



UNIVERSITAT DE  
BARCELONA



**UNIBA**  
Centro Universitario  
Internacional  
de Barcelona

Modelo de un Sistema de Gestión  
de la Energía según la norma ISO  
50001:2011 en la empresa  
Arboriente S.A  
Pastaza - Ecuador

Autor: Karla Belén Guerra Huilca

Tutor: Miguel Villarrubia

Curs acadèmic: 2016-2017

Màster en Energies Renovables i  
Sostenibilitat Energètica

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>RESUMEN</b> .....	1
<b>1. Capítulo I: Generalidades</b> .....	2
1.1. Introducción.....	2
1.2. Justificación.....	2
1.3. Objetivos .....	3
1.3.1 General .....	3
1.3.2 Específicos.....	3
<b>2. Capítulo II: Procesos de ARBORIENTE S.A. y medidas de ahorro y eficiencia energética</b> .....	3
2.1. Descripción general de la empresa .....	3
2.2. Mapa de procesos y diagramas de flujo.....	4
2.3. Características productivas y resultados de auditoría energética.....	10
2.4. Propuestas de ahorro y eficiencia energética.....	11
2.5. Análisis DAFO de las propuestas de ahorro y eficiencia energética.....	12
<b>3. Capítulo III: Manual del SGE ISO 50001:2011</b> .....	13
3.1. Introducción.....	13
3.2. Objeto del Manual .....	14
3.3. Alcance y límites del SGE .....	14
3.4. Requisitos del Sistema de Gestión de la Energía (SGE).....	14
3.4.1 Requisitos generales.....	14
3.4.2 Responsabilidad de la Dirección .....	15
3.4.3 Política Energética .....	16
3.4.4 Planificación Energética.....	16
3.4.5 Implementación y operación .....	22
3.4.6 Verificación .....	25
3.4.7 Revisión por la dirección .....	28
<b>4. Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones</b> .....	29
4.1. Conclusiones.....	29
4.2. Recomendaciones .....	30
4.3. Bibliografía .....	30
<b>ANEXOS</b> .....	1
<b>ANEXO 1:</b> Política Energética .....	1
<b>ANEXO 2:</b> Identificación de requisitos legales y otros .....	2
<b>ANEXO 3:</b> Planes de Gestión de la Energía.....	4
<b>ANEXO 4:</b> Procedimiento de revisión energética y línea base de energía .....	6

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Información general de Arboriente S.A.....	4
<b>Tabla 2.</b> Descripción del Proceso Productivo.....	8
<b>Tabla 3.</b> Descripción de Procesos de Apoyo.....	9
<b>Tabla 4.</b> Consumo eléctrico estimado y real para un año .....	10
<b>Tabla 5.</b> Características productivas y de consumo .....	10
<b>Tabla 6.</b> Propuestas de ahorro y eficiencia energética.....	11
<b>Tabla 7.</b> Análisis DAFO de las propuestas de ahorro y eficiencia energética .....	12
<b>Tabla 8.</b> Indicadores de Desempeño Energético y de Productividad. ....	19
<b>Tabla 9.</b> Cálculo de los Indicadores de Desempeño Energético y de Productividad ...	20
<b>Tabla 10.</b> Objetivos y metas del SGE.....	22
<b>Tabla 11.</b> Seguimiento, medición y análisis de los IDE .....	26

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mapa de procesos de Arboriente S.A.....	4
<b>Figura 2.</b> Proceso Productivo.....	6
<b>Figura 3.</b> Proceso Generación de Aire Comprimido.....	6
<b>Figura 4.</b> Proceso Generación de Energía Calórica.....	7
<b>Figura 5.</b> Modelo de sistema de gestión energética para esta norma.....	14
<b>Figura 6.</b> Diagrama del proceso de planificación energética.....	16
<b>Figura 7.</b> Costos de los consumos de electricidad de Arboriente S.A.....	21

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

**ISO:** Organización Internacional de Normalización

**SGE:** Sistema de Gestión de la Energía

**IDE:** Indicadores de desempeño energético

**SSA:** Seguridad, Salud y Ambiente

**DAFO:** debilidades, amenazas, fortalezas, oportunidades

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco primeramente a Dios, a mi familia, al Dr. Miguel Villarrubia por su valiosa ayuda y calidad humana y profesional que me han permitido culminar esta etapa y un agradecimiento especial a mi compañero Raúl Gutiérrez por su apoyo y el aporte de información de su Auditoría Energética del Proceso Productivo de Arboriente S.A. con la cual he podido realizar este trabajo.

