



# **UNIVERSIDAD DEL AZUAY**

**Departamento de Posgrados**

**Maestría en Gestión de Mantenimiento**

**2da Versión**

**Auditoría Energética a la Carpintería y Tapicería Internacional CTIN Cía.  
Ltda. Perteneciente al grupo Colineal basada en la norma NTE INEN-ISO  
50002**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de Magister en  
Gestión de Mantenimiento**

**Autor: Diego González Peralta**

**Director: Dr. Iván Rodrigo Coronel Coronel, PhD.**

**Cuenca – Ecuador**

**2019**

**DEDICATORIA**

Este trabajo va dedicado a mi madre que con su apoyo incondicional está siempre presente en cada uno de mis logros tanto académicos como profesionales.

Diego

## **AGRADECIMIENTO**

Mi agradecimiento al Grupo Empresarial Colineal por permitirme la realización del proyecto en sus instalaciones, por el impulso a superarme, un agradecimiento especial al Dr. Iván Coronel, PhD., al Dr. Gustavo Chacón, PhD., Mgt. Xavier Ortega Vásquez, Mgt. Mateo Coello Salcedo y más docentes de la Universidad del Azuay que me han apoyado con sus conocimiento y experiencia para el desarrollo de la presente auditoría energética.

## **RESUMEN**

La presente auditoría energética se realiza en la fábrica de muebles denominada Carpintería y Tapicería Internacional, con el objetivo de identificar ahorros de consumo tanto energéticos como económicos, esto debido a que la empresa presenta altos costos por pagos de energía eléctrica.

Primeramente se realiza un levantamiento de información de la empresa, seguido de un registro de consumo mediante un analizador de energía de la marca FLUKE, este registro permite realizar un análisis tanto técnico como financiero de los costos asociados al funcionamiento de los equipos.

Finalmente se analiza varias oportunidades de reducción de costos identificadas durante la auditoría, con sus respectivos índices de rentabilidad.

Esta auditoría presenta distintas oportunidades de mejora que pueden ser aplicadas a la empresa a fin de obtener un ahorro en los consumos y costos de energía.

## **PALABRAS CLAVE**

Energía, Potencia, Consumo, Optimización, Equipos, Sistemas

## ABSTRACT

This energy audit was carried out in the "Carpintería y Tapicería Internacional" furniture factory to identify economic and energy consumption savings. This study was carried out as the company presented high electricity costs. First, an information survey of the company was conducted, followed by a consumption record through a FLUKE energy analyzer. This record allows a technical and financial analysis of the costs associated with the operation of the equipment. Finally, several cost reduction opportunities identified during the audit were analyzed with their respective profitability indexes. This audit presents different opportunities for improvement that can be applied to the company to obtain savings in consumption and energy costs.

**Keywords:** Energy, power, consumption, optimization, equipment, systems.



A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized letters, is located in the bottom right corner.

Translated by  
Ing. Paúl Arpi

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN.....	iv
PALABRAS CLAVE.....	iv
ABSTRACT .....	v
KEYWORD.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xi
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	16
CAPÍTULO I.....	18
GENERALIDADES .....	18
INTRODUCCIÓN .....	18
1.1. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	18
1.2. OBJETIVO GENERAL.....	19
1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
1.4. ÁREA DE ESTUDIO Y ALCANCE .....	20
1.5. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA .....	20
1.5.1. Reseña histórica.....	20
1.5.2. Ubicación .....	22
1.5.3. Misión .....	22
1.5.4. Visión.....	22
1.5.5. Organización .....	22
1.5.6. Descripción física de la planta.....	24
1.5.7. Descripción del proceso de producción .....	28
CONCLUSIÓN .....	31
CAPÍTULO II.....	33
MARCO TEÓRICO.....	33
INTRODUCCIÓN.....	33
2.1. AUDITORÍA ENERGÉTICA .....	33
2.2. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA ENERGÍA .....	34
2.3. MEDICIÓN DE LA ENERGÍA .....	35

2.2. TIPOS DE AUDITORÍA ENERGÉTICA .....	35
2.2.1. Auditoría Energética Preliminar, AEP.....	36
2.2.2. Auditoría Energética Detallada, AED .....	36
2.2.3. Auditoría Energética Especial, AEE.....	37
2.3. RESPONSABLES DE LAS AUDITORÍAS ENERGÉTICAS .....	37
2.4. REGLAS FUNDAMENTALES PARA REALIZAR UNA AUDITORÍA ENERGÉTICA .....	37
2.5. OBJETIVOS .....	38
2.6. DIAGNÓSTICO DEL ÁMBITO PARA AHORRO ENERGÉTICO .....	39
2.7. MANTENIMIENTO PREDICTIVO .....	39
2.8. MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	40
2.9. MANTENIMIENTO DETECTIVO .....	40
2.10. MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	40
2.11. MANTENIMIENTO MEJORATIVO.....	41
2.12. RESULTADOS Y BENEFICIOS DE LA AUDITORÍA ENERGÉTICA .....	41
2.13. AUDITORÍA ENERGÉTICA EN LA INDUSTRIA.....	42
2.14. NECESIDAD DE UNA AUDITORÍA ENERGÉTICA .....	42
2.15. BARRERAS PARA UNA EFICIENCIA ENERGÉTICA .....	43
2.16. GESTIÓN ENERGÉTICA .....	44
2.16.1. Alcance de la Auditoría .....	45
2.17. BENEFICIOS COMERCIALES .....	45
2.18. NORMAS CONSIDERADAS.....	46
2.18.1. ISO 9001 .....	46
2.18.2. ISO 50 001.....	46
2.18.3. ISO 50 002.....	47
CONCLUSIÓN.....	48
CAPITULO III.....	49
AUDITORÍA ENERGÉTICA PRELIMINAR.....	49
INTRODUCCIÓN .....	49
3.1 METODOLOGÍA .....	49
3.1.1 Recopilación de información.....	49
3.1.2 Visitas Técnicas .....	50
3.1.3 Procesamiento de la información.....	50

3.2 PLANIFICACIÓN DE LA AUDITORÍA ENERGÉTICA .....	50
3.3 REUNIÓN DE APERTURA .....	52
3.4 RECOPIACIÓN DE DATOS .....	53
3.4.1 Descripción de los principales productos .....	53
3.4.2 Materia Prima .....	53
3.4.3 Volumen de producción .....	54
3.4.4 Balance de producción: .....	54
3.4.5 Régimen de trabajo y población trabajadora .....	55
3.4.6 Descripción de los procesos.....	56
3.4.6.1 Proceso Productivo .....	56
3.4.6.2 Servicios Auxiliares .....	59
3.4.7 Energéticos utilizados.....	60
3.4.7.1 Energía eléctrica .....	60
3.4.7.2 Combustible.....	61
3.4.7.3 Agua.....	61
3.4.7.4 Aguas Residuales .....	62
3.4.7.5 Residuos .....	62
3.4.8 Producción .....	63
3.4.9 Equipos .....	64
3.4.10 Inspección visual y recorrido a través de la planta .....	65
3.4.10.1 Oportunidades de mejora identificadas .....	65
CONCLUSIÓN.....	66
CAPITULO IV .....	67
AUDITORÍA ENERGÉTICA DETALLADA .....	67
INTRODUCCIÓN .....	67
4.1 IDENTIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO.....	67
4.1.1 Diagrama de Pareto .....	68
4.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS Y DEL CONSUMO DE LOS USOS ENERGÉTICOS .....	71
4.2.1 Sistema de generación de aire comprimido .....	71
4.2.2 Sistema de absorción de residuos.....	74
4.3 PLAN DE MEDICIÓN .....	75
4.3.1 Cronograma de medición .....	76

4.3.2 Materiales .....	78
4.3.3 Técnica de muestreo.....	78
4.3.4 Identificación de KPI's.....	79
4.3.5 Resultados.....	79
4.4 EQUIPOS DE MEDICIÓN Y REGISTRO DE DATOS .....	80
4.4.1 Analizador de redes.....	80
4.4.2 Multímetro .....	82
4.5 MEDICIONES Y REGISTRO DE DATOS .....	83
4.5.1 Sistema de absorción de viruta .....	83
4.5.2 Compresor INGERSOLL RAND UP6-40.....	84
Perfil de consumo en operación normal .....	85
Perfil de consumo en horario de almuerzo .....	85
Perfil de consumo en horario nocturno.....	86
Perfil de consumo por fugas de aire comprimido.....	87
4.5.3 Cepilladora Moldurera .....	88
4.5.4 Centro master Paolino Bacci .....	89
4.5.5 Sierra circular automática .....	90
4.5.6 Lijadora de banda ancha Optimat .....	91
4.5.7 Compresor INGERSOLL RAND 15HP .....	92
Fugas internas de aire comprimido.....	92
Perfil de consumo en horario nocturno - compresor de 40HP apagado .....	93
Perfil de consumo en cierre de jornada de trabajo .....	94
4.5.8 Sistema de iluminación .....	95
4.5.9 Centro de mecanizado ROVER M5 .....	95
4.5.10 Transformador de 192,1 kVA .....	96
4.5.11 Transformador de 150kVA .....	98
4.6 ANÁLISIS .....	99
4.6.1 Análisis de la situación energética actual.....	100
4.6.2 Identificación de oportunidades de mejora.....	107
MEJORA N°1: REDUCIR FUGAS DE AIRE COMPRIMIDO.....	107
MEJORA N°2: APAGAR COMPRESOR DE 15HP EN PERIODOS DE BAJA PRODUCCIÓN.....	111
MEJORA N°3: CAMBIO A LÁMPARAS TIPO LED.....	115

MEJORA N°4: IMPLEMENTACIÓN DE BLOWERS PARA LIMPIEZA DE RESIDUOS Y PERSONAL .....	118
OTRAS OPORTUNIDADES DE MEJORA.....	122
4.7 INFORME DE LA AUDITORÍA .....	123
4.7.1 Objetivo General .....	123
4.7.2 Metodología.....	123
4.7.3 Información de la empresa .....	124
4.7.4 Ubicación de la empresa.....	125
4.7.5 Descripción de los principales productos .....	125
4.7.6 Descripción de los procesos productivos .....	125
4.7.7 Energéticos usados .....	127
4.7.8 Servicios auxiliares .....	127
4.7.9 Análisis de datos .....	128
4.7.10 Indicadores energéticos .....	129
4.7.11 Mediciones realizadas .....	129
4.7.12 Residuos generados .....	131
4.7.13 Oportunidades de reducción de costos identificados .....	131
4.7.14 Conclusiones .....	135
4.7.15 Recomendaciones.....	136
CONCLUSIONES .....	138
RECOMENDACIONES .....	139
BIBLIOGRAFÍA .....	140
ANEXOS.....	142

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación geográfica de la empresa Carpintería y Tapicería Internacional .....	22
Figura 2: Organización de la empresa Carpintería y Tapicería Internacional.....	23
Figura 3: Distribución física de la empresa Carpintería y Tapicería Internacional....	27
Figura 4: Diagrama del proceso de producción de la empresa Carpintería y Tapicería Internacional.....	29
Figura 5: Diagrama de flujo de la energía.....	34
Figura 6: Aprovechamiento de materia prima.....	55
Figura 7: Consumo de energía vs Costo de energía .....	61
Figura 8: Consumo de agua en la Carpintería y Tapicería.....	62
Figura 9: Producción Mensual.....	63
Figura 10: Análisis de Pareto .....	69
Figura 11: Relación 80-20 equipos de consumo eléctrico .....	70
Figura 12: Compresor UP6-40 .....	72
Figura 13: Compresor UP6-40 .....	72
Figura 14: Placa de identificación compresor UP6-40 .....	73
Figura 15: Compresor 15HP .....	73
Figura 16: Placa de identificación compresor 15HP .....	74
Figura 17: Silo de recolección de viruta .....	75
Figura 18: Placa de identificación del silo de recolección de viruta .....	75
Figura 19: Analizador de energía .....	80
Figura 20: Analizador de energía Fluke 345 series II.....	81
Figura 21: Multímetro digital Fluke 179.....	82
Figura 22: Potencia activa y reactiva en el sistema de absorción de viruta de 150 HP .....	84
Figura 23: Potencia activa y reactiva en el compresor de 40HP en operación normal .....	85
Figura 24: Potencia activa y reactiva en el compresor de 40HP en horario de almuerzo .....	86
Figura 25: Potencia activa y reactiva en el compresor de 40HP en horario nocturno .....	87

Figura 26: Potencia activa y reactiva fugas de aire comprimido.....	88
Figura 27: Potencia activa y reactiva en la cepilladora moldurera.....	89
Figura 28: Potencia activa y reactiva en la centro master Paolino Bacci .....	90
Figura 29: Potencia activa y reactiva en la sierra circular automática.....	90
Figura 30: Potencia activa y reactiva en la lijadora de banda ancha Optimat.....	91
Figura 31: Potencia activa y reactiva en el compresor 15 HP.....	92
Figura 32: Potencia activa y reactiva funcionando solo el compresor 15HP en horario nocturno .....	93
Figura 33: Potencia activa y reactiva en el compresor 15HP cierre de jornada .....	94
Figura 34: Potencia activa y reactiva en el centro de mecanizado ROVER M5 .....	96
Figura 35: Potencia activa y aparente en el transformador de 192,5 kVA .....	97
Figura 36: Factor de potencia en el transformador de 192,5 kVA (PROPIA, 2018) .	97
Figura 37: Potencia activa y reactiva en el transformador de 150 kVA .....	98
Figura 38: Factor de potencia en el transformador de 150 kVA .....	99
Figura 39: Producción y consumo eléctrico 2018 .....	101
Figura 40: Potencia activa y reactiva en el compresor de 40HP en horario de almuerzo.....	103
Figura 41: Potencia activa y reactiva compresor de 40HP por fugas de aire comprimido .....	105
Figura 42: Lámpara de Haluro metálico .....	105
Figura 43: Dámper de absorción abierto .....	106
Figura 44: Fuga de aire en líneas de distribución .....	107
Figura 45: Fugas de aire.....	108
Figura 46: Iluminación prendida parcialmente en el día .....	115
Figura 47: Mangueras para limpieza con aire comprimido.....	119
Figura 48: Información de la empresa .....	125
Figura 49: Diagrama del proceso de producción de la empresa Carpintería y Tapicería Internacional .....	127

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Símbolos Normalizados para la elaboración de diagramas de flujo .....	29
Tabla 2: Consumo de Materia Prima .....	53
Tabla 3: Volumen de producción .....	54
Tabla 4: Balance de Producción .....	54
Tabla 5: Régimen de trabajo .....	55
Tabla 6: Diagrama de entradas y salidas del proceso productivo de la Carpintería y Tapicería.....	57
Tabla 7 : Diagrama de entradas y salidas de los procesos de apoyo de la Carpintería y Tapicería.....	59
Tabla 8: Consumo de energía junio - septiembre .....	60
Tabla 9: Producción de Polvillo y Aserrín .....	62
Tabla 10: Producción Mensual .....	63
Tabla 11: Máquinas de la Carpintería y Tapicería Internacional .....	64
Tabla 12: Identificación de ahorros posibles de energía.....	65
Tabla 13: Energía Eléctrica año 2018 .....	68
Tabla 14: Descripción compresor UP6-40 .....	71
Tabla 15: Descripción compresor 15HP .....	73
Tabla 16: Descripción sistema de absorción de viruta .....	74
Tabla 17: Plan de medición jueves 13 de diciembre del 2018 .....	76
Tabla 18: Plan de medición viernes 14 de diciembre del 2018.....	77
Tabla 19: Indicadores energéticos .....	79
Tabla 20: Características del analizador de energía Fluke 345 series II.....	81
Tabla 21: Especificaciones técnicas multímetro Fluke 175 .....	82
Tabla 22: Resumen de registro de medición en el sistema de absorción de viruta de 150 HP.....	84
Tabla 23: Resumen de registro de medición en el compresor de 40HP en operación normal .....	85
Tabla 24: Resumen de registro de medición en el compresor de 40HP en horario de almuerzo .....	86
Tabla 25: Resumen de registro de medición en el compresor de 40HP en horario nocturno .....	87

Tabla 26: Resumen de registro medición de fugas de aire comprimido .....	88
Tabla 27: Resumen de registro de medición en la cepilladora moldurera .....	89
Tabla 28: Resumen de registro de medición en la centro master Paolino Bacci .....	90
Tabla 29: Resumen de registro de medición de la sierra circular automática .....	91
Tabla 30: Resumen de registro de medición de la lijadora de banda ancha Optimat .....	91
Tabla 31: Tabla 31: Resumen de registro de medición en el compresor de 15HP ....	93
Tabla 32: Resumen de registro de medición en el compresor de 15HP horario nocturno .....	94
Tabla 33: Resumen de registro de medición en el compresor de 15HP cierre de jornada.....	95
Tabla 34: Registro de lámparas Fluorescentes-haluro .....	95
Tabla 35: Resumen de registro de medición en el centro de mecanizado ROVER M5 .....	96
Tabla 36: Resumen del registro de medición en el transformador de 192,5 kVA ....	98
Tabla 37: Resumen de registro de medición en el transformador de 150 kVA .....	99
Tabla 38: Potencia nominal.....	100
Tabla 39: Indicadores Energéticos año 2018 .....	101
Tabla 40: Costo de residuos 2018.....	102
Tabla 41: Costo de residuo .....	102
Tabla 42: Costo de desecho.....	103
Tabla 43: Resumen de registro de la medición en el compresor de 40HP en horario de almuerzo .....	104
Tabla 44: Análisis de consumo y costo de la operación del compresor de 40HP ....	104
Tabla 45: Estimación del costo de fugas de aire comprimido.....	109
Tabla 46: Estimación del costo de fugas de aire comprimido.....	109
Tabla 47: Estimación de inversión al reducir fugas de aire comprimido .....	110
Tabla 48: Resumen de ahorros por reducción de fugas de aire comprimido .....	111
Tabla 49: Escenario actual – Costo anual del compresor de 15HP .....	112
Tabla 50: Escenario propuesto – Costo anual del compresor de 15HP .....	112
Tabla 51: Calculo de ahorro de energía respecto al consumo actual .....	113
Tabla 52: Estimación de inversión – apagar compresor de 15HP .....	113
Tabla 53: Resumen de ahorros – Apagar compresor de 15 HP .....	114
Tabla 54: Escenario actual – lámparas fluorescentes – haluro .....	115

Tabla 55: Escenario propuesto – cambio a lámparas tipos led .....	116
Tabla 56: Calculo de ahorro de energía respecto al consumo actual .....	117
Tabla 57: Estimación de inversión – cambio a lámparas tipo Led .....	117
Tabla 58: Resumen de ahorros – cambio a lámparas tipo Led.....	118
Tabla 59: Tabla 59: Costo de limpieza con aire comprimido .....	119
Tabla 60: Escenario propuesto – costo de utilizar blowers para la limpieza .....	120
Tabla 61: Cálculo de ahorro de energía respecto al consumo actual .....	120
Tabla 62: Estimación de inversión – utilizar blowers para la limpieza .....	120
Tabla 63: Resumen de ahorros – utilización de blowers para la limpieza .....	121
Tabla 64: Información de la empresa.....	124
Tabla 65: Información de la empresa .....	128
Tabla 66: Producción Mensual .....	129
Tabla 67: Indicadores Energéticos año 2018 .....	129
Tabla 68: Registro de mediciones en la carpintería el 13/12/2018 .....	130
Tabla 69: Registro de mediciones en la carpintería el 14/12/2018 .....	130
Tabla 70: Costo de residuos 2018.....	131
Tabla 71: Resumen de ahorros por reducción de fugas de aire comprimido .....	132
Tabla 72: Resumen de ahorros – Apagar compresor de 15 HP.....	133
Tabla 73: Resumen de ahorros – cambio a lámparas tipo Led .....	134
Tabla 74: Resumen de ahorros – utilización de blowers para la limpieza .....	135
Tabla 75: Resumen consumos y gastos anuales de energía en el 2018 .....	136
Tabla 76: Resumen de oportunidades identificadas .....	136

## INTRODUCCIÓN

La energía es un recurso natural vital para las actividades diarias, y cada vez la demanda de energía se incrementa más, teniendo un gran consumidor al sector industrial, seguido del transporte, y en menor grado el sector residencial.

El uso intensivo de la energía en el sector industrial ha convertido este rubro en una importante estructura de costos en las empresas, es por ellos que es de gran importancia optimizar este recurso con el fin de bajar costos de producción y ser más competitivos. (J.L, Peña, & Hidalgo V, Febrero 2015)

La manera más adecuada y fiable para optimizar estos recursos es la aplicación de un estudio tanto a los consumidores de energía, así como al manejo de la energía dentro de la industria, este estudio es conocido como auditoría energética, misma que se aplica a todos los procesos o sistemas que deseen llegar a una optimización energética, dando grandes resultados económicos a cada una de las empresas a las que se ha aplicado este proceso.

La fábrica denominada Carpintería y Tapicería Internacional CTIN, en una prueba piloto por identificar posibles ahorros de energía realizó dos pruebas piloto, la primera apagando el compresor de aire en horarios de almuerzo, y la segunda cerrando las compuertas de absorción de aire de las máquinas que no se encuentran en uso, logrando de esta manera identificar en la red de suministro de energía eléctrica una reducción de consumo de energía representativo, dándonos motivos suficientes para la realización de un estudio minucioso y sustentado a este y el resto de sistemas que consumen energía.

En el capítulo inicial se presenta las generalidades respecto al proyecto, seguido de un sustento investigativo referente a la empresa en la cual se realiza la auditoría.

En el capítulo 2 se describe la parte teórica referente al tema en cuestión, dando a conocer los tipos de auditoría, el planteamiento de una auditoría, de igual manera se tiene las etapas que conforman una auditoría, detallando cada una de ellas.

El capítulo 3 hace referencia a la auditoría preliminar, misma que consiste en la recolección de información proporcionada por la empresa para establecer los lineamientos y planificación de la auditoría detallada.

En el capítulo 4 se realiza la auditoría detallada, la cual hace referencia a registro y análisis de los datos de consumo de la empresa, así como identificación y evaluación de oportunidades de mejora.

# CAPÍTULO I

## GENERALIDADES

### INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se tiene como punto inicial la justificación del proyecto, seguido de los objetivos a cumplir en el mismo, y finalmente un detalle de la constitución y procesos actuales de la Carpintería y Tapicería.

En lo referente a la fábrica conocida como Carpintería y Tapicería se describe una reseña historia de cómo fue el origen y establecimiento de la Carpintería y Tapicería en el mercado Ecuatoriano, su visión, misión y estructura organizacional.

En la parte final de este capítulo se presenta una descripción física de la fábrica, con un detalle de las diferentes líneas de producción que existen en la planta, y sus respectivos procesos de manufactura.

### 1.1. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En la actualidad los costos de energía en el sector industrial constituyen uno de los factores de mayor peso dentro de los costos totales de los procesos productivos. Un correcto consumo energético permite a las empresas alcanzar una mayor productividad y calidad en sus procesos.

Por ello el conocimiento de cómo la empresa contrata su energía, cómo la consume en sus procesos, y cuánto repercute en sus costos, así como su posición relativa respecto a otras empresas similares y las posibles mejoras para disminuir el costo energético, son aspectos fundamentales para lograr una optimización, dando origen al desarrollo de las auditorías energéticas, mismas que brindan un estudio minucioso sobre el manejo y consumo de energía dentro de una industria, logrando optimizar en gran medida recursos. (MARTINEZ RUIZ, 2014)

La planta denominada Carpintería y Tapicería Internacional está dividida en diferentes líneas de producción, mismas que son: Tallado, Dormitorios, Sillas, Cajones y Complementos.

Cada una de estas líneas son grandes consumidoras de energía, debido a que para sus procesos se basan principalmente en motores de grandes consumos eléctricos, a la vez que utilizan aire comprimido e iluminación.

Es por este motivo que se necesita un análisis minucioso del estado energético actual en la Carpintería y Tapicería, para de esta manera reducir costos de producción, optimizar recursos y formular soluciones que serán de utilidad para la planeación, toma de decisiones y control tanto de los procesos como de los equipos eléctricos existentes en la planta.

La inquietud particular en la que se basa este proyecto es la siguiente: en la Carpintería y Tapicería Internacional ¿cómo variará el consumo energético con la implementación de una auditoría energética y cómo variarán los gastos de energía eléctrica?

Actualmente en la empresa no se maneja un plan de gestión energética, sin embargo ésta es clave para el ahorro de dinero en gastos de insumos y pagos por consumos eléctricos, es por ello que mediante la auditoría a la planta se pretende encontrar una solución al caso en estudio, para mejorar la eficiencia de los procesos y así lograr reducir costos. A su vez, mediante una investigación exhaustiva del estado del arte acerca del tema tratado se podrá realizar mejoras a los sistemas, mismas que podrán ser aplicadas a ésta y a todas las industrias que deseen mejorar su eficiencia.

Como demuestran los estudios, con una identificación de irregularidades en los diferentes energéticos se puede llegar a aumentar de manera significativa la eficiencia de la planta y lograr unos ahorros significativos en recursos tanto económicos como de insumos, a la vez de aportar con un modelo más sustentable, y mediante auditorías y prácticas de gestión energética, se puede lograr crear empresas mucho más competitivas y amigables con la naturaleza.

## **1.2. OBJETIVO GENERAL**

Aplicar un proceso de auditoría energética para la identificación de ahorros energéticos en la Carpintería y Tapicería Internacional CTIN CIA. LTDA perteneciente al grupo Colineal basada en la norma NTE INEN-ISO 50002

### **1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Establecer el plan con los respectivos criterios para la auditoría de la situación energética actual de la fábrica.
- Recopilar las evidencias de la auditoría energética
- Analizar los datos obtenidos de la auditoría energética preliminar.
- Proponer mejoras para no conformidades críticas de los sistemas objeto de la auditoría.

### **1.4. ÁREA DE ESTUDIO Y ALCANCE**

La presente auditoría será desarrollada en la fábrica denominada Carpintería y Tapicería Internacional CTIN Cía. Ltda., cubriendo las siguientes secciones:

- ✓ Sección de Compresores
- ✓ Sección de Dormitorios
- ✓ Sección de Sillas
- ✓ Sección de Cajones
- ✓ Sección de Cascos
- ✓ Sección de Tallado

La Carpintería y Tapicería Internacional CTIN es la fábrica perteneciente al grupo Colineal que comercializa muebles de madera y sus complementos a nivel nacional e internacional.

### **1.5. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA**

En este apartado se presenta una descripción general del área de estudio que es la fábrica Carpintería y Tapicería Internacional CTIN CÍA. LTDA.

#### **1.5.1. Reseña histórica**

Hace 40 años el mentor y creador de hermosos muebles hechos a mano, nunca se hubiera imaginado que su legado iba a permanecer en el tiempo, y que hoy en día sería la empresa de muebles más grande del Ecuador, y una de las más importantes en Latinoamérica.

Roberto Maldonado Álvarez sin ninguna experiencia en muebles decide junto a su amigo y socio, Iván Barros A., ayudar a su padre a vender los productos que él fabricaba y forman una pequeña empresa de muebles, adquiriendo nuevos equipos y herramientas, y dotándola del personal calificado necesario para sustentar el crecimiento a futuro.

El 15 de diciembre de 1976 abren la primera tienda en la ciudad de Cuenca, el éxito fue tan grande que a los seis días tuvieron que cerrar el local porque se había vendido toda la mercadería. A partir de aquel día COLINEAL empieza una nueva etapa de crecimiento continuo y a traspasar fronteras, primero la de Cuenca, y luego la del Ecuador. Nuevos almacenes en las diferentes ciudades del Ecuador, la adquisición de una empresa tan prestigiosa como Heritage, la apertura de una tienda propia en Bogotá, van conformando al GRUPO CORPORATIVO COLINEAL.

El pequeño taller de la década de los 40 y la inicial pequeña industria, hoy son solo recuerdos, COLINEAL CORP es la empresa de muebles líder en el Ecuador, sus productos de la más alta calidad de fabricación y diseño, son el orgullo y satisfacción de exigentes clientes ecuatorianos y extranjeros. De las manos de un artesano y de las ideas firmes y dinámicas de su gestor, hoy es realidad el GRUPO CORPORATIVO COLINEAL, el cual se ha consolidado a través del tiempo. (COLINEAL, 2018)

Las operaciones de Colineal se encuentran divididas en dos partes: la carpintería que es la que se dedica a la fabricación de muebles para el hogar, de oficina, muebles tapizados y complementos, y la comercializadora que distribuye los diferentes productos a través de sus locales en las diferentes ciudades del Ecuador y algunos países de Latinoamérica entre ellos: Colombia, Panamá y Perú.

El presente estudio se centra en la fábrica “Carpintería y Tapicería Internacional” del Grupo Corporativo Colineal, planta que está ubicada en el sector de Patamarca de la ciudad de Cuenca, donde se desarrolla el proceso de preparación de la materia prima previo a la construcción de los muebles.

### 1.5.2. Ubicación

La planta principal está ubicada en la vía Cornelio Vintimilla, 2- 56 y Carlos Tosi, frente a Cartopel, la fábrica de corte y preparación de madera está ubicada en la vía marginal del río Machángara hacia Patamarca, frente al Camal Municipal.



Figura 1: Ubicación geográfica de la empresa Carpintería y Tapicería Internacional (Google Maps, 2018)

### 1.5.3. Misión

*Satisfacer a nuestros clientes con muebles, accesorios y servicios de calidad.*

### 1.5.4. Visión

*Ser una marca reconocida en Ecuador e Internacionalmente por la calidad de nuestros productos y servicios.*

### 1.5.5. Organización

La organización de la empresa está encabezada por el presidente ejecutivo y dueño, para controlar y dirigir las actividades administrativas le sigue el gerente administrativo, se cuenta con dos jefes de producción, uno destinado a la carpintería y otro a la tapicería. Para el área de la carpintería donde se realizará el estudio se ha designado un jefe para cada una de las líneas que son: preparación de maderas, preparación de tableros, cajón y complementos, dormitorios, y salas.

A continuación se muestra un organigrama que describe con mayor detalle la estructura organizacional.

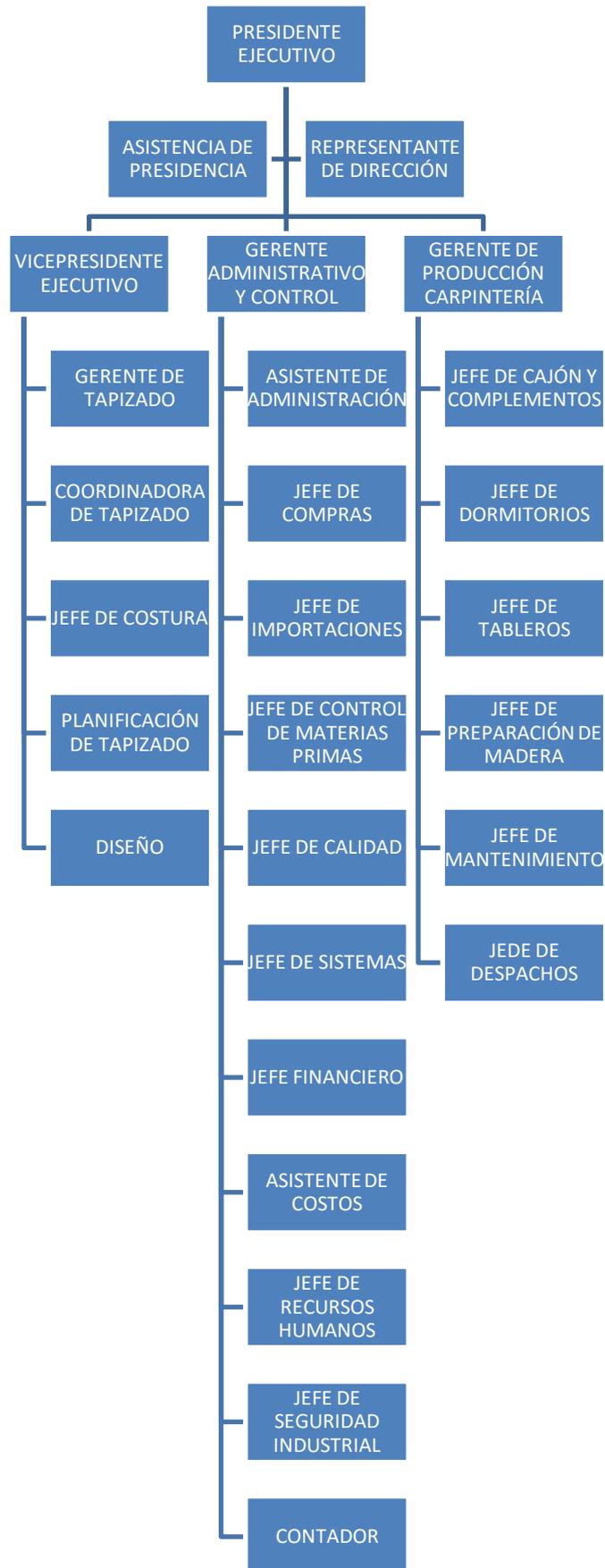


Figura 2: Organización de la empresa Carpintería y Tapicería Internacional (SANCHEZ, 2015)

### **1.5.6. Descripción física de la planta**

El grupo corporativo Colineal, en su creciente demanda del mercado tanto nacional como internacional, se ha visto en la necesidad de implementar nuevas máquinas y personal para aumentar su producción y de esta manera satisfacer las necesidades del cliente.

Esta implementación de nuevas máquinas y modificación del proceso productivo llevó al grupo Colineal a tomar la decisión de separar la fábrica en dos plantas industriales, ya que el espacio físico del cual se disponía en el parque industrial era muy reducido.

Es así que en el año 2009 la empresa Carpintería y Tapicería Internacional creó una nueva planta que estaría destinada exclusivamente al secado, almacenamiento, y preparación de la madera, la misma que se encuentra ubicada actualmente en Patamarca.

Esta planta está distribuida físicamente de la siguiente forma:

#### **1.5.6.1. Áreas Funcionales**

Las áreas funcionales con las que cuenta la planta son las siguientes:

- Área de Producción
- Área Administrativa
- Área de Mantenimiento

#### **1.5.6.2. Área de Producción**

Esta área es donde se lleva a cabo la producción de bienes que luego la empresa comercializa en sus centros de mercadeo y ventas.

El área de producción engloba todo lo referente a maquinarias e insumos utilizados para la producción del mueble, y es el área en la que se centra el mayor consumo de energía de la planta, siendo este el punto de inicio para el estudio energético que se propone realizar.

Esta área está subdividida en varias secciones, las mismas que trabajan conjuntamente y de forma coordinada para lograr la mayor eficiencia productiva. Las secciones con las que cuenta el área de producción son las siguientes:

- **Dormitorios:** Esta Sección está destinada a la producción de camas, cuenta con maquinaria de corte, cepillado, lijado y taladrado de los diferentes elementos que conforman los componentes de un dormitorio.
- **Sillas:** En esta sección se fabrican todos los elementos que conforman una silla en las diferentes formas y modelos. Al igual que en la sección de dormitorios, esta cuenta con maquinaria de corte, cepillado, lijado y taladrado, incluidas máquinas de terminados finales de sillas y muebles.
- **Cajones:** Aquí se fabrican todo lo referente a cajones, utilizados en camas y otros muebles, así como los distintos componentes que requieran de cajones para su funcionamiento y decoración final.
- **Cascos y Complementos:** En esta sección se fabrica todo lo referente a complementos que sirven para el acople y terminado final de los diferentes productos realizados en las secciones anteriores cómo camas, muebles, sillas, etc.
- **Tallado:** En este lugar de trabajo se realiza los decorados finales en madera, mismos que son realizados a mano en su gran mayoría, tallados que serán utilizados en los procesos anteriores para decorar muebles, espejos o complementos referentes a dormitorios, salas, etc.
- **Compresores:** Aquí se genera todo el aire comprimido en la calidad y caudal adecuado para el correcto funcionamiento de los distintos procesos productivos que requieren aire a presión.
- **Bodega:** Esta área es la encargada de almacenar y gestionar la materia prima para el uso en los diferentes procesos productivos.

