP)	kwh/Año Actual en \$	KWH/Año NEMA PREMIUM en \$	% Ahorro Energetico	Ahorro \$\$ NEMA PREMIUM
1	MOTOR PULPER	150 HP	100 HP	\$ 65,248.89	\$ 35,887.36	45%	\$ 29,361.53
2	MOTOR BOMBA PULPER	50 HP	50 HP	\$ 23,081.24	\$ 18,333.76	21%	\$ 4,747.48
3	MOTOR REFINO CONICO	200 HP	125 HP	\$ 69,243.72	\$ 44,859.20	35%	\$ 24,384.52
4	MOTOR DEPURADOR	50 HP	50 HP	\$ 22,859.31	\$ 18,333.76	20%	\$ 4,525.54
5	MOTOR BOMBA DE ALTA PRESION	50 HP	50 HP	\$ 22,637.37	\$ 18,333.76	19%	\$ 4,303.61
6	MOTOR BOMBA FAN	50 HP	50 HP	\$ 23,081.24	\$ 18,333.76	21%	\$ 4,747.48
<b>TOTAL</b>		<b>550 HP</b>	<b>425 HP</b>	<b>\$ 226,151.77</b>	<b>\$ 154,081.61</b>		<b>\$ 72,070.16</b>

De igual forma para el periodo 3 se disminuyó un 1% de la eficiencia actual generando flujo en \$ 72,070.

**Tabla 30. Análisis de ahorro periodo 4**

ANALISIS DE AHORRO PERIODO 4												
No.	Maquina	Potencia (HP)	Potencia teoricament e necesaria(HP)	Voltaje	% de Carga de trabajo Actual	% de Carga de trabajo Motores Nuevos	Eficiencia Actual	Eficiencia Estimada BALDOR NEMA PREMIUM	kwh/Año Actual	Kwh/Año NEMA PREMIUM	% Ahorro Energetico	Ahorro Kwh NEMA PREMIUM
1	MOTOR PULPER	150 HP	100 HP	220	98%	95%	80%	93%	383,817 kwh	213,372 kwh	44%	170,445 kwh
2	MOTOR BOMBA PULPER	50 HP	50 HP	220	104%	95%	80%	91%	135,772 kwh	109,031 kwh	20%	26,741 kwh
3	MOTOR REFINO CONICO	200 HP	125 HP	220	78%	95%	80%	93%	407,316 kwh	266,715 kwh	35%	140,601 kwh
4	MOTOR DEPURADOR	50 HP	50 HP	220	103%	95%	80%	91%	134,467 kwh	109,031 kwh	19%	25,436 kwh
5	MOTOR BOMBA DE ALTA PRESION	50 HP	50 HP	220	102%	95%	80%	91%	133,161 kwh	109,031 kwh	18%	24,130 kwh
6	MOTOR BOMBA FAN	50 HP	50 HP	220	104%	95%	80%	91%	135,772 kwh	109,031 kwh	20%	26,741 kwh
<b>TOTAL</b>		<b>550 HP</b>	<b>425 HP</b>						<b>1,330,305 kwh</b>	<b>916,210 kwh</b>		<b>414,094 kwh</b>

No.	Maquina	Potencia (HP)	Potencia teoricament e necesaria(HP)	kwh/Año Actual en \$	KWH/Año NEMA PREMIUM en \$	% Ahorro Energetico	Ahorro \$\$ NEMA PREMIUM
1	MOTOR PULPER	150 HP	100 HP	\$ 65,248.89	\$ 36,273.25	44%	\$ 28,975.64
2	MOTOR BOMBA PULPER	50 HP	50 HP	\$ 23,081.24	\$ 18,535.23	20%	\$ 4,546.01
3	MOTOR REFINO CONICO	200 HP	125 HP	\$ 69,243.72	\$ 45,341.56	35%	\$ 23,902.16
4	MOTOR DEPURADOR	50 HP	50 HP	\$ 22,859.31	\$ 18,535.23	19%	\$ 4,324.07
5	MOTOR BOMBA DE ALTA PRESION	50 HP	50 HP	\$ 22,637.37	\$ 18,535.23	18%	\$ 4,102.14
6	MOTOR BOMBA FAN	50 HP	50 HP	\$ 23,081.24	\$ 18,535.23	20%	\$ 4,546.01
<b>TOTAL</b>		<b>550 HP</b>	<b>425 HP</b>	<b>\$ 226,151.77</b>	<b>\$ 155,755.73</b>		<b>\$ 70,396.04</b>

Los flujos del periodo 4 asciende a \$70,396.