## **RESUMEN**

El presente trabajo ha sido realizado en la empresa Arboriente S.A la cual está dedicada a la fabricación de tableros contrachapados en la ciudad del Puyo- Ecuador. Inicialmente se ha realizado un análisis del proceso productivo y los procesos de apoyo con las respectivas entradas y salidas de materia y energía de cada operación unitaria y mediante los datos de la auditoría energética ha sido posible conocer los consumos de energía eléctrica y calórica estimados y compararlos con el consumo eléctrico obtenido por facturación, los cuales concuerdan en el mismo valor.

La Auditoría Energética se constituye como una Revisión Energética Inicial que ha considerado como período de estudio los años 2015 y 2016, en esta se ha identificado que los procesos que presentan un mayor consumo de energía eléctrica son: secado, incineración, desenrollo, triturado, descortezado y compresión de aire y que la operación con mayor consumo de energía calórica es el secado, posteriormente se indica en la auditoría las propuestas para la mejora del desempeño energético.

Con base en esta información se ha definido el ahorro económico que representará la implementación de estas mejoras y se ha realizado un análisis DAFO de las mismas para identificar las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas. Posteriormente se ha definido un manual del Sistema de Gestión de la energía según la Norma ISO 50001:2011 en el cual se describen los requisitos para que la empresa pueda establecer, implementar, mantener y mejorar el sistema siguiendo el ciclo de mejora continua o ciclo de Deming.

Se han establecido los requisitos de cada etapa del sistema (planificar, hacer verificar y actuar), como parte de la etapa de planificación se ha definido y calculado Indicadores de desempeño energético, y en la verificación los mecanismos para su seguimiento, medición y análisis, así también se han establecido los objetivos, metas y planes de gestión de la energía que permitan dar cumplimiento a la política energética, reducir el consumo y costes asociados de energía eléctrica y calórica, reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> y mejorar el desempeño energético de la organización.

## **1. Capítulo I: Generalidades**

### **1.1. Introducción.**

Durante los últimos años se ha evidenciado una gran preocupación a nivel mundial debido a las fuertes consecuencias climáticas que está causando el calentamiento global como son: sequías, desaparición de glaciares, aumento del nivel del mar, olas de calor, tormentas, extinción de especies, entre otras. El calentamiento global se corrobora con investigaciones de instituciones como la OMM (Organización Meteorológica Mundial) que como uno de sus resultados, han confirmado que el año 2016 ha sido el más caluroso desde que se tienen registros (1880).

El crecimiento demográfico y económico obliga a los países a incrementar su capacidad energética, principalmente mediante la quema de combustibles fósiles, los cuales emiten gases de efecto invernadero, que contribuyen con el cambio climático.

La energía es indispensable para el desarrollo de los sectores económicos o productivos, por lo tanto resulta importante que dichos sectores establezcan actuaciones para lograr un ahorro energético significativo y una mejora de la eficiencia energética, sin afectar sus actividades, lo cual se traduciría en beneficios económicos, menores impactos ambientales y un uso eficiente y sostenible de los recursos.

En este sentido, la Organización Internacional de Normalización (ISO), ha creado la norma ISO 50001, de carácter voluntario, enfocada como un modelo para la gestión energética de las organizaciones, que permite a la misma administrar sus aspectos energéticos, con el fin de mantener y mejorar su desempeño energético, económico y ambiental.

### **1.2. Justificación**

El sector industrial en todos sus ámbitos involucra un importante consumo de energía, y este, independiente del sistema de suministro, ocasiona varios impactos ambientales principalmente relacionados con la emisión de gases de efecto invernadero y en el caso de las hidroeléctricas (fuente de electricidad en la ciudad del Puyo) con otras afectaciones ecológicas y sociales, por lo tanto el presente trabajo pretende analizar las diferentes propuestas de ahorro y eficiencia en las distintas etapas del proceso productivo de Arboriente S.A y determinar el ahorro energético y económico que involucraría la implantación de estas medidas.

Para esto también se propone un Sistema de Gestión que permita a la organización implementar una política energética, que a su vez posibilite a Arboriente S.A. el cumplimiento de los objetivos, metas y planes de acción con el fin de mejorar el desempeño energético y asegurar la conformidad del sistema con los requisitos de ISO 50001:2011.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 General**

- ✚ Establecer un modelo de un Sistema de Gestión de la Energía bajo la norma ISO 50001:2011 en la empresa Arboriente S.A.