#### **1.5.6.3. Área Administrativa**

Esta área está dirigida por el jefe de la planta, que es el encargado de toda la gestión, físicamente independiente de las otras plantas; este recibe el apoyo del jefe de bodega para la solución de problemas de carácter administrativo, y para la producción, recibe el apoyo del planificador y supervisor de la misma, todo esto bajo el control de la alta gerencia.

#### **1.5.6.4. Área de Mantenimiento**

Esta área se encarga de proporcionar oportuna y eficientemente los servicios que se requieran en la planta en materia de mantenimiento preventivo y correctivo a las instalaciones.

A continuación se muestra un plano de la distribución física de las distintas áreas pertenecientes a la planta.

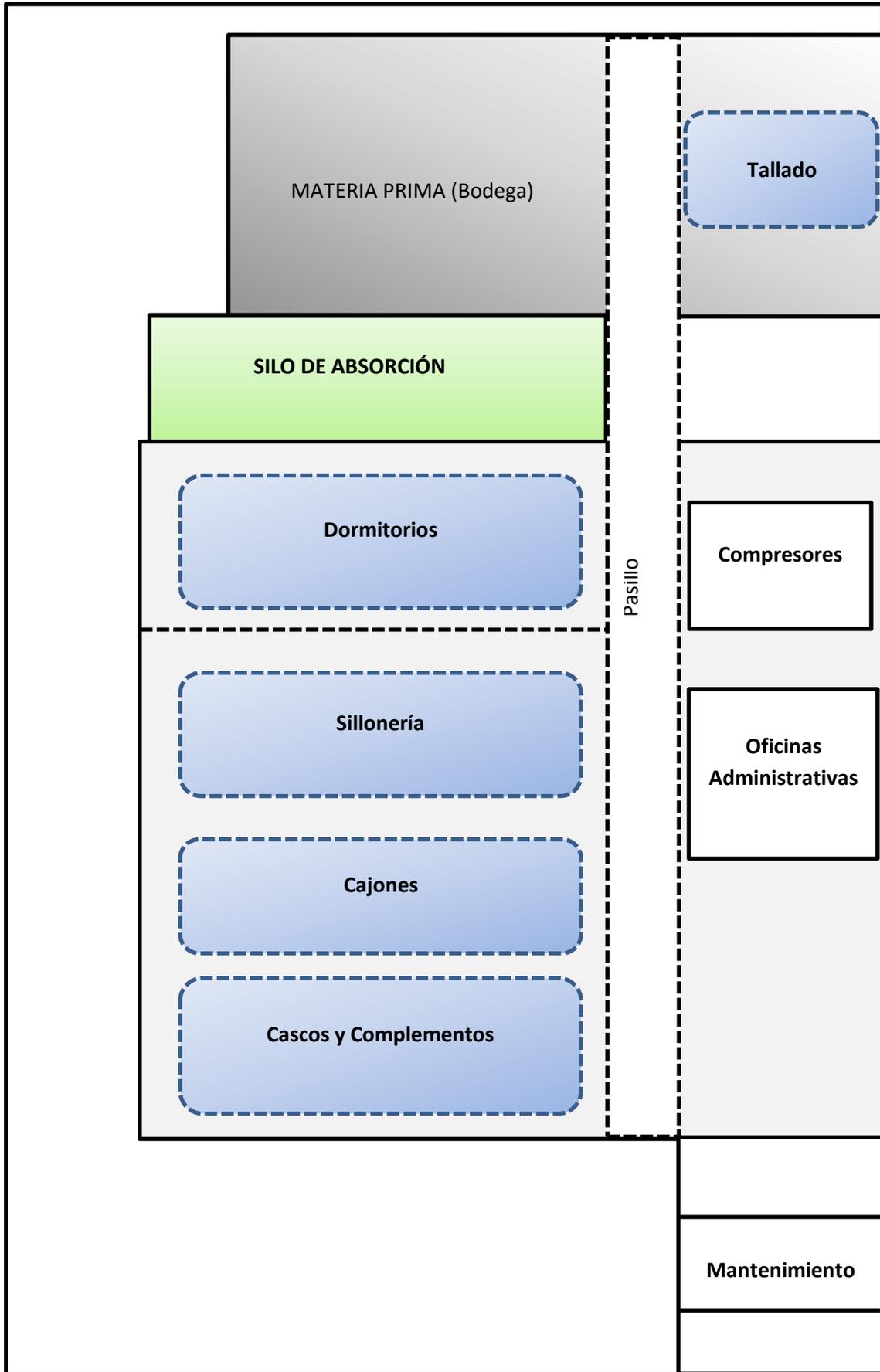


Figura 3: Distribución física de la empresa Carpintería y Tapicería Internacional (PROPIA, 2018)

### 1.5.7. Descripción del proceso de producción

El proceso de producción conlleva varias etapas, cada una de ellas intervienen de manera decisiva en la consecución del objetivo final que es el de la transformación de la madera en muebles.

El proceso de producción está basado principalmente en dos fases:

1. **Acopio:** En esta primera etapa de la producción, las materias primas son codificadas y almacenadas en los lugares destinados a cada lote; esta etapa hace referencia al almacenamiento y gestión de las materias primas necesarias para la ejecución de los procesos de transformación de la madera.
2. **Producción:** En esta fase se transforman las materias primas hasta que se obtiene el producto final.

A continuación se presenta un diagrama que representa de mejor manera el proceso de producción de la planta.



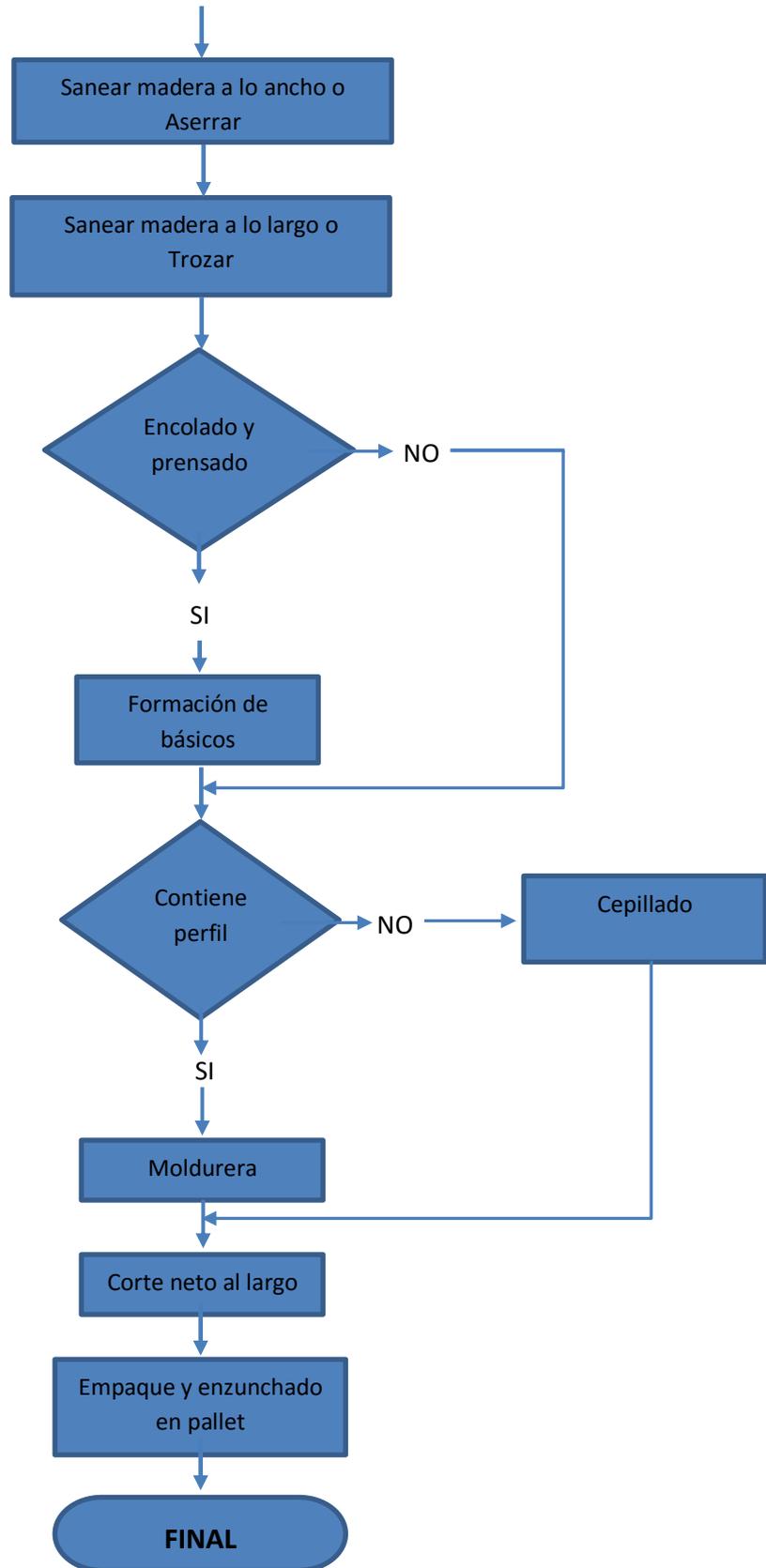
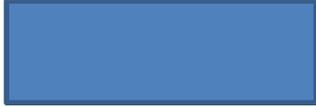
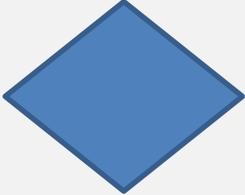


Figura 4: Diagrama del proceso de producción de la empresa Carpintería y Tapicería Internacional (SÁNCHEZ, 2015)

<b>SÍMBOLO</b>	<b>REPRESENTA</b>
	Terminal, este símbolo indica el inicio o la terminación del flujo.
	Operación, representa la realización de una operación o actividad relativas a un procedimiento
	Decisión o alternativa, indica un punto dentro del flujo en que son posibles varios cambios alternativos.
	Conector, representa una conexión o enlace de una parte del diagrama de flujo con otra parte del mismo.

Primeramente se realiza la recepción del programa de producción para iniciar con el proceso de preparación de madera, en seguida se emiten las órdenes de producción y la documentación de planificación de maderas tales como: Listados de materiales, hojas de corte, requerimientos de materiales y planos.

Se clasifican las hojas de corte por especie de madera y por espesores, se ingresa el paquete de madera requerido a preparación, se determina el porcentaje de humedad, y si este es adecuado, se registran los datos de identificación de la madera y se inicia la operación.

El proceso de corte y saneado al ancho es realizado en dos máquinas denominadas sierras al hilo y una sierra múltiple, las cuales se encuentran en la sección de Cajones, Sillonería y Dormitorios respectivamente. Este saneado contiene un exceso de 4 a 6 mm con referencia a la medida neta de la pieza. Este exceso es necesario para los posteriores procesos de cepillado y moldurado.

Para el trozado se unifican varias medidas a lo largo, y el corte se lo realiza con un exceso de 20 mm aproximadamente, lo que permitirá cortar en la medida neta. Esta operación se realiza en la máquina Trozadora, ayudada también de pequeñas sierras ubicadas en cada sección.

Se determina si la pieza forma un básico (tablero construido por la unión de varias piezas de madera luego de un proceso de encolado y prensado) o no.

Se igualan las partes y piezas en la cepilladora con un exceso de 5 mm como máximo para ingreso en la máquina de cuatro caras (Cube), y de 5 a 7mm, para ingreso en la moldreadora.

Cuando las piezas no contienen perfil, es decir las cuatro caras van cepilladas, ingresan a la máquina de cuatro caras (Cube), que cepilla las cuatro caras a la vez. Si la pieza lleva perfil se lo realiza en la máquina moldreadora, esto según la hoja de corte y los planos del perfil.

Si la hoja de corte especifica la formación de básicos, las piezas individuales deben fabricarse con un exceso mínimo de 20 mm, lo que permitirá el corte en la medida neta. Una vez cepilladas las piezas para los básicos se encolan y se prensan conforme a la especificación en la hoja de corte, dejándolas así por un tiempo mínimo de tres horas para lograr un pegado eficiente de las piezas. Esta operación se la realiza en la presa de encolar conocida como prensa carrusel.

El corte neto a lo largo se lo realiza en la máquina conocida como sierra doble, la misma que realiza cortes mínimos de 260 mm de largo.

Las piezas que terminan el proceso de preparación son colocadas en una plataforma o pallet para ser enviadas a las diferentes líneas de producción que se encargan del armado, lacado, tapizado y terminado del producto final. (SANCHEZ, 2015)

## **CONCLUSIÓN**

El grupo Colineal es una de las empresas productoras de muebles más grandes del Ecuador, conformada por varias plantas de producción entre las cuales está la Carpintería y Tapicería Internacional, que es la encargada de producir los muebles para ser vendidos a nivel nacional y exportados a nivel internacional.

La fábrica está dividida en secciones correspondientes a la fabricación de muebles, sillas, salas y complementos para dormitorios, cada una de ellas supervisadas por un responsable de cada sección.

La Carpintería y Tapicería Internacional cuenta con máquinas eléctricas y mecánicas que junto con una mano de obra capacitada realiza los diversos procesos de manufactura dirigidos por un jefe de planta que gestiona las tareas y trabajos en la fábrica.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### INTRODUCCIÓN

Los costos energéticos constituyen el parámetro de importancia en el cálculo de los denominados Costos Totales de un proceso de producción. En consecuencia, es de vital importancia para las empresas disponer de un eficiente y eficaz consumo energético que permita alcanzar una mayor productividad en las labores operativas y administrativas.

En el presente capítulo, se realiza una investigación exhaustiva en diferentes fuentes bibliográficas a fin de obtener un sustento teórico referente al tema en cuestión, se ha detallado conceptos de gran importancia en la realización de una auditoría energética, tipos de auditorías, así como los beneficios de las mismas para la empresa.

En la parte final de este capítulo se presenta una descripción de las normas utilizadas para la realización de esta tesis.

#### 2.1. AUDITORÍA ENERGÉTICA

La auditoría energética identifica las pérdidas de energía y a su vez, permite analizar, controlar y gestionar mejoras en pro de un potencial de ahorro energético. Dicho de otra manera, la auditoría energética constituye desde un diagnóstico energético actual, hasta un estudio detallado de mejoras con modificaciones para reducir el consumo energético (MUÑOZ, 2011).

De manera complementaria, la Auditoría de Gestión se considera una fiscalización que permite examinar y evaluar el control interno y correspondiente administración de una organización mediante el uso del Talento Humano multidisciplinario, el cual, basa sus actividades en principios y en criterios de eficiencia y eficacia (CGE, 2011).

La auditoría energética se considera una herramienta relevante que se utiliza dentro de un proceso de reducción del denominado consumo energético. Es decir, este

particular permite conocer los consumos más importantes y también los puntos donde existen posibilidades de ahorro y su rentabilidad (VASQUEZ, 2011).

La auditoría energética es un proceso sistemático que permite (MUÑOZ, 2011):

- Obtener un conocimiento fiable del consumo energético de la empresa.
- Detectar los factores que afectan al consumo de energía.
- Identificar, evaluar y ordenar las distintas oportunidades de ahorro de energía, en función de su rentabilidad.

Una auditoría energética agrupa un análisis sobre el desempeño energético de una empresa y se enfoca en los diferentes procesos de producción y/o servicio (INEN, 2016).

## 2.2. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA ENERGÍA

La auditoría energética abarca un enfoque global dentro de los diversos procesos que son parte de su actividad productiva y bajo este lineamiento, se ubica los problemas y consecuentes correctivos que son necesarios realizar a corto plazo. Durante las diversas etapas del flujo energético, la auditoría se ocupa de analizar situaciones energéticas de interés (VASQUEZ, 2011).

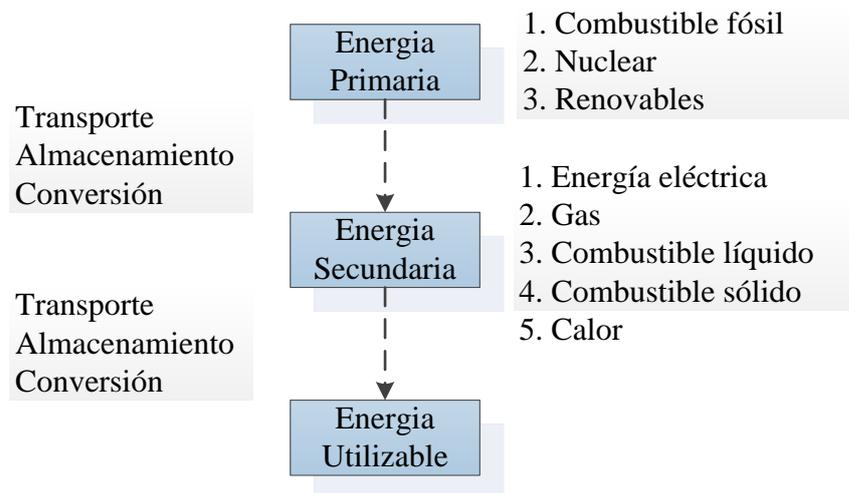


Figura 5: Diagrama de flujo de la energía (VÁSQUEZ, 2011).

El flujo de la energía abarca diferentes etapas que se consolidan en el transporte, almacenamiento y posterior conversión energética en los recursos que requieren de este particular (PROPIA, 2018).

### **2.3. MEDICIÓN DE LA ENERGÍA**

La medición de la energía es fundamental debido a que (VASQUEZ, 2011):

- Si no se mide, no es factible un tipo de control.
- Si no se controla, no es posible administrar su uso.
- Si no se administra, no se ahorra en los diferentes procesos.

En la actualidad, la calidad de la energía eléctrica se torna en un tema relevante de gran afectación a los productores como a los correspondientes consumidores de energía eléctrica. En este sentido, también se identifican a los fabricantes de equipos (SUAREZ, 2014).

El crecimiento tecnológico y económico de una empresa requiere un incremento de la demanda de la energía eléctrica y por ende, es importante motivar el uso eficiente de recursos y disminuir las pérdidas energéticas (OLADE, 2013).

### **2.2. TIPOS DE AUDITORÍA ENERGÉTICA**

El término auditoría energética describe una gama de estudios energéticos que van desde la identificación de problemas hasta un análisis detallado de las implicaciones de medidas de eficiencia energética que satisfacen los criterios financieros de la organización (MUÑOZ, 2011).

De manera periódica la auditoría energética permite (VASQUEZ, 2011):

- Diagnosticar la situación energética de los equipos de una empresa.
- Determinar las adquisiciones y formas de utilizar la energía
- Identificar las formas de uso de la energía que se efectúan dentro del establecimiento.

La auditoría energética se considera una herramienta importante para iniciar la gestión y consecuente ahorro energético (GONZALEZ, 2017).

### **2.2.1. Auditoría Energética Preliminar, AEP**

Es el tipo de auditoría más simple y rápida, y se detalla con una corta reseña de la instalación e infraestructura que utiliza la planta, de facturas de consumo, de los servicios públicos que son parte de su ámbito de acción, entre otros. En este sentido, se requiere de una inspección visual de la empresa en función de establecer las oportunidades evidentes de conservación de energía a través de los diferentes procesos (MUÑOZ, 2011).

De manera específica, sólo las principales áreas problemáticas se descubren durante este tipo de auditoría. Las medidas correctivas se describen brevemente y las acciones son de bajo costo. Este nivel de detalle, permite la priorización de proyectos que son de interés del establecimiento (MUÑOZ, 2011).

En función de la toma de conciencia de la situación de la organización, se valora la importancia del consumo energético. Es decir, como resultado de la auditoría histórica de los consumos registrados, la empresa determina las acciones a seguir (VASQUEZ, 2011):

### **2.2.2. Auditoría Energética Detallada, AED**

Constituye una evaluación detallada de las oportunidades de reducir consumos y costos energéticos. Requiere el uso de equipos de medida y su alcance puede abarcar la totalidad de los recursos energéticos de la empresa (MUÑOZ, 2011).

Adicionalmente, realiza un levantamiento completo de los consumos históricos de los diferentes energéticos a considerar. Su costo es apreciable y su duración es función de la complejidad del sector en evaluación (MUÑOZ, 2011).

Es necesario definir los objetivos y alcance de la AED, debido a que muchas empresas carecen de registros sobre el consumo de energía de los equipos que son parte de sus instalaciones. Además, que las organizaciones no disponen de instrumentos necesarios para el levantamiento de datos que sustenten un análisis real y la consecuente identificación de mejoras dentro de sus instalaciones (VASQUEZ, 2011).

### **2.2.3. Auditoría Energética Especial, AEE**

Es una evaluación más profunda que la Auditoría Energética Detallada, AED. Determina aspectos como la toma de registros por aparato, medición de otros parámetros en diferentes partes de la distribución del energético, análisis de fallas durante un período determinado y su efecto en las horas hábiles de trabajo (MUÑOZ, 2011).

Este tipo de auditoría es permanente en un periodo de tiempo estimado de un año y en el cuál, se deben efectuar los correctivos necesarios para el éxito de los cambios e inversiones efectuadas. Su costo es alto y requiere de una firma auditora que disponga de todos los instrumentos requeridos para una Auditoría Energética de este nivel (MUÑOZ, 2011).

La AEE requiere básicamente de la participación de personal competente y que disponga de los instrumentos requeridos para el levantamiento de información sobre los equipos que consumen energía (VASQUEZ, 2011).

### **2.3. RESPONSABLES DE LAS AUDITORÍAS ENERGÉTICAS**

La auditoría energética requiere un equipo multidisciplinario de especialistas, por la amplitud o complejidad de las instalaciones. La diversidad de tipo de empresas necesita que los auditores dispongan de una formación amplia para visualizar las técnicas desde variados puntos de vista técnicos (MUÑOZ, 2011).

El personal que forma parte de una auditoría energética debe disponer de formación especializada y la correspondiente experiencia en actividades de este tipo y por diversas empresas de producción y/o servicio. Es indispensable que la formación teórica sea acompañada de una experiencia profesional práctica. El auditor debe tener la experiencia necesaria para realizar cálculos técnicos, económicos (VASQUEZ, 2011).

### **2.4. REGLAS FUNDAMENTALES PARA REALIZAR UNA AUDITORÍA ENERGÉTICA**

De manera global, se debe tener en cuenta que (MUÑOZ, 2011):

- Las auditorías deben proporcionar información para tomar decisiones

fundamentadas.

- Los auditores deben estar calificados para realizar su labor.
- Las mediciones deben realizarse de acuerdo con los requisitos definidos.
- Las conclusiones deben estar basadas en hechos.

Complementariamente, la auditoría energética requiere (VASQUEZ, 2011):

- Análisis de datos.
- Determinación de indicadores.
- Identificación de mejoras

## 2.5. OBJETIVOS

Los objetivos que persigue una Auditoría Energética son (MUÑOZ, 2011):

- Obtener conocimiento de la situación actual en función de los datos de consumos, costos de energía y de producción que inciden en la variación de los índices energéticos de las instalaciones.
- Reducir los consumos energéticos.
- Identificar las áreas de oportunidad que ofrecen potencial de ahorro de energía.
- Determinar y evaluar económicamente los puntos de ahorro alcanzables y las medidas técnicamente aplicables para lograrlo.
- Analizar la posibilidad de utilizar energías renovables.

Adicionalmente, se debe tener presente (VASQUEZ, 2011):

- Costos relativos de las diferentes formas de energía
- Aplicaciones de la energía
- Focalización de usos ineficientes

Es importante tener en cuenta que se debe (OLADE, 2013):

- Identificar la gestión de la eficiencia energética dentro de los procesos.
- Determinar los tipos de auditorías energéticas y sus etapas de aplicación.

## **2.6. DIAGNÓSTICO DEL ÁMBITO PARA AHORRO ENERGÉTICO**

El diagnóstico es una herramienta de conocimiento que permite identificar aspectos del sistema que funcionan bien y aquellos que deben ser sujetos de mejora (MUÑOZ, 2011).

La determinación del estado energético de una empresa es el sustento de arranque para el trabajo sobre los puntos fuertes y débiles del establecimiento (VASQUEZ, 2011).

Los pasos a considerar dentro de un diagnóstico son (BARRIGA, 2015):

- Planificación
- Recopilación de datos
- Mediciones
- Análisis de datos
- Identificación de mejoras
- Determinación de conclusiones
- Desarrollo de informe

## **2.7. MANTENIMIENTO PREDICTIVO**

Se orienta a detectar una falla antes de que suceda, estos controles pueden llevarse a cabo de forma periódica o continua, en función de tipos de equipo, sistema productivo, etc. para dar tiempo a corregirla sin perjuicios a la producción (MUÑOZ, 2011).

El funcionamiento de los diversos equipos y máquinas que son parte de la infraestructura de la empresa se asocian el mantenimiento predictivo y requieren de registros periódicos de control (VASQUEZ, 2011).

A través de técnicas de análisis predictivo (análisis espectral de señales, ensayos de carácter eléctrico, etc.), se determina el estado de los equipos críticos de una planta y así, optimizar las actividades de mantenimiento (MUÑOZ, 2011).

## **2.8. MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Consiste en reacondicionar o sustituir de ser necesario, a intervalos regulares, un equipo o sus componentes, independientemente de su estado actual (MUÑOZ, 2011).

El mantenimiento preventivo se establece con una frecuencia periódica sobre la infraestructura de la empresa (VASQUEZ, 2011).

Este tipo de mantenimiento también es conocido como un Plan de Mantenimiento Preventivo o Industrial que permite reducir las averías imprevistas y generar beneficios empresariales (MARTINEZ RUIZ, 2014).

## **2.9. MANTENIMIENTO DETECTIVO**

Constituye la inspección de las funciones ocultas, a intervalos regulares, para ver si han fallado y reacondicionarlas en caso de una potencial falla en el funcionamiento (MUÑOZ, 2011).

Existen funciones de las máquinas que no han sido identificadas dentro de la cadena de valor del establecimiento y que pueden generar pérdidas durante su apareamiento (VASQUEZ, 2011).

## **2.10. MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

Se fundamenta en el reacondicionamiento en un equipo una vez que ha fallado, es la reparación de la falla (falla funcional), ocurre de urgencia o emergencia (MUÑOZ, 2011).

Es la sustitución de partes que debido a su ciclo de vida han dejado de cumplir con su función dentro del equipo. (VASQUEZ, 2011).

El mantenimiento correctivo permite corregir los defectos de las instalaciones de manera inmediata para evitar pérdidas en sus labores operativas y/o administrativas (BARRIGA, 2015).

## **2.11. MANTENIMIENTO MEJORATIVO**

Consiste en la modificación o cambio de las condiciones originales del equipo (MUÑOZ, 2011).

El análisis de las condiciones del equipo permite identificar mejoras en el funcionamiento de la máquina (VASQUEZ, 2011).

El análisis de datos que son producto de los ciclos de mantenimiento permiten potenciar las condiciones operativas de un proceso industrial (BARRIGA, 2015).

## **2.12. RESULTADOS Y BENEFICIOS DE LA AUDITORÍA ENERGÉTICA**

Entre los principales enfoques sobre los resultados y beneficios de la Auditoría Energética se tiene lo siguiente (MUÑOZ, 2011):

- Conservación del medio ambiente.
- Optimización del consumo energético, lo cual, se traduce en una importante reducción de costos.
- Aumentar el tiempo de vida de los equipos, ya que se asegura que estos trabajan en las condiciones más adecuadas, evitando sobredimensionamientos o sobrecargas.
- Reducción de los tiempos de parada.
- Seguimiento a la evolución de un defecto en el tiempo.
- Optimización de la gestión del personal de mantenimiento.
- Verificación del estado de la maquinaria de forma periódica que permite disponer de los recursos operativos y del consecuente archivo histórico del comportamiento mecánico respaldado en un análisis preventivo y correctivo.
- Determina con exactitud el tiempo límite de actuación que no implique el desarrollo de un fallo imprevisto.

Adicionalmente ayuda con (VASQUEZ, 2011):

- Toma de decisiones sobre la parada de una línea de máquinas en

momentos críticos.

- Identificación de la compra de nuevos equipos.
- Administración del conocimiento del historial para ser utilizada por el mantenimiento correctivo.
- Análisis de las averías durante los diferentes ciclos de mantenimiento.
- Análisis estadístico del sistema global que monitorea el desempeño de los recursos.
- Incremento de la competitividad de la empresa al reducirse los costos de producción.

### **2.13. AUDITORÍA ENERGÉTICA EN LA INDUSTRIA**

Las Auditorías Energéticas se iniciaron en los países industrializados debido a la necesidad imperiosa de establecer programas de ahorro de energía, que luego se denominaron Programas de Conservación de Energía (MUÑOZ, 2011).

Una empresa opta por una Auditoría Energética (AE) y adquiere el compromiso de mantener programas de conservación de recursos de manera sostenida (VASQUEZ, 2011).

Este tipo de auditoría es básicamente el análisis de la situación energética dentro de un periodo de tiempo que establecen los interesados en este proceso (BARRIGA, 2015).

Los procesos industriales producen pérdidas que deben ser controladas a partir de los procesos individuales. Sin embargo, la optimización del control de los procesos individuales no solo enfoca el mantenimiento de máquinas, herramientas y equipos. Se complementa con una adecuada gestión de manejo de los diferentes sectores que integran la empresa (MUÑOZ, 2011).

### **2.14. NECESIDAD DE UNA AUDITORÍA ENERGÉTICA**

Dentro de las necesidades que se identifican dentro de una Auditoría Energética se tiene (MUÑOZ, 2011):

- El uso de combustibles en los procesos industriales provoca emanaciones contaminantes que deben ser minimizadas.
- El manejo no sostenible de recursos naturales genera cambios climáticos alarmantes.
- Los insumos energéticos son escasos y su demanda crece a mayor ritmo que la oferta.
- Los manejos inadecuados de los sistemas energéticos de la industria representan un peligro potencial para los operadores de la planta.
- Los Planes de Contingencia exigidos por los entes de control con respecto al manejo asociado de las denominadas sustancias peligrosas, seguridad industrial son cada vez más rigurosos.

Es importante dentro de las necesidades mencionar lo siguiente ([VASQUEZ, 2011](#)):

- Determina los programas para la prevención y control de la contaminación producida por las descargas líquidas y las emisiones al aire de fuentes fijas utilizadas en la Industria.
- Optimiza el uso de combustibles aumentando el rendimiento y la eficiencia de máquinas y equipos.
- Optimiza el uso de residuos de procesos.
- Incrementa las utilidades en base a la buena administración energética.

A manera experimental, los ahorros de energía demuestran beneficios de carácter económico y la potencial reducción de emisiones contaminantes en la atmósfera ([BARRIGA, 2015](#)).

## **2.15. BARRERAS PARA UNA EFICIENCIA ENERGÉTICA**

A nivel de auditorías, se identifican los siguientes inconvenientes ([MUÑOZ, 2011](#)):

- Enfoque de la gerencia en la producción y no en la eficiencia energética.
- Falta de capacitación sobre la eficiencia energética
- Ausencia de liderazgo de los empresarios.

Como dificultades en la auditoría se determina (VASQUEZ, 2011):

- Reducida existencia de registros.
- Ausencia de análisis de datos.
- Falta de apertura de los responsables de los procesos

## **2.16. GESTIÓN ENERGÉTICA**

El enfoque de la gestión energética considera (MUÑOZ, 2011):

- De manera global, la eficiencia energética en la industria se logra a través de cambios en la forma en que se gestiona la energía en una instalación industrial.
- La gestión activa de la energía requiere un cambio organizacional en la cultura.
- La gerencia superior debe estar comprometida en la gestión de la energía sobre una base permanente.
- En su esencia, la gestión energética requiere que un grupo de personas que cambien su conducta y sustenten el cambio.

Como parte de la gestión energética se debe tener presente que (VASQUEZ, 2011):

- La introducción de nuevas tecnologías no necesariamente garantiza una eficiente gestión energética.
- El liderazgo empresarial es visible en acciones de análisis, control y mejora energética.

Dentro de la gestión energética, se establece un lineamiento de control, análisis y mejora sobre aspectos, tales como (BARRIGA, 2015).

- Demanda
- Tecnología
- Recursos
- Máquinas

- Oportunidades de minimización
- Priorización de oportunidades

#### **2.16.1.1. Alcance de la Auditoría**

La auditoría de gestión puede examinar las operaciones globales o seccionales de una organización en un período de tiempo que se establece para las partes interesadas. Bajo este lineamiento, en la auditoría es necesaria la presencia de personas que dispongan de diferentes formaciones y/o especialidades (CGE, 2011).

El alcance de auditoría es considerado como los límites inicial y final, bajo los cuales, el equipo multidisciplinario de auditores busca evidencias de cumplimiento y/o incumplimiento de los procesos (9000 ISO, 2015).

Los procesos a ser auditados son parte del alcance de la auditoría energética y es un acuerdo preliminar entre los responsables del establecimiento y del ente de control (VASQUEZ, 2011).

### **2.17. BENEFICIOS COMERCIALES**

La implementación de un plan de gestión energética permite (MUÑOZ, 2011):

- Gestionar activamente el uso de la energía y reducir los costos de la misma.
- Reducir emisiones sin un efecto negativo en las operaciones.
- Mejorar de manera continua la intensidad de consumo.
- Archivar documentos para uso interno y externo (créditos por emisiones, por ejemplo).
- Usar el personal y recursos de la empresa de manera eficiente.

Los beneficios susceptibles de conseguir con una gestión energética son (VASQUEZ, 2011):

- Análisis de puntos de consumo.
- Levantamiento de información en los procesos de interés.

## **2.18. NORMAS CONSIDERADAS**

Para todo estudio técnico deben existir lineamientos y parámetros establecidos que faciliten estandarizar resultados y obtener los mejores beneficios (VASQUEZ, 2011).

### **2.18.1. ISO 9001**

Una organización que persigue ser competitiva debe mejorar el control de sus procesos, lo cual, significa un incremento de sus clientes y gestionar el riesgo de la mejor manera posible, reduciendo costos y mejorando la calidad del servicio ofrecido (9000 ISO, 2015).

La gestión de un Sistema de Gestión de Calidad determina el marco para supervisar y mejorar la producción. De manera complementaria, el retorno de la inversión es visible en empresas que analizan, controlan y mejoran sus labores operativas y administrativas (9000 ISO, 2015).

### **2.18.2. ISO 50 001**

La norma ISO 50001 establece un marco para que una empresa gestione la energía.

#### **Objetivo**

Habilitar a las organizaciones para que establezcan los sistemas y procesos necesarios para mejorar el rendimiento energético

#### **Alcance**

Especifica los requerimientos aplicables al suministro, usos y consumo de energía, incluidas las mediciones, documentación en informes, el diseño y prácticas de adquisición de equipos, sistemas, procesos y personal que utilizan energía

#### **Metas**

Dentro de las metas que son parte de una Auditoría Energética, se tiene:

- Impulsar el mejoramiento continuo de la eficiencia energética mediante planes de acción que sustenten mejoras en las diferentes etapas de los procesos operativos y administrativos.
- Desarrollar un sistema de seguimiento para validar la eficiencia que se maneja sobre las prácticas de gestión energética
- Estimular una amplia participación en toda la industria
- Apoyar la eficiencia industrial en base al conocimiento del personal y al control de los procesos.

### **Requerimientos ambientales**

A nivel de los requerimientos ambientales, se identifican aspectos en la infraestructura de un establecimiento que requieren características particulares y que permiten un desempeño eficaz en el consumo energético, ejemplo de este aspecto es el control de la temperatura en cámaras frigoríficas, hornos, aire acondicionado, entre otros.