**Tabla 31. Tabla 30. Análisis de ahorro periodo 5**

ANALISIS DE AHORRO PERIODO 5												
No.	Maquina	Potencia (HP)	Potencia teoricament e necesaria(HP)	Voltaje	% de Carga de trabajo Actual	% de Carga de trabajo Motores Nuevos	Eficiencia Actual	Eficiencia Estimada BALDOR NEMA PREMIUM	kwh/Año Actual	Kwh/Año NEMA PREMIUM	% Ahorro Energetico	Ahorro Kwh NEMA PREMIUM
1	MOTOR PULPER	150 HP	100 HP	220	98%	95%	80%	92%	383,817 kwh	215,691 kwh	44%	168,126 kwh
2	MOTOR BOMBA PULPER	50 HP	50 HP	220	104%	95%	80%	90%	135,772 kwh	110,242 kwh	19%	25,530 kwh
3	MOTOR REFINO CONICO	200 HP	125 HP	220	78%	95%	80%	92%	407,316 kwh	269,614 kwh	34%	137,702 kwh
4	MOTOR DEPURADOR	50 HP	50 HP	220	103%	95%	80%	90%	134,467 kwh	110,242 kwh	18%	24,224 kwh
5	MOTOR BOMBA DE ALTA PRESION	50 HP	50 HP	220	102%	95%	80%	90%	133,161 kwh	110,242 kwh	17%	22,919 kwh
6	MOTOR BOMBA FAN	50 HP	50 HP	220	104%	95%	80%	90%	135,772 kwh	110,242 kwh	19%	25,530 kwh
<b>TOTAL</b>		<b>550 HP</b>	<b>425 HP</b>						<b>1,330,305 kwh</b>	<b>926,274 kwh</b>		<b>404,030 kwh</b>

**Continuación de tabla 31**

No.	Maquina	Potencia (HP)	Potencia teoricament e necesaria(HP)	kwh/Año Actual en \$	KWH/Año NEMA PREMIUM en \$	% Ahorro Energetico	Ahorro \$\$ NEMA PREMIUM
1	MOTOR PULPER	150 HP	100 HP	\$ 65,248.89	\$ 36,667.52	44%	\$ 28,581.37
2	MOTOR BOMBA PULPER	50 HP	50 HP	\$ 23,081.24	\$ 18,741.18	19%	\$ 4,340.06
3	MOTOR REFINO CONICO	200 HP	125 HP	\$ 69,243.72	\$ 45,834.40	34%	\$ 23,409.32
4	MOTOR DEPURADOR	50 HP	50 HP	\$ 22,859.31	\$ 18,741.18	18%	\$ 4,118.13
5	MOTOR BOMBA DE ALTA PRESION	50 HP	50 HP	\$ 22,637.37	\$ 18,741.18	17%	\$ 3,896.19
6	MOTOR BOMBA FAN	50 HP	50 HP	\$ 23,081.24	\$ 18,741.18	19%	\$ 4,340.06
	<b>TOTAL</b>	<b>550 HP</b>	<b>425 HP</b>	<b>\$ 226,151.77</b>	<b>\$ 157,466.64</b>		<b>\$ 68,685.13</b>

Los flujos del periodo 5 corresponden a \$68,685.13.

Para el cálculo del periodo de recuperación se realizó cálculo del WACC para medir la tasa de rendimiento esperada por la administración de Papelera Calpules.

**Tabla 32. Calculo WACC**

	Valor	Participacion	Costo	Promedio Ponderado
Deuda	147,525.19	91%	12.60%	11.45%
Recurso Propio	14,800.00	9%	12.0%	1.09%
	162,325.19	100%		<b>12.55%</b>
Tasa de oportunidad	12%			
Tasa Interes Bancario	18%			
Impuesto	30%			
Costo de Deuda	12.60%			