#### **1.3.2 Específicos**

- ✚ Realizar un análisis de las propuestas de ahorro y eficiencia energética ligadas a los procesos de Arboriente S.A.
- ✚ Estimar el ahorro energético y económico que representaría la implementación de estas propuestas.
- ✚ Proponer la implantación de un Sistema de Gestión Energética para la empresa Arboriente S.A basado en los requerimientos de la norma ISO 50001:2011.

## **2. Capítulo II: Procesos de ARBORIENTE S.A. y medidas de ahorro y eficiencia energética**

### **2.1. Descripción general de la empresa**

Arboriente S.A es una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de tableros contrachapados o triplex, está ubicada en la ciudad del Puyo en la Provincia de Pastaza. La empresa inicio sus actividades en el año de 1979 y al momento cuenta con tres áreas principales: administrativa, productiva y aprovechamiento forestal.

La madera rolliza proveniente de bosques nativos y plantaciones es la principal materia prima y la resina úrea formaldehído es el principal insumo utilizado para la obtención del producto. Las especies de mejor calidad son las que conforman las caras del tablero y las de menor calidad son las que conforman los intermedios del mismo.

**Tabla 1.** Información general de Arboriente S.A. **Fuente:** Arboriente S.A.

<b>Razón social:</b>	Arboriente S.A	
<b>País / Ciudad / Provincia</b>	Ecuador/ Puyo/ Pastaza	
<b>Dirección:</b>	Av. Ceslao Marín y Cueva de los Tayos	
<b>Coordenadas:</b>	X	Y
	832249	9835137
	832128	9835075
	832225	9834923
<b>Superficie:</b>	4069,6 m <sup>2</sup>	
<b>Gerente General:</b>	Ing. Santiago Vásconez	
<b>Gerente de Planta:</b>	Ing. Marcos Gutiérrez	
<b>Número de trabajadores:</b>	126	
<b>Actividad:</b>	Fabricación de tableros contrachapados	
<b>Materia prima:</b>	Trozas de madera rolliza	
<b>Página Web:</b>	<a href="http://www.arboriente.com.ec">www.arboriente.com.ec</a>	
<b>Contactos:</b>	032885258 - 032885372	

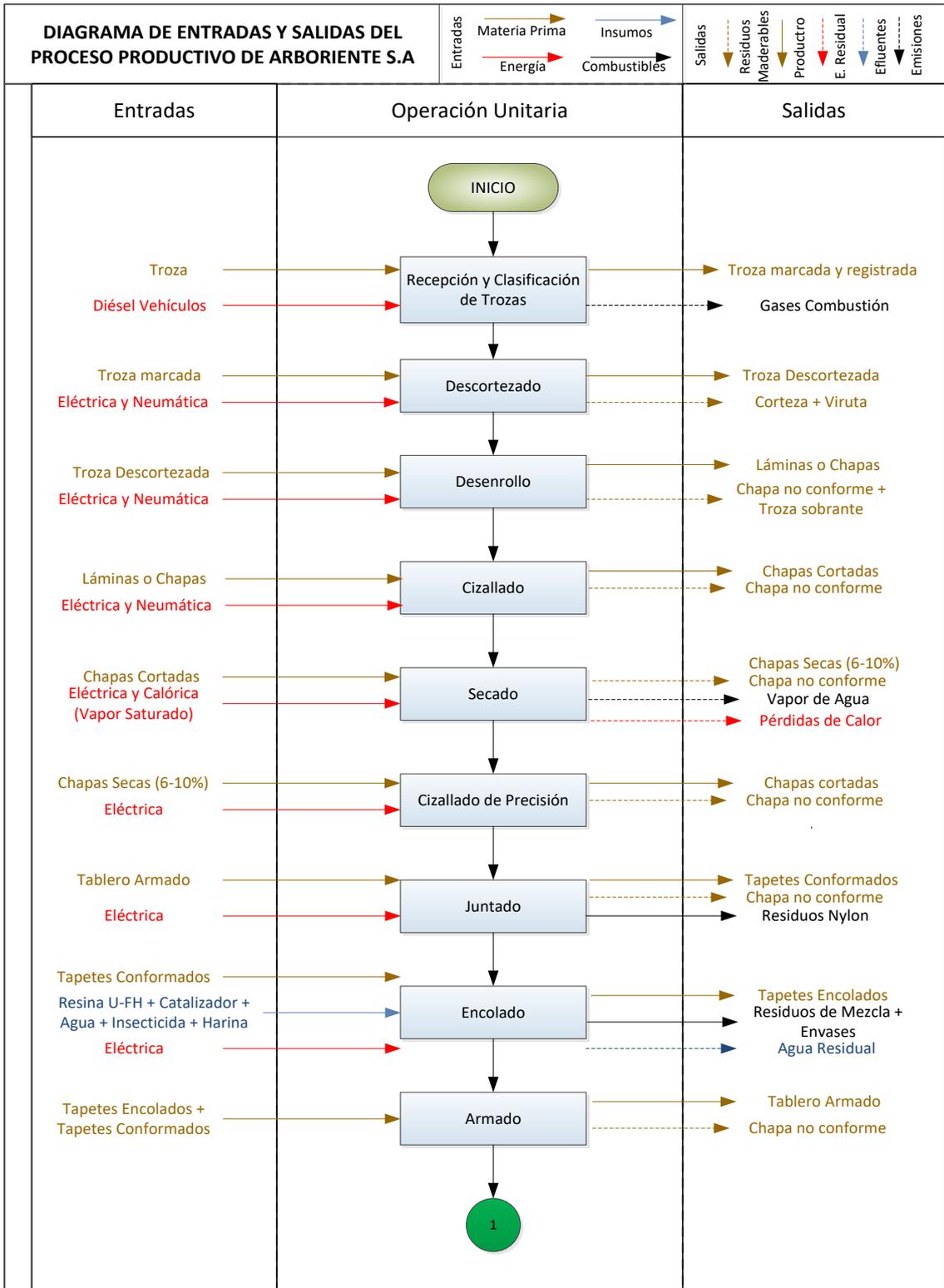
## 2.2. Mapa de procesos y diagramas de flujo.