#### **2.18.3. ISO 50 002**

Define los requisitos que permiten identificar oportunidades en la mejora del desempeño energético de una empresa. Esta norma es independiente de la actividad económica que desempeña la organización y conduce a una optimización de los recursos que son parte del establecimiento ([INEN, 50002 Auditorías Energéticas. Requisitos con orientación para su uso, 2016](#)).

##### **2.18.3.1. Alcance de la Auditoría Energética**

El alcance de la auditoría se establece en común acuerdo con la persona y/o ente de control que la efectúa ([INEN, 50002 Auditorías Energéticas. Requisitos con orientación para su uso, 2016](#)).

##### **2.18.3.2. Balance Energético**

Constituye el recuento de la generación de energía que se produce en un establecimiento ([INEN, 50002 Auditorías Energéticas. Requisitos con orientación para su uso, 2016](#)).

##### **2.18.3.3. Eficiencia energética**

Es una relación cuantitativa entre la energía obtenida y la energía entrante al sistema (INEN, 50002 Auditorías Energéticas. Requisitos con orientación para su uso, 2016)

#### **2.18.3.4. Flujo de energía**

Constituye la descripción de los procesos de transferencia de energía (INEN, 50002 Auditorías Energéticas. Requisitos con orientación para su uso, 2016).

#### **2.18.3.5. Desempeño energético**

Son los resultados medibles relacionados con la eficiencia energética (INEN, 50002 Auditorías Energéticas. Requisitos con orientación para su uso, 2016).

#### **2.18.3.6. Indicador de desempeño energético**

Es el valor cuantitativo del desempeño energético (INEN, 50002 Auditorías Energéticas. Requisitos con orientación para su uso, 2016).

## **CONCLUSIÓN**

Una auditoría energética aplicada a un proceso industrial, o una empresa en general dispone de un efecto de control sobre los consumos que son parte de su actividad económica y que afectan directamente a los Costos de Producción.

El agregado de valor que brinda una auditoría para la organización es compaginar sus costos operativos y administrativos con los valores que adquieren los bienes que se desarrollan para los clientes.

De manera general, una empresa dispone de infraestructura que requiere de consumo energético y que incide en los costos de los productos. En este punto, es de vital importancia conocer los principales consumidores de energía, la identificación de anomalías en los sistemas, la generación de alternativas de ahorros y las consecuentes oportunidades de mejora para ser eficientes y competitivas frente a su mercado.

La Norma INEN 50002, no es de carácter obligatorio para las empresas, sin embargo, establece lineamientos para la realización de una auditoría energética y que buscan optimizar los recursos empresariales independientemente de la actividad económica que efectúan.

## **CAPITULO III**

### **AUDITORÍA ENERGÉTICA PRELIMINAR**

#### **INTRODUCCIÓN**

La Auditoría Energética Preliminar (AEP) es el primer paso en un programa de conservación y ahorro energético.

Dentro de la auditoría energética, es indispensable arrancar con el conocimiento histórico de los consumos que ha efectuado la Carpintería y Tapicería Internacional en base al consumo de las máquinas eléctricas y mecánicas que son parte de sus procesos operativos y administrativos.

En consecuencia, es de vital importancia para las empresas disponer de un eficiente y eficaz consumo energético que permita alcanzar una mayor productividad en las labores operativas y administrativas.

#### **3.1 METODOLOGÍA**

La metodología utilizada en los capítulos 3 y 4 para el desarrollo de la auditoría energética en la empresa procesadora de madera denominada Carpintería y Tapicería Internacional se describe a continuación.

##### **3.1.1 Recopilación de información**

Previo a la visita técnica para la realización del diagnóstico, se solicita a la empresa los registros de producción, planillas de consumo eléctrico, y planillas de agua potable, todo esto en referencia a los últimos 4 meses. En lo que respecta a producción se solicita adicionalmente las cifras registradas del desperdicio de madera a fin de establecer un balance energético referente a materia prima aprovechada y materia prima desperdiciada.

También se recolecta información referente a las máquinas, su inventario, características técnicas, mantenimientos efectuados, y periodos de utilización en la jornada de trabajo.

### **3.1.2 Visitas Técnicas**

Esta etapa del diagnóstico consiste en realizar visitas técnicas de inspección a las instalaciones, para así establecer la forma cómo se distribuye y cómo se consume la energía, los modos de operación de las principales máquinas ubicadas en las distintas áreas del proceso y sus características técnicas.

En esta etapa también se realiza las mediciones necesarias de consumo de energía, horas de operación de los equipos, y revisión de los tipos de aplicación de la energía.

### **3.1.3 Procesamiento de la información**

En el presente capítulo se realiza el procesamiento de la información recopilada y la identificación de oportunidades evidentes de mejora, para posteriormente en el capítulo IV realizar un estudio más profundo de las mediciones y datos obtenidos.

En esta fase se evalúa las mejoras que pueden implementarse para reducir el consumo de energía en los diversos equipos e instalaciones de la planta, considerando los ahorros energéticos, económicos y las inversiones necesarias en cada caso.

Para el desarrollo del presente diagnóstico nos basamos en la norma NTE INEN-ISO 50002, la cual nos define un conjunto mínimo de requisitos que conducen a la identificación de oportunidades para la mejora del desempeño energético.

## **3.2 PLANIFICACIÓN DE LA AUDITORÍA ENERGÉTICA**

Para un correcto desarrollo de la auditoría es necesario establecer el alcance y los objetivos del proyecto, que ya fueron establecidos en el capítulo inicial de este trabajo de graduación, pero que se recalcan en la presente sección y que son el complemento de una correcta planificación.

Con el fin de desarrollar el alcance y garantizar la eficacia de la auditoría se plantea lo siguiente.

- 1) El alcance de la presente auditoría cubre el diagnóstico energético de las siguientes secciones:
  - Sección de Compresores

- Sección de Dormitorios
  - Sección de Sillas
  - Sección de Cajones
  - Sección de Cascos
  - Sección de Tallado
- 2) Los objetivos de la presente auditoría pretenden establecer oportunidades de mejora que se puedan implementar para reducir el consumo de energía en los diversos equipos e instalaciones de la planta, y con ello un ahorro económico y un beneficio ambiental.
  - 3) Para establecer el nivel de detalle nos apoyamos en la tabla A.1 del Anexo A de la norma ISO 50002, llegando a la conclusión de que el nivel de detalle para nuestra auditoría es el nivel 2, mismo que detalla un diagnóstico a nivel medio, recomendado para empresas de consumos energéticos no tan elevados, adaptándose a la realidad de la empresa en estudio.
  - 4) El periodo de tiempo para completar la auditoría se ha establecido en 6 meses.
  - 5) Los criterios para la evaluación y clasificación de las oportunidades de mejora se detallan a continuación:
    - a. Retorno de la inversión.
    - b. Potencial de ahorro energético en el tiempo.
    - c. Beneficios económicos para la empresa.
    - d. Beneficios no energéticos (medioambientales).
  - 6) Dentro de los datos relevantes solicitados a la planta están los siguientes:
    - a. Facturas de consumo eléctrico de los meses de junio a septiembre.
    - b. Datos históricos de producción.
    - c. Facturas de consumos de agua y combustibles.
    - d. Plano de la planta.
    - e. Manuales de los equipos.
    - f. Fichas de mantenimientos realizados a los equipos.
  - 7) Los resultados esperados son los siguientes
    - a. Diagnóstico del estado energético actual de la planta.
    - b. Identificación de malos usos de la energía.
    - c. Establecimiento de oportunidades de mejora.

- d. Identificación de ahorros económicos en gastos de energía.
- 8) El informe que se presentará a la empresa como resultado de este proyecto es el establecido en la norma ISO 50002, mismo que se detallará en el apartado designado para este tema.
  - 9) Se designa un representante de la organización que valide la ejecución de la auditoría a la vez sea el intermediario para coordinar las visitas al sitio y toma de datos.

Se ha solicitado de manera complementaria a la empresa información sobre planes futuros y que pudieran afectar a la planificación de la auditoría, tales como:

- Planes de expansión
- Cambio de productos
- Proyectos previstos
- Planes de gestión de activos

La Carpintería y Tapicería ha mencionado que no existe ninguna planificación vigente respecto a modificaciones en la planta que pudiera afectar a nuestro estudio energético, por ende la presente auditoría no tendría ninguna afeción por posibles proyectos en ejecución.

Dentro de la planificación se informa a la organización sobre los equipos que se van a utilizar durante la auditoría para que la empresa tenga conocimiento de los mismos.

### **3.3 REUNIÓN DE APERTURA**

Consiste en dar a conocer a los representantes de la empresa respecto a los objetivos de la auditoría energética, el alcance, y métodos que se van a utilizar. Por su parte la empresa da la aprobación para la ejecución del estudio energético y delega un personal que será el encargado de acompañar durante la visita a las instalaciones.

Como punto final de la reunión se confirma el acuerdo entre el auditor y el auditado en lo que respecta a las disposiciones de acceso, según lo requiera el alcance de la auditoría, requisitos de salud, seguridad, reglas y procedimientos de emergencia.

### 3.4 RECOPIACIÓN DE DATOS

Se solicita a la empresa la información necesaria para caracterizar energéticamente la instalación y el sistema productivo, entre la información solicitada se encuentra los registros de producción mensual, planillas de consumo de energía eléctrica, registros sobre el pago de agua potable y fichas técnicas de las máquinas.

#### 3.4.1 Descripción de los principales productos

La actividad productiva de la empresa da como resultado los siguientes productos:

- Muebles fabricados con madera importada con destino nacional e internacional; entre ellos: sillones, salas, comedores, dormitorios, centros de entretenimiento y oficinas

#### 3.4.2 Materia Prima

La principal materia prima utilizada en la carpintería es madera en estado seco importada desde Brasil, dicha madera viene lista para ser utilizada en el proceso productivo.

La planta lleva un registro del volumen de madera que ingresa a cada proceso productivo, registro que está a cargo del jefe de planta.

Para el presente estudio se ha realizado un resumen del volumen de materia prima utilizada en los meses de junio, julio, agosto y septiembre del 2018.

Tabla 2: Consumo de Materia Prima

Periodo Junio - Septiembre (2018)	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Total
Consumo de Materia Prima (m3)	180,19	203,09	312,48	223,74	919,5

Fuente: Colineal

Elaborado por: Diego González

### 3.4.3 Volumen de producción

El volumen de producción se registra en cada orden de trabajo ejecutada, para nuestro estudio se ha tomado los valores de volumen en metros cúbicos referentes a los meses de junio a septiembre del año 2018.

Tabla 3: Volumen de producción

Promedio Periodo Junio - Septiembre (2018)	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Total
Volumen de producción (m3)	96,91	107,71	145,109	116,74	466,469

Fuente: Colineal

Elaborado por: Diego González

### 3.4.4 Balance de producción:

El balance de producción relaciona el volumen de madera a la entrada del proceso y el volumen de madera a la salida, dando como resultado un coeficiente de aprovechamiento del proceso productivo.

La tabla siguiente ha sido realizada con base en los registros de producción de los meses de junio a septiembre. A partir de esta información se calcula el coeficiente de aprovechamiento y el volumen de materia prima utilizada por unidad de producto.

Tabla 4: Balance de Producción (COLINEAL, 2018)

Periodo Junio- Septiembre 2018	Parámetros			
	Producción (m3) A	Consumo de Materia Prima (m3) B	Coeficiente de Aprovechamiento (%) $C = (A/B) * 100$	Materia Prima/ Unidad de producto (m3) $D = B/A$
Junio	96,91	180,19	53,8%	1,86
Julio	107,71	203,09	53,0%	1,89
Agosto	145.109	312,48	46,4%	2,15
Septiembre	116,74	223,74	52,2%	1,92
<b>Total</b>	466,469	919,5	51,4%	1,95

De la tabla anterior se concluye que para el periodo analizado el coeficiente de aprovechamiento es del 51,4%, el restante se considera como desperdicio del proceso productivo equivalente a 48,6%.

De igual manera la tabla anterior nos da a conocer que por cada m<sup>3</sup> de producto generado se requiere 1,95 m<sup>3</sup> de materia prima, obteniendo 0,95m<sup>3</sup> de diferentes tipos de residuos maderables.

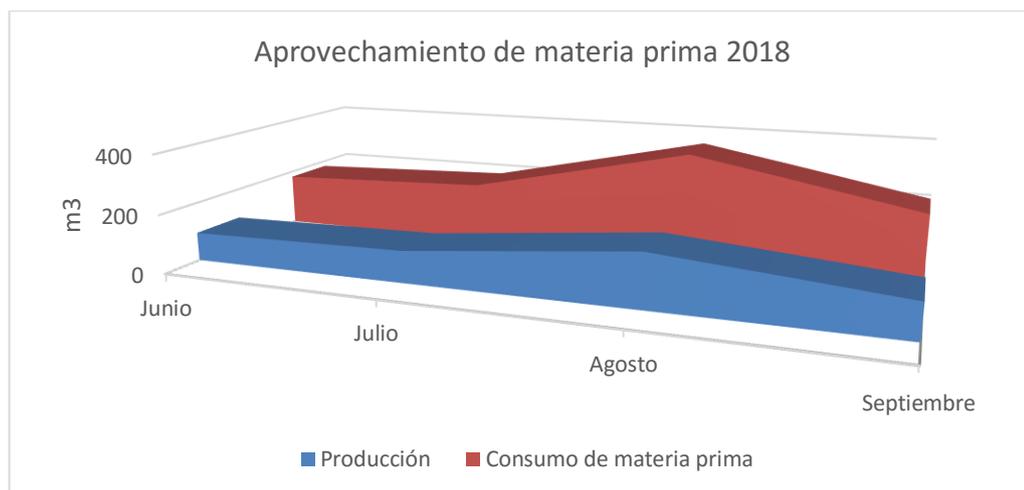


Figura 6: Aprovechamiento de materia prima (COLINEAL,2016)

### 3.4.5 Régimen de trabajo y población trabajadora

El grupo Colineal está integrado por más de 600 personas distribuidas en las diferentes tiendas a nivel nacional e internacional. En lo que respecta a la Carpintería y Tapicería laboran un total de 98 personas, el régimen de trabajo de la planta es de 5 días a la semana, 8 horas/día, repartido de la siguiente manera:

Tabla 5: Régimen de trabajo

Horario	Operaciones de los procesos	Nº de trabajadores
7:00 – 15:30	Todas las operaciones productivas	94
7: 00 – 16:00	Todas las operaciones administrativas	4

Fuente: Colineal

### **3.4.6 Descripción de los procesos**

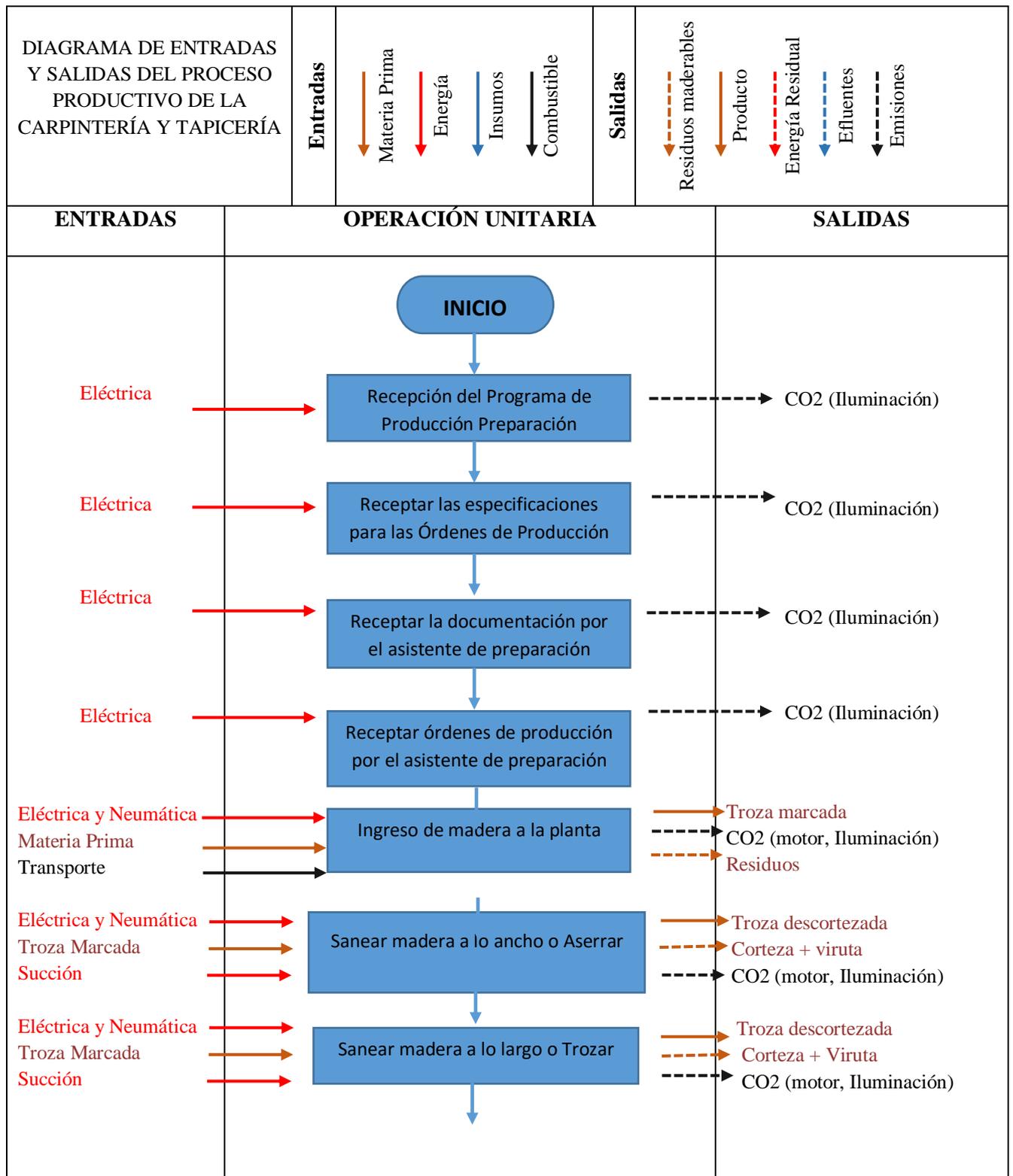
La planta ubicada en Patamarca se dedica únicamente al trabajo primario de madera para todo tipo de muebles, para ello trabaja con tablones y tableros según las especificaciones del modelo.

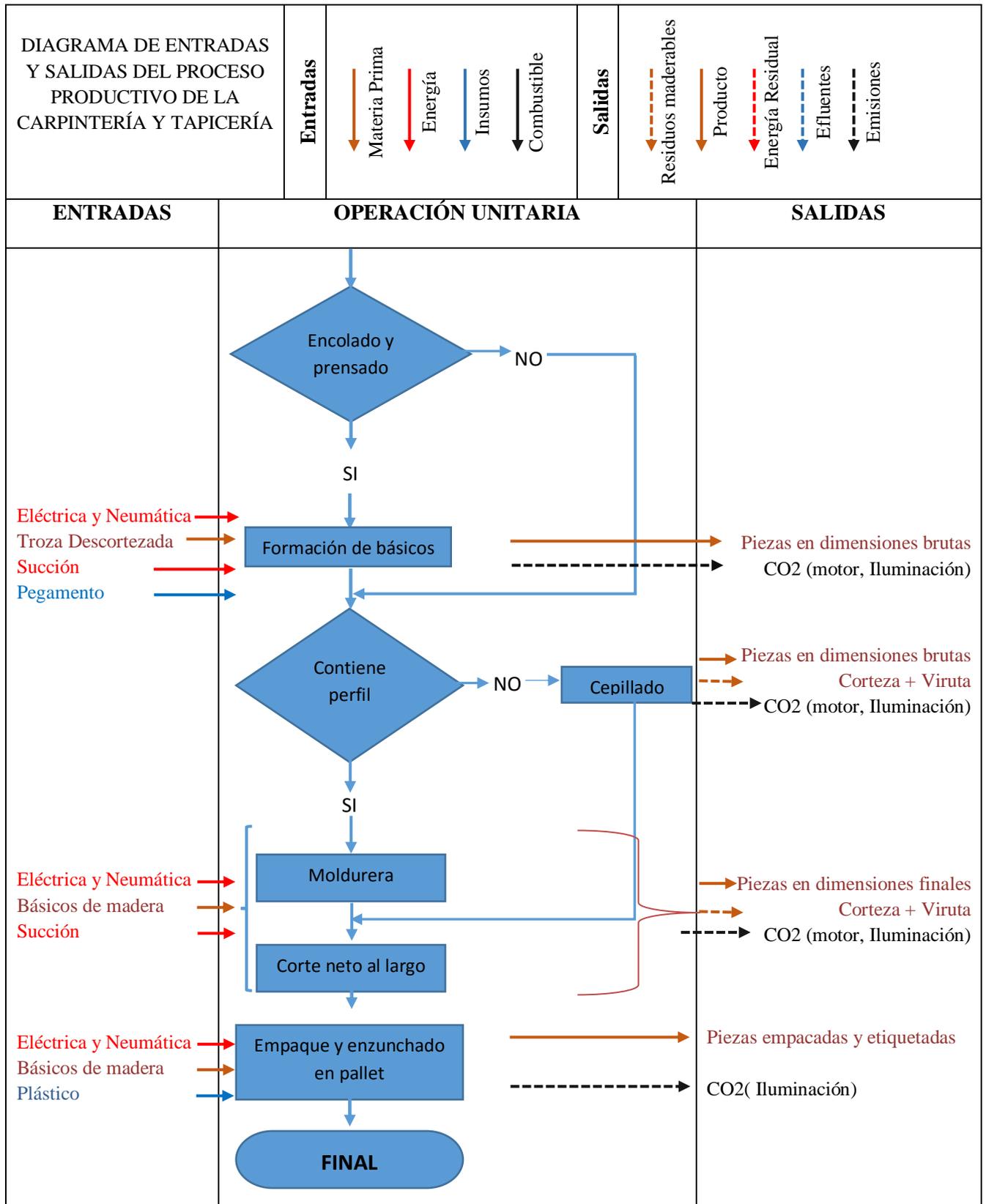
A continuación se describe el flujo de energía de los procesos productivos y de apoyo asociados a la carpintería.

#### **3.4.6.1 Proceso Productivo**

El proceso productivo obedece a una secuencia ordenada de múltiples actividades que llevan a la transformación de la materia prima en un producto final terminado, dichas actividades están resumidas a continuación.

Tabla 6: Diagrama de entradas y salidas del proceso productivo de la Carpintería y Tapicería





Fuente: Colineal

Elaborado por: Diego González

### 3.4.6.2 Servicios Auxiliares

Los servicios auxiliares en los que se basa los distintos procesos productivos de la empresa son el sistema de aire comprimido y el sistema de absorción de viruta.

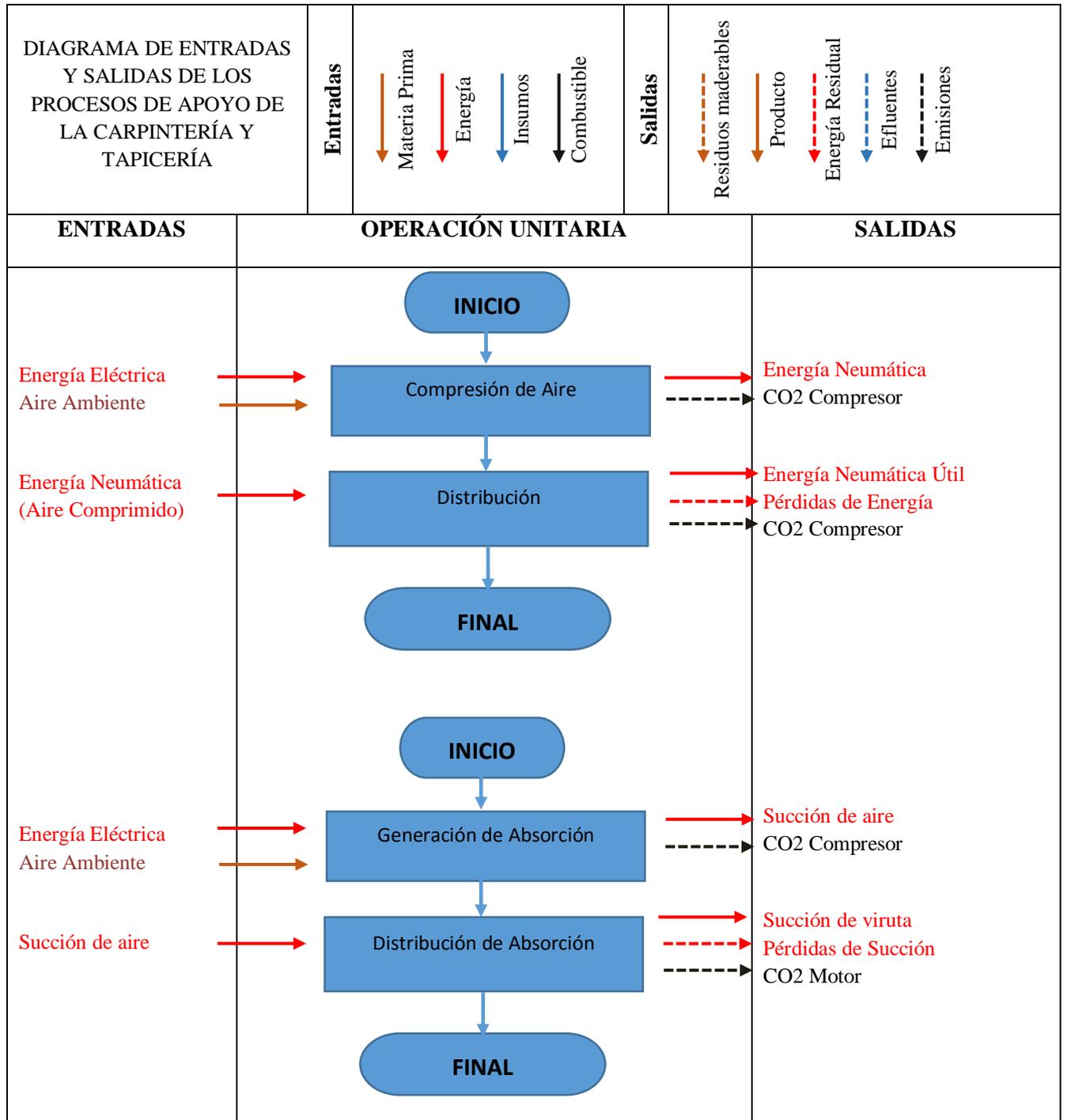


Tabla 7 : Diagrama de entradas y salidas de los procesos de apoyo de la Carpintería y Tapicería

Fuente: Colineal

Elaborado por: Diego González

### 3.4.7 Energéticos utilizados

De acuerdo a la información presentada por la empresa se establece los siguientes energéticos:

#### 3.4.7.1 Energía eléctrica

El suministro de energía eléctrica se da a través de la empresa eléctrica CENTROSUR, en 13200 Voltios, cuyo tipo de tarifa es: MTCGCD32 (Industrial con demanda horaria diferenciada en media tensión).

La instalación cuenta con un cuarto de transformación con dos transformadores, uno de 150 KVA y otro de 192,5 KVA; ambos con relación de transformación de 13200 V / 220 V.

El universo de datos en análisis queda a criterio del juicio profesional del autor en base al alcance de la auditoría, es por ello que establece un registro de consumo de los últimos 4 meses anteriores al inicio de la auditoría.

La siguiente tabla muestra un resumen de las planillas de energía eléctrica de los meses de junio, julio, agosto y septiembre del año 2018.

Tabla 8: Consumo de energía junio - septiembre

Energía Eléctrica junio-septiembre 2018								
Mes	Consumo	Pago 2018	Costo Unitario	Demanda Máxima	Demanda Pico	Factor de Potencia	Factor de Corrección (FGD)	Emisiones
	kWh/mes	USD/mes	kW	kW	-	-	-	tCO2eq/mes
Junio	34410,72	4846,16	0,14	212,00	100,00	0,9533	0,5000	24,36
Julio	45074,82	6145,09	0,14	209,00	130,00	0,9477	0,5240	31,91
Agosto	37915,44	5508,15	0,15	203,00	203,00	0,9455	0,7920	26,84
Septiembre	39458,7	5484,91	0,14	212,00	123,00	0,9487	0,5000	27,93
<b>TOTAL</b>	156859,68	21984,31	-	-	-	-	-	111,04

Fuente: Colineal

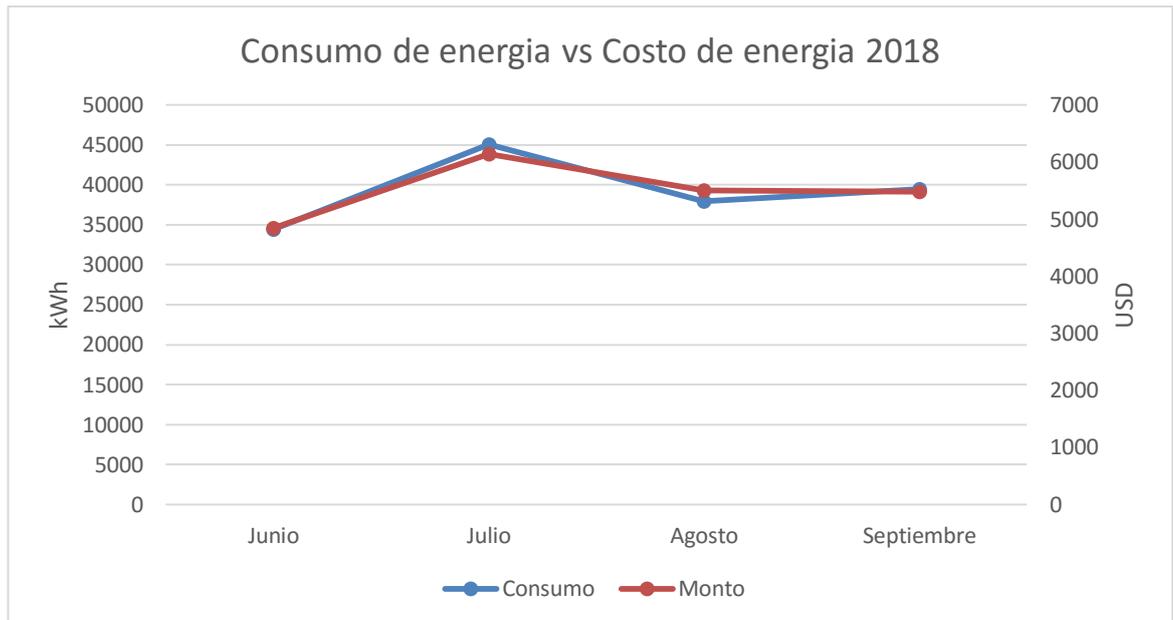
Elaborado por: Diego González

**Demanda pico (dp):** Registrada entre las 18:00 y 22:00 horas

**Demanda máxima (dm):** Registrado fuera del horario pico

**Factor de emisión:** 1kWh = 0.7079kgCO<sub>2</sub>

A continuación, se grafica la curva de consumo de energía y la curva de costo de energía, pudiendo apreciarse que tienen tendencias similares entre sí.



**Figura 7: Consumo de energía vs Costo de energía**

*Fuente: Colineal*

*Elaborado por: Diego González*

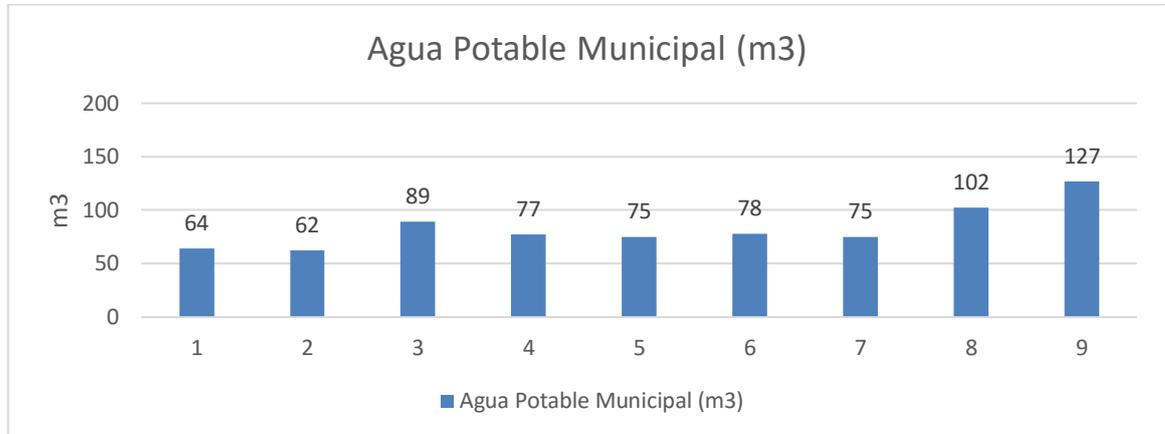
### 3.4.7.2 Combustible

La empresa dispone de un montacargas que funciona con Diésel, pero al ser reducido el consumo, Colineal no considera necesario llevar un registro de este energético por lo que no se tiene datos al respecto.

### 3.4.7.3 Agua

Los procesos productivos que se realizan en la carpintería no requieren la utilización de agua. La misma está limitada al uso en sanitarios.

Para tener un registro de datos referentes a este energético se construye una gráfica de los consumos de agua en metros cúbicos referentes a los meses de enero a septiembre del año 2018.



**Figura 8: Consumo de agua en la Carpintería y Tapicería**

*Fuente: Colineal*

*Elaborado por: Diego González*

#### 3.4.7.4 Aguas Residuales

La Carpintería y Tapicería Internacional no desecha aguas residuales de los procesos productivos que desarrolla.

#### 3.4.7.5 Residuos

Los principales desechos que se generan de los procesos productivos en la empresa son los siguientes:

- Polvillo y retazos de madera resultantes del corte de los tableros.
- Retazos de madera.

**Tabla 9: Producción de Polvillo y Aserrín**

Producción de residuos de Polvillo y Aserrín		
Contenedores / Día	Volumen Contenedor (m3)	Total (m3)
5	3.99	19.95

*Fuente: Colineal*

*Elaborado por: Diego González*

### 3.4.8 Producción

La empresa cuenta con registros mensuales de producción de los meses de junio a septiembre del año 2018 los cuales se resumen en la tabla siguiente:

Tabla 10: Producción Mensual

Producción (Unidades) año 2018				
Sección Mes	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Cajones	1051	1285	1332	1173
Dormitorios	1111	1473	1482	1692
Sillonería	1271	1923	1950	1991
<b>Total</b>	<b>3433</b>	<b>4681</b>	<b>4764</b>	<b>4856</b>

Fuente: Colineal

Elaborado por: Diego González

A continuación, se presenta la gráfica de producción mensual en unidades de producto de la Carpintería y Tapicería Internacional, la producción se divide en las secciones de sillonería, dormitorios, y cajones.