**Tabla 33. Recuperación descontada**

<b>PERIODO DE RECUPERACION DESCONTADO</b>				
RENDIMIENTO REQUERIDO	12.55%			
INVERSION INICIAL(Motores)	-147,525.19			
Inversion Instalacion de equipo	-14,800.00			
Total Inversion	-162,325.19			
<b>AÑO</b>	<b>FLUJOS DE EFECTIVO OPERATIVOS</b>			
0	-162,325.19	FLUJOS OPERATIVOS VP		
1	68,928.51		61,242.57	-101,082.62
2	67,234.15		53,076.09	-48,006.53
3	66,087.19		46,353.32	-1,653.21
4	64,464.41		40,173.35	38,520.13
5	62,815.88		34,780.99	73,301.12
VALOR PRESENTE	65,127.61			
TIR	30.02%			

El periodo de recuperación descontando nos indica que la inversión se recupera en el periodo 4, alcanzando una TIR del 30.02%

**Tabla 34. El índice de rentabilidad**

	<b>INDICE DE RENTABILIDAD</b>				
	<b>AÑOS</b>				
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
INGRESOS	94,756	92,335	90,697	88,378	86,023
IMPREVISTOS	10,200	10,200	10,200	10,200	10,200
DEPRECIACION	32,465	32,465	32,465	32,465	32,465
UTILIDAD OPERATIVA	52,091	49,670	48,032	45,713	43,358
GASTOS FINANCIEROS					
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO	52,091	49,670	48,032	45,713	43,358
IMPUESTO	15,627	14,901	14,409	13,714	13,008
<b>UTILIDAD NETA</b>	<b>36,463</b>	<b>34,769</b>	<b>33,622</b>	<b>31,999</b>	<b>30,351</b>
	68,929	67,234	66,087	64,464	62,816
INDICE DE RENTABILIDAD	235,626.31	1.45			
	162,325.19				

Una vez determinado los flujos de cada periodo se procede con el análisis de rentabilidad el cual brinda un porcentaje del 1.45 lo cual es un resultado muy favorable para determinar la viabilidad del proyecto.

#### 4.4.4 ANALISIS DE SENSIBILIDAD

Se procedió a realizar 2 análisis de sensibilidad enfocados en la determinación de un % de cumplimiento de flujos, debido a que es la variable más determinante en la viabilidad del proyecto.

**Tabla 35. Eficiencia promedio de los motores**

FLUJOS al 90% eficiencia promedio de los motores						90%
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ahorro por eficiencia		67,357	66,338	64,863	63,356	61,817
Ahorro Mantenimiento		19,915	18,627	18,627	17,982	17,338
	0	87,272	84,964	83,490	81,339	79,155

**Tabla 36. Cumplimiento de los flujos esperados**

INDICE DE RENTABILIDAD 90% de cumplimiento de los flujos esperados					
	AÑOS				
	1	2	3	4	5
INGRESOS	87,272	84,964	83,490	81,339	79,155
IMPREVISTOS	10,200	10,200	10,200	10,200	10,200
DEPRECIACION	32,465	32,465	32,465	32,465	32,465
UTILIDAD OPERATIVA	44,607	42,299	40,825	38,674	36,490
GASTOS FINANCIEROS					
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO	44,607	42,299	40,825	38,674	36,490
IMPUESTO	13,382	12,690	12,247	11,602	10,947
<b>UTILIDAD NETA</b>	<b>31,225</b>	<b>29,610</b>	<b>28,577</b>	<b>27,072</b>	<b>25,543</b>
	63,690	62,075	61,042	59,537	58,008
INDICE DE RENTABILIDAD	217,626.98	1.34			
	162,325.19				

**Tabla 37. Periodo de recuperación**

PERIODO DE RECUPERACION DESCONTADO				
RENDIMIENTO REQUERIDO	12.55%			
INVERSION INICIAL(Motores)	-147,525.19			
Inversion Instalacion de equipo	-14,800.00			
Total Inversion	-162,325.19			
AÑO	FLUJOS DE EFECTIVO OPERATIVOS	FLUJOS OPERATIVOS VP		
0	-162,325.19			
1	63,689.65	56,587.87	-105,737.32	
2	62,074.54	49,002.99	-56,734.33	
3	61,042.28	42,814.83	-13,919.50	
4	59,536.69	37,102.46	23,182.96	
5	58,007.92	32,118.83	55,301.79	
VALOR PRESENTE	49,135.31			
TIR	25.91%			