En la siguiente figura se describe brevemente los procesos estratégicos, clave y de apoyo de ARBORIENTE S.A.

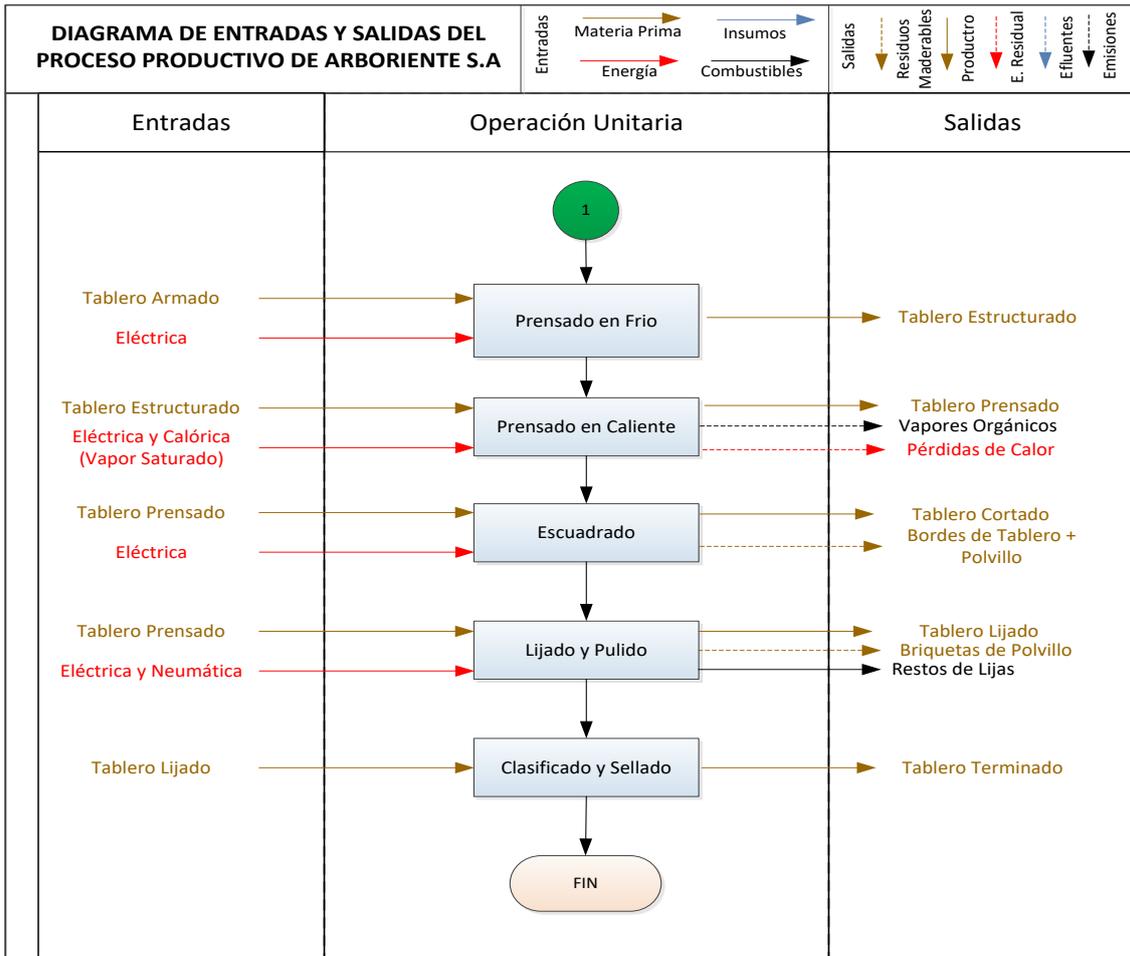


**Figura 1.** Mapa de procesos de Arboriente S.A. **Fuente:** Arboriente S.A.

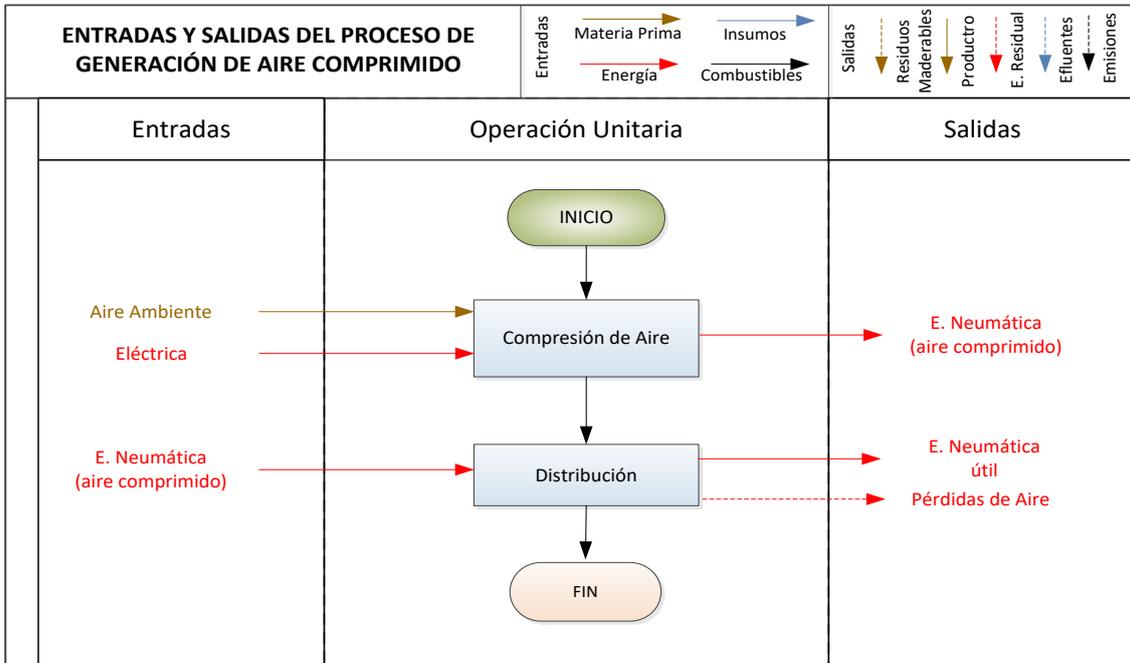
A continuación se detalla los diagramas de flujo correspondientes a cada proceso con sus operaciones unitarias y las respectivas entradas y salidas de materia y energía. Esta información, al ser de relevancia para el presente trabajo, se ha compartido con el Trabajo Fin de Máster Auditoría Energética del Proceso Productivo de Arboriente S.A. Empresa Productora de Madera Terciada Pastaza – Ecuador.