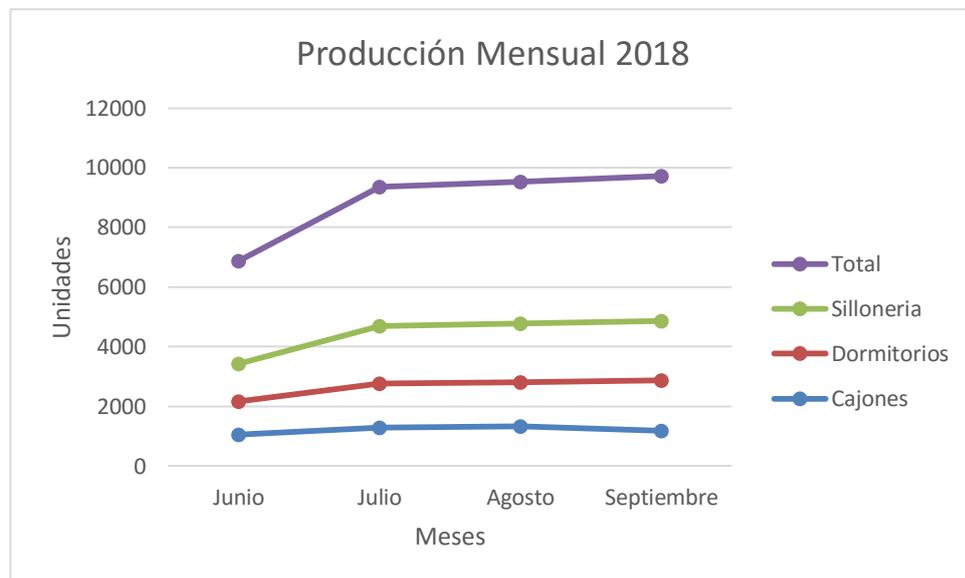


Figura 9: Producción Mensual

Fuente: Colineal

Elaborado por: Diego González

### 3.4.9 Equipos

Es de gran importancia para un correcto estudio de eficiencia energética tener información sobre las máquinas consumidoras de energía en la empresa, es por ello que se ha solicitado información respecto a este tema.

La empresa dispone de pocos registros con respecto a las máquinas, limitándose tan solo a un inventario de equipos. Es por ello que se ha realizado un levantamiento de información por parte del autor.

El número de máquinas inventariadas es bastante extenso por tal motivo la tabla completa se presenta en anexos.

**Tabla 11: Máquinas de la Carpintería y Tapicería Internacional**

Desc.Maq.	Tensión (V)	Intensidad (A)	Potencia (Kw)
SISTEMA DE ABSORCIÓN (NUEVO)	220	360,8	110
COMPRESOR INGERSOLL RAND UP6-40	220	100	30,48
CEPILLADORA MOLDURERA	220	157,46	48
CENTRO MASTER PAOLINO BACCI	400	65,6	40
SIERRA CIRCULAR AUTOMÁTICA	220	124,9	38,1
LIJADORA DE BANDA ANCHA OPTIMAT	220	91,85	28
COMPRESOR INGERSOLL RAND 15HP	220	36,67	11,18
SISTEMA DE ILUMINACIÓN	220		10,312
CENTRO DE MECANIZADO ROVER M5	400	29	16
CEPILLADORA MOLDURERA UNIMAT	220	40	12,2
SIERRA AL HILO	220	33	10
SIERRA AL HILO VERDE	220	33	10
LIJADORA DE BANDA SANDYA	220	28,2	8,6
CEPILLADORA CUBE	400	20	8,31
TUPY DOBLE	400	20	8,31
LIJADORA DE BANDA UNITROMEX	220	12,74	7
TUPY SIMPLE CON TRANSPORTADOR	220	27,5	7,5
TUPY SIMPLE	220	27,5	7,5
TUPY SIMPLE	220	27,5	7,5
TUPY SIMPLE	220	27,5	7,5
SIERRA CIRCULAR SCM	220	23	6,711
SIERRA CIRCULAR	220	23	6,711
SIERRA CIRCULAR	220	23	6,711
SIERRA CIRCULAR	220	13,5	5,5
LIJADORA AUTOMÁTICA	220	16	5
LIJADORA DE BANDA	220	10,5	5

LIJADORA DE BANDA BURKLEY	220	10,5	5
PERFORADORA MÚLTIPLE	220	16,42	5
SECADOR DE AIRE TS1A PATAMARCA	220	8,2	2,5

*Fuente: Colineal*

### 3.4.10 Inspección visual y recorrido a través de la planta

Una inspección visual ha permitido identificar no solamente las mejoras energéticas evidentes, sino también orientar la futura auditoría detallada.

Una vez recopilada y sintetizada la información preliminar proporcionada por la empresa, realiza un recorrido a través de la planta a fin de tener un conocimiento previo del proceso productivo de la empresa. Se ha realizado una inspección visual de las máquinas inventariadas, los sistemas auxiliares, y el trabajo del personal de la planta con el objetivo de familiarizarse con la empresa y poder identificar posibles ahorros energéticos.

#### 3.4.10.1 Oportunidades de mejora identificadas

Mediante el recorrido a través de la planta se ha realizado una verificación visual, y comprobación de la información proporcionada por la empresa. Durante esta inspección se ha podido identificar anomalías existentes que generan un consumo innecesario de energía.

Las anomalías que se pudieron identificar están representadas en la siguiente tabla.

**Tabla 12: Identificación de ahorros posibles de energía (PROPIA, 2018)**

Anomalías Área	Fugas de aire Comprimido	Exceso de Iluminación	Equipos operando Innecesariamente	Uso innecesario de aire comprimido
<b>Dormitorios</b>	X		X	X
<b>Sillonería</b>	X		X	X
<b>Cajones</b>	X		X	X
<b>Cascos</b>	X		X	X
<b>Oficinas</b>				X
<b>Mantenimiento</b>		X		

Como se representa en la tabla anterior existen anomalías que son evidentes en todas las áreas, la corrección de dichas anomalías genera un ahorro energético en los procesos productivos y reducción en gastos por consumo de energía eléctrica.

La evaluación de estas y las posteriores oportunidades de mejora serán evaluadas en el capítulo IV.

## **CONCLUSIÓN**

La auditoría energética preliminar es el primer paso para llevar a cabo un programa de ahorro. Esta auditoría es básicamente la obtención de información referente a la empresa para posteriormente sintetizar los datos importantes, también ayuda a la identificación de posibles mejoras evidentes, mismas que serán analizadas en una segunda etapa denominada auditoría detallada.

En el análisis del consumo eléctrico del proceso productivo que es parte de la Carpintería y Tapicería Internacional se ha considerado valores promedio mensuales que permiten conocer el desarrollo de la unidad energética

Por otro lado, es necesario considerar que el presente estudio tiene relación directa con el perfil de consumo de las máquinas eléctricas, así como la utilización de los distintos energéticos por parte del personal de la planta y la generación de residuos que son parte de sus procesos de maquinado.

De manera complementaria, se requiere tener presente la incidencia que tiene el mantenimiento dentro de las labores operativas de las máquinas. En este sentido, a medida que exista un desempeño efectivo de las mismas se produce un ahorro en consumo de energía eléctrica y mayor disponibilidad de funcionamiento de los equipos.

## **CAPÍTULO IV**

### **AUDITORÍA ENERGÉTICA DETALLADA**

#### **INTRODUCCIÓN**

Para llegar a un análisis más minucioso de las oportunidades de mejora y reducir tanto consumos como gastos energéticos es necesario realizar una auditoría detallada, esta auditoría requiere un análisis más específico de los perfiles de consumo que se dan en la empresa, para ello se utiliza distintos equipos de medida que permiten el registro de valores energéticos necesarios para una correcta evaluación de costos y consumos de energía eléctrica en la planta.

En el presente capítulo se identifica los principales consumidores de energía, un levantamiento completo referente a los perfiles de consumo permite la identificación de oportunidades de mejora.

Una identificación de las oportunidades de mejora seguida de una evaluación tanto técnica como económica de dichas oportunidades comprende un estudio completo de ahorro energético en la empresa.

#### **4.1 IDENTIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO**

Como se estableció en el capítulo anterior los energéticos aprovechables en las instalaciones de la carpintería son la energía eléctrica y los residuos de madera en forma de viruta o leña.

La presente auditoría es realizada con el fin de identificar oportunidades de mejora energética principalmente en el consumo de electricidad, es por ello que este recurso energético se considera de mayor importancia en este estudio, también se considera de gran importancia debido al alto costo que demanda mensualmente los pagos de este servicio, priorizándose a la energía eléctrica sobre los otros energéticos tales como los residuos maderables y consumos de agua potable.

De los datos proporcionados por la empresa se puede establecer el consumo total de energía eléctrica y costo total.

**Tabla 13: Energía Eléctrica año 2018 (COLINEAL, 2018)**

<b>ENERGÍA ELÉCTRICA AÑO 2018</b>		
	<b>Consumo (kWh/año)</b>	<b>Costo ( USD)</b>
<b>TOTAL</b>	<b>501465,80</b>	<b>70205,21</b>

Este es un primer análisis donde tenemos la visión general de la planta, aún no se ha incluido dentro del análisis cuales son los sistemas o equipos que componen el energético prioritario, pero es importante tener esta visión general de manera de saber a priori donde se verán reflejadas las oportunidades de mejora desarrolladas.

#### **4.1.1 Diagrama de Pareto**

Mediante el diagrama de Pareto podemos priorizar los sistemas o equipos de mayor consumo energético en los que posteriormente se centrara el estudio.

Tras una identificación rápida de los equipos existentes y definido cuál es el consumo de energía en kWh/año de cada uno de ellos se construye el diagrama de Pareto.

En la siguiente figura se muestra el diagrama de Pareto de los consumidores de energía eléctrica que existen en la empresa.

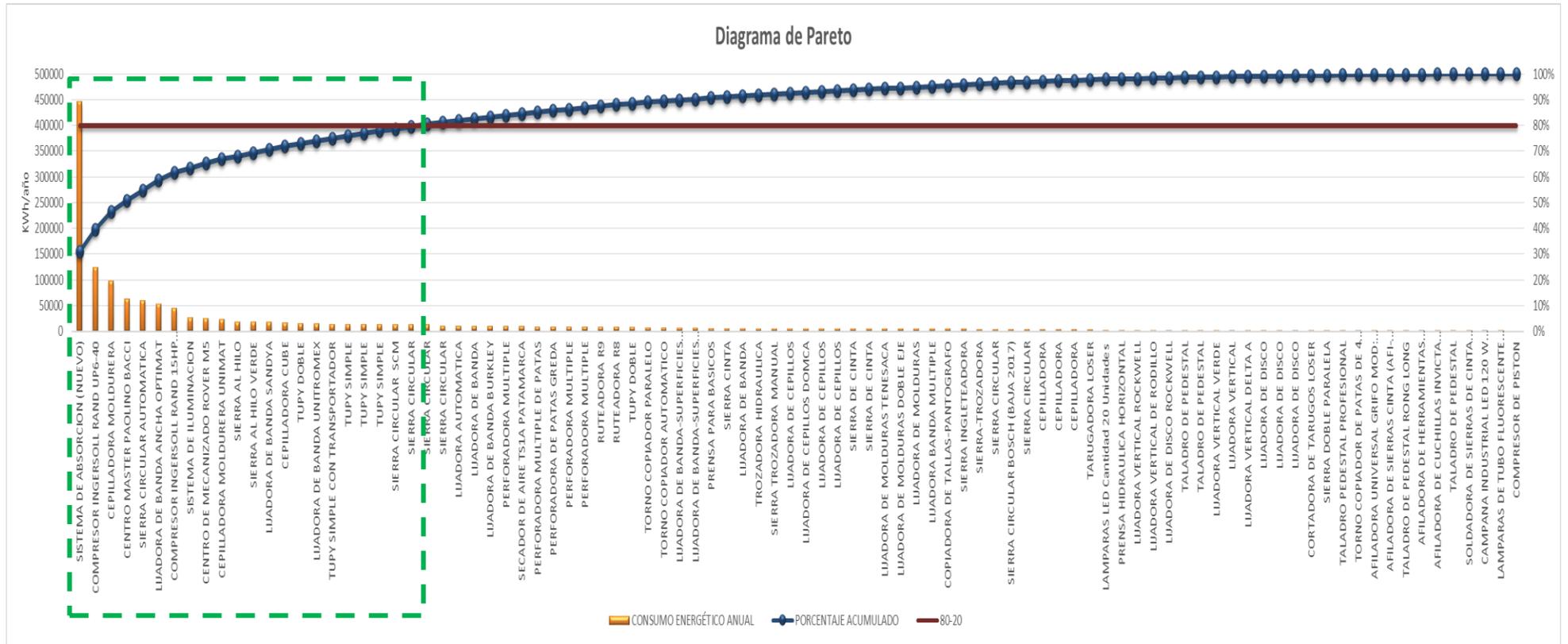


Figura 10: Análisis de Pareto (COLINEAL, 2018)

Elaborado por: Diego González

Del diagrama de Pareto deducimos los equipos que representan el 80% del consumo total de energía eléctrica de la planta, al ser equipos de consumos similares, el diagrama se extiende a una gran cantidad de máquinas, pero sin embargo se logra apreciar un marcado consumo en las cinco primeras máquinas con respecto a las otras.

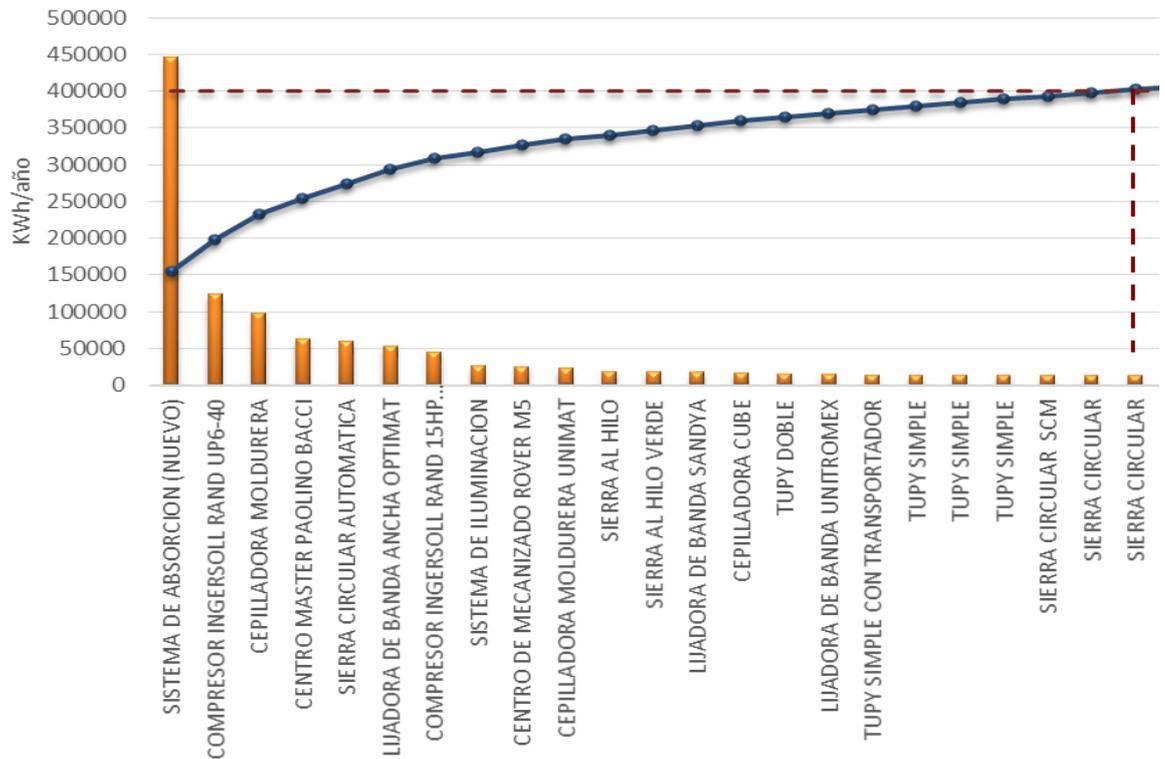


Figura 11: Relación 80-20 equipos de consumo eléctrico (COLINEAL, 2018)

Elaborado por: Diego González

En las columnas se describe el consumo en kWh anual de cada uno de los equipos, mientras en la línea azul muestra el porcentaje acumulado de los mismos.

Mediante este diagrama se puede identificar que el sistema de absorción de viruta y el compresor UP6-40 son los mayores consumidores de energía, centrando el estudio en estos dos equipos.

Se ha priorizado estos dos consumidores sobre los otros por dos motivos, el primero es que son los consumidores de energía más grandes de la empresa y segundo que son los dos equipos de mayor importancia para el funcionamiento de la planta, ya que al parar por cualquier motivo alguno de ellos provoca la para inmediata de toda la fábrica provocando pérdidas económicas sumamente grandes.

Como complemento al estudio también se realiza una caracterización de consumo de los restantes equipos que componen el 80% del consumo total de energía, a fin de identificar posibles anomalías o ahorros significativos que se pudieran tomar en cuenta.

A continuación se realiza una caracterización de los principales consumidores a fin de conocer más a profundidad como están constituidos cada uno de ellos.

## 4.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS Y DEL CONSUMO DE LOS USOS ENERGÉTICOS

Una vez que se ha determinado los energéticos en los que se basara la presente estudio, es necesario conocer a fondo cada uno de estos sistemas, y su perfil de consumo de energía.

La caracterización del sistema tiene como finalidad mediante un trabajo de campo recabar información del equipo y el registro de mediciones que puedan incidir en el consumo. En una primera visita a la planta se ha obtenido información técnica referente a los principales consumidores de energía.

### 4.2.1 Sistema de generación de aire comprimido

El sistema de generación de aire comprimido está integrado por dos compresores uno de 40 HP y otro de 15HP que trabajan simultáneamente.

A continuación se muestra una descripción así como una imagen actual del compresor de 40HP.

Tabla 14: Descripción compresor UP6-40 (COLINEAL, 2018)

DESCRIPCIÓN COMPRESOR UP6-40			
<b>NOMBRE:</b>	Compresor de tornillos	<b>CÓDIGO:</b>	165-05
<b>MARCA:</b>	INGERSOLL RAND (UP6-40)	<b>MODELO:</b>	SSR-UP6-40-125
<b>PROCEDENCIA:</b>	Estados Unidos	<b>AÑO:</b>	01/07/12
<b>SECCIÓN:</b>	Patamarca	<b>MATRÍCULA:</b>	CBV150374
<b>ESTADO:</b>	Funcionando	<b>COSTO:</b>	31290



Figura 12: Compresor UP6-40 (COLINEAL, 2018)

El compresor trabaja sin interrupción durante toda la jornada laboral.

En la siguiente tabla se muestra los datos técnicos referentes al compresor, mismos que han sido obtenidos del manual de uso y manejo del compresor Ingersoll Rand.

60Hz	UP6 40				UP6 50PE UP6 50PEI			
					HF50-PE	EP50-PE	HP50-PE	HXP50-PE
<b>COMPRESSOR</b>	115	125	150	200	115	125	150	200
Maximum operating pressure psig (barg)	115 (8.0)	125 (8.5)	150 (10.3)	200 (13.8)	115 (8.0)	125 (8.5)	150 (10.3)	200 (13.8)
Factory set reload pressure psig (barg)	105 (7.2)	115 (7.9)	140 (9.6)	190 (13.1)	105 (7.2)	115 (7.9)	140 (9.6)	190 (13.1)
Flow rate cfm (m <sup>3</sup> /min)	188 (5.32)	185 (5.24)	170 (4.81)	143 (4.05)	212 (6.02)	208 (5.89)	201 (5.70)	167 (4.73)
Maximum airend discharge temperature	216°F (102°C)							
Ambient operating temperature min. →[max.	36°F(+2°C) ? 105°F(+40°C)				36°F(+2°C) ? 115°F(+46°C)			
<b>MOTOR</b>								
Motor enclosure	ODP		TEFC		ODP		TEFC	
Nominal power	40HP				50HP			
Speed	1775 RPM				1775 RPM			
Frame	324T		324T		326T		326T	
Insulation class	F							

Figura 13: Compresor UP6-40 (Company, 2008)

En la siguiente grafica se puede apreciar la placa de identificación que se encuentra adherida al compresor.



Figura 14: Placa de identificación compresor UP6-40 (COLINEAL, 2018)

De igual manera se realiza una descripción del compresor Ingersoll Rand de 15HP.

Tabla 15: Descripción compresor 15HP (COLINEAL, 2018)

DESCRIPCIÓN COMPRESOR 15HP			
<b>NOMBRE:</b>	Compresor de tornillos 15HP	<b>CÓDIGO:</b>	165-06 / (XAF-205)
<b>MARCA:</b>	INGERSOLL RAND	<b>MODELO:</b>	SSR-EP-15-SE
<b>PROCEDENCIA:</b>	Estados Unidos	<b>AÑO:</b>	
<b>SECCIÓN:</b>	Patamarca	<b>MATRÍCULA:</b>	KE-5077-U97235
<b>ESTADO:</b>	Funcionando	<b>COSTO:</b>	

En la siguiente figura se puede observar una vista actual del compresor.



Figura 15: Compresor 15HP (COLINEAL, 2018)

El compresor trabaja durante toda la jornada laboral de manera ininterrumpida, de acuerdo al cronograma de mantenimiento preventivo el compresor se detiene una vez al mes por mantenimiento, no sobrepasando los 15 min en esta actividad y volviendo nuevamente a su funcionamiento normal.

A continuación se presenta la placa de identificación del compresor con sus respectivos datos técnicos.



Figura 16: Placa de identificación compresor 15HP (COLINEAL, 2018)

#### 4.2.2 Sistema de absorción de residuos

La planta cuenta con un sistema de absorción de residuos que es el encargado de absorber todo el desperdicio de polvillo y viruta que generan las distintas máquinas, y transportarlo a un silo que distribuye este residuo en los distintos contenedores.

El sistema de extracción de viruta y polvillo tiene un motor de 110 kW que funciona gobernado por un variador de frecuencia.

Tabla 16: Descripción sistema de absorción de viruta (COLINEAL, 2018)

DESCRIPCIÓN SISTEMA DE ABSORCIÓN DE VIRUTA			
<b>NOMBRE:</b>	Sistema de absorción de polvo	<b>CÓDIGO:</b>	265-04 /(MAQ-340)
<b>MARCA:</b>	Moura	<b>MODELO:</b>	
<b>PROCEDENCIA:</b>	Portugal	<b>AÑO:</b>	2011
<b>SECCIÓN:</b>	Patamarca	<b>MATRÍCULA:</b>	
<b>ESTADO:</b>	Funcionando	<b>COSTO:</b>	29263,49

El silo de recolección de viruta está ubicado en la parte externa y conectado mediante conductos de absorción hacia el interior de la planta.



Figura 17: Silo de recolección de viruta (COLINEAL, 2018)

De la visita a las instalaciones se puede obtener una imagen de la placa de identificación del sistema.



Figura 18: Placa de identificación del silo de recolección de viruta (COLINEAL, 2018)

### 4.3 PLAN DE MEDICIÓN

Se trata de organizar todo el proceso de análisis así como los equipos a utilizar para obtener los datos de consumo de energía en la carpintería.

### 4.3.1 Cronograma de medición

Para la toma de datos se establece dos días de medición, se llega a un acuerdo con el jefe de planta para establecer los dos días más representativos en los que se pueda tomar la mayor cantidad de datos.

Los días establecidos para las mediciones son el jueves 13 y viernes 14 de diciembre del año 2018, el primer día la empresa trabaja en horario extendido mientras que el segundo día la empresa trabaja en horario normal, por tal motivo estos dos días son ideales para tomar datos de consumo en los dos escenarios antes mencionados.

De igual manera el día jueves es el adecuado para la medición de consumos energéticos por fugas de aire y el día viernes facilita el registro energético por utilización de aire comprimido en la limpieza de las máquinas.

A continuación se presenta el cronograma de medición utilizado en la toma de datos.

Tabla 17: Plan de medición jueves 13 de diciembre del 2018 (PROPIA, 2018)

Plan de medición jueves 13 de diciembre del 2018				
Hora de		Actividad	Instrumento	Máquina
Inicio	Fin			
07:00	7:30	Familiarización con el equipo de medición	Analizador de energía Fluke 435-II	Compresor 40HP
7:30	8:00	Obtención del perfil de consumo de potencia trabajando los dos compresores 40HP y 15HP	Analizador de energía Fluke 435-II	Compresor 40HP
8:30	10:30	Obtención del perfil de consumo de potencia trabajando los dos compresores 40HP y 15HP en horario normal	Analizador de energía Fluke 435-II	Compresor 40HP
10:30	12:10	Obtención del perfil de consumo de potencia trabajando los dos compresores 40HP y 15HP en horario próximo al almuerzo	Analizador de energía Fluke 435-II	Compresor 40HP
12:10	13:00	Obtención del perfil de consumo de potencia trabajando los dos compresores 40HP y 15HP en horario de almuerzo (12:00 – 13:00)	Analizador de energía Fluke 435-II	Compresor 40HP
13:00	14:30	Obtención del perfil de consumo de potencia en pruebas experimentales de apagado y encendido del compresor de 15HP en identificación de ahorros energéticos	Analizador de energía Fluke 435-II	Compresor 40HP
14:30	15:30	Obtención del perfil de consumo de potencia del compresor de 15HP en horario normal de trabajo	Analizador de energía Fluke 435-II	Compresores 15HP
15:30	16:00	Obtención del perfil de consumo de	Analizador de energía	Compresores 15HP

		potencia del compresor de 15HP en horario extendido	Fluke 435-II	
16:30	18:30	Obtención del perfil de consumo de potencia del silo de absorción de viruta en horario extendido	Analizador de energía Fluke 435-II	Silo de absorción de viruta
18:30	19:30	Obtención del perfil de consumo de potencia del compresor de 40HP en funcionamiento nocturno	Analizador de energía Fluke 435-II	Compresores 40HP
19:30	20:00	Obtención del perfil de consumo de potencia del compresor de 15HP en funcionamiento nocturno	Analizador de energía Fluke 435-II	Compresores 15HP
20:00	21:00	Obtención del perfil de consumo de potencia del centro de mecanizado Master	Analizador de energía Fluke 435-II	Centro Master

Tabla 18: Plan de medición viernes 14 de diciembre del 2018 (PROPIA, 2018)

Plan de medición viernes 14 de diciembre del 2018				
Hora de		Actividad	Instrumento	Máquina
Inicio	Fin			
06:00	7:00	Obtención del perfil de consumo de potencia, previo al inicio de labores	Analizador de energía Fluke 435-II	Compresor 40HP
7:00	8:30	Obtención del perfil de consumo de potencia en inicio de labores	Analizador de energía Fluke 435-II	Compresor 40HP
8:30	9:45	Obtención del perfil de consumo de potencia en el transformador 192.1 kVA en horario normal	Analizador de energía Fluke 435-II	Transformador 192.1 kVA
9:45	12:00	Obtención del perfil de consumo de potencia en el transformador 150 kVA en horario normal	Analizador de energía Fluke 435-II	Transformador 150 kVA
12:00	13:30	Obtención del perfil de consumo de potencia del compresor de 40HP en horario de almuerzo	Analizador de energía Fluke 435-II	Compresor 40HP
13:30	14:30	Obtención del perfil de consumo de potencia de la cepilladora moldurera en horario normal	Analizador de energía Fluke 435-II	Cepilladora Moldurera
14:30	14:50	Obtención del perfil de consumo de potencia de la lijadora automática Optimat en horario normal	Analizador de energía Fluke 435-II	Lijadora Automática Optimat
14:50	15:00	Obtención del perfil de consumo de potencia de la sierra al hilo	Analizador de energía Fluke 435-II	Sierra al hilo
15:00	15:10	Obtención del perfil de consumo de potencia del centro de mecanizado Rover M5	Analizador de energía Fluke 435-II	Centro de Mecanizado Rover M5
15:10	15:25	Obtención del perfil de consumo de potencia de la sierra múltiple	Analizador de energía Fluke 435-II	Sierra Múltiple
15:25	15:45	Obtención del perfil de consumo de potencia durante la finalización de jornada	Analizador de energía Fluke 435-II	Compresor 40HP

### 4.3.2 Materiales

Los equipos de medición utilizados durante el registro de datos son:

- Analizador de energía FLUKE II
- Multímetro Fluke 179

### 4.3.3 Técnica de muestreo

Se utiliza la técnica de muestreo ante la imposibilidad de efectuar un examen a la totalidad de los datos.

Es por tal motivo que se utiliza una determinada técnica a fin de analizar una parte de los datos (muestra) de una cantidad de datos mayor (población).

La selección del método de muestreo para la presente auditoría se basa en la NORMA INTERNACIONAL DE AUDITORÍA 530. El propósito de esta Norma internacional de Auditoría (NIA) es establecer normas y proporcionar lineamientos sobre el uso de procedimientos de muestreo en la auditoría y otros medios de selección de partidas para reunir evidencia en la auditoría. (MINISTERIO DE ECONOMÍA Y EMPRESA, 2018)

La producción de la empresa está basada en los pedidos que se tengan en las distintas tiendas de venta, es por tal motivo que la cantidad de muebles producidos varía constantemente en el transcurso de los meses, y con ello los consumos energéticos y horas de producción, siendo complicado la aplicación de una técnica estadística para la selección de la muestra.

El tipo de muestreo utilizado es el no estadístico, para ello se hace uso del juicio y conocimiento técnico para seleccionar los elementos a analizar.

Le método utilizado para la selección de los elementos a comprobar es la selección incidental, en la cual el investigador determina deliberadamente qué individuos formarán parte de la muestra, tratando de escoger a los casos considerados típicamente representativos de la población. Los criterios de elección suelen basarse generalmente en el conocimiento teórico práctico sobre el tema objeto de estudio.

Los elementos muestrales corresponden al valor de consumo de potencia de las principales máquinas identificadas en la sección 4.1, se ha tomado el valor de

consumo de potencia debido a que es el parámetro eléctrico que es comparable con el consumo de energía establecido en las planillas de servicio de la empresa eléctrica.

El intervalo de registro de datos se establece en 1 segundo a fin de abarcar cualquier posible evento que se pudiera generar durante la medición.

#### 4.3.4 Identificación de KPI's

Una vez establecido la técnica de muestreo es importante tener en cuenta los indicadores KPI's que se van a manejar durante el desarrollo del presente estudio energético. Estos indicadores están alineados con el objetivo principal de la auditoría.

Los principales indicadores utilizados son:

Tabla 19: Indicadores energéticos (PROPIA, 2018)

Indicador	Descripción	Unidad
<b>Eléctrico</b>	Consumo eléctrico por unidad producida	kWh/unidad
	Consumo eléctrico de fugas por año	kWh/año
	Consumo eléctrico por año	kWh/año
	Ahorro en consumo anual de electricidad	kWh/año
<b>Económico</b>	Costo por unidad producida	USD/unidad
	Costo de fugas por año	USD/año
	Costo anual	USD/año
	Ahorro económico por reducción de consumo de electricidad	USD/año
<b>Emisiones GEI</b>	Kg de emisión de CO2 por unidad	Kg CO2/unidad
	Emisiones anuales	tCO2/año

#### 4.3.5 Resultados

Los resultados esperados del plan de medición es obtener los siguientes valores.

- Perfil de consumo energético de los equipos analizados
- Parámetros de voltaje y corriente
- Potencia activa.
- Potencia reactiva
- Factor de potencia

#### 4.4 EQUIPOS DE MEDICIÓN Y REGISTRO DE DATOS

Una vez realizado un diagnóstico de la situación actual de la empresa y una priorización de los principales consumidores energéticos, en la siguiente etapa se realiza las mediciones necesarias para la obtención de ciertos parámetros eléctricos que permitan la creación de un perfil de consumo de potencia en la carpintería.

Los equipos utilizados para la obtención de los parámetros eléctricos se describen a continuación:

##### 4.4.1 Analizador de redes

Los analizadores de redes son instrumentos de medida que miden directamente tensión y corriente. También estos analizadores calculan la potencia, energías activas y reactivas, factor de potencia, consumos máximos y mínimos, armónicos, etc.

Para la precisión de los datos obtenidos es necesario la utilización de un equipo de medida certificado, es por ello que se ha escogido el equipo de medida de la marca Fluke, modelo 345 series II.



Figura 19: Analizador de energía (PROPIA, 2018)

Para garantizar los valores de mediciones el equipo utilizado consta con un certificado de calibración al año 2018, certificado que se muestra en anexos.

Mediante este equipo de medida se registra los perfiles de potencia de los diferentes consumidores de energía eléctrica de la Carpintería y Tapicería Internacional.

El equipo de medida Fluke 435 II permite la medida de los parámetros mostrados a continuación.

Tabla 20: Características del analizador de energía Fluke 345 series II (PROPIA, 2018)

Modelo	Fluke 434-II	Fluke 435-II	Fluke 437-II
Conformidad con la norma IEC 61000-4-30	Clase S	Clase A	Clase A
Voltios, Amperios, Hz	•	•	•
Caídas de tensión y sobretensiones	•	•	•
Armónicos	•	•	•
Potencia y energía	•	•	•
Calculadora de pérdida de energía	•	•	•
Desequilibrio	•	•	•
Monitor	•	•	•
Corriente de arranque	•	•	•
Captura de forma de onda de evento		•	•
Flicker (fluctuaciones rápidas de tensión)		•	•
Transitorios		•	•
Señalización de la red		•	•
Onda de potencia		•	•
Eficacia del inversor de potencia	•	•	•
400Hz			•
Estuche flexible, modelo C1740	•	•	
Maletín rápido con ruedas, modelo C437-II			•
Tarjeta SD (máx. 32GB)	8GB	8GB	8GB

El equipo de medida está compuesto por:

- El equipo registrador /analizador
- Tres pinzas amperimétricas
- Cuatro pinzas voltimétricas
- Software
- Tarjeta de memoria



Figura 20: Analizador de energía Fluke 345 series II (Adler, 2018)

#### 4.4.2 Multímetro

Para la medición de intensidad y voltaje de motores pequeños y que no necesitan el estudio de un perfil de consumo se utiliza un multímetro digital, al igual que el analizador este multímetro es de la marca FLUKE.



Figura 21: Multímetro digital Fluke 179 (Corporation, 2018)

Un resumen de las especificaciones del multímetro digital Fluke 179 se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 21: Especificaciones técnicas multímetro Fluke 175 (Corporation, 2018)

Especificaciones técnicas multímetro Fluke 179		
<b>Voltaje de CC</b>	Precisión	$\pm(0.09 \% + 2)$
	Resolución máxima	0.1 mV
	Máximo	1000 V
<b>Voltaje de CA</b>	Precisión	$\pm(1.0 \% + 3)$
	Resolución máxima	0.1 mV
	Máximo	1000 V
<b>Corriente CC</b>	Precisión	$\pm(1.0 \% + 3)$
	Resolución máxima	0.01 mA
	Máximo	10 A
<b>Corriente CA</b>	Precisión	$\pm(1.5 \% + 3)$
	Resolución máxima	0.01 mA
	Máximo	10 A
<b>Resistencia</b>	Precisión	$\pm(0.9 \% + 1)$
	Resolución máxima	0.1 $\Omega$
	Máximo	50 M $\Omega$

## **4.5 MEDICIONES Y REGISTRO DE DATOS**

En este apartado muestra el resultado de los registros continuos de mediciones realizadas en campo, las mediciones y registro de datos se realizaron en los siguientes equipos y sistemas:

- Sistema de absorción de viruta
- Compresor INGERSOLL RAND UP6-40
- Cepilladora Moldurera
- Centro master Paolino Bacci
- Sierra circular automática
- Lijadora de banda ancha Optimat
- Compresor INGERSOLL RAND 15HP
- Sistema de Iluminación
- Centro de mecanizado ROVER M5
- Transformador 192,1 kVA
- Transformador 150 kVA

Las mediciones han sido realizadas de acuerdo al plan de medición expuesto anteriormente.

A continuación se presenta cada una de las mediciones realizadas.

### **4.5.1 Sistema de absorción de viruta**

El sistema de extracción de viruta está compuesto por varios ductos dirigidos a cada máquina; Cada ducto se puede bloquear mediante un dámper que evita el desperdicio de energía cuando una máquina no está operando.

La medición de potencia del extractor de viruta se realiza en dos etapas, la primera antes de las 17:25 horas, que corresponde a funcionamiento normal, y la segunda posterior a las 17:25 horas que es cuando se cierra los dámpers.