En el primer escenario se colocó un cumplimiento de flujos del 90%, lo cual nos generó un índice de rentabilidad del 1.34 lo cual sigue siendo bueno, el periodo de recuperación no presenta variación ya que sigue siendo en los mismos 4 años obtenidos en el análisis a un 100% de cumplimiento de flujos, sin embargo, la TIR bajo un poco más del 5%. El segundo análisis se estableció mediante un cumplimiento de un 85% de los flujos proyectados

**Tabla 38. Eficiencia promedio de los motores 2**

FLUJOS al 85% eficiencia promedio de los motores							85%
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
Ahorro por eficiencia		63,615	62,652	61,260	59,837		58,382
Ahorro Mantenimiento		19,915	18,627	18,627	17,982		17,338
	0	83,530	81,279	79,886	77,819		75,721

**Tabla 39. Cumplimiento de los flujos esperados 2**

INDICE DE RENTABILIDAD 85% de cumplimiento de los flujos esperados					
AÑOS					
	1	2	3	4	5
INGRESOS	83,530	81,279	79,886	77,819	75,721
IMPREVISTOS	10,200	10,200	10,200	10,200	10,200
DEPRECIACION	32,465	32,465	32,465	32,465	32,465
UTILIDAD OPERATIVA	40,865	38,614	37,221	35,154	33,056
GASTOS FINANCIEROS					
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO	40,865	38,614	37,221	35,154	33,056
IMPUESTO	12,259	11,584	11,166	10,546	9,917
<b>UTILIDAD NETA</b>	<b>28,605</b>	<b>27,030</b>	<b>26,055</b>	<b>24,608</b>	<b>23,139</b>
	61,070	59,495	58,520	57,073	55,604
INDICE DE RENTABILIDAD	208,627.32	1.29			
	162,325.19				

**Tabla 40. Periodo de recuperación 2**

PERIODO DE RECUPERACION DESCONTADO				
RENDIMIENTO REQUERIDO	12.55%			
INVERSION INICIAL(Motores)	-147,525.19			
Inversion Instalacion de equipo	-14,800.00			
Total Inversion	-162,325.19			
AÑO	FLUJOS DE EFECTIVO OPERATIVOS			
0	-162,325.19	FLUJOS OPERATIVOS VP		
1	61,070.22	54,260.52	-108,064.67	
2	59,494.74	46,966.43	-61,098.23	
3	58,519.83	41,045.59	-20,052.64	
4	57,072.83	35,567.01	15,514.37	
5	55,603.94	30,787.76	46,302.13	
VALOR PRESENTE	41,139.16			
TIR	23.82%			

De igual forma como el escenario anterior, solamente la TIR genero una variación considerable bajando arriba de 7 puntos en comparación al análisis de un 100% de los flujos proyectados. Por consiguiente, el análisis de sensibilidad únicamente confirma que aunque el cumplimiento de flujos baje entre 90% y un 85% el periodo de recuperación descontado y el índice de rentabilidad no tendrán mayores bajas.

#### 4.4.5 COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$ , debido a que los resultados encontrados determinan que la variable independiente Técnico (análisis del equipo y maquinaria), si tiene impacto sobre la variable dependiente, esto quedo confirmado con el escenario de la sustitución de los motores de eficiencia energética en donde el costo de la tonelada métrica de producción de papel baja en un 7% lo cual permitiría a la empresa obtener un mejor margen de ganancia ofreciendo precios más competitivos. Por tal razón se acepta la hipótesis alternativa  $H_1$ .



## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

El presente capítulo tiene como iniciativa brindar las conclusiones y resultados de la investigación, basándose en los análisis expuestos luego de hacer uso de las diversas técnicas estadística, matemáticas y financieras, las cuales se basaron en las teorías de los autores que ayudaron a sustentar el marco teórico de la presente investigación. En este capítulo se incluyen recomendaciones a la empresa Papelera Calpules S A que le permitirán mejorar su proceso de negocio de la producción de papel.

### **5.1 CONCLUSIONES**

Con el sustento de los resultados obtenidos por medio de análisis del proceso de la producción de la empresa, entrevistas, análisis estadísticos y la técnica de observación sobre el personal que labora actualmente en Papelera Calpules S A, se plantean en forma concluyente la respuesta de las preguntas planteadas desde un inicio en el capítulo I, por lo que se redactó una conclusión por cada variable expuesta.