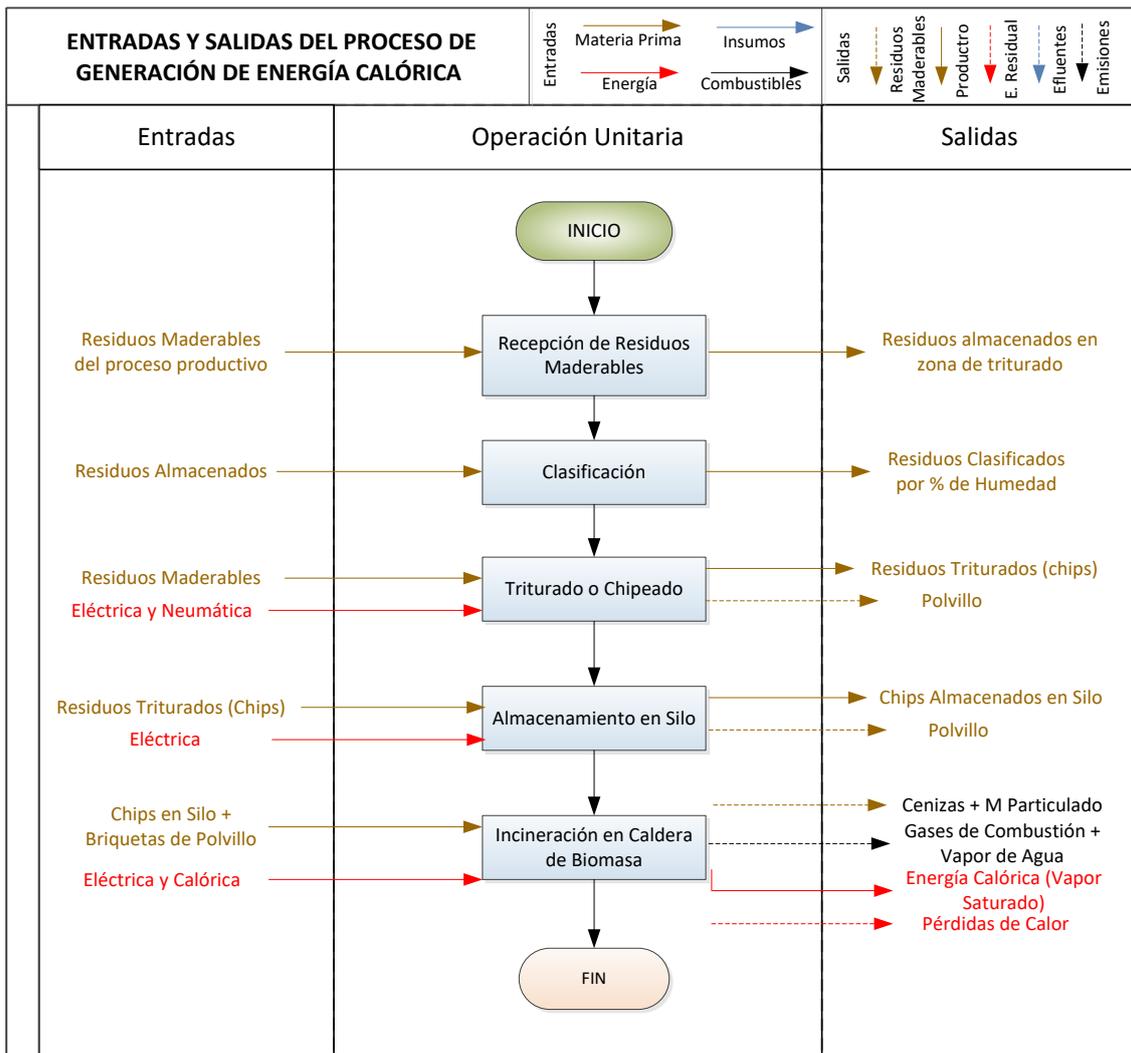
Continuación...



**Figura 2. Proceso Productivo. Fuente: Auditoría Energética.**



**Figura 3. Proceso Generación de Aire Comprimido. Fuente: Auditoría Energética.**



**Figura 4.** Proceso Generación de Energía Calórica. **Fuente:** Auditoría Energética.

Así también se describe a detalle los procesos productivo y de apoyo de la empresa con sus respectivas características de operación y consumo de energía eléctrica y calórica como consta a continuación:

**Tabla 2. Descripción del Proceso Productivo Fuente: Elaboración Propia y Auditoría energética**

1. RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA					
<p>Descripción: la materia prima que ingresa a Arboriente consta en un registro en el cual se indica la fecha y hora de llegada, así como características específicas de las trozas: especie, calidad y diámetro. Las trozas quedan marcadas con un número que indica el mes de ingreso a la planta.</p> <p>Energía utilizada: energía fósil motor de combustión.</p>					
OPERACIÓN UNITARIA	Maquinaria	Régimen de trabajo (Horas/año)	Potencia nominal (kW)	Consumo E. eléctrica operación (MWh / año)	
<b>2. DESCORTEZADO</b>	Descortezadora	1500	21,13	41,39	
<p>Descripción: de acuerdo a las necesidades de producción se seleccionan las trozas y se acoplan y descortezan en la máquina Benecke.</p> <p>Energía utilizada: energía eléctrica.</p>	Puente Grúa Externo	1000	9,69		
<b>3. DESENLLO</b>	Torno Cremona	3000	36,22	129,96	
<p>Descripción: la troza se acopla al torno de desenrollo en el cual se obtienen chapas de diferentes espesores y dimensiones según las necesidades de producción.</p> <p>Energía utilizada: energía eléctrica.</p>	Torno Benecke	560	18,59		
	Puente Grúa Interno	2000	5,45		
<b>4. CIZALLADO</b>	Cizalla Hidráulica	3000	4,08	14,98	
<p>Descripción: las caras que salen del secadero ingresan en la cizalla la cual las corta en las dimensiones establecidas de acuerdo a las necesidades de producción.</p> <p>Los intermedios húmedos y con medidas variables (debido a la calidad de las especies) son transportados en coches y cortados en las dimensiones requeridas de acuerdo a las necesidades de producción.</p> <p>Energía utilizada: energía eléctrica.</p>	Cizalla Neumática	2000	1,36		
<b>5. SECADERO DE CARAS E INTERMEDIOS</b>	Secadero Benecke	6480	30,87	243,19	
<p>Descripción: Arboriente cuenta con un secadero para las chapas de madera que formarán las caras del tablero, en este secadero de dos cámaras y un piso circula aire caliente en el cual se reduce el porcentaje de humedad el cual debe ser de 8 al 10%.</p> <p>Los intermedios deben tener un contenido de humedad del 6 y 10 %, pero al provenir de diferentes especies se clasifican de acuerdo a las características de secado que requieran, para esto existe un secadero de tres pisos y seis cámaras en el cual los intermedios pasan a distintas velocidades y temperaturas.</p> <p>Energía utilizada: energía eléctrica, calórica (vapor saturado del caldero).</p>	Secadero Schilde	4000	10,78		
	Maquinaria	Consumo de Vapor (Kg/h)	Consumo de Vapor (Kg/año)		Consumo operación E. Calórica (MWh /año)
	Secadero Benecke	2000	12960000		13727
	Secadero Schilde	450	1800000		
<b>6. CIZALLA RUCKLE DE PRECISIÓN</b>	Maquinaria	Régimen de trabajo (Horas/año)	Potencia nominal (kW)	Consumo E. eléctrica operación (MWh / año)	