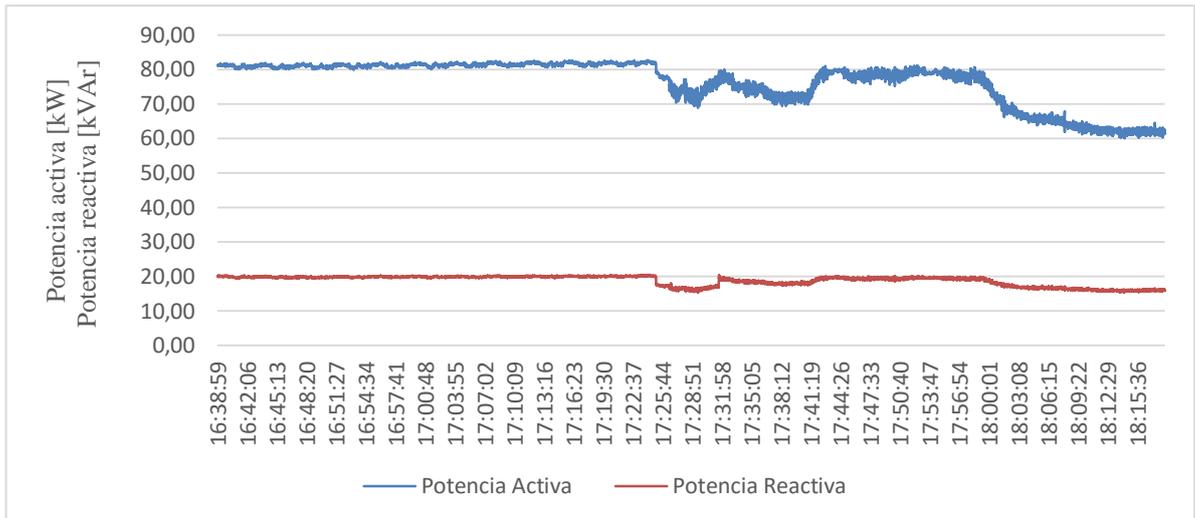


Figura 22: Potencia activa y reactiva en el sistema de absorción de viruta de 150 HP (PROPIA, 2018)

La tabla a continuación muestra el resumen de los datos registrados durante la medición.

Tabla 22: Resumen de registro de medición en el sistema de absorción de viruta de 150 HP (PROPIA, 2018)

Medición en el sistema de absorción de viruta de 150HP (110kW)					
Fecha	Intervalo de medición	Potencia (kW)			Factor de carga
		Medida		Eléctrica nominal	
	h	promedio	máxima		
13/12/2018	16:38 – 18:15	76,47	82,41	110	69.51%

Se puede observar que el factor de carga es del 69,51% representando un valor bajo, esto debido a que el valor de potencia máximo registrado es de 82,41 kW y el valor de potencia nominal es de 110 kW.

#### 4.5.2 Compresor INGERSOLL RAND UP6-40

El segundo equipo de mayor consumo de energía es el compresor UP6-40. Para el registro de datos de consumo del compresor se establece varios escenarios de funcionamiento que son:

- Funcionamiento en horario normal.
- Funcionamiento en horario de almuerzo.
- Funcionamiento en horario nocturno.
- Funcionamiento sin demanda de aire comprimido (para un estudio sobre fugas de aire comprimido).

Cada uno de los perfiles de consumo referente a cada escenario de funcionamiento se presenta a continuación.

### Perfil de consumo en operación normal

La medición es realizada el 13 de diciembre del 2018 durante 120 minutos, desde las 08:23 hasta las 10:23 horas, con intervalos de registro de 1 segundo.

Se ha tomado este tiempo debido a que se considera un periodo de funcionamiento normal de la empresa.

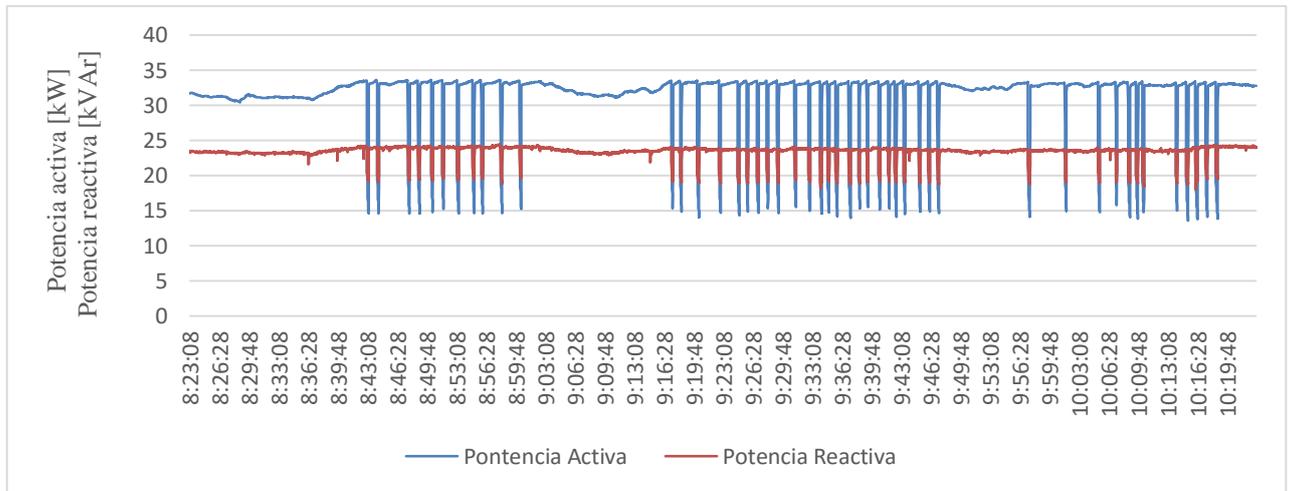


Figura 23: Potencia activa y reactiva en el compresor de 40HP en operación normal (PROPIA, 2018)

La tabla a continuación muestra el resumen de datos registrados durante la medición.

Tabla 23: Resumen de registro de medición en el compresor de 40HP en operación normal (PROPIA, 2018)

Medición en el compresor de 40HP en operación normal					
Fecha	Intervalo de medición	Actividad	Potencia máxima		Potencia Promedio (kW)
			Carga	Descarga	
13/12/2018	08:23-10:23	Normal	33,63	13,56	31,38

### Perfil de consumo en horario de almuerzo

De acuerdo al plan de medición se realiza un registro de consumo de energía en el horario de almuerzo, este periodo está comprendido entre las 12:00 y las 13:30 horas, con intervalos de registro de 1 segundo.

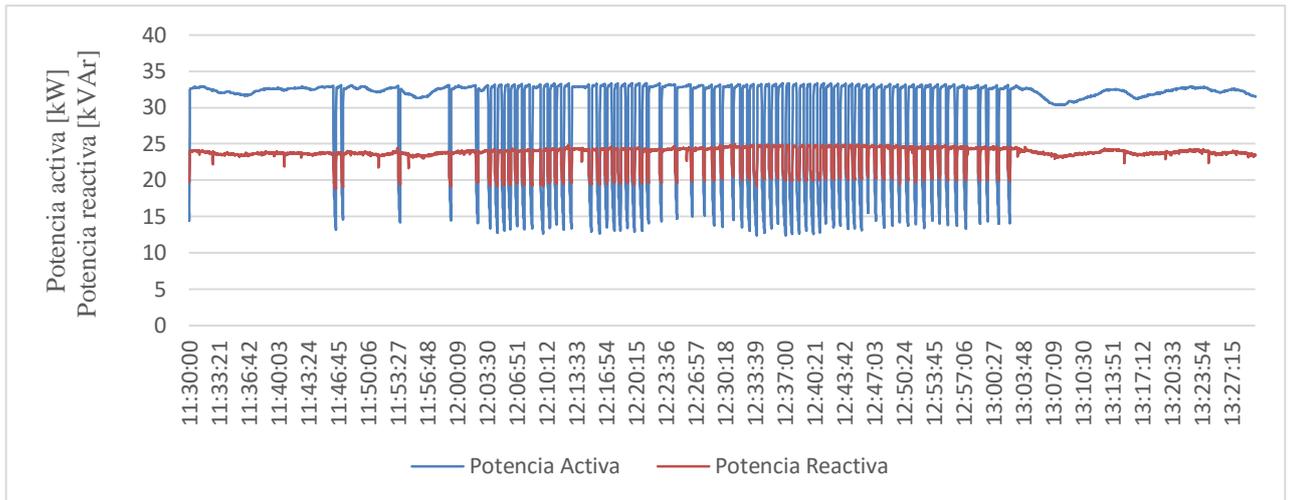


Figura 24: Potencia activa y reactiva en el compresor de 40HP en horario de almuerzo (PROPIA, 2018)

La tabla a continuación muestra el resumen de datos registrados durante la medición.

Tabla 24: Resumen de registro de medición en el compresor de 40HP en horario de almuerzo (PROPIA, 2018)

Medición en el compresor de 40HP en el periodo de almuerzo					
Fecha	Intervalo de medición	Actividad	Potencia máxima		Potencia Promedio (kW)
			Carga	Descarga	
13/12/2018	11:30-13:30	Almuerzo	33,36	12,42	29,98

### Perfil de consumo en horario nocturno

Se ha visto importante obtener un perfil de funcionamiento del compresor en horario nocturno, ya que en este periodo de tiempo opera una sola máquina denominada centro de mecanizado Master.:

El perfil de consumo del compresor en ese periodo (18:30 – 19:00) se muestra a continuación:

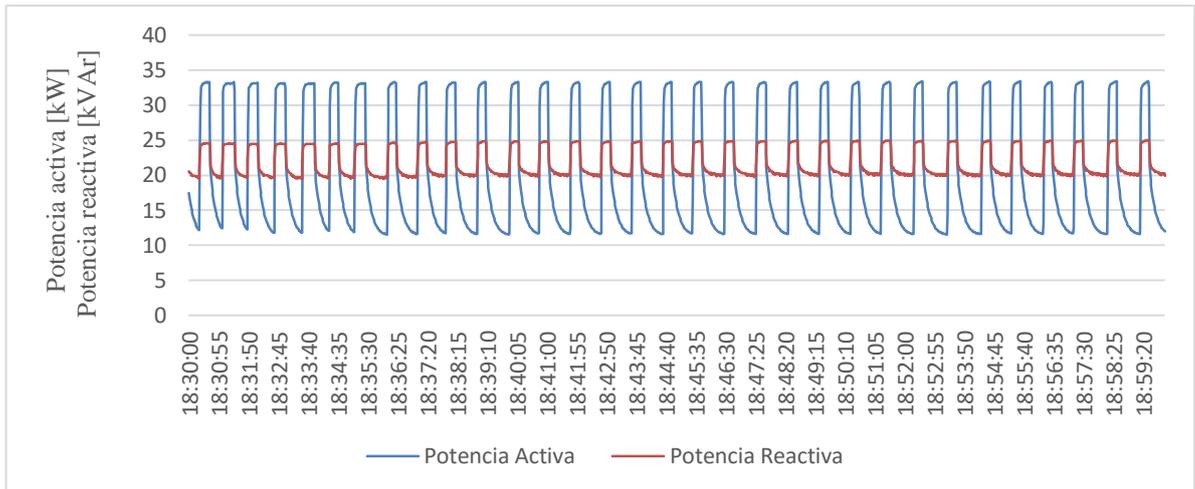


Figura 25: Potencia activa y reactiva en el compresor de 40HP en horario nocturno (PROPIA, 2018)

La tabla a continuación muestra el resumen de datos registrados durante la medición.

Tabla 25: Resumen de registro de medición en el compresor de 40HP en horario nocturno (PROPIA, 2018)

Medición en el compresor de 40HP en periodo de almuerzo					
Fecha	Intervalo de medición	Actividad	Potencia máxima		Potencia Promedio (kW)
			Carga	Descarga	
13/12/2018	18:30-19:00	Nocturno	33,39	11,55	19,79

### Perfil de consumo por fugas de aire comprimido

Es importante tener un perfil de consumo del compresor cuando no existe demanda de aire por parte del personal y las máquinas neumáticas, de esa forma se puede analizar el consumo de energía que se da por fugas de aire en el sistema de distribución de aire comprimido.

Para ello se realiza una medición de consumo de energía en el compresor de 40HP antes de iniciar la jornada de trabajo de manera que no exista ninguna demanda de aire en la planta.

La medición es realizada el 14 de diciembre del 2018 durante 37 minutos, desde las 06:23 hasta las 07:00 horas, con intervalos de registro de 1 segundo.

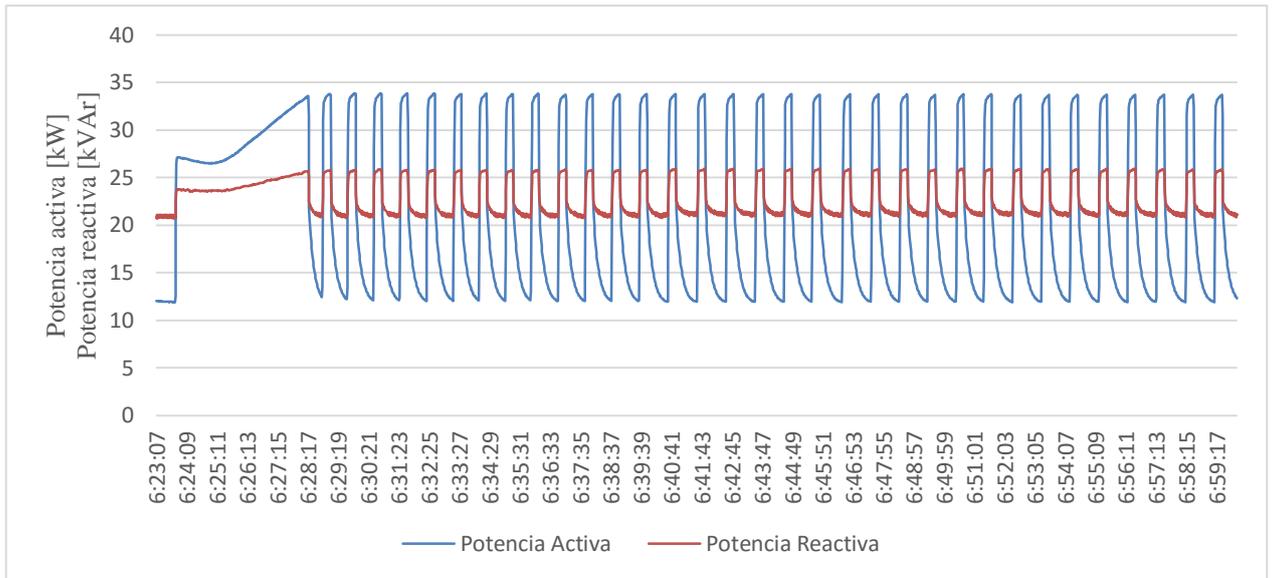


Figura 26: Potencia activa y reactiva fugas de aire comprimido (PROPIA, 2018)

La tabla a continuación muestra el resumen de datos registrados durante la medición.

Tabla 26: Resumen de registro medición de fugas de aire comprimido (PROPIA, 2018)

Medición en el compresor de 40HP					
Fecha	Intervalo de medición	Actividad	Potencia máxima		Potencia Promedio (kW)
			Carga	Descarga	
13/12/2018	06:23-07:00	Fugas	33,84	11,88	20,60

### 4.5.3 Cepilladora Moldurera

El periodo de medición para la cepilladora moldurera es de 30 minutos, realizado el 14/12/2018 en un periodo comprendido entre las 14:00 y las 14:30 horas, con intervalos de registro de 1 segundo.

A continuación se muestra el registro de consumo en el periodo antes mencionado.

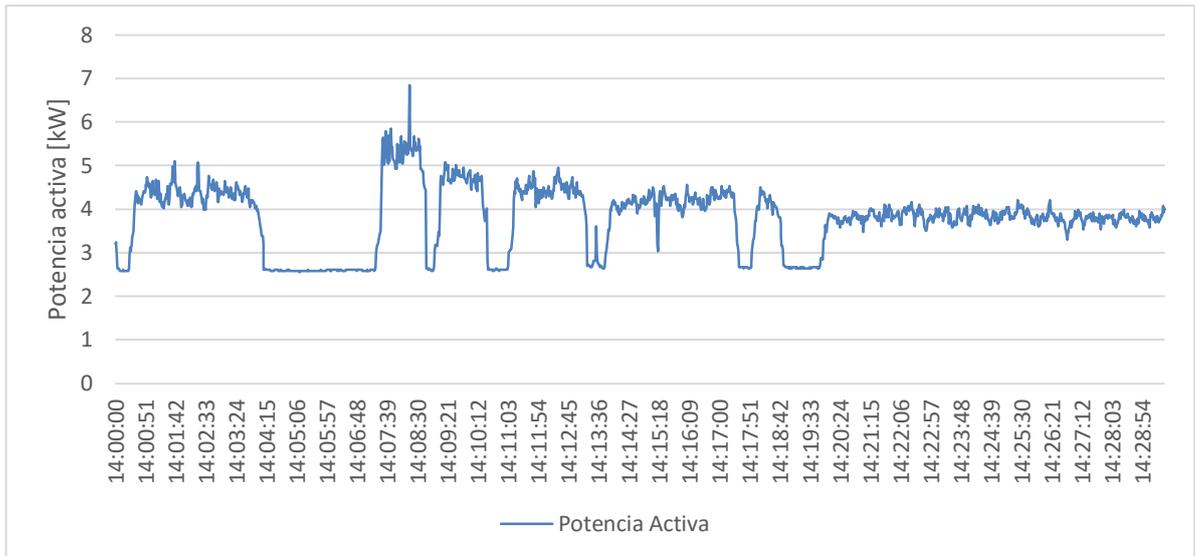


Figura 27: Potencia activa y reactiva en la cepilladora moldurera (PROPIA, 2018)

La tabla a continuación muestra el resumen de datos registrados durante la medición.

Tabla 27: Resumen de registro de medición en la cepilladora moldurera (PROPIA, 2018)

Medición de la cepilladora moldurera					
Fecha	Intervalo de medición	Actividad	Potencia (kW)		Potencia Promedio (kW)
			Máxima	Mínima	
14/12/2018	14:00-14:30	Normal	6,84	2,55	3,79

#### 4.5.4 Centro master Paolino Bacci

El 13/12/2018 se da por terminado el primer día de mediciones, y para ello se termina con la última medición del día que corresponde a la máquina denominada centro de mecanizado Master Paolino Bacci.

El registro de mediciones es realizado desde las 20:30 hasta las 20:50 horas, con intervalos de registro de 1 segundo.

A continuación se presenta el perfil de consumo para esta máquina.

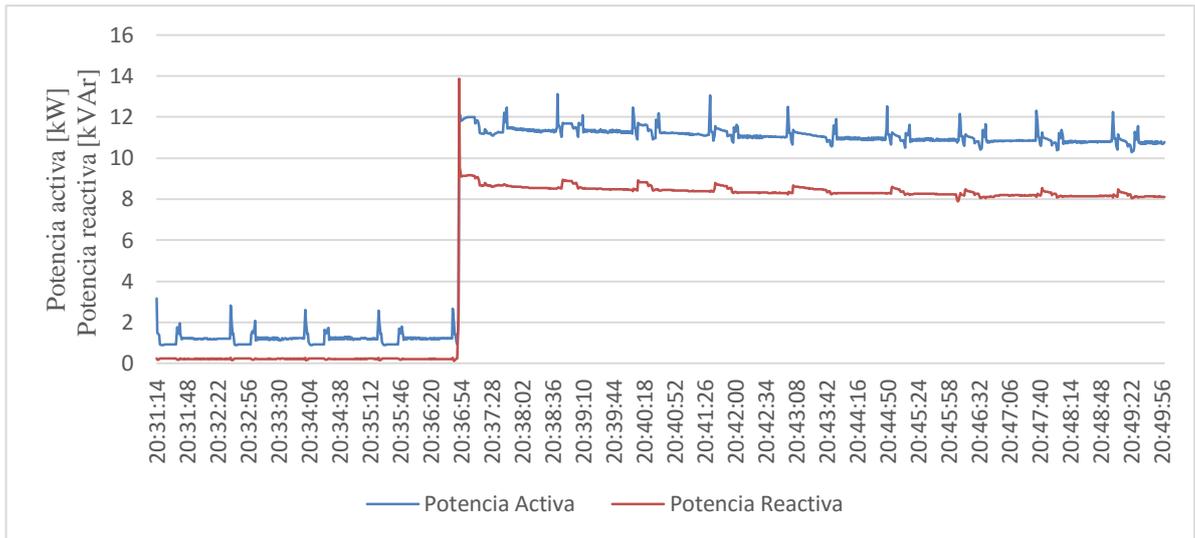


Figura 28: Potencia activa y reactiva en la centro master Paolino Bacci (PROPIA, 2018)

La tabla a continuación muestra el resumen de datos registrados durante la medición.

Tabla 28: Resumen de registro de medición en la centro master Paolino Bacci (PROPIA, 2018)

Medición centro master Paolino Bacci					
Fecha	Intervalo de medición	Actividad	Potencia (kW)		Potencia Promedio (kW)
			Máxima	Mínima	
13/12/2018	20:31-20:50	Nocturno	13,11	0,9	8,14

#### 4.5.5 Sierra circular automática

La medición de la sierra circular es realizada el día viernes 14 de diciembre en un periodo de 5 minutos, con intervalos de medición de 1 segundo, perfil de consumo que se repite durante todo el día.

El perfil de consumo de la cierra circular automática se muestra a continuación.

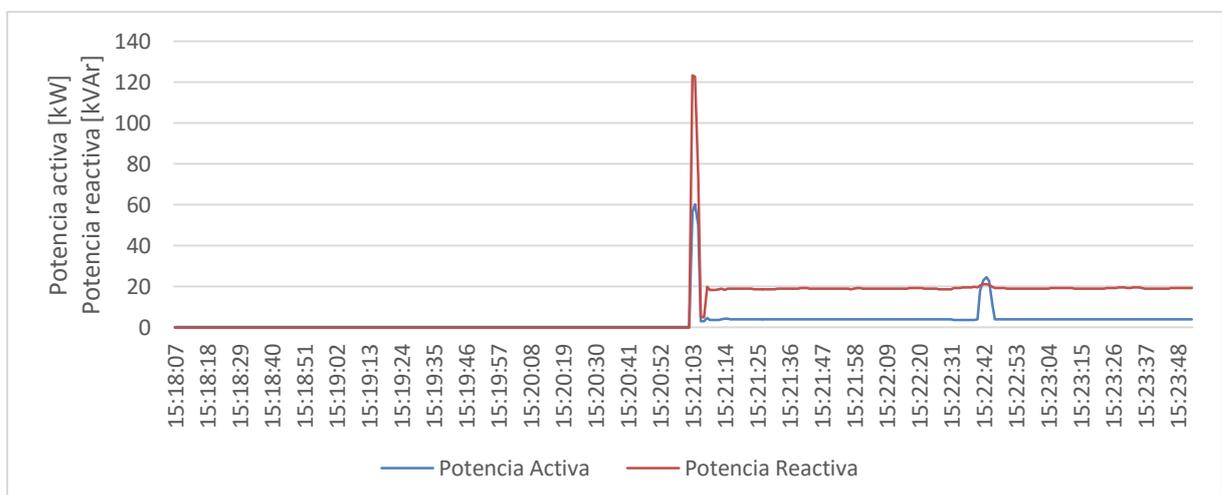


Figura 29: Potencia activa y reactiva en la sierra circular automática (PROPIA, 2018)

La tabla a continuación muestra el resumen de datos registrados durante la medición.

Tabla 29: Resumen de registro de medición de la sierra circular automática (PROPIA, 2018)

Medición de la sierra circular automática					
Fecha	Intervalo de medición	Actividad	Potencia (kW)		Potencia Promedio (kW)
			Máxima	Mínima	
14/12/2018	15:18-15:23	Normal	60,27	0,06	2,65

#### 4.5.6 Lijadora de banda ancha Optimat

El registro de datos de la lijadora se realiza en un periodo de funcionamiento normal de la planta, este periodo está comprendido entre las 14:42 y 14:49 horas, con intervalo de registro de 1 segundo.

El perfil de consumo para la lijadora de banda ancha Optimat se muestra a continuación.

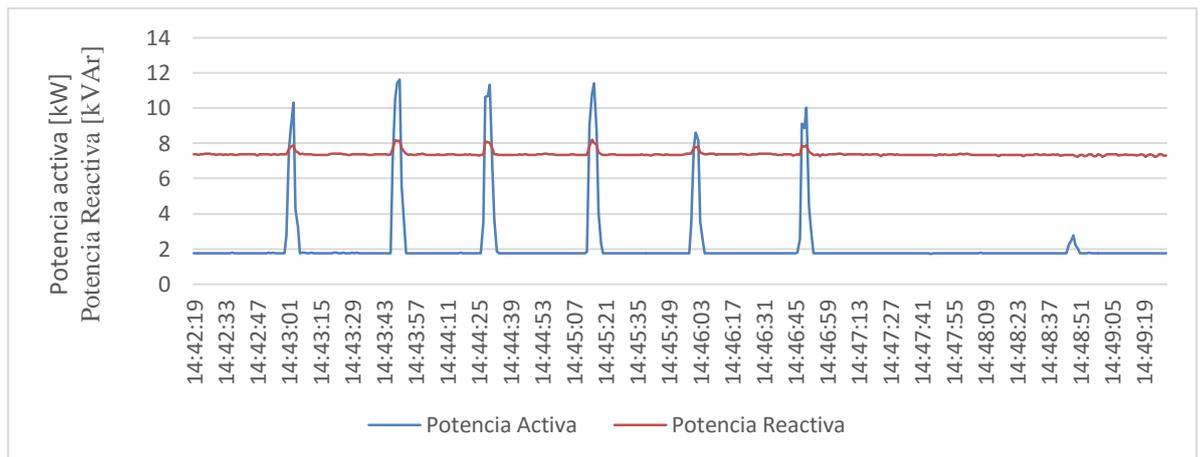


Figura 30: Potencia activa y reactiva en la lijadora de banda ancha Optimat (PROPIA, 2018)

La tabla a continuación muestra el resumen de datos registrados durante la medición.

Tabla 30: Resumen de registro de medición de la lijadora de banda ancha Optimat (PROPIA, 2018)

Medición de la lijadora de banda ancha Optimat					
Fecha	Intervalo de medición	Actividad	Potencia (kW)		Potencia Promedio (kW)
			Máxima	Mínima	
14/12/2018	14:42-14:49	Normal	11,61	1,71	2,21

#### 4.5.7 Compresor INGERSOLL RAND 15HP

El registro de consumo en el compresor de 15HP es obtenido el día 13 y 14 de diciembre del año 2018.

El día 13 se realiza el registro de consumo por fugas internas del compresor, para ello se cierra la llave de salida del aire del compresor hacia la línea de distribución, funcionando el equipo solo para suplir la demanda de aire por fuga interna.

El mismo día también se realiza un registro de consumo en horario nocturno, para ello se pone en funcionamiento solo el compresor de 15HP abasteciendo la demanda de aire tanto por fugas de la red de distribución como por el funcionamiento de la máquina centro master Paolino Bacci. Cabe mencionar que en ese horario se encontraba en funcionamiento solo la mencionada máquina.

#### Fugas internas de aire comprimido

Para la obtención de perfiles de consumo adicionales necesarios para un correcto análisis de consumos se realiza tareas de activación y desactivación del compresor de manera experimental para obtener consumo de potencias pico en arranques, consumos internos de aire, y tiempos de carga y descarga del compresor.

La medición realizada al compresor de 15HP es durante un periodo de 15 minutos, comprendida entre 14:40 hasta las 14:55 horas, con intervalos de registro de 1 segundo.

A continuación se muestra el perfil de consumo del compresor de 15HP.

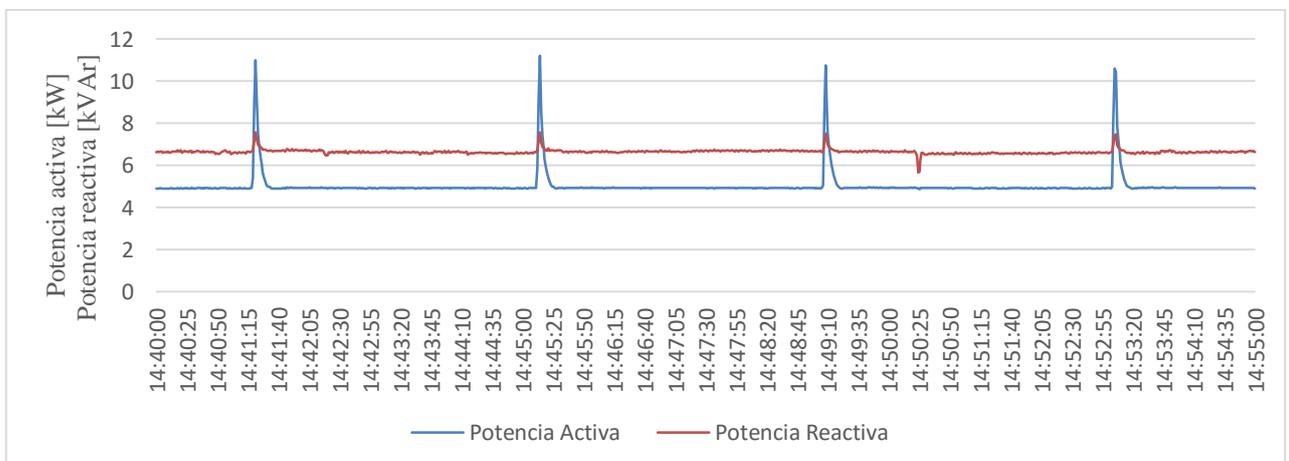


Figura 31: Potencia activa y reactiva en el compresor 15HP (PROPIA, 2018)

La tabla a continuación muestra el resumen de los datos registrados durante la medición.

Tabla 31: Tabla 31: Resumen de registro de medición en el compresor de 15HP (PROPIA, 2018)

Medición en el compresor de 15HP					
Fecha	Intervalo de medición	Actividad	Potencia máxima		Potencia Promedio (kW)
			Carga	Descarga	
13/12/2018	14:40-14:55	Fugas internas	11,22	4,86	5,02

### Perfil de consumo en horario nocturno - compresor de 40HP apagado

Para las pruebas respectivas se ha tomado la decisión de apagar el compresor principal de 40HP para ver el consumo que tiene el compresor de 15HP de manera individual.

La medición es realizada el 13/12/2018 en un periodo de tiempo comprendido entre las 19:38:34 y 20:01:49 horas, con intervalos de medición de 1 segundo.

En la siguiente figura se muestra el perfil de consumo del compresor de 15HP.

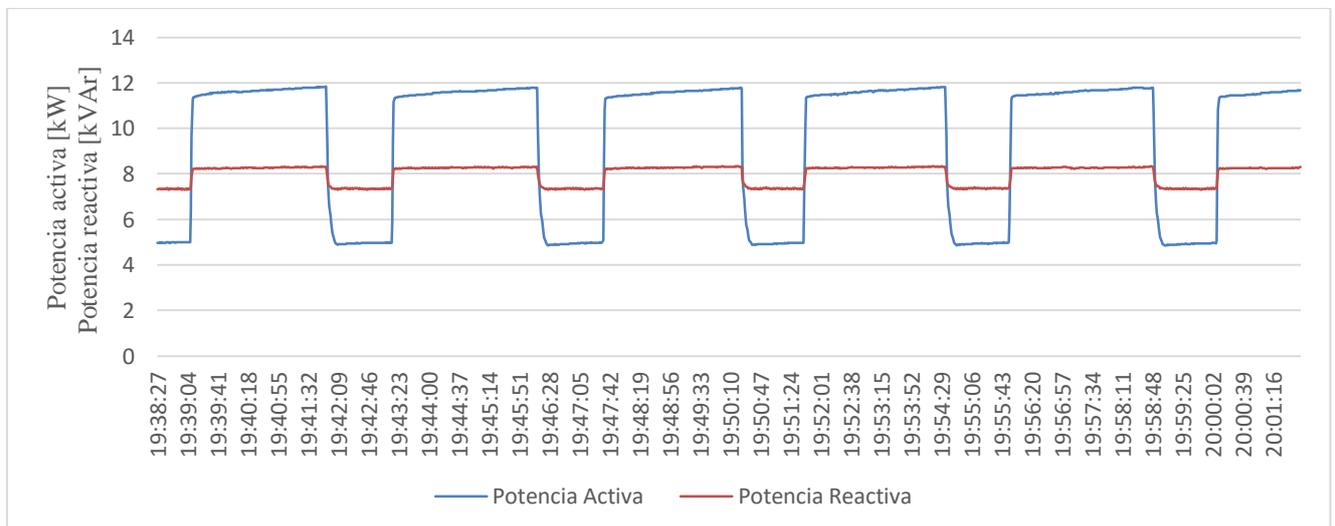


Figura 32: Potencia activa y reactiva funcionando solo el compresor 15HP en horario nocturno (PROPIA, 2018)

La tabla a continuación muestra el resumen de los datos registrados durante la medición.

Tabla 32: Resumen de registro de medición en el compresor de 15HP horario nocturno (PROPIA, 2018)

Medición en el compresor de 15HP en horario nocturno					
Fecha	Intervalo de medición	Actividad	Potencia máxima		Potencia Promedio (kW)
			Carga	Descarga	
13/12/2018	14:38-20:01	Horario nocturno	11,85	4,86	9.57

### Perfil de consumo en cierre de jornada de trabajo

Se conecta el analizador de energía al compresor de 15HP minutos antes del cierre de jornada que es a las 15:30, debido a que en ese momento se genera un gran consumo de aire comprimido para limpieza del personal y equipos.

A continuación se muestra el perfil de consumo del compresor de 15HP en un periodo comprendido entre las 15:25 y 15:40 horas del 14 de diciembre del año 2018, el registro de datos es realizado con un intervalo de medición de 1 segundo.

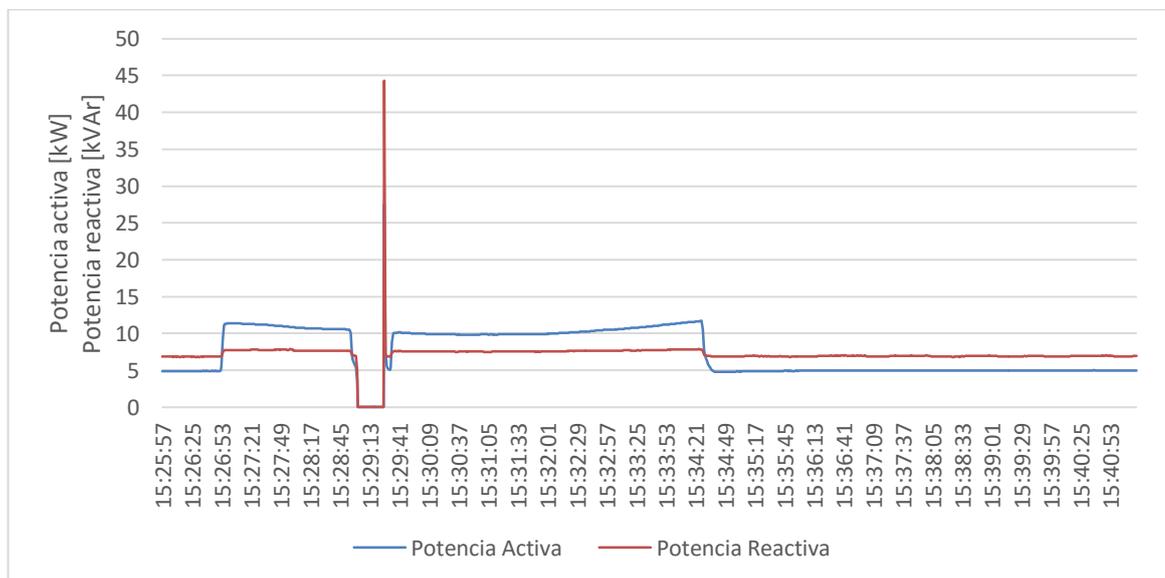


Figura 33: Potencia activa y reactiva en el compresor 15HP cierre de jornada (PROPIA, 2018)

La tabla a continuación muestra el resumen de los datos registrados durante la medición.