#### **5.1.1 RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES**

- 1) El recurso humano empleado para la operación del proceso de producción de papel en el molino de Papelera Calpules si cuenta con el conocimiento técnico que requiere el proceso de producción del molino, los años de experiencia que tienen trabajando para la empresa les permiten estar empoderados del proceso por lo que el aspecto de recurso humano no interfiere en el efecto en el consumo energético del caso de estudio.

### **5.2 RECOMENDACIONES**

- 1) Al igual que las conclusiones las recomendaciones se basan en los resultados y análisis obtenidos en el capítulo anterior. Las conclusiones y con el pal de ayudar a Papelera Calpules a mejorar su consumo energético que les permite ser más competitivos y anticiparse a la problemática energética de país en la actualidad, se han brindado sugerencias que le serán de mucha utilidad para mejorar la eficiencia del consumo energético, ayudándola mantenerse en el mercado de la producción de papel.

### 5.2.1 RECURSOS HUMANOS

- 1) De acuerdo con el análisis realizado dentro de los hallazgos encontrados se llegó a la conclusión que el personal actual no cuenta con un nivel de escolaridad adecuado, por lo que se recomienda a la empresa a implementar un plan de nivelación por lo menos a un nivel de escolaridad de diversificado, apoyar el desarrollo de personal permitirá tener colaboradores más capacitado y con las aptitudes ideales.
- 2) Es necesario la instalación de un plan de sucesión en donde se vayan refrescando con personal nuevo aquellos puestos ocupados por personal que ya tiene una avanzada edad, con esto ayudara a que ese conocimiento sea transmitido a nuevas generaciones para continuidad del proceso de producción.

### 5.2.2 RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES

El recurso humano empleado para la operación del proceso de producción de papel en el molino de Papelera Calpules si cuenta con el conocimiento técnico que requiere el proceso de producción del molino, los años de experiencia que tienen trabajando para la empresa les permiten estar empoderados del proceso por lo que el aspecto de recurso humano no interfiere en el efecto en el consumo energético del caso de estudio. En cuanto a los recursos materiales la empresa tiene control sobre los mismos con el apoyo del personal de laboratorio y calidad quienes se aseguran de que los diferentes componentes cumplan con los requisitos necesarios para lograr un producto final con los más altos estándares de calidad. Sin embargo, a pesar de que tiene el personal, los procesos para la validación de la calidad de la materia prima utilizada, su equipo de medición no se encuentra en óptimas condiciones para el cumplimiento de esta certificación

### 5.2.3 OBJETIVOS DE PRODUCCION

Los objetivos trazados por Papelera Calpules para cada periodo que han sido objeto de investigación han sido establecidos en base a toneladas métricas (TM) cuenta con un sistema de medición que le permite medir, controlar y brindar seguimiento a la eficiencia con la que el molino de producción cierra cada periodo. Para el 2016 género un incumplimiento de la meta de

un 12%, logrando una baja a un 1% en el 2017, sin embargo 2018 y 2019 ha incrementado hasta un 8%. Este incumplimiento se debe más a la falta de materia prima disponible ocasionando incrementos en el precio del desperdicio, otro aspecto es que no se puede incrementar la velocidad del molino por la antigüedad de los motores.

#### 5.2.4 CONDICION ACTUAL DEL EQUIPO

En su totalidad la máquina y equipo que conforman el molino de producción de papel está totalmente depreciado en libros, sin embargo, la administración debe invertir en un estudio técnico completo para identificar el valor de mercado actual del mismo con esto la administración podría tomar decisiones más trascendentales. Como se ha logrado demostrar las fallas que mayor impacto están presentando es por aspectos de mantenimiento y la producción alcanzado porcentajes de 63% y 34% respectivamente. Estos gastos afectan directamente los costos de la producción de papel de Papelera Calpules, sin embargo, se logró constatar que a nivel de plan de mantenimiento solo se enfoca en los correctivos y no en la prevención de situaciones que pongan riesgos la operación del molino.

##### 5.2.4.1 CARACTERISTICAS TECNICAS

Las características técnicas del equipo reflejan un efecto negativo el cual no permite una mejora de la eficiencia productiva del molino de producción, sumando a esto el consumo energético presenta incrementos considerables debido a que es una variable que aún no está controlada. Los motores actuales en resumen han cumplido su ciclo de vida ya que con el pasar de los años los mismos se van deteriorando y aunque han pasado por procesos de rebobinados su funcionamiento ya no es el mismos.