<p>Descripción: se estructuran paquetes de caras que se cortan en medidas estándar.</p> <p>Energía utilizada: energía eléctrica.</p>	Cizalla de Precisión	1500	1,63	2,45	
<b>7. JUNTADO DE CARAS E INTERMEDIOS</b>	Juntadora de Hilo	4000	0,3	38,89	
<p>Juntado de caras: en la máquina juntadora mediante nylon adhesivo o cinta de papel especial se unen las caras identificando pedazos similares por tonos y tamaños.</p> <p>Juntado de intermedios: En otra máquina de juntado se unen los intermedios mediante una pega diluida conocida como Hotmelt.</p> <p>Energía utilizada: energía eléctrica.</p>	Juntadora Benecke	4000	9,42		

Continuación...

<b>8. ENCOLADO Y ARMADO</b>				
<b>Descripción:</b> en este proceso tanto intermedios como caras se cubren con resina urea formaldehído mediante rodillos y se arma manualmente el tablero de manera que formen un ángulo recto para lograr la estructura definida. <b>Energía utilizada:</b> energía eléctrica.	Agitador de mezcla	1250	4,9	9,94
	Encoladora	3500	1,09	
<b>9. PRE- PENSADO</b>				
<b>Descripción:</b> el tablero armado ingresa en el equipo en el cual se prensa en frío para otorgarle una estructura definida <b>Energía utilizada:</b> energía eléctrica	Prensa en Frío	3000	5,99	17,97
<b>10. PENSADO</b>	<b>Maquinaria</b>	<b>Régimen de trabajo (Horas/año)</b>	<b>Potencia nominal (kW)</b>	<b>Consumo E. eléctrica operación (MWh / año)</b>
<b>Descripción:</b> el tablero pre pensado se coloca en la cámara de pensado en el cual se aplica condiciones estándar de presión y altas temperaturas. <b>Energía utilizada:</b> energía eléctrica, energía calórica (vapor saturado del caldero).	Prensa en Caliente	500	19,99	9,99
	<b>Régimen de trabajo (Horas/año)</b>	<b>Consumo de Vapor (Kg / h)</b>	<b>Consumo de Vapor (Kg v/año)</b>	<b>Consumo operación E. Calórica (MWh /año)</b>
	4000	380	1520000	1414
<b>11. ESCUADRADO</b>	<b>Maquinaria</b>	<b>Régimen de trabajo (Horas/año)</b>	<b>Potencia nominal (kW)</b>	<b>Consumo E. eléctrica operación (MWh / año)</b>
<b>Descripción:</b> para que el tablero tenga las medidas finales: 2,44 x 1,22 metros, se coloca en la máquina de corte que contiene sierras transversales y longitudinales. <b>Energía utilizada:</b> energía eléctrica	Sierra Escuadradora	1000	8,28	8,28
<b>12. LIJADO AUTOMÁTICO Y DE CINTA (PULIDO)</b>				
<b>Descripción:</b> el tablero conformado se introduce en una lijadora automática para que el tablero tenga un acabado adecuado. Para corregir cualquier falla y darle un fino acabado al tablero se pule en una lijadora de cinta. <b>Energía utilizada:</b> energía eléctrica y neumática.	Lijadora Automática	1500	19,81	35,7
	Lijadora de Cinta	1000	5,99	
<b>13. CLASIFICADO</b>				
<b>Descripción:</b> Manualmente se clasifica y almacena los tableros de acuerdo a los espesores estandarizados para su posterior comercialización.				