Tabla 33: Resumen de registro de medición en el compresor de 15HP cierre de jornada (PROPIA, 2018)

Medición en el compresor de 15HP en cierre de jornada de trabajo					
Fecha	Intervalo de medición	Actividad	Potencia máxima		Potencia Promedio (kW)
			Carga	Descarga	
14/12/2018	15:25-15:40	Cierre de jornada	11,73	4,98	7,35

#### 4.5.8 Sistema de iluminación

El levantamiento de información se ha realizado por parte del autor ya que la empresa no dispone de un inventario respecto a iluminación.

En la siguiente tabla se presenta una tabla de los consumidores energéticos que componen el sistema de iluminación de la carpintería.

Tabla 34: Registro de lámparas Fluorescentes-haluro (PROPIA, 2018)

Ubicación		Total lámparas	Tipo	Potencia Unitaria		
Área	Zona			Lámpara	Balastro	Total
Parqueadero	Entrada	1	Haluro Metálico	175	24	199
	Hacia bodegas	1	Haluro Metálico	400	24	424
Galpón principal	Salas	8	Haluro Metálico	175	24	199
	Cajones	8	Haluro Metálico	175	24	199
	Sillonería	9	Haluro Metálico	175	24	199
	Dormitorios	11	Haluro Metálico	175	24	199
Galpón bodegas	Bodegas	9	Haluro Metálico	175	24	199
	Tallado	2	Fluorescente	54	4	58
Otras facilidades	Cámara de Trafos	4	Fluorescente	32	4	36
	MTTO	2	Fluorescente	40	4	44
	Afilado	2	Fluorescente	54	4	58
	Comedor	18	Foco Ahorrador	15	-	15

#### 4.5.9 Centro de mecanizado ROVER M5

El centro de mecanizado ROVER M5 es la máquina encargada de varios procesos de mecanizado, la medición es realizada el día 14 de diciembre del 2018 en un periodo comprendido entre las 15:01 y 15:08 con un intervalo de medición de 1 segundo.

El perfil de consumo para el centro de mecanizado ROVER M5 se muestra a continuación:

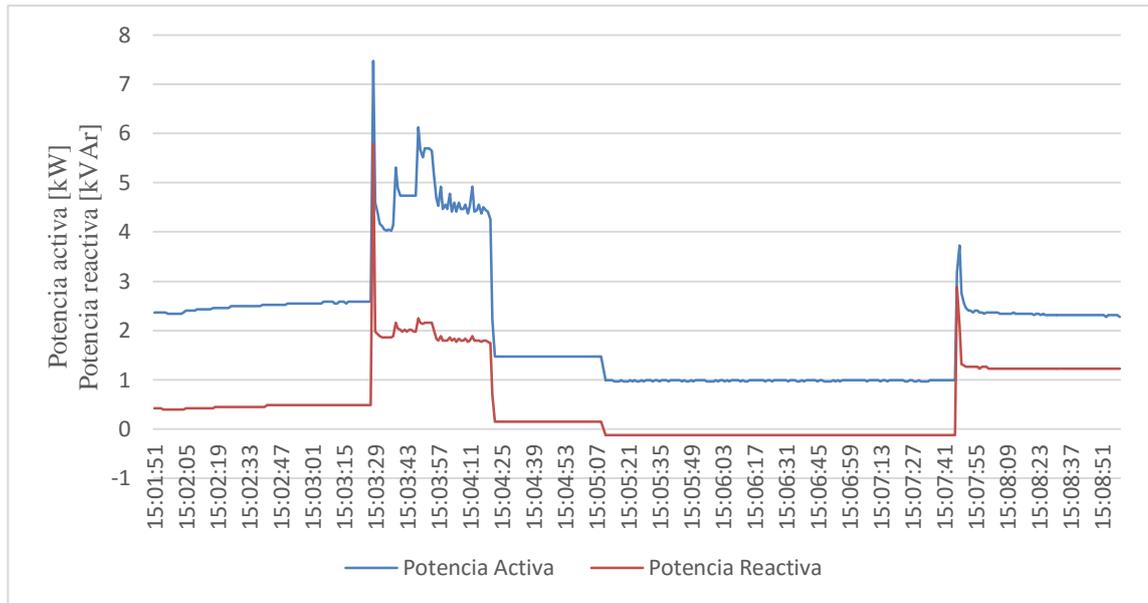


Figura 34: Potencia activa y reactiva en el centro de mecanizado ROVER M5 (PROPIA, 2018)

La tabla a continuación muestra el resumen de datos registrados durante la medición.

Tabla 35: Resumen de registro de medición en el centro de mecanizado ROVER M5 (PROPIA, 2018)

Medición del centro de mecanizado ROVER M5					
Fecha	Intervalo de medición	Actividad	Potencia (kW)		Potencia Promedio (kW)
			Máxima	Mínima	
14/12/2018	15:01-15:08	Normal	7,47	0,96	2,08

#### 4.5.10 Transformador de 192,1 kVA

Es necesario adicionar un registro energético del transformador de 192,1 para analizar su factor de utilización.

La medición es realizada desde las 09:00 hasta las 10:00 horas del 14/12/2018. El registro de parámetros eléctricos es realizado en el totalizador del lado secundario del transformador.

A continuación se presenta el perfil de consumo para el transformador de 192,1 kVA.

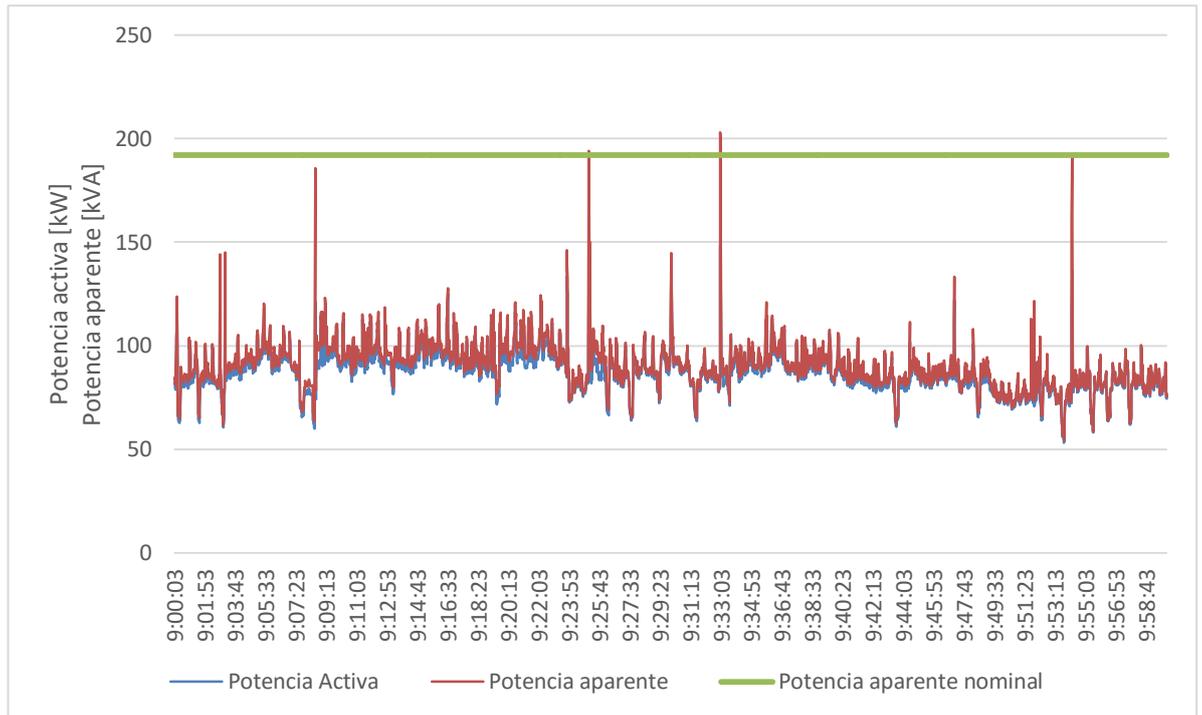


Figura 35: Potencia activa y aparente en el transformador de 192,5 kVA (PROPIA, 2018)

También es necesario conocer el factor de potencia que se maneja durante el periodo de análisis, el registro del factor de potencia se muestra en la siguiente figura.

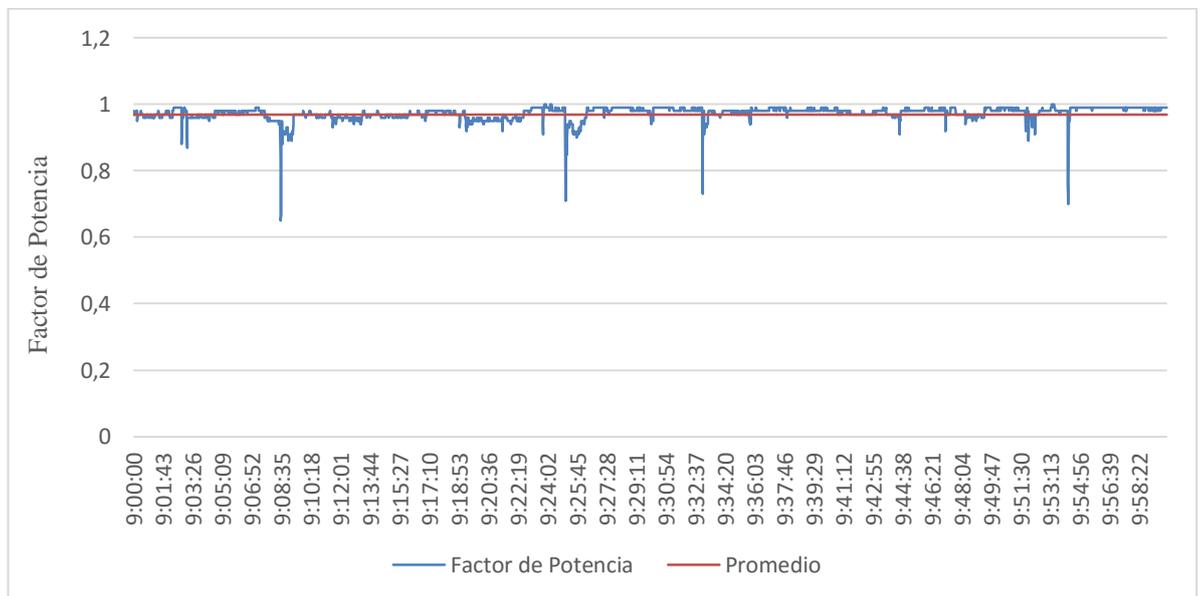


Figura 36: Factor de potencia en el transformador de 192,5 kVA (PROPIA, 2018)

La tabla a continuación muestra el resumen de los datos registrados durante la medición.

Tabla 36: Resumen del registro de medición en el transformador de 192,5 kVA (PROPIA, 2018)

Mediciones en el transformador de 192,1 kVA								
Fecha	Intervalos de medición	Potencia Activa (kW)		Factor de potencia	Potencia Aparente (kVA)		Potencia Aparente nominal (kVA)	Factor de uso
		Promedio	Máxima		Promedio	Máxima		%
14/12/2018	09:00-10:00	87,51	148,77	0,97	90,06	203,04	192,1	46

#### 4.5.11 Transformador de 150kVA

De igual manera que se procedió con el transformador de 192,1 kVA es necesario adicionar un registro energético del transformador de 150 kVA para analizar su factor de utilización.

La medición es realizada desde las 10:24 hasta las 11:24 horas del 14/12/2018. El registro de parámetros eléctricos es realizado en el totalizador del lado secundario del transformador.

A continuación se presenta el perfil de consumo para el transformador de 150 kVA.

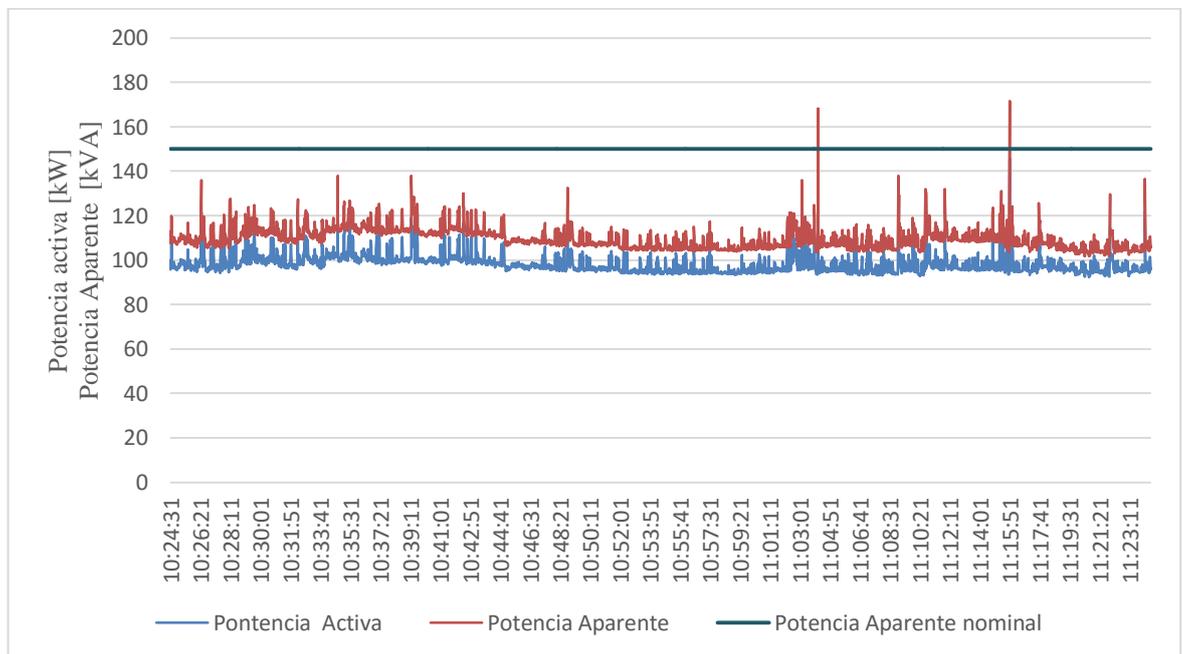


Figura 37: Potencia activa y reactiva en el transformador de 150 kVA (PROPIA, 2018)

También es necesario conocer el factor de potencia que se maneja durante el periodo de análisis, el registro del factor de potencia se muestra en la siguiente figura.

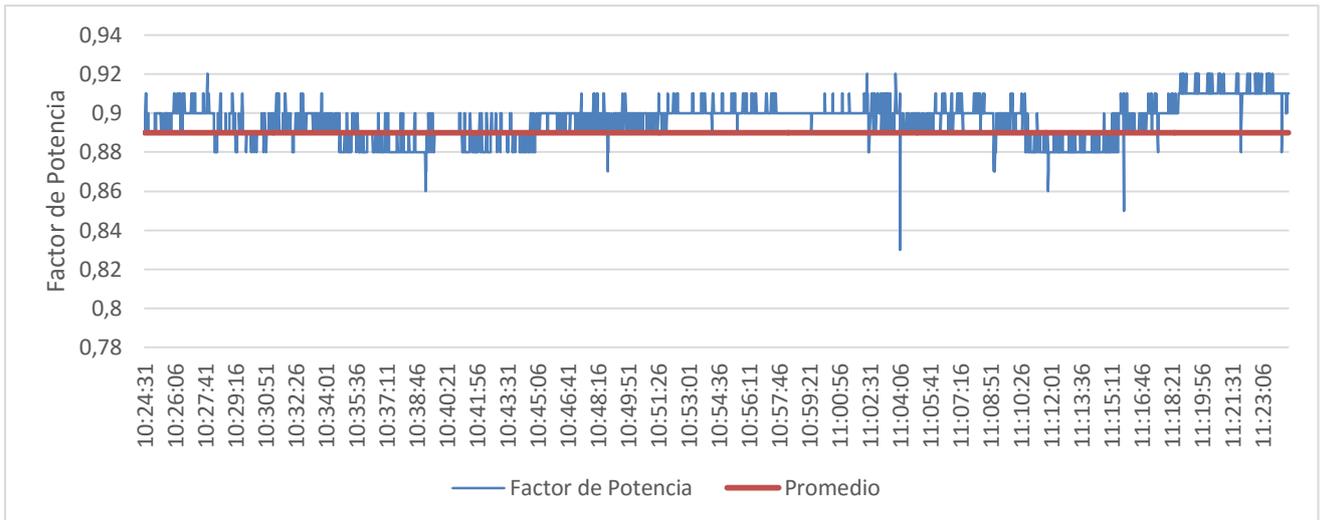


Figura 38: Factor de potencia en el transformador de 150 kVA (PROPIA, 2018)

La tabla a continuación muestra el resumen de los datos registrados durante la medición.

Tabla 37: Resumen de registro de medición en el transformador de 150 kVA (PROPIA, 2018)

Mediciones en el transformador de 150 kVA								
Fecha	Intervalos de medición	Potencia Activa (kW)		Factor de potencia	Potencia Aparente (kVA)		Potencia Aparente nominal (kVA)	Factor de uso
		Promedio	Máxima		Promedio	Máxima		%
14/12/2018	10:24-11:24	98,19	145,68	0,89	109,59	171,72	150	73

#### 4.6 ANÁLISIS

Mediante el análisis se busca comprender la realidad energética de la Carpintería y Tapicería Internacional basándonos para ello en la información preliminar proporcionada por la empresa, complementada con el registro de datos expuesta en la sección anterior.

Él análisis nos da una “fotografía” del sistema energético actual y de ella podremos entender y comprender las razones tanto técnicas como económicas de funcionamiento de la empresa.

Comprende primeramente un estudio del desempeño energético actual de la empresa, seguido de una identificación de oportunidades de mejora para concluir con una evaluación de dichas oportunidades.

#### 4.6.1 Análisis de la situación energética actual

Dentro de la Carpintería y Tapicería se maneja tres tipos de energéticos, el primero es la energía eléctrica proporcionada por la empresa CENTROSUR, el segundo son los residuos maderables que se generan por desperdicio del proceso productivo, y el tercero la utilización de agua potable para uso en sanitarios principalmente.

De estos tres energéticos, la energía eléctrica es la que genera mayor costo mensual, el promedio de costo mensual es de \$ 5 496,00 tomado como referencia los meses de junio a septiembre del año 2018.

Se consume un promedio de 39 214,92 kWh/mes, provocando una emisión de 27,76 tCO<sub>2</sub>/mes, este consumo de energía eléctrica se destina a dos usos principales que son:

- Funcionamiento de las máquinas industriales
- Iluminación

Mediante un levantamiento de información sobre las potencias nominales de cada uno de los equipos se tiene la siguiente información:

Tabla 38: Potencia nominal (PROPIA, 2018)

Potencia nominal de la planta	
Máquinas	605,59 kW
Iluminación	10,31 kW
<b>Total</b>	<b>615,90</b>

La potencia nominal no es igual que la potencia real de la planta por dos razones, la primera es que las máquinas no trabajan a su máxima carga, y la segunda es que no todas las máquinas trabajan al mismo tiempo, es por ello que el consumo total de la planta es mucho inferior que la potencia teórica nominal.

La siguiente tabla muestra los datos calculados al vincular el consumo energético con la producción presentada en el capítulo anterior.

Tabla 39: Indicadores Energéticos año 2018 (PROPIA, 2018)

Mes - año 2018	Producción	Consumo	Indicador		
			Eléctrico	Económico	Emisiones GEI
	Unidades	kWh	kWh/Unidad	USD/unidad	tCO2/unidad
<b>Junio</b>	3433	34410,72	10,02	1,40	0,99
<b>Julio</b>	4681	45074,82	9,63	1,35	0,95
<b>Agosto</b>	4764	37915,44	7,96	1,11	0,79
<b>Septiembre</b>	4856	39458,7	8,13	1,14	0,81
<b>Promedio</b>	<b>4433,5</b>	<b>39214,92</b>	<b>8,93</b>	<b>1,25</b>	<b>0,89</b>

Se puede observar que el costo promedio por unidad es de 1,25 USD con un consumo de 8,93 kWh.

A continuación se presenta las gráficas de comportamiento tanto de producción como de consumo en los meses de junio a septiembre del año 2018.

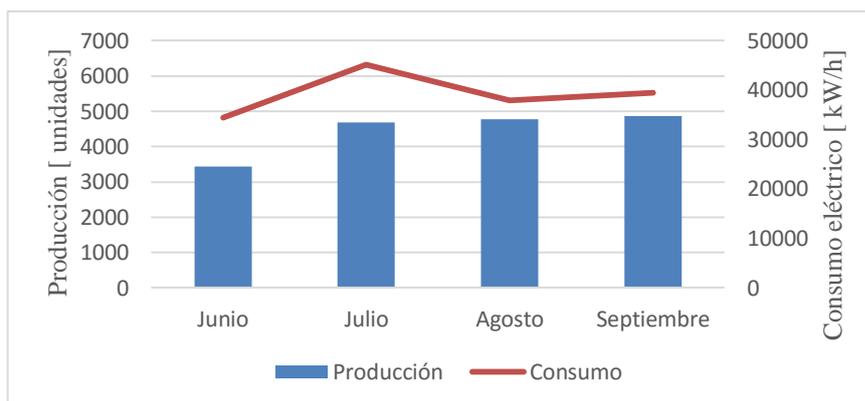


Figura 39: Producción y consumo eléctrico 2018 (PROPIA, 2018)

Como se puede apreciar tanto el consumo de energía como la producción están relacionados entre sí, se puede concluir que la relación es adecuada ya que a mayor producción, mayor consumo de energía eléctrica.

En lo que corresponde al consumo de agua potable se puede apreciar en la figura 8 que los consumos de agua están dentro de los valores normales de variación entre el mes de enero hasta julio del 2018, pero en el mes de agosto y septiembre llegan a incrementarse en un 98%, siendo motivo de alerta por posibles fugas de agua o consumos indebidos que deben ser identificados.

Los residuos que se dan de los procesos de producción de la empresa son principalmente aserrín y retazos de madera conocidos como leña, en lo que respecta a estos energéticos no existe un estudio ni gestión para reducir el desperdicio en la planta, siendo un energético que no está siendo aprovechado en su totalidad.

Del registro por ingresos de venta de residuos se obtiene la siguiente tabla:

**Tabla 40: Costo de residuos 2018 (COLINEAL, 2018)**

<b>Residuos de leña y viruta del año 2018</b>		
<b>Mes</b>	<b>LEÑA</b>	<b>VIRUTA</b>
<b>Mayo</b>	81 m <sup>3</sup>	483 m <sup>3</sup>
<b>Junio</b>	65 m <sup>3</sup>	312 m <sup>3</sup>
<b>Julio</b>	52 m <sup>3</sup>	354 m <sup>3</sup>
<b>Agosto</b>	77 m <sup>3</sup>	418 m <sup>3</sup>
<b>Septiembre</b>	67 m <sup>3</sup>	382 m <sup>3</sup>
<b>Octubre</b>	57 m <sup>3</sup>	346 m <sup>3</sup>
<b>Noviembre</b>	67,5 m <sup>3</sup>	380 m <sup>3</sup>
<b>PROMEDIO</b>	<b>66,64 m<sup>3</sup></b>	<b>382,14 m<sup>3</sup></b>
<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>2,19 USD/ m<sup>3</sup></b>	<b>0,53 USD/ m<sup>3</sup></b>
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>145,78 USD</b>	<b>201,12 USD</b>

*Elaborado por: Diego González*

Los residuos de madera (leña) son generados de los procesos de cizallado y escuadrado de la madera.

A continuación se presenta el costo mensual que generan estos residuos.

**Tabla 41: Costo de residuo (COLINEAL, 2018)**

<b>PROCESO</b>	<b>RESIDUO</b>	<b>REVALORIZACIÓN</b>	<b>CANTIDAD PROMEDIO (m<sup>3</sup>/mes)</b>	<b>COSTO USD</b>
Cizallado	Sobrante	Económica por venta	66,64	145,78
Cizallado de precisión	Sobrante	Económica por venta		
Escuadrado	Bordes	Económica por venta		

*Elaborado por: Diego González*

Se establece el volumen de los residuos de madera de los meses de mayo a noviembre para de esta manera obtener el costo por venta de los mismos.

De igual manera se realiza un análisis de los ingresos generados por la venta de polvillo y viruta.

Diariamente se generan en promedio 5 contenedores de polvillo y aserrín.

$$5 * (1.5m * 1.4m * 1.9m) = \frac{19.95m^3}{dia}$$

Tabla 42: Costo de desecho (COLINEAL, 2018)

PROCESO	RESIDUO	REVALORIZACIÓN	CANTIDAD PROMEDIO (m <sup>3</sup> /mes)	COSTO USD
Moldurado	Viruta	Económica por venta	382,14	201,12
Lijado	Polvillo	Económica por venta		

Elaborado por: Diego González

La producción mensual de muebles varía acorde a la demanda de muebles, teniendo una producción máxima de 4 856 unidades el mes de septiembre y una mínima de 3 433 unidades el mes de junio, esto se debe a que anualmente la mayor demanda de muebles se registra en los meses próximos a diciembre.

Mediante el registro de potencia se puede observar que los consumos marcados en las placas de identificación son mucho mayores que los registrados por el equipo de medición, esto se debe a que las máquinas no trabajan a su máxima capacidad.

El mayor problema identificado hace referencia al compresor de 40HP, ya que en las mediciones realizadas se puede observar que existe un consumo de potencia superior al establecido en la placa de identificación.

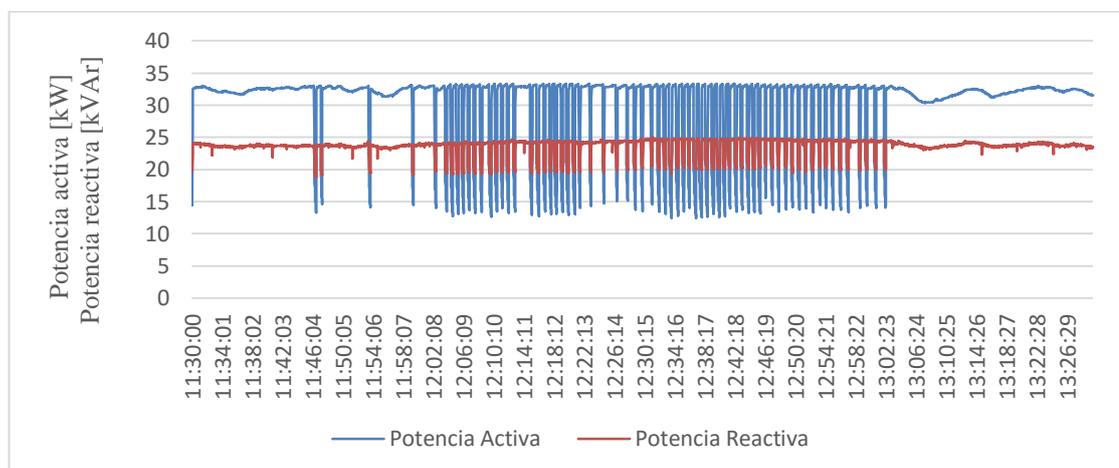


Figura 40: Potencia activa y reactiva en el compresor de 40HP en horario de almuerzo (PROPIA, 2018)

De la figura 40 deducimos que el valor de potencia máximo registrado es de 33,36 kW en carga, lo que equivale al 111,2% de la potencia nominal del compresor. Ésta sobrecarga corresponde a los picos que se generan al momento en que el compresor cambia de carga a descarga.

**Tabla 43: Resumen de registro de la medición en el compresor de 40HP en horario de almuerzo (PROPIA, 2018)**

Medición en el compresor de 40HP en el periodo de almuerzo					
Fecha	Intervalo de medición	Actividad	Potencia máxima		Potencia Promedio (kW)
			Carga	Descarga	
13/12/2018	11:30-13:30	Almuerzo	33,36	12,42	29,98

Es importante tener en cuenta que la sobrecarga del compresor provoca un consumo mayor de energía, a la vez un deterioro prematuro del equipo.

Del registro de medición se puede verificar que el compresor de 15HP entra en la etapa de carga tan solo al momento de la limpieza del personal, permaneciendo todo el día en modo de descarga, lo que genera un consumo de energía de 4,86 kWh que representa un costo de energía que no es utilizado.

Para estimar el consumo y costo anual del compresor de 40HP, se ha tomado como referencia el promedio de las demandas registradas en el periodo normal de producción y en el periodo de almuerzo, siendo esta demanda de 30,68 kWh.

En la siguiente tabla se muestra la estimación de consumo anual de energía del compresor.

**Tabla 44: Análisis de consumo y costo de la operación del compresor de 40HP (PROPIA, 2018)**

Análisis de consumo y costo de la operación del compresor de 40HP								
Jornada diaria		Potencia de operación (kW)		Tiempo de operación			Consumo	Costo
Actividad	Duración	medida	Equivalente	h/día	días/año	h/año	kWh/año	USD/año
Normal	7,50	31,38	30,68	8,50	250,00	2 125,00	65195	9127,3
Almuerzo	1,00	29,98						

*Elaborado por: Diego González*

Las fugas de aire comprimido son uno de los mayores inconvenientes que provocan el alto consumo energético de la empresa.

A continuación se muestra una gráfica que representa el consumo de energía por fugas, ya que el compresor al perder presión de aire entra en modo de carga para suplir la masa de aire perdida, generándose un perfil de carga y descarga del compresor que se ve reflejado en consumo eléctrico.

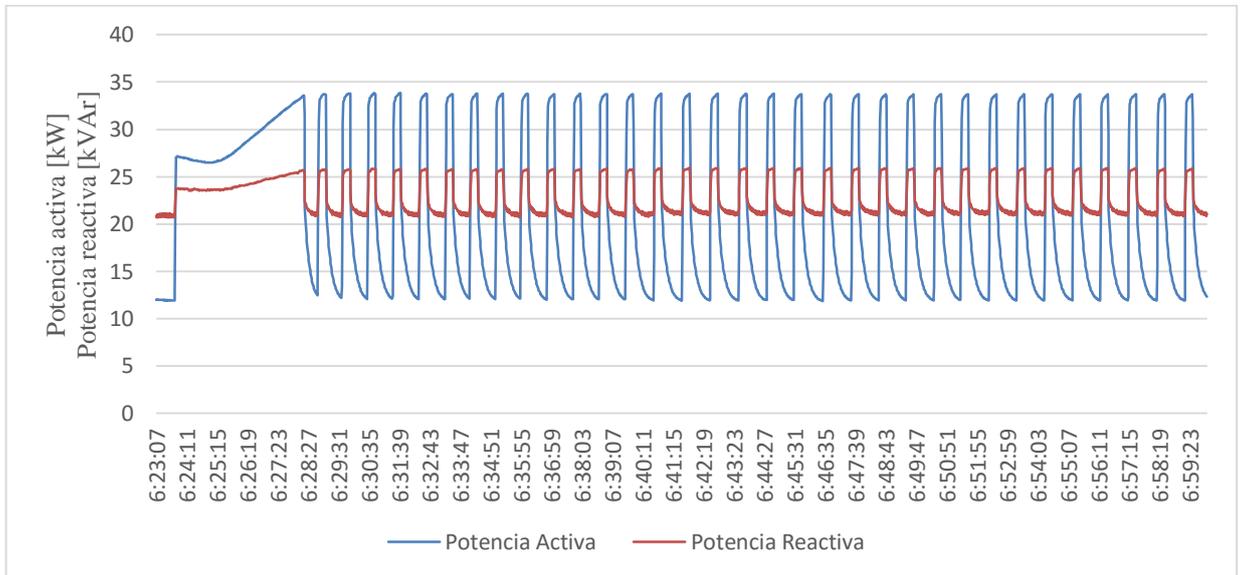


Figura 41: Potencia activa y reactiva compresor de 40HP por fugas de aire comprimido (PROPIA, 2018)

Otro punto a mencionar en este análisis es el consumo de energía por iluminación, el sistema de iluminación en la carpintería está basada en su gran mayoría por lámparas antiguas de grandes consumos energéticos, de un recorrido por la planta se pudo identificar lámparas que se encuentran en permanente funcionamiento tanto en el día como en la noche consumiendo energía innecesariamente.



Figura 42: Lámpara de Haluro metálico (COLINEAL, 2018)

En lo que respecta al sistema de absorción de viruta, cabe mencionar que es uno de los mayores consumidores de energía, para un registro de datos de potencia se ha realizado una prueba cerrando cada uno de los ductos de absorción, el cierre de estos ductos ha generado una disminución en el consumo de energía, esto debido a que el sistema al detectar una disminución de demanda de succión reduce el consumo de potencia.

Mediante esta prueba se ha registrado una reducción significativa en el consumo de potencia como se puede apreciar en la figura 22. Sin embargo estos ductos no se cierran lo que provoca que se pierda energía de absorción en máquinas que no se están utilizando.



Figura 43: Dámper de absorción abierto (COLINEAL, 2018)

Mediante un recorrido por la planta se puede constatar que existen máquinas en funcionamiento sin realizar ningún trabajo, ya sea por olvido del operador o por falta de concientización.

Mediante un registro de potencia se puede llegar a concluir que el mayor consumo de aire comprimido y por ende consumo de energía por parte de los compresores es el momento de cierre de la jornada, que es cuando los empleados usan de manera descontrolada el aire para limpieza personal, y usos indebidos.

El análisis tanto de la información proporcionada por la empresa y de las mediciones realizadas en apartados anteriores permite identificar varias oportunidades de mejora que serán estudiadas en el siguiente apartado.

#### 4.6.2 Identificación de oportunidades de mejora

En este apartado se describe las oportunidades identificadas durante el diagnóstico energético en base a las inspecciones y mediciones realizadas durante los trabajos de campo, oportunidades destinadas a reducir costos energéticos y emisiones de gases de efecto invernadero en la planta denominada Carpintería y Tapicería Internacional.

Los ahorros económicos resultado de las mejoras identificadas son determinados tomando en consideración:

Costo promedio de compra de energía eléctrica “Carpintería”: 0.14 USD/kWh. (\*)

(\*): Costo obtenido del promedio de pago por servicio de energía eléctrica de los meses de junio, julio, agosto y septiembre del 2018.

Adicionalmente, para calcular las emisiones equivalentes de CO<sub>2</sub>, se tendrá en cuenta el siguiente factor:

Factor de emisión: 1kWh = 0.7079 kgCO<sub>2</sub> (\*)

(\*) Factor de emisión obtenido del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable – MEER

#### MEJORA N°1: REDUCIR FUGAS DE AIRE COMPRIMIDO

##### Escenario actual

Durante los trabajos de campo se evidenció la existencia de fugas en el sistema de distribución de aire comprimido: en acoples rápidos de accesorios neumáticos, en las mangueras y tuberías de distribución.



Figura 44: Fuga de aire en líneas de distribución (COLINEAL, 2018)

Las pérdidas de energía por fugas de aire comprimido se evalúan con la medición realizada el 14/12/2018 en un periodo comprendido entre las 6:23 y 06:59, dicha medición fue realizada en el compresor de 40HP (ver sección 4.5.2), donde el uso de máquinas neumáticas fue nulo debido a que la planta inicia labores a las 07:00 horas.

El consumo de energía en este horario, corresponde al flujo de aire que se pierde por fugas.