Todo lo anterior nos permite decir con certeza que la empresa debe realizar este proceso de sustitución de motores que le permitan bajar su costo energético, ya que la situación actual del equipo y maquinaria afectan de forma considerable los costos de producción del molino.

## **CAPÍTULO VI APLICABILIDAD**

Como capítulo final del trabajo de investigación se plantea una última sección donde se elaboró un plan de acción que ayudará en cierta medida a Papelera Calpules S.A. a mejorar sus costos de producción de papel, realizando la inversión de sustitución de motores de eficiencia energética. La propuesta final está basada en la realidad de la empresa, y el plan estratégico está diseñado ajustándose a las necesidades específicas de la empresa.

### **6.1 MEJORA EN LOS COSTOS DE PRODUCCION DE PAPEL**

Con la finalidad de reducir el impacto de los costos, el consumo energético es de suma relevancia la implementación de proyectos de mejora, se propone un plan para sustitución de motores, basándose en un plan técnico financiero, que apoyara a mejorar la eficiencia de los costos de producción, generando mayor rentabilidad, y rendimiento de los fondos invertidos.

### **6.2 INTRODUCCIÓN**

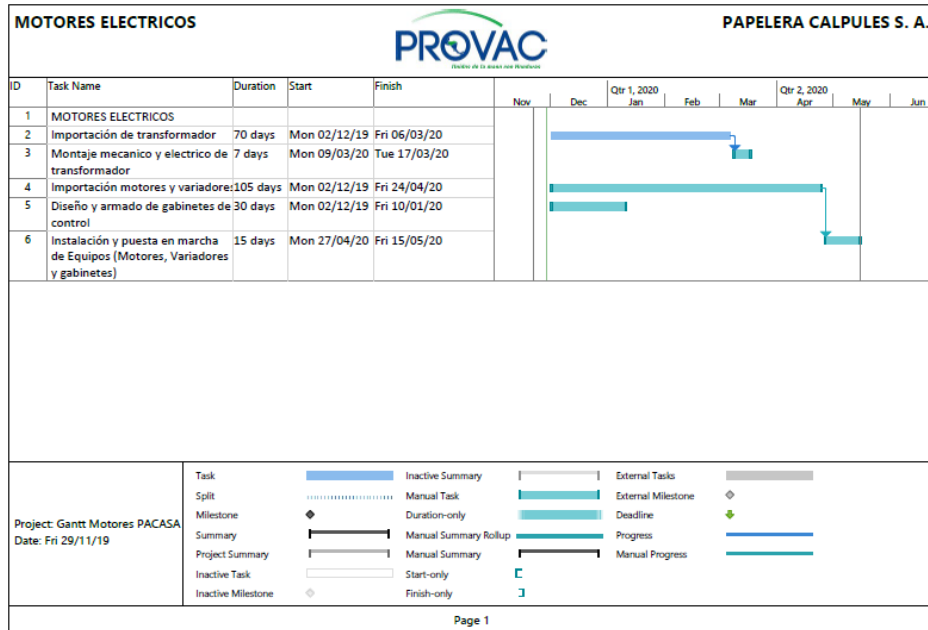
La administración eficiente de los costos estará determinada por la reducción de costos del consumo energético, si se logra reducir los costos se logrará aumentar la rentabilidad del negocio, mejorando las finanzas de la organización y de esta forma ser más competitivos.

Los costos de mantenimiento ascienden a \$ 25mil, las fallas técnicas tienen un impacto significativo en el proceso considerando que alcanza arriba de los \$20 y 25 y cada uno de ellos, la antigüedad de los motores actuales no permite incrementar la velocidad de la maquina por lo que esto afecta el cumplimiento de metas ya que no puede forzar la maquinaria a velocidad mayores. El costo de la energía cada periodo va en incremento por lo que si la empresa no presta atención a estos antecedentes podría dejarlos fuera de mercado.

### **6.3 DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN**

Para la ejecución de este proyecto es necesario la implementación del cronograma de actividades establecidas comenzando con la importación del transformador el cual tiene un

tiempo estimado de 70 días, la parte del montaje técnico se requiere únicamente 7 días, el otro componente que se debe importar son los motores estos tardan en promedio 105 días en llegar, el armado de los gabinetes se requiere 30 días y para finalizar la instalación y ajustes en promedio se requieren 15 días. Como se logra identificar el mayor tiempo del proceso es por temas de importación de motores y transformadores ya que estos se deben enviar a construir con las especificaciones técnicas y necesidades de Papelera Calpules.