En la siguiente figura se muestra el registro de potencia generado por fugas de aire comprimido

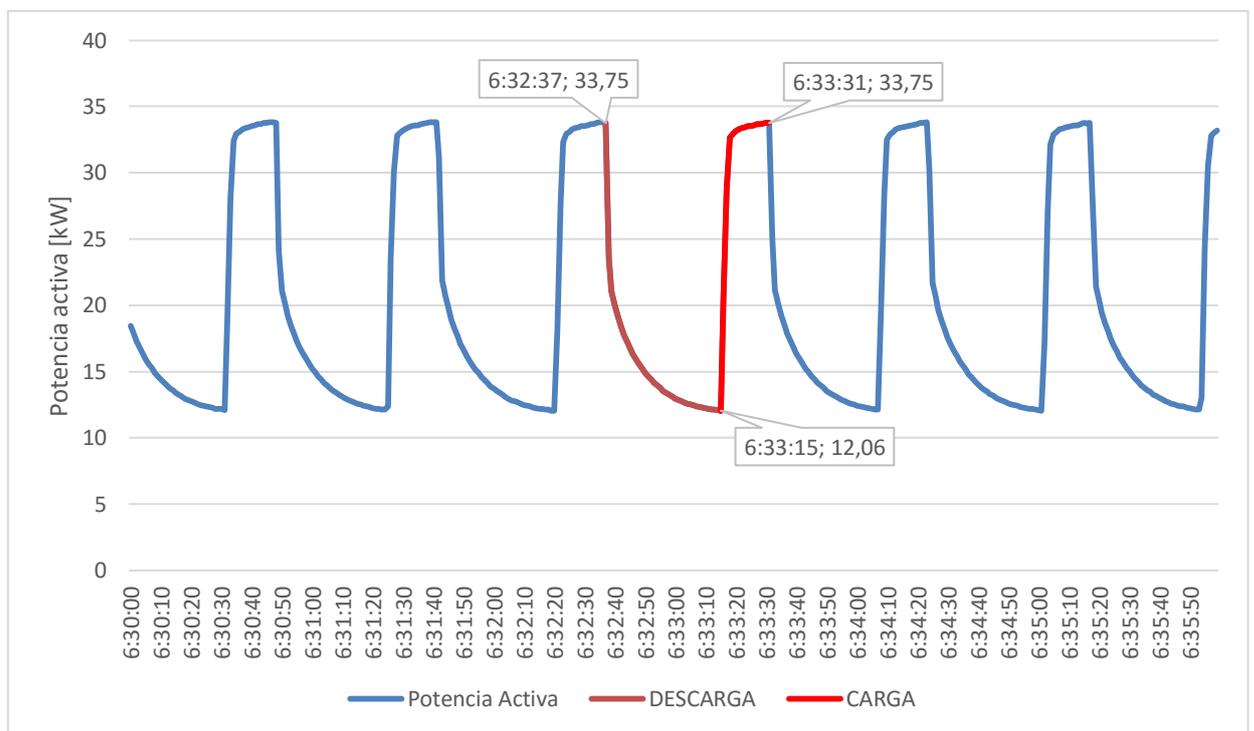


Figura 45: Fugas de aire (PROPIA, 2018)

En la figura 45 se presenta el consumo de potencia tanto en carga como en descarga del compresor, este perfil de consumo se ha tomado como referencia para el cálculo de energía consumida por fugas de aire comprimido.

Las fugas de aire se dan por acoples rápidos en mal estado, uniones flojas, y llaves de paso en mal estado.

Se estima que el compresor en funcionamiento teórico sin fugas debería mantener un promedio de consumo en descarga de 11,88 kW, entrando en carga

momentáneamente solo para reemplazar las fugas internas, siendo este valor despreciable.

Por ende los valores por encima de ese consumo se consideran desperdicios de energía por fugas de aire.

La siguiente tabla muestra los consumos por fugas de aire comprimido.

**Tabla 45: Estimación del costo de fugas de aire comprimido (PROPIA, 2018)**

<b>Consumo energético del compresor de 40 HP</b>	
Equipo	Compresor Ingersoll Rand 40HP
Potencia nominal	30 kW
Potencia medida promedio	20,66 kW
Potencia teórica sin fugas	11,88 kW
Consumo por fugas	8,78 kWh
Funcionamiento de la planta	2 125,00 h/año
<b>Consumo energético por fugas</b>	<b>18657,5 kWh/año</b>
<b>Costo estimado por fugas</b>	<b>2612,05 USD/año</b>

### **Escenario propuesto**

Se propone reducir las pérdidas energéticas por fugas de aire comprimido, lo ideal es eliminarlas completamente lo cual muchas veces es difícil, por lo que se asume que con las fugas que se corrija se eliminará el 90% de las pérdidas.

A continuación, se muestra el ahorro energético y económico.

**Tabla 46: Estimación del costo de fugas de aire comprimido (PROPIA, 2018)**

<b>Ahorro de energía mejora N°1</b>	
Ahorro de energía	16791,75 kWh/año
Ahorro puntual *	90 %
Ahorro económico	2350,84 USD/año

(\*): Este porcentaje representa el 90% del consumo actual de energía por fugas de aire comprimido.

La inversión estimada para la implementación de la mejora propuesta, se detalla a continuación:

Tabla 47: Estimación de inversión al reducir fugas de aire comprimido (PROPIA, 2018)

<b>Estimación de la inversión necesaria</b>			
<b>Cantidad</b>	<b>Ítem</b>	<b>Costo U</b>	<b>Subtotal</b>
		<b>USD</b>	<b>USD</b>
45	Acoples rápidos	5,60	252,00
-	Racores	-	150,00
			-
<b>Subtotal Equipos</b>			<b>402,00</b>
15%	Accesorios	-	60,30
-		-	-
<b>Subtotal Accesorios</b>			<b>60,30</b>
-	Transporte	-	-
<b>Subtotal Transporte</b>			<b>-</b>
-	Mano de obra	-	-
10%	Otros	-	46,23
<b>Subtotal Instalación</b>			<b>46,23</b>
<b>TOTAL</b>			<b>508,53</b>

Retorno simple de la inversión = 508,53 USD / 2350,84 USD/año

**Retorno simple de la inversión = 0,21 años**

A continuación se presenta una tabla resumen de la evaluación técnico-económica de la mejora N°1.

Tabla 48: Resumen de ahorros por reducción de fugas de aire comprimido (PROPIA, 2018)

<b>AHORRO ENERGÉTICO – REDUCIR FUGAS DE AIRE COMPRIMIDO</b>		
<b>Ahorro en consumo anual de electricidad</b>	<b>16791,75</b>	<b>kWh/año</b>
<b>Ahorro económico por reducción de consumo de electricidad</b>	<b>2350,84</b>	<b>USD/año</b>
Factor de emisión	0,7079	tCO2/MWh
<b>Reducción de emisiones anuales CO2 – electricidad</b>	<b>11,88</b>	<b>tCO2/año</b>
<b>COSTOS</b>		
Costo de inversión	508,53	USD
Costos incrementales en operación y mantenimiento	-	USD/año
Costo total	508,53	USD
Ahorro económico total proyectado	2350,84	USD/año
<b>ÍNDICES DE RENTABILIDAD</b>		
<b>Periodo de repago simple</b>	<b>0,21</b>	<b>años</b>
<b>Tasa Interna de Retorno</b>	<b>462</b>	<b>%</b>
<b>Valor presente anual</b>	<b>8 510</b>	<b>USD</b>
Porcentaje de ahorro de consumo de energía sobre el uso total	<b>3,3</b>	<b>%</b>

El ahorro de energía estimado representa el 3,3% del consumo de energía eléctrica total de la planta.

Para la implementación de esta recomendación, tener en cuenta:

- Consideramos que el costo de inversión para la implementación de esta mejora, corresponde a la compra de accesorios, no se considera un costo asociado a mano de obra dado que esta podría hacerse con el personal de mantenimiento de la planta.

## **MEJORA N°2: APAGAR COMPRESOR DE 15HP EN PERIODOS DE BAJA PRODUCCIÓN**

### **Escenario Actual**

Cuando todas las áreas de la planta están operativas, funcionan dos compresores (40HP y 15HP) simultáneamente, con el fin de satisfacer la demanda de aire comprimido. En periodos en que no todas las áreas trabajan, la demanda de aire disminuye.

Así sucede en la hora de almuerzo (12:00 a 13:00 cuando los operarios se turnan para ir al comedor) y cuando una área trabaja horas extras.

En la visita se constató que los dos compresores siguen trabajando simultáneamente durante la hora de almuerzo.

La siguiente tabla muestra la estimación del costo de mantener el compresor de 15HP encendido en horario normal (07:00 – 15:30):

**Tabla 49: Escenario actual – Costo anual del compresor de 15HP (PROPIA, 2018)**

<b>Consumo energético en equipos</b>	
Equipo	Compresor Ingersoll Rand 15HP
Potencia nominal	11,19 kW
Potencia medida promedio	5,02 kW
Consumo energético/hora	5,02 kW/h
Jornada laboral	8,50 h/día
Operación anual	2125,00 h/año
<b>Consumo energético anual</b>	<b>10667,50 kWh</b>
<b>Costo anual</b>	<b>1493,45 USD/año</b>

### **Escenario propuesto**

Se propone la implementación de un temporizador con el fin de apagar el compresor de 15HP en hora de almuerzo (12:00 a 13:00 horas), y después de la hora de salida.

La siguiente tabla muestra la estimación del costo de funcionamiento del compresor de 15HP, apagándolo durante la hora de almuerzo:

**Tabla 50: Escenario propuesto – Costo anual del compresor de 15HP (PROPIA, 2018)**

<b>Consumo energético en equipos</b>	
Equipo	Compresor Ingersoll Rand 15HP
Potencia nominal	11,19 kW
Potencia medida promedio	5,02 kW
Consumo energético/hora	5,02 kW/h
Jornada laboral	7,50 h/día
Operación anual	2125,00 h/año

<b>Consumo energético anual</b>	<b>9412,50 kWh</b>
<b>Costo anual</b>	<b>1317,75 USD/año</b>

Los ahorros estimados son:

**Tabla 51: Calculo de ahorro de energía respecto al consumo actual (PROPIA, 2018)**

Ahorro energía	1255,00 kWh/año
Ahorro puntual*	12%
Ahorro económico	175,7 USD/año

(\*): Este porcentaje representa el 12% del consumo actual del compresor de 15HP.

La inversión estimada para la implementación de la mejora propuesta, se detalla a continuación:

**Tabla 52: Estimación de inversión – apagar compresor de 15HP (PROPIA, 2018)**

<b>Estimación de la inversión necesaria</b>			
<b>Cantidad</b>	<b>Ítem</b>	<b>Costo U</b>	<b>Subtotal</b>
		<b>USD</b>	<b>USD</b>
1,00	Acoples rápidos	28,00	28,00
-	Racores	-	-
<b>Subtotal Equipos</b>			<b>28,00</b>
50%	Accesorios	-	14,00
-		-	-
<b>Subtotal Accesorios</b>			<b>14,00</b>
-	Transporte	-	-
<b>Subtotal Transporte</b>			<b>-</b>
-	Mano de obra	-	-
-	Otros	-	-
<b>Subtotal Instalación</b>			<b>-</b>
<b>TOTAL</b>			<b>42,00</b>

Retorno simple de la inversión = 42 USD / 175,7 USD/año

**Retorno simple de la inversión= 0,24 años**

A continuación se presenta una tabla resumen de la evaluación técnico-económica de la mejora N°2.

Tabla 53: Resumen de ahorros – Apagar compresor de 15 HP (PROPIA, 2018)

<b>AHORRO ENERGÉTICO – APAGAR COMPRESOR DE 15HP EN PERÍODOS DE BAJA PRODUCCIÓN</b>		
<b>Ahorro en consumo anual de electricidad</b>	1255,00	<b>kWh/año</b>
<b>Ahorro económico por reducción de consumo de electricidad</b>	175,7	<b>USD/año</b>
Factor de emisión	0,7079	tCO2/MWh
<b>Reducción de emisiones anuales CO2 – electricidad</b>	<b>0,88</b>	<b>tCO2/año</b>
<b>COSTOS</b>		
Costo de inversión	42,00	USD
Costos incrementales en operación y mantenimiento	-	USD/año
Costo total	42,00	USD
Ahorro económico total proyectado	175,7	USD/año
<b>ÍNDICES DE RENTABILIDAD</b>		
<b>Periodo de repago simple</b>	<b>0,24</b>	<b>años</b>
<b>Tasa Interna de Retorno</b>	<b>418,22</b>	<b>%</b>
<b>Valor presente anual</b>	<b>594,04</b>	<b>USD</b>
Porcentaje de ahorro de consumo de energía sobre el uso total	<b>0,25</b>	<b>%</b>

El ahorro de energía estimado representa el 0,25% del consumo de energía eléctrica total de la planta.

Para la implementación de esta recomendación, tener en cuenta:

- El cálculo mostrado se ha estimado asumiendo que se apagará el compresor durante una hora, apagar el compresor en periodos en que la planta no opere a toda su capacidad aumentará ahorros.
- Asumiendo que la operación del compresor de 15HP es constante para todo el año, y se comporta como en el periodo en que se realizó las mediciones, el consumo y costo por hora de funcionamiento es de 5,02 kWh y 0,70 USD respectivamente.
- No se considera un costo asociado a mano de obra, la instalación del temporizador puede hacerse con el personal de mantenimiento de la planta.
- Es importante coordinar con el personal encargado del compresor el apagado y encendido del mismo; con el fin de evitar simultaneidad de picos de

encendido o insuficiencia del recurso energético que pueda llegar a afectar la producción.

### MEJORA N°3: CAMBIO A LÁMPARAS TIPO LED

#### Escenario Actual:

La planta cuenta con iluminación tipo fluorescente y haluro metálico. Se enciende únicamente cuando la jornada laboral se ha extendido o cuando el personal requiere mayor iluminación dependiendo de la zona. En la siguiente figura se puede apreciar dos tipos de lámparas, cada una de ellas se encuentra prendida durante la jornada de trabajo.

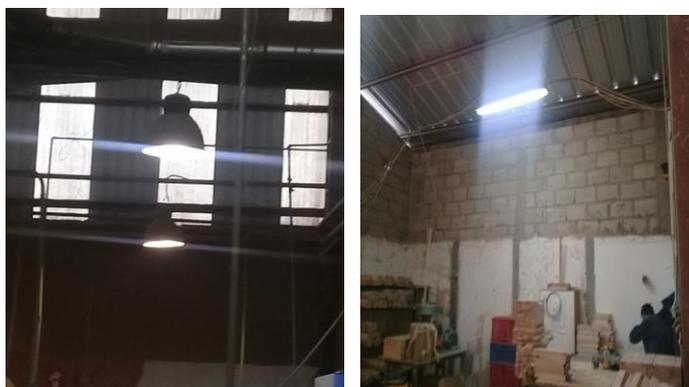


Figura 46: Iluminación prendida parcialmente en el día (PROPIA, 2018)

La siguiente tabla se muestra la estimación del costo actual de iluminación:

Tabla 54: Escenario actual – lámparas fluorescentes – haluro (PROPIA, 2018)

Ubicación		Total lámparas	Tipo	Potencia Unitaria			Horas de uso			Energía Total	Costo
Área	Zona			Lámpara	Balastro	Total	h/día	d/año	horas/año	kWh/año	USD/año
Parqueo	Entrada	1	Haluro Metálico	175	24	199	12	365	4380	871,62	122,30
	Hacia bodegas	1	Haluro Metálico	400	24	424	12	365	4380	1857,12	260,58
Galpón principal	Salas	8	Haluro Metálico	175	24	199	2	255	510	811,92	113,92
	Cajones	8	Haluro Metálico	175	24	199	2	255	510	811,92	113,32
	Sillonería	9	Haluro Metálico	175	24	199	2	255	510	912,41	128,16
	Dormitorios	11	Haluro Metálico	175	24	199	2	255	510	1116,39	156,65
Galpón	Bodegas	9	Haluro	175	24	199	2	255	510	913,41	128,16

bodegas			Metálico								
	Tallado	2	Fluorescente	54	4	58	8	255	2040	236,64	33,20
Otras facilidades	Cámara de Trafos	4	Fluorescente	32	4	36	2	255	510	73,44	10,30
	MTTO	2	Fluorescente	40	4	44	12	255	3060	269,28	37,78
	Afilado	2	Fluorescente	54	4	58	4	255	1020	118,32	16,60
	Comedor	18	Foco Ahorrador	15	-	15	2	255	510	137,70	19,32
<b>TOTAL</b>									<b>8131,17</b>	<b>1140,92</b>	

### Escenario propuesto

Para optimizar el consumo de energía en iluminación, se propone reemplazar las lámparas de haluro metálico de 175W y 400W por reflectores tipo led de 100W y 200W respectivamente, los tubos fluorescentes de 32W y 40W por tubos led de 18W, los tubos fluorescentes de 54W por tubos led de 32W y los focos ahorradores de 15W por focos led Toledo A60 de 9W.

La siguiente tabla muestra la estimación del costo de iluminación en el cambio propuesto.

Tabla 55: Escenario propuesto – cambio a lámparas tipos led (PROPIA, 2018)

Ubicación		Total lámparas	Tipo	Potencia Unitaria			Horas de uso			Energía Total	Costo
Área	Zona			Lámpara	Balastro	Total	h/día	d/año	horas/año	kWh/año	USD/año
Parqueo	Entrada	1	Reflector Led	100	-	100	12	365	4 380	438,00	61,46
	Hacia bodegas	1	Reflector Led	100	-	200	12	365	4 380	876,00	122,92
Galpón principal	Salas	8	Reflector Led	100	-	100	2	255	510	408,00	57,25
	Cajones	8	Reflector Led	100	-	100	2	255	510	408,00	57,25
	Sillonería	9	Reflector Led	100	-	100	2	255	510	459,00	64,40
	Dormitorios	11	Reflector Led	100	-	100	2	255	510	561,00	78,72
Galpón bodegas	Bodegas	9	Reflector Led	100	-	100	2	255	510	459,00	64,40
	Tallado	2	Tubo Led	32	-	32	8	255	2040	130,56	18,32
Otras facilidades	Cámara de Trafos	4	Tubo Led	18	-	18	2	255	510	36,72	5,15
	MTTO	2	Tubo Led	18	-	18	12	255	3 060	110,16	16,46
	Afilado	2	Tubo Led	32	-	32	4	255	1 020	65,28	9,16
	Comedor	18	Toledo A60	9	-	9	2	255	510	82,62	11,59
<b>TOTAL</b>									<b>4 034,34</b>	<b>566,08</b>	

Los ahorros estimados son:

**Tabla 56: Calculo de ahorro de energía respecto al consumo actual (PROPIA, 2018)**

Ahorro energía	4 097 kWh/año
Ahorro puntual*	50%
Ahorro económico	574,84 USD/año

(\*): Este ahorro representa el 50% del consumo actual de energía por iluminación.

La inversión estimada para la implementación de la mejora propuesta, se detalla a continuación:

**Tabla 57: Estimación de inversión – cambio a lámparas tipo Led (PROPIA, 2018)**

<b>Estimación de la inversión necesaria</b>			
<b>Cantidad</b>	<b>Ítem</b>	<b>Costo U</b>	<b>Subtotal</b>
		<b>USD</b>	<b>USD</b>
46,00	Reflector Led 100W	30,00	1 380,00
1,00	Reflector Led 200W	94,00	94,00
6,00	Tubo Led 18W	5,38	32,26
4,00	Tubo Led 32W	15,12	60,48
18,00	Toledo A60 9W	3,02	54,43
<b>Subtotal Equipos</b>			<b>28,00</b>
-	-	-	-
-	-	-	-
<b>Subtotal Accesorios</b>			<b>-</b>
-	Transporte	-	-
<b>Subtotal Transporte</b>			<b>-</b>
-	Mano de obra	-	-
-	Otros	-	-
<b>Subtotal Instalación</b>			<b>-</b>
<b>TOTAL</b>			<b>1 621,17</b>

El retorno simple de la inversión se calcula a continuación.

Retorno simple de la inversión = 1 621 USD / 575 USD/año

**Retorno simple de la inversión= 2,82 años**

A continuación se presenta una tabla resumen de la evaluación técnico-económica de la mejora N°3.

Tabla 58: Resumen de ahorros – cambio a lámparas tipo Led (PROPIA, 2018)

<b>AHORRO ENERGÉTICO – CAMBIO A LÁMPARA LED</b>		
<b>Ahorro en consumo anual de electricidad</b>	4 096,83	<b>kWh/año</b>
<b>Ahorro económico por reducción de consumo de electricidad</b>	574,84	<b>USD/año</b>
Factor de emisión	0,7079	tCO2/MWh
<b>Reducción de emisiones anuales CO2 – electricidad</b>	<b>2,90</b>	<b>tCO2/año</b>
<b>COSTOS</b>		
Costo de inversión	1 621,17	USD
Costos incrementales en operación y mantenimiento	-	USD/año
Costo total	1 621,17	USD
Ahorro económico total proyectado	574,84	USD/año
<b>ÍNDICES DE RENTABILIDAD</b>		
<b>Periodo de repago simple</b>	<b>2,82</b>	<b>años</b>
<b>Tasa Interna de Retorno</b>	<b>22,72</b>	<b>%</b>
<b>Valor presente anual</b>	<b>542,44</b>	<b>USD</b>
Porcentaje de ahorro de consumo de energía sobre el uso total	<b>0,82</b>	<b>%</b>

El ahorro de energía estimado representa el 0,82% del consumo de energía eléctrica total de la planta.

Para la implementación de esta recomendación, tener en cuenta:

- Apagar la iluminación en periodos de inactividad o periodos en los que no es necesaria, aumentará los ahorros.
- Las lámparas tipo tubo led no requieren balastro, se conecta en forma directa.
- Las lámparas led, no constituyen residuos peligrosos.
- No se considera un costo asociado a mano de obra, el cambio de luminarias puede hacerse con el personal de mantenimiento.

#### **MEJORA N°4: IMPLEMENTACIÓN DE BLOWERS PARA LIMPIEZA DE RESIDUOS Y PERSONAL**

**Escenario actual:**

Durante los trabajos de campo, se pudo estimar que la planta posee 35 tomas de aire directo desde el anillo de distribución de aire comprimido, sin válvulas reductoras o pistolas de aire, la mayoría son mangueras con válvulas de esfera para la regulación del caudal, su propósito es la limpieza del sitio de trabajo, los obreros la usan también para limpiar los desechos en su ropa.



Figura 47: Mangueras para limpieza con aire comprimido (PROPIA, 2018)

La siguiente tabla muestra la estimación del costo actual de limpieza con aire comprimido.

Tabla 59: Tabla 59: Costo de limpieza con aire comprimido (PROPIA, 2018)

Consumo energético en mangueras de limpieza	
Diámetro nomina	9,00 mm
Velocidad promedio	18,80 m/s
Demanda de aire/punto	71,76 l/min
Puntos de utilización	35,00 mangueras
Utilización diaria	5,00 min/día
Demanda de aire diaria	12,56 m <sup>3</sup> /día
Operación anual	250,00 días/año
Demanda anual de aire	3 139,51 m <sup>3</sup> /año
Demanda normal de aire	32 511,73 Nm <sup>3</sup> /año
Indicador de generación de aire	0,06 kWh/ Nm <sup>3</sup>
<b>Consumo energético anual</b>	<b>2 037,72 kWh/año</b>
<b>Costo eléctrico anual</b>	<b>285,92 USD/año</b>

### Escenario propuesto

Se propone la utilización de blowers para limpiar el polvo o viruta del área de trabajo o de la ropa del personal, no se necesita mucha presión de aire por lo que su uso es factible, además, el consumo eléctrico es muy bajo respecto al de un compresor.

Tabla 60: Escenario propuesto – costo de utilizar blowers para la limpieza (PROPIA, 2018)

Consumo energético en equipos	
Equipo: blower	600,00 W
Utilización	17,50 min/día
Cantidad de equipos	10,00 unidades
Consumo energético/día	1,75 kW/día
Operación anual	250,00 días/año
<b>Consumo energético anual</b>	<b>437,50 kWh/año</b>
<b>Costo anual</b>	<b>61,39 USD/año</b>

Los ahorros estimados son:

Tabla 61: Cálculo de ahorro de energía respecto al consumo actual (PROPIA, 2018)

Ahorro de energía	1 600,22 kWh/año
Ahorro puntual *	78,53 %
Ahorro económico	224,53 USD/año

(\*): Este ahorro representa el 78% del consumo actual de energía utilizada.

La inversión estimada para la implementación de la mejora propuesta, se detalla a continuación:

Tabla 62: Estimación de inversión – utilizar blowers para la limpieza (PROPIA, 2018)

Estimación de la inversión necesaria			
Cantidad	Ítem	Costo U	Subtotal
		USD	USD
10,00	Blowers 600W	30,00	30,00
-	-	-	-
<b>Subtotal Equipos</b>			<b>300,00</b>
25%	Accesorios	-	75,00
-		-	-
<b>Subtotal Accesorios</b>			<b>75,00</b>
-	Transporte	-	-
<b>Subtotal Transporte</b>			<b>-</b>
-	Mano de obra	-	-
10%	Otros	-	37,50

<b>Subtotal Instalación</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>412,50</b>

Retorno simple de la inversión = 412 USD / 224 USD/año

**Retorno simple de la inversión= 1,84 años.**

A continuación se presenta una tabla resumen de la evaluación técnico-económica de la mejora N°4.

Tabla 63: Resumen de ahorros – utilización de blowers para la limpieza (PROPIA, 2018)

<b>AHORRO ENERGÉTICO – UTILIZACIÓN DE BLOWERS PARA LIMPIEZA</b>		
<b>Ahorro en consumo anual de electricidad</b>	1600,22	<b>kWh/año</b>
<b>Ahorro económico por reducción de consumo de electricidad</b>	<b>224,53</b>	<b>USD/año</b>
Factor de emisión	0,7079	tCO2/MWh
<b>Reducción de emisiones anuales CO2 – electricidad</b>	<b>1,13</b>	<b>tCO2/año</b>
<b>COSTOS</b>		
Costo de inversión	412,50	USD
Costos incrementales en operación y mantenimiento	-	USD/año
Costo total	412,50	USD
Ahorro económico total proyectado	224,53	USD/año
<b>ÍNDICES DE RENTABILIDAD</b>		
<b>Periodo de repago simple</b>	<b>1,84</b>	<b>años</b>
<b>Tasa Interna de Retorno</b>	<b>46,32</b>	<b>%</b>
<b>Valor presente anual</b>	<b>432,61</b>	<b>USD</b>
Porcentaje de ahorro de consumo de energía sobre el uso total	<b>0,32</b>	<b>%</b>

El ahorro de energía estimado representa el 0,32% del consumo de energía eléctrica total de la planta.

Para la implementación de esta recomendación, tener en cuenta:

- La oportunidad está evaluada con un tiempo estimado de uso de 5 minutos/manguera, con una velocidad de salida regulada a 18,8 m/s. La velocidad del aire así como el tiempo de utilización dependerá del operario, valores mayores de velocidad y tiempo de uso representan ahorros mayores.
- Los blowers deberán compartirse entre varios usuarios.

- Se recomienda hacer el cambio en un área representativa a manera de un plan piloto, para la posterior implementación total, con el fin de ir familiarizando paulatinamente al personal; Se puede empezar con el área destinada a la limpieza corporal.
- En cuanto a la limpieza del personal, al utilizar blowers se evita el riesgo de la incrustación de partículas en el cuerpo.

### **OTRAS OPORTUNIDADES DE MEJORA.**

A continuación se presenta algunas oportunidades de mejora, que suponen beneficios para la empresa.

- La presión máxima de uso de las lijadoras manuales generalmente es de 90 psi, mientras que la presión del sistema de aire está entre 7 y 8,1 bar (101,5 y 117,5 psi), lo que hace que la vida útil de los elementos neumáticos se vea afectada. Se recomienda disminuir la presión de generación de aire comprimido, misma que se podría setear entre 6,5 y 7 bar (94,3 y 101,5 psi) sin perjudicar a las máquinas que demandan mayor presión de aire comprimido.
- Cada 2 psi de disminución en la presión de generación de aire comprimido representa una disminución del 1% en el consumo energético. De esta manera, se estima el costo del uso de compresores en 10 620 USD/año y la reducción de presión genera un ahorro del 3%. El monto del ahorro podría ser de 318,62 USD/año.
- Con el fin de aumentar la capacidad de almacenamiento de aire comprimido, se puede utilizar el tanque del compresor de pistón que se encuentra en desuso.
- Las tomas de aire comprimido deben estar fijas, cuando se tiene tuberías flotantes, el movimiento hace que las uniones poco a poco vayan perdiendo su hermeticidad y es cuestión de tiempo la aparición de fugas en uniones de línea.
- Existen zonas en la planta que por su ubicación o confinamiento, no tienen incidencia de luz natural, una buena alternativa de aprovechar éste recurso es colocar planchas de techo traslúcido.

- Instalar sensores de movimiento en los vestidores, se ha observado que en estas áreas la iluminación está encendida innecesariamente.
- Elaborar un programa intensivo de detección permanente de fugas de aire comprimido, tomar en cuenta que generar aire comprimido es costoso. Es recomendable realizar pruebas frecuentes de estanqueidad.
- Para monitorear el consumo de energía en cada compresor, instalar un medidor simple de energía, con el cual se debe contabilizar el consumo diario de cada compresor.
- Elaborar indicadores energéticos (kWh/producción) en periodos cortos, para evaluar el desempeño energético de la planta.
- Hacer revisiones periódicas de todos los tableros eléctricos, malas conexiones y suciedad en las instalaciones son causantes de mayores consumos al aumentar las pérdidas.

## **4.7 INFORME DE LA AUDITORÍA**

En el presente apartado se expone el informe referente a la auditoría energética realizada en la Carpintería y Tapicería Internacional CTIN.

### **4.7.1 Objetivo General**

Aplicar un proceso de auditoría energética para la identificación de ahorros energéticos en la Carpintería y Tapicería Internacional CTIN CIA. LTDA perteneciente al grupo Colineal basada en la norma NTE INEN-ISO 50002

### **4.7.2 Metodología**

La metodología utilizada para el desarrollo de la auditoría se describe a continuación:

#### **Recopilación de información preliminar**

Previo a las vistas técnicas para la realización del diagnóstico se solicitó información de los consumos de energía, combustible y producción.

#### **Visitas técnicas**

Esta etapa consistió en realizar visitas técnicas de inspección a las instalaciones de la empresa con el fin de registrar todos los datos necesarios para la identificación de oportunidades de mejora y su respectiva evaluación de rentabilidad.

### Procesamiento de la información

En esta parte del trabajo se realizó el procesamiento de la información recopilada y las mediciones continuas y puntuales efectuadas en la planta.

Con el procesamiento de esta información, se evaluaron las mejoras que pueden implementarse para reducir el consumo de energía.

#### 4.7.3 Información de la empresa

A continuación se presenta una tabla resumen de la descripción general de la empresa.

Tabla 64: Información de la empresa (COLINEAL, 2018)

<b>Empresa:</b>	COLINEAL
<b>Dirección:</b>	Calle de los migrantes frente al camal municipal
<b>Participantes de la empresa:</b>	Santiago León Gerente de proyectos  Petronio Peña Responsable de Mantenimiento
<b>Actividad Industrial / CIU:</b>	C3100.5 Acabado de muebles como tapizado de sillas y sillones, lacado, pintado, barnizado con muñequilla y tapizado.
<b>Áreas de producción</b>	Maquinado, armado, pintura, y ensamblaje o tapizado

#### 4.7.4 Ubicación de la empresa



Figura 48: Información de la empresa (GOOGLE MAPS, 2018)

#### 4.7.5 Descripción de los principales productos

Los principales productos resultantes de la actividad productiva de la empresa son los siguientes:

- Muebles fabricados con madera importada con destino nacional e internacional; entre ellos: sillones, salas, comedores, dormitorios, centros de entretenimiento, oficinas, etc.

#### 4.7.6 Descripción de los procesos productivos

A continuación se presenta un diagrama que representa el proceso de producción de la planta.



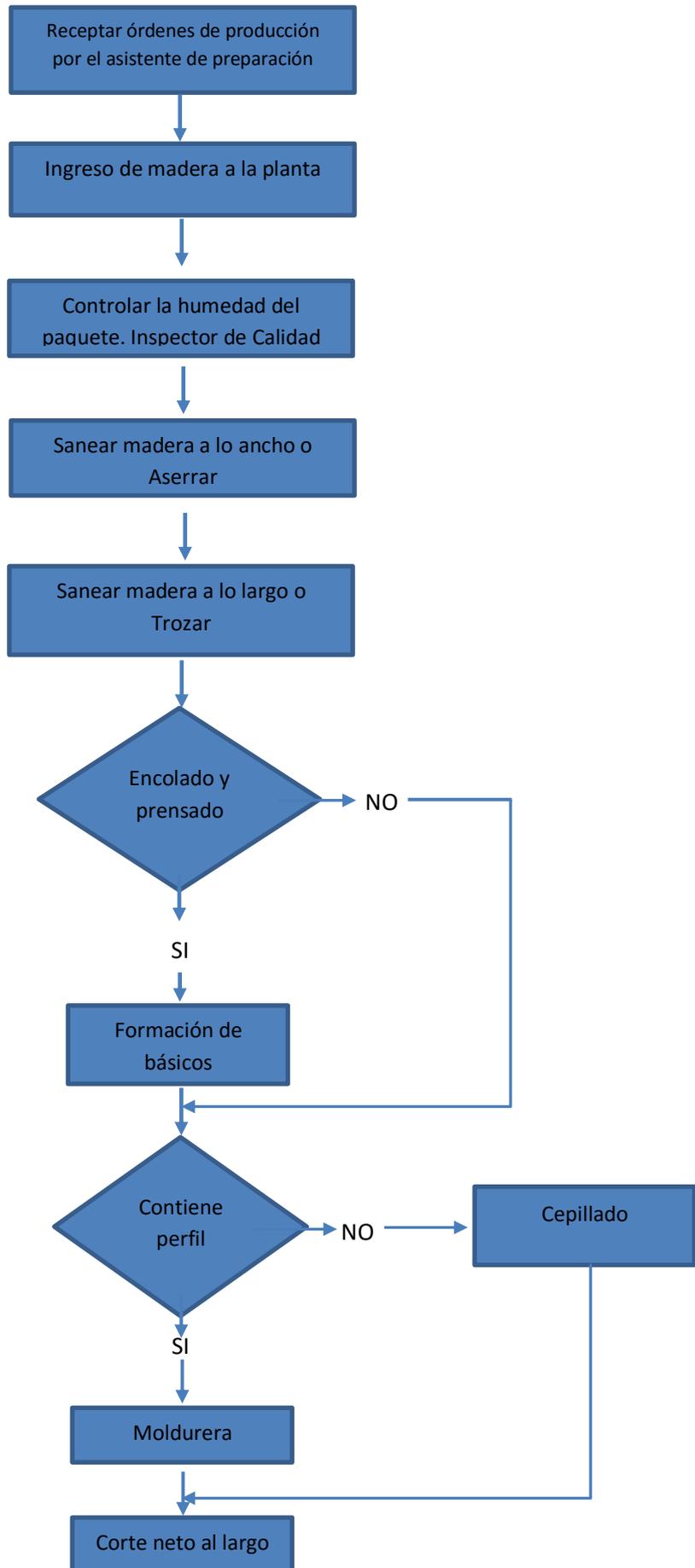




Figura 49: Diagrama del proceso de producción de la empresa Carpintería y Tapicería Internacional (SÁNCHEZ, 2015)

#### 4.7.7 Energéticos usados

Los principales energéticos analizados son los siguientes:

##### **Energía eléctrica**

Le suministro de energía eléctrica se da a través de la red de la empresa eléctrica CENTROSUR en 13 200 Voltios, cuyo tipo de tarifa es: MTCGCD32 (Industrial con demanda horaria diferenciada en media tensión).

##### **Agua**

Los procesos que se realizan en la carpintería de Colineal no requieren la utilización de agua. El uso de la misma se limita al uso en sanitarios.

##### **Residuos**

Los principales desechos son:

- Polvillo y retazos de madera resultantes del corte de los tablones.
- Viruta

#### 4.7.8 Servicios auxiliares

Los servicios auxiliares de los que se ayuda el proceso productivo son el aire comprimido y el sistema de absorción de viruta.

##### **Aire comprimido**

La planta cuenta con dos compresores de tornillo; uno de 40 HP y otro de 15 HP; dos tanques pulmón de 1,0 m<sup>3</sup> y de 0,5 m<sup>3</sup> de capacidad y un anillo de distribución de tubería de 1 ½ pulgadas. Los usuarios del aire comprimido son máquinas neumáticas y pistolas de limpieza.

### Sistema de absorción de viruta.

Para la limpieza de residuos como polvo o viruta, la empresa posee un extractor eléctrico, que funciona con un variador de frecuencia.

#### 4.7.9 Análisis de datos

##### Descripción de consumos de energía

La siguiente tabla muestra el resumen de las planillas de energía eléctrica de los meses de junio a septiembre del año 2018.

Tabla 65: Información de la empresa (COLINEAL, 2018)

Energía Eléctrica junio-septiembre 2018								
Mes	Consumo	Pago 2018	Costo Unitario	Demanda Máxima	Demanda Pico	Factor de Potencia	Factor de Corrección (FGD)	Emisiones
	kWh/mes	USD/mes	kW	kW	-	-	-	tCO2eq/mes
Junio	34410,72	4846,16	0,14	212,00	100,00	0,9533	0,5000	24,36
Julio	45074,82	6145,09	0,14	209,00	130,00	0,9477	0,5240	31,91
Agosto	37915,44	5508,15	0,15	203,00	203,00	0,9455	0,7920	26,84
Septiembre	39458,7	5484,91	0,14	212,00	123,00	0,9487	0,5000	27,93
<b>TOTAL</b>	156859,68	21984,31	-	-	-	-	-	111,04

El consumo total de energía en los meses de junio a septiembre del año 2018 es de 156859,68 kWh, generando un costo de 21984,31 USD.

##### Producción

La empresa ha previsto de datos mensuales de producción mismo que se muestran a continuación.

Tabla 66: Producción Mensual (COLINEAL, 2018)

Producción (Unidades) año 2018				
Sección Mes	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Cajones	1051	1285	1332	1173
Dormitorios	1111	1473	1482	1692
Sillonería	1271	1923	1950	1991
<b>Total</b>	<b>3433</b>	<b>4681</b>	<b>4764</b>	<b>4856</b>

#### 4.7.10 Indicadores energéticos

La siguiente tabla muestra los datos calculados al vincular el consumo energético con la producción. Los datos de producción han sido tomados de la información dada por Colineal.

Tabla 67: Indicadores Energéticos año 2018 (PROPIA, 2018)

Mes - año 2018	Producción	Consumo	Indicador		
			Eléctrico	Económico	Emisiones GEI
	Unidades	kWh	kWh/Unidad	USD/unidad	tCO2/unidad
<b>Junio</b>	3433	34410,72	10,02	1,40	0,99
<b>Julio</b>	4681	45074,82	9,63	1,35	0,95
<b>Agosto</b>	4764	37915,44	7,96	1,11	0,79
<b>Septiembre</b>	4856	39458,7	8,13	1,14	0,81
<b>Promedio</b>	<b>4433,5</b>	<b>39214,92</b>	<b>8,93</b>	<b>1,25</b>	<b>0,89</b>

#### 4.7.11 Mediciones realizadas

Se muestra el resultado de los registros de mediciones realizadas en campo, las mediciones se realizaron en los siguientes equipos.

- Sistema de absorción de viruta
- Compresor INGERSOLL RAND UP6-40
- Cepilladora Moldurera
- Centro master Paolino Bacci
- Sierra circular automática
- Lijadora de banda ancha Optimat
- Compresor INGERSOLL RAND 15HP
- Sistema de Iluminación

- Centro de mecanizado ROVER M5
- Transformador 192,1 kVA
- Transformador 150 kVA

A continuación se muestra una tabla resumen de los datos obtenidos durante las mediciones.

Tabla 68: Registro de mediciones en la carpintería el 13/12/2018 (PROPIA, 2018)

REGISTRO DE MEDICIONES 13/12/2018				
Máquina	Periodo de medición	Potencia promedio	Costo	Factor de Carga
		kWh	USD/año	%
Sistema de absorción de viruta	16:38 – 18:15	76,47	22 610	69.5
Compresor INGERSOLL RAND UP6-40	08:23 – 10:23	31,38	9 335,55	103
Centro master Paolino Bacci	20:31 - 20:50	8,14	2 421, 65	20
Compresor INGERSOLL RAND 15HP	14:40 - 14:55	5,02	1 493,45	45
Sistema de Iluminación	-	3,82	1 140,92	-

También se muestra una tabla de los datos registrados el día viernes 14 de diciembre del año 2018.

Tabla 69: Registro de mediciones en la carpintería el 14/12/2018 (PROPIA, 2018)

REGISTRO DE MEDICIONES 14/12/2018				
Máquina	Periodo de medición	Potencia promedio	Costo	Factor de Carga
		kWh	USD/año	%
Cepilladora Moldurera	14:00 - 14:30	3,79	1 127,5	8
Sierra circular automática	15:18 - 15:23	2,65	788, 37	7
Lijadora de banda ancha Optimat	14:42 - 14:49	2,21	657,47	8
Sistema de Iluminación	-	3,82	1 140,92	-
Centro de mecanizado ROVER M5	15:01 - 15:08	2,08	618,80	13
Transformador 192,1 kVA	09:00 - 10:00	90,06	26 792,85	46
Transformador 150 kVA	10:24 - 11:24	109,59	32 603,00	73

#### 4.7.12 Residuos generados

Los residuos que se generan del proceso productivo son viruta y retazos de madera conocidos como leña.

A continuación se presenta un registro de volumen y costos asociados a los residuos de la carpintería.

Tabla 70: Costo de residuos 2018 (COLINEAL, 2018)

<b>Residuos de leña y viruta del año 2018</b>		
<b>Mes</b>	<b>LEÑA</b>	<b>VIRUTA</b>
<b>Mayo</b>	81 m <sup>3</sup>	483 m <sup>3</sup>
<b>Junio</b>	65 m <sup>3</sup>	312 m <sup>3</sup>
<b>Julio</b>	52 m <sup>3</sup>	354 m <sup>3</sup>
<b>Agosto</b>	77 m <sup>3</sup>	418 m <sup>3</sup>
<b>Septiembre</b>	67 m <sup>3</sup>	382 m <sup>3</sup>
<b>Octubre</b>	57 m <sup>3</sup>	346 m <sup>3</sup>
<b>Noviembre</b>	67,5 m <sup>3</sup>	380 m <sup>3</sup>
<b>PROMEDIO</b>	<b>66,64 m<sup>3</sup></b>	<b>382,14 m<sup>3</sup></b>
<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>2,19 USD/ m<sup>3</sup></b>	<b>0,53 USD/ m<sup>3</sup></b>
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>145,78 USD</b>	<b>201,12 USD</b>

#### 4.7.13 Oportunidades de reducción de costos identificados

Se describe las oportunidades de mejora identificadas durante el diagnóstico energético en base a las inspecciones y mediciones realizadas durante los trabajos de campo.

##### **MEJORA N°1: REDUCIR FUGAS DE AIRE COMPRIMIDO**

Actualmente la empresa tiene un costo estimado por fugas de 2 612,00 USD/año, mediante la implementación de la mejora que consiste en reemplazar los racores y elementos en mal estado se prevé un ahorro de 2 350,84 USD/año.

El resumen de ahorros de la mejora N°1 se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 71: Resumen de ahorros por reducción de fugas de aire comprimido (PROPIA, 2018)

<b>AHORRO ENERGÉTICO – REDUCIR FUGAS DE AIRE COMPRIMIDO</b>		
<b>Ahorro en consumo anual de electricidad</b>	<b>16791,75</b>	<b>kWh/año</b>
<b>Ahorro económico por reducción de consumo de electricidad</b>	<b>2350,84</b>	<b>USD/año</b>
Factor de emisión	0,7079	tCO2/MWh
<b>Reducción de emisiones anuales CO2 – electricidad</b>	<b>11,88</b>	<b>tCO2/año</b>
<b>COSTOS</b>		
Costo de inversión	508,53	USD
Costos incrementales en operación y mantenimiento	-	USD/año
Costo total	508,53	USD
Ahorro económico total proyectado	2350,84	USD/año
<b>ÍNDICES DE RENTABILIDAD</b>		
<b>Periodo de repago simple</b>	<b>0,21</b>	<b>años</b>
<b>Tasa Interna de Retorno</b>	<b>462</b>	<b>%</b>
<b>Valor presente anual</b>	<b>8 510</b>	<b>USD</b>
Porcentaje de ahorro de consumo de energía sobre el uso total	<b>3,3</b>	<b>%</b>

### **MEJORA N°2: APAGAR COMPRESOR DE 15HP EN PERIODOS DE BAJA PRODUCCIÓN**

El compresor en horas de almuerzo y horas de bajo consumo se encuentra en modo descarga, consumiendo energía sin aportar presión de aire a la red.

Por ende es necesario apagar el compresor en horario de almuerzo ya que la demanda de aire en ese periodo es baja, y así obtener un ahorro energético y económico.

A continuación se muestra un resumen de ahorros que se pueden obtener con esta mejora.

Tabla 72: Resumen de ahorros – Apagar compresor de 15 HP (PROPIA, 2018)

<b>AHORRO ENERGÉTICO – APAGAR COMPRESOR DE 15HP EN PERÍODOS DE BAJA PRODUCCIÓN</b>		
<b>Ahorro en consumo anual de electricidad</b>	1255,00	<b>kWh/año</b>
<b>Ahorro económico por reducción de consumo de electricidad</b>	175,7	<b>USD/año</b>
Factor de emisión	0,7079	tCO2/MWh
<b>Reducción de emisiones anuales CO2 – electricidad</b>	<b>0,88</b>	<b>tCO2/año</b>
<b>COSTOS</b>		
Costo de inversión	42,00	USD
Costos incrementales en operación y mantenimiento	-	USD/año
Costo total	42,00	USD
Ahorro económico total proyectado	175,7	USD/año
<b>ÍNDICES DE RENTABILIDAD</b>		
<b>Periodo de repago simple</b>	<b>0,24</b>	<b>años</b>
<b>Tasa Interna de Retorno</b>	<b>418,22</b>	<b>%</b>
<b>Valor presente anual</b>	<b>594,04</b>	<b>USD</b>
Porcentaje de ahorro de consumo de energía sobre el uso total	<b>0,25</b>	<b>%</b>

### **MEJORA N°3: CAMBIO A LÁMPARAS TIPO LED**

Actualmente la planta cuenta con iluminación tipo fluorescente y haluro metálico. Estos componentes son grandes consumidores de energía comparados con los modernos sistemas de iluminación. De esta manera se propone cambiar las tradicionales lámparas por las actuales que son tipo led y que tienen un consumo reducido de energía.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de ahorros referente a esta mejora.

Tabla 73: Resumen de ahorros – cambio a lámparas tipo Led (PROPIA, 2018)

<b>AHORRO ENERGÉTICO – CAMBIO A LÁMPARA LED</b>		
<b>Ahorro en consumo anual de electricidad</b>	4 096,83	<b>kWh/año</b>
<b>Ahorro económico por reducción de consumo de electricidad</b>	574,84	<b>USD/año</b>
Factor de emisión	0,7079	tCO2/MWh
<b>Reducción de emisiones anuales CO2 – electricidad</b>	<b>2,90</b>	<b>tCO2/año</b>
<b>COSTOS</b>		
Costo de inversión	1 621,17	USD
Costos incrementales en operación y mantenimiento	-	USD/año
Costo total	1 621,17	USD
Ahorro económico total proyectado	574,84	USD/año
<b>ÍNDICES DE RENTABILIDAD</b>		
<b>Periodo de repago simple</b>	<b>2,82</b>	<b>años</b>
<b>Tasa Interna de Retorno</b>	<b>22,72</b>	<b>%</b>
<b>Valor presente anual</b>	<b>542,44</b>	<b>USD</b>
Porcentaje de ahorro de consumo de energía sobre el uso total	<b>0,82</b>	<b>%</b>

#### **MEJORA N°4: IMPLEMENTACIÓN DE BLOWERS PARA LIMPIEZA DE RESIDUOS Y PERSONAL**

Durante los trabajos de campo se pudo observar que el personal utiliza las mangueras de aire para la limpieza de su ropa, esto provoca una caída de presión en la red. Este desperdicio de aire provoca un incremento en el consumo de energía de los compresores para suplir la demanda de presión

El aire también es utilizado para la limpieza de las máquinas, generando al igual que en el caso anterior un incremento en la demanda de aire.

Es por ello que se propone la utilización de blowers para limpiar el polvo o viruta del área de trabajo o de la ropa del personal, estos blowers tienen un reducido consumo de energía.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de ahorros referente a esta mejora.

Tabla 74: Resumen de ahorros – utilización de blowers para la limpieza (PROPIA, 2018)

<b>AHORRO ENERGÉTICO – UTILIZACIÓN DE BLOWERS PARA LIMPIEZA</b>		
<b>Ahorro en consumo anual de electricidad</b>	1600,22	<b>kWh/año</b>
<b>Ahorro económico por reducción de consumo de electricidad</b>	<b>224,53</b>	<b>USD/año</b>
Factor de emisión	0,7079	tCO2/MWh
<b>Reducción de emisiones anuales CO2 – electricidad</b>	<b>1,13</b>	<b>tCO2/año</b>
<b>COSTOS</b>		
Costo de inversión	412,50	USD
Costos incrementales en operación y mantenimiento	-	USD/año
Costo total	412,50	USD
Ahorro económico total proyectado	224,53	USD/año
<b>ÍNDICES DE RENTABILIDAD</b>		
<b>Periodo de repago simple</b>	<b>1,84</b>	<b>años</b>
<b>Tasa Interna de Retorno</b>	<b>46,32</b>	<b>%</b>
<b>Valor presente anual</b>	<b>432,61</b>	<b>USD</b>
Porcentaje de ahorro de consumo de energía sobre el uso total	<b>0,32</b>	<b>%</b>

#### 4.7.14 Conclusiones

- El ahorro de energía no es algo automático, se requiere un trabajo planificado que se mantenga en el tiempo, trazándose metas concretas de ahorros y haciendo las evaluaciones periódicas en las diferentes épocas del año, siguiendo las pautas recomendadas en la presente tesis.
- El personal de planta desconoce sobre técnicas de uso eficiente de energía, así como posibles costos asociados con la generación de aire comprimido.
- Los consumos y gastos anuales de energía eléctrica en el año 2018 se resumen en la tabla a continuación, cabe mencionar que el “total anual” es un valor extrapolado en base a promedios de consumo y costo de junio a septiembre del año 2018.

Tabla 75: Resumen consumos y gastos anuales de energía en el 2018 (PROPIA, 2018)

Suministro	Consumo	Pago	Costo promedio
Eléctrico	39214,92 kWh/mes	5496,07 USD/mes	0,140 USD/kWh
<b>TOTAL ANUAL</b>	<b>470579,04</b> kWh/mes	<b>65952,93 USD/mes</b>	<b>0,140 USD /</b> <b>kWh</b>

El ahorro identificado en este diagnóstico energético se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 76: Resumen de oportunidades identificadas (PROPIA, 2018)

N°	Recomendación	Reducciones Esperadas				Análisis financiero				
		Uso de Electricidad	Costo de electricidad	GEI de electricidad (indirecta)	Factor de Emisión	Inversión Proyectada	Ahorro Proyectado	Periodo de recuperación	Tasa interna de retorno (TIR)	Valor Actual Neto (VAN)
		Oportunidades	kWh/año	USD/año	tCO <sub>2</sub> eq/año	tCO <sub>2</sub> eq/MWh	USD	USD/año	años	%
1	REDUCIR FUGAS DE AIRE COMPRIMIDO	16791,75	2350,84	11,88	0,7079	508,53	2350,84	0,21	462	8 510
2	APAGAR COMPRESOR DE 15HP	1255,00	175,7	0,88	0,7079	42,00	175,7	0,24	418,22	594,04
3	CAMBIO A LÁMPARAS LED	4 097	574,84	2,90	0,7079	1 621,17	574,84	2,82	22,72	542,44
4	UTILIZACIÓN DE BLOWERS PARA LIMPIEZA	1600,22	224,53	1,13	0,7079	412,50	224,53	1,84	46,32	432,61
<b>Total</b>		<b>23743,97</b>	<b>3325,91</b>	<b>16,79</b>	-	<b>2584,2</b>	<b>3325,91</b>	<b>0,77</b>	<b>127</b>	<b>13 077</b>

#### 4.7.15 Recomendaciones

- Evaluar la implantación de las oportunidades propuestas, de acuerdo a un plan de implementación. Es importante también llevar indicaciones mensuales (kWh/producción).
- Prohibir el uso de aire comprimido para limpieza del personal, ya que con su utilización pueden presentarse los siguientes problemas:

El aire comprimido no solo es aire común, es una corriente de aire concentrada alta presión y velocidad, que puede causar lesiones graves al operador y a personas que están cerca.

Arrastre de polvo de polvo y partículas de agua o aceite procedentes de la concentración del aire o del aceite utilizado en el compresor en las tuberías del aire pueden producir heridas en los ojos.

El polvo que se encuentra en la ropa de trabajo al ser expuesto al aire comprimido provoca una atmosfera de polvo suspendido en el aire, este polvo es inhalado por el trabajador lo que al estar expuestos por periodos prolongados pueden provocar enfermedades respiratorias.

- El personal encargado de la revisión de la facturación debe registrar el consumo de energía eléctrica facturado por la empresa eléctrica, para una evaluación de impacto y sostenibilidad de las medidas tomadas e identificación de mejoras continuas.
- Capacitar y sensibilizar al personal en las buenas prácticas de uso eficiente de la energía.
- Generar una conciencia ecológica y de eficiencia en el personal que labora en la empresa, con un compromiso de uso racional de la energía, con el apoyo de las áreas administrativas, producción y mantenimiento; mediante charlas, motivación, como se expone en este estudio. Considerando que una cultura empresarial amigable con el medio ambiente tiene un impacto social más allá de la empresa, ya que las buenas prácticas son también reflejadas en las familias del personal involucrado.
- Incentivar en los proveedores la aplicación de medidas de ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica, lo que tendría importantes impactos en el ahorro y eficiencia productiva ambientalmente amigable sobre todo al reducir las emisiones de gases contaminantes como lo es el CO<sub>2</sub>.

## CONCLUSIONES

Una auditoría dirigida a una empresa permite diagnosticar el uso de la energía para de esta manera identificar ahorros tanto económicos como energéticos. En la Carpintería y Tapicería Internacional mediante la aplicación de una auditoría energética a los sistemas que conforman los procesos productivos se ha llegado a identificar varias oportunidades de ahorro.

Una correcta planificación de la auditoría es el punto inicial para la ejecución de la toma de datos en la planta, evitando de esta manera pérdidas de tiempo en la obtención de las mediciones necesarias para un correcto análisis energético.

La recopilación de evidencia de la auditoría es realizada los días jueves 13 y viernes 14 de diciembre del año 2018, se considera estos dos días como los más representativos de los cinco días laborales, ya que el día jueves se trabaja en horario extendido, y el viernes en horario normal, pudiendo analizarse los consumos energéticos en los dos escenarios laborales antes mencionados.

Dentro del análisis de datos se puede concluir lo siguiente:

Las oportunidades de mejora identificadas permiten un ahorro de 3325,91 dólares americanos anual, con una inversión de 2584,2 USD/año.

El ahorro energético proyectado es de 23743,97 kWh/año, con la aplicación de todas las mejoras propuestas.

Dentro de las propuestas de mejora establecidas para un ahorro de consumo y costo energético se tiene que la reducción de fugas de aire comprimido es la propuesta que mayor ahorro proyecta para la empresa, siendo este ahorro de 2350,84 USD/año.

Es importante un compromiso por parte de la empresa para aplicar las oportunidades de mejora identificadas y garantizar su seguimiento para poder obtener resultados medibles con respecto a ahorros energéticos y económicos.

## **RECOMENDACIONES**

En el caso en que la empresa decidiera implementar las mejoras propuestas es recomendable aplicar una auditoría de seguimiento a fin de analizar los ahorros periódicamente.

Dentro de la planificación es recomendable extender un cronograma de medición a un tiempo más prolongado de días, para de esta manera identificar posibles mejoras que se pueden pasar por alto en un periodo de medición corto.

Siempre es recomendable utilizar equipos certificados para la recopilación de evidencia, para de esta manera tener un respaldo valido durante la evaluación energética.

Es recomendable centrar el análisis en los equipos de mayor importancia, y los de mayor consumo energético, a fin de atacar a los principales responsables en los gastos de servicio de energía eléctrica.

Se recomienda establecer propuestas de mejora viables para la empresa, para ello es necesario un estudio técnico – económico de las mejoras planteadas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Behn, A. O. (s.f.). Auditorías Energéticas. *ARTÍCULO TÉCNICO*. Santiago, Chile.
- COLINEAL. (2018). Obtenido de <https://colineal.com/pages/acerca-de-colineal>
- Colineal. (2018). Distribución física de la empresa Carpintería y Tapicería Internacional . Cuenca, Azuay, Ecuador.
- Company, J. E. (Octubre de 2008). *JAMIESON EQUIPMENT COMPANY*. Obtenido de <http://catalog.jamiesonequipment.com/Asset/Ingersoll%20Rand%2040%20to%2050%20hp%20Rotary%20Screw%20Air%20Compressor%20Manual%20JEC.pdf>
- Corporation, F. (2018). *FLUKE*. Obtenido de <https://www.fluke.com/en-us/product/electrical-testing/digital-multimeters/fluke-175>
- creara Consultores, S. (s.f.). *Diferencias entre un Sistema de Gestión de la Energía y una Auditoría Energética*. Obtenido de CREARA Consultores, S.L Madrid España: <http://www.creara.es/actualidad/diferencias-sistema-gestion-la-energia-una-auditoria-energetica>
- ELIZABETH VERONICA VINTIMILLA CORDOVA, PAÚL ISIDRO PALADINES ERAS. (marzo de 2012). AUDITORÍA ELÉCTRICA A LA FABRICA DE CARTONES NACIONALES CARTOPEL. Cuenca, Azuay, Ecuador.
- Encalada, J. L. (Noviembre de 2009). AUDITORÍA ENERGETICA DE LA CALDERA Y EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR DE LA PLANTA DE ELABORADOS Y EMBUTIDOS DE PRONACA. Quito, Ecuador: Escuela Politecnica Nacional.
- Energy News. (16 de marzo de 2016). *EN EnergyNews Todo en energía*. Obtenido de <http://www.energynews.es/la-industria-manufacturera-reducir-consumo-energia-casi-15-los-sistemas-vapor/>
- Esteban, M., & Vergara, A. (Agosto de 2011). Desarrollo y aplicación de una guía para realizar auditorías energéticas en el sector industrial. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Google Maps*. (2018). Obtenido de <https://www.google.com/maps/@-2.8615361,-78.9811223,358m/data=!3m1!1e3>
- INEN. (2015). NTE INEN-ISO 50002. *AUDITORÍAS ENERGÉTICAS - REQUISITOS CON GUÍA PARA SU USO (ISO 50002:2014, IDT)*. Ecuador.
- INER. (s.f.). *Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables*. Obtenido de <http://www.iner.gob.ec/industrias/>
- J.L, P., Peña, A., & Hidalgo V. (Febrero 2015). Técnicas de Gestión Energética en Sistemas de Vapor. *Revista Politécnica Vol. 35, No. 3*.

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y EMPRESA. (2018). *Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas*. Obtenido de <http://www.icac.meh.es/NIAS/NIA%20530%20p%20def.pdf>

SANCHEZ, B. D. (2015). TESIS PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO COMERCIAL. *ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL MÉTODO JUSTO A TIEMPO EN LA INDUSTRIA DE MUEBLES, CASO CARPINTERÍA Y TAPICERÍA INTERNACIONAL CTIN CÍA. LTDA. SECCIÓN PREPARACIÓN DE MADERAS DEL GRUPO CORPORATIVO COLINEAL*. Cuenca, Azuay, Ecuador.

Sostenible, E. B. (4 de mayo de 2013). ¿Qué es una Auditoría Energética? Cuenca, Azuay, Ecuador.

## ANEXOS

## ANEXO 1

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL EQUIPO DE MEDIDA

<b>METRÓLOGOS ASOCIADOS DEL ECUADOR</b>		<b>LABORATORIO DE CALIBRACIÓN Y ENSAYO</b>	
			
<small>CONTRIBUYENDO AL SISTEMA DE CALIDAD ECUATORIANO</small>		<small>Red Ecuatoriana de Metrología Acreditación Nº SAE-LCA-17-001 LABORATORIO DE CALIBRACIÓN "Laboratorios Secundarios de Calibración"</small>	
<b>MAGNITUDES ELÉCTRICAS</b>			
<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</b>			
Número de Certificado: LMEL18226PQA			
<b>DATOS DEL CLIENTE</b>		<b>INSTRUMENTO BAJO PRUEBA</b>	
<b>Nombre:</b>	MASTER ENERGY S.A.	<b>Descripción:</b>	POWER QUALITY AND ENERGY ANALYZER
<b>Dirección:</b>	Guayaquil, Coop. Vergeles 3er Pasaje 4NE.	<b>Marca:</b>	FLUKE
<b>Representante:</b>	Ing. David Manzo.	<b>Modelo:</b>	435 II
<b>Teléfono:</b>	04 6 037 224 / 09 9441 4241	<b>Serie:</b>	25733106
<b>PROCEDIMIENTO UTILIZADO:</b>	PR-LMEL-02	<b>Código:</b>	-----
		<b>Fecha de recepción:</b>	2018-06-19
<b>CONDICIONES AMBIENTALES</b>		<b>FECHA DE CALIBRACIÓN</b>	
<b>Lugar de Calibración:</b>	LABORATORIO	<b>Inicio de Calibración:</b>	2018-06-19
	<b>PROMEDIO</b>	<b>Fin de Calibración:</b>	2018-06-19
<b>Temperatura ambiente:</b>	20,5 ° C	<b>Próxima Calibración:</b>	.....
<b>Humedad Relativa:</b>	50,9 % HR	<b>Núm. de días de Calibración:</b>	01 día
<b>INSTRUMENTO PATRÓN UTILIZADO</b>			
<b>Descripción:</b>	MULTI PRODUCT CALIBRATOR	<b>AMP AC/DC CLAMP COIL ADAPTER</b>	
<b>Marca:</b>	TRANSMILLE	TRANSMILLE	
<b>Modelo:</b>	3041A	EA002	
<b>Serie:</b>	L1395A16	111657A16	
<b>Núm. Certificado:</b>	LMEL18042PMC	30304	
<b>Fecha de Cal:</b>	2018-02-21	2016-02-18	
<b>F. de próx. Cal:</b>	2019-02-21	2019-02-18	
<b>DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA CALIBRACIÓN</b>			
<p>Todas las incertidumbres declaradas en este certificado de calibración son expresadas para un factor de cobertura <math>k=2</math> (aproximadamente 95,45 % de probabilidad de cobertura (ó nivel de confianza) asumiendo distribución normal) de acuerdo a la G.U.M. La calibración ha considerado entre otras las siguientes fuentes de incertidumbre: Instrumento Patrón, Sistema de Calibración, Repetibilidad y Resoluciones de las mediciones del instrumento bajo prueba.</p> <p>Los resultados de este Certificado de Calibración son válidos únicamente para el instrumento indicado y bajo las condiciones de referencia declaradas.</p> <p>Las mediciones realizadas por nuestro laboratorio se basan en patrones de referencia que mantienen trazabilidad a Laboratorios Nacionales y Laboratorios acreditados bajo la norma NTE/INEN ISO/IEC 17025:2006, se utilizan procedimientos desarrollados por la Compañía METASDELECUADOR CÍA. LTDA.</p> <p>Este certificado de calibración no debe ser copiado parcialmente, solo en su totalidad, con las firmas del personal responsable de la Compañía METASDELECUADOR CÍA. LTDA.</p> <p>La trazabilidad del laboratorio de la Compañía METASDELECUADOR CÍA. LTDA. Está disponible para el cliente si lo requiere.</p> <p>El intervalo de calibración (Intervalo de confirmación metrológica) del instrumento es responsabilidad del cliente.</p>			

## ANEXO 2

**RESTIRO DE MÁQUINAS DE LA CARPINTERÍA Y TAPICERÍA  
INTERNACIONAL**

<b>Cod.Maquina</b>	<b>Desc.Maq.</b>	<b>Tension (V)</b>	<b>Intensidad (A)</b>	<b>Potencia (Kw)</b>
265-05	SISTEMA DE ABSORCIÓN (NUEVO)	220	360,8	110
165-05	COMPRESOR INGERSOLL RAND UP6-40	220	100	30,48
230-02	CEPILLADORA MOLDURERA	220	157,46	48
020-02	CENTRO MASTER PAOLINO BACCI	400	65,6	40
220-04	SIERRA CIRCULAR AUTOMÁTICA	220	124,9	38,1
055-09	LIJADORA DE BANDA ANCHA OPTIMAT	220	91,85	28
165-06	COMPRESOR INGERSOLL RAND 15HP (XAF-205)	220	36,67	11,18
	SISTEMA DE ILUMINACIÓN	220		10,312
010-04	CENTRO DE MECANIZADO ROVER M5	400	29	16
155-06	CEPILLADORA MOLDURERA UNIMAT	220	40	12,2
040-24	SIERRA AL HILO	220	33	10
220-01	SIERRA AL HILO VERDE	220	33	10
045-13	LIJADORA DE BANDA SANDYA	220	28,2	8,6
155-05	CEPILLADORA CUBE	400	20	8,31
145-07	TUPY DOBLE	400	20	8,31
045-16	LIJADORA DE BANDA UNITROMEX	220	12,74	7
145-02	TUPY SIMPLE CON TRANSPORTADOR	220	27,5	7,5
145-03	TUPY SIMPLE	220	27,5	7,5
145-04	TUPY SIMPLE	220	27,5	7,5
145-06	TUPY SIMPLE	220	27,5	7,5
040-04	SIERRA CIRCULAR SCM	220	23	6,711
040-05	SIERRA CIRCULAR	220	23	6,711
040-07	SIERRA CIRCULAR	220	23	6,711
040-08	SIERRA CIRCULAR	220	13,5	5,5
045-12	LIJADORA AUTOMÁTICA	220	16	5
045-14	LIJADORA DE BANDA	220	10,5	5
045-15	LIJADORA DE BANDA BURKLEY	220	10,5	5
140-05	PERFORADORA MÚLTIPLE	220	16,42	5
285-03	SECADOR DE AIRE TS1A PATAMARCA	220	8,2	2,5
140-01	PERFORADORA MÚLTIPLE DE PATAS	220	15	4,4
140-04	PERFORADORA DE PATAS GREDA	220	15	4,4
140-02	PERFORADORA MÚLTIPLE	220	15,44	4,7
140-03	PERFORADORA MÚLTIPLE	220	15,44	4,7
160-02	RUTEADORA R9	220	22,5	6,6
160-05	RUTEADORA R8	220	22,5	6,6
150-01	TUPY DOBLE	220	20	6

180-03	TORNO COPIADOR PARALELO	220	10	3,1
180-04	TORNO COPIADOR AUTOMÁTICO	400	5,6	3,1
045-29	LIJADORA DE BANDA-SUPERFICIES CURVAS #2	220	15,44	4,7
045-30	LIJADORA DE BANDA-SUPERFICIES CURVAS #3	220	15,44	4,7
110-01	PRENSA PARA BÁSICOS	220	9,8	3
040-23	SIERRA CINTA	220	8,67	2,64
045-18	LIJADORA DE BANDA	220	13	4
190-01	TROZADORA HIDRÁULICA	220	3,61	2
190-02	SIERRA TROZADORA MANUAL	220	3,61	2
045-25	LIJADORA DE CEPILLOS	220	8,4	2,3
045-26	LIJADORA DE CEPILLOS DOMCA	220	9,5	2,3
045-27	LIJADORA DE CEPILLOS	220	9,5	2,3
045-28	LIJADORA DE CEPILLOS	220	9,5	2,3
040-18	SIERRA DE CINTA	220	9	2,23
040-20	SIERRA DE CINTA	220	10	2,23
045-01	LIJADORA DE MOLDURAS TENESACA	220	9	2,23
045-02	LIJADORA DE MOLDURAS DOBLE EJE	220	9	2,23
045-03	LIJADORA DE MOLDURAS	220	9	2,23
045-24	LIJADORA BANDA MÚLTIPLE	220	8	2,2
180-02	COPIADORA DE TALLAS-PANTÓGRAFO	220	6,32	3,5
040-10	SIERRA INGLETEADORA	220	6,57	2
040-35	SIERRA-TROZADORA	230	8,8	1,58
040-09	SIERRA CIRCULAR	110	16,36	1,8
040-32	SIERRA CIRCULAR BOSCH (BAJA 2017)	110	16,36	1,8
040-33	SIERRA CIRCULAR	110	16,36	1,8
155-01	CEPILLADORA	220	6	1,83
155-02	CEPILLADORA	220	6	1,83
155-03	CEPILLADORA	220	6	1,83
290-02	TARUGADORA LOSER	220	5,6	1,5
	LÁMPARAS LED Cantidad 20 Unidades	110	-	1
110-17	PRENSA HIDRÁULICA HORIZONTAL	220	4,2	1,11
045-05	LIJADORA VERTICAL ROCKWELL	220	5	1,5
045-07	LIJADORA VERTICAL DE RODILLO	220	5	1,5
045-20	LIJADORA DE DISCO ROCKWELL	220	7	1,5
065-05	TALADRO DE PEDESTAL	220	4,2	1,12
065-06	TALADRO DE PEDESTAL	220	10	1,1
045-09	LIJADORA VERTICAL VERDE	220	3,65	1,11
045-10	LIJADORA VERTICAL	220	3,65	1,11
045-11	LIJADORA VERTICAL DELTA A	220	3,65	1,11
045-21	LIJADORA DE DISCO	220	4,2	1,11
045-22	LIJADORA DE DISCO	220	4,2	1,11
045-23	LIJADORA DE DISCO	220	4,2	1,11
290-01	CORTADORA DE TARUGOS LOSER	220	2,35	0,55
040-25	SIERRA DOBLE PARALELA	400	2	1,1
065-08	TALADRO PEDESTAL PROFESIONAL	220	6,8	0,74

<b>180-01</b>	TORNO COPIADOR DE PATAS DE 4 CABEZALES	220	3,6	0,7
<b>255-04</b>	AFILADORA UNIVERSAL GRIFO MOD: U10N MATRICULA: 9643 (AFI-271)	220	1,34	0,74
<b>255-03</b>	AFILADORA DE SIERRAS CINTA (AFI-098)	220	2,8	0,66
<b>065-04</b>	TALADRO DE PEDESTAL RONG LONG	220	6	0,55
<b>255-01</b>	AFILADORA DE HERRAMIENTAS UNIVERSAL (AFI-096)	220	2,3	0,55
<b>255-02</b>	AFILADORA DE CUCHILLAS INVICTA (AFI-097)	220	2,6	0,52
<b>065-02</b>	TALADRO DE PEDESTAL	220	4,2	0,37
<b>260-01</b>	SOLDADORA DE SIERRAS DE CINTA TIPO 3 No 9010369 (AFI-099)	220	1,5	0,45
	CAMPANA INDUSTRIAL LED 120 W Cantidad 28 Unidades	220	0,001	0,12
	LÁMPARAS DE TUBO FLUORESCENTE 54W	110	0,0005	0,054
<b>210-04</b>	COMPRESOR DE PISTON	220	32,94	10,03