**Figura 47. Cronograma de actividades**

La figura anterior presenta de una manera visual cuales son las actividades que se deberán desarrollar con sus respectivos tiempos de aplicación.

#### 6.4 PRESUPUESTO

Los recursos necesarios para llevar a cabo este proyecto son básicamente la inversión total \$147mil que cobra el proveedor y un promedio de \$14mil para gastos de instalación, no se requiere más inversiones que esta ya que el proyecto es llave en mano

## BIBLIOGRAFÍA

- Bernal Torres, C. A. (2006). *Metodología de la investigación para administración, economía, humanidades y ciencias sociales*.
- CEPAL. (2018). *Informe nacional de monitoreo de la eficiencia energética de Honduras, 2018* (CEPAL – Colección Documentos de proyectos).  
[https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43983/1/S1800542\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43983/1/S1800542_es.pdf)
- CMC-LATAM. (2016). *CMC México—Cmc-latam.com*. <https://cmc-latam.com/mexico/>
- Definicion.de. (2019). *Definición de tonelada—Qué es, Significado y Concepto*.  
<https://definicion.de/tonelada/>
- Electrica Aplicada. (2017, mayo 1). Eficiencia de un motor eléctrico y los valores mas comunes. *Electrica Aplicada*. <https://www.electricaplicada.com/eficiencia-de-un-motor-electrico-y-los-valores-mas-comunes/>
- FAO. (2019). *Sector energía eléctrica en Honduras*. <http://www.fao.org/3/t2363s/t2363s0x.htm>
- FLUKE. (2016). *Eficiencia energética y motores eléctricos*.  
<http://www.electrosocastilla.es/recursos/Noticias/6008469a-es-motor-analyzer-booklet-2016-w.pdf>
- García de Ceretto, J. J., & Giacobbe, M. S. (2009). *Nuevos desafíos en investigación: Teorías, métodos, técnicas e instrumentos*.  
<http://public.ebookcentral.proquest.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=3214165>
- Google Maps. (2019). *Ubicación de la empresa Papelera Calpules*.  
<https://www.google.com/maps/place/Mercantil+de+Honduras+S.A./@15.3287674,-87.9929838,2882m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x1668f8f83a1d9fe0!8m2!3d15.3287674!4d-87.9929838>

- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2010). *Metodología de la investigación* (5.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2007). *Metodología de la investigación* (4.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill.
- International Energy Agency. (2019). *Agencia Internacional de la Energía*. <https://www.iea.org/>
- Ivnisky, M. (2002). *Introducción a la Teoría de los Costos*. Argentina.
- La Gaceta. (2016). *Diario Oficial La Gaceta De La Republica De Honduras*.  
<http://www.lagaceta.hn/>
- Malhotra, N. K., Martínez, J. F. J. D., & Rosales, M. E. T. (2004). *Investigación de mercados: Un enfoque aplicado*. Pearson Educación.  
<https://books.google.hn/books?id=SLmEblVK2OQC>
- MINEM. (2019). *Ministerio de Energía y Minería*.  
<https://www.minem.gob.ar/www/835/26847/guias>
- Morillo Moreno, M. (2002). *Diseño de Sistemas de Costeo: Fundamentos Teóricos*. 6.
- Rojas, V. M. N. (2011). *Metodología de la investigación. Diseño y ejecución*. Ediciones de la U.
- SERNA-DGE. (2009). *Regionales MiAmbiente, ICF*.  
<https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1Uk2mxolsslwGm1qxdm dN1Y10t4I>
- SIECA. (2019). *SIECA – Secretaría de Integración Económica Centroamericana*.  
<https://www.sieca.int/?lang=en>
- Vara Horna, A. A. (2010). *Desde la idea hasta la sustentación: 7 pasos para una tesis exitosa*.  
Universidad de San Martín de Porres.  
<https://www.administracion.usmp.edu.pe/investigacion/files/7-PASOS-PARA-UNA- TESIS-EXITOSA-Desde-la-idea-inicial-hasta-la-sustentaci%C3%B3n.pdf>