**Tabla 3. Descripción de Procesos de Apoyo Fuente: Elaboración Propia y Auditoría energética**

OPERACIÓN UNITARIA	Maquinaria	Régimen De trabajo (Horas/año)	Potencia nominal (kW)	Consumo E. eléctrica operación (MWh / año)
<b>1. COMPRESORES</b>				
<b>Descripción:</b> existen dos compresores que permiten la generación de aire comprimido, el cual se distribuye a la maquinaria neumática del proceso productivo. <b>Energía utilizada:</b> energía eléctrica.	Compresor N° 1	6720	5,99	40,31
	Compresor N° 2	5	10,11	
<b>1. CALDERA</b>				
<b>Descripción:</b> Proceso de incineración de residuos maderables, mediante el cual se genera vapor saturado a alta presión, que se utiliza en los secaderos y la prensa. Los residuos maderables se trituran, se almacenan en un silo y posteriormente se incineran en la caldera. <b>Energía utilizada:</b> energía eléctrica y calórica (incineración). <b>NOTA:</b> No se describen los consumos de energía calórica ya que se encuentran distribuidos en los subprocesos que requieren esta energía (secaderos y prensa).	Chipeadora	3500	12,68	44,39
	Equipos Elevadores	3500	1,14	4
	Caldera de Biomasa	6480	24,81	160,78

**Tabla 4. Consumo eléctrico estimado y real para un año Fuente: Auditoría energética**

PROCESO	OPERACIÓN	Consumo estimado de Electricidad MWh/año	MES	Consumo Eléctrico Promedio Período (2015-2016)
Proceso productivo	Descortezado	41,39	Enero	68,7
	Desenrollado	129,96	Febrero	62
	Cizallado	14,98	Marzo	74,1
	Secado	243,19	Abril	71
	Cizalla de presión	2,45	Mayo	70
	Juntado	38,89	Junio	74,5
	Encolado y armado	9,94	Julio	73
	Pre-prensado	17,97	Agosto	75,7
	Prensado	9,99	Septiembre	75,58
	Escuadrado	8,28	Octubre	74,2
Proceso de apoyo	Lijado automático y pulido	35,7	Noviembre	69,7
	Compresores	40,31	Diciembre	66,2
	Chipeadora	44,39	<b>TOTAL</b>	<b>855,2</b>
	Equipos elevadores	4		
Iluminación ---> Tipos de luminarias	Caldera de biomasa	160,78		
	Lámpara Fluorescente Compacta	26,3		
	Tubo Fluorescente	11,2		
	Lámpara Tipo Reflector	15,4		
	<b>TOTAL</b>	<b>855,2</b>		

\* Para el cálculo final se han considerado todos los decimales, en esta tabla sólo se presentan los valores con dos decimales.

Como se puede observar en la tabla número 4 la suma de los consumos estimados (mediante la potencia y régimen de trabajo de la maquinaria) de las operaciones de Arboriente, concuerdan con el consumo obtenido por facturación para el período 2015 y 2016.

### 2.3. Características productivas y resultados de auditoría energética.

En la auditoría energética del Proceso Productivo de Arboriente S.A. se obtuvieron los siguientes datos:

**Tabla 5. Características productivas y de consumo Fuente: Auditoría energética**

Descripción	Cantidad	Unidad
Consumo de Materia Prima anual (promedio 2015-2016)	11398	m <sup>3</sup>
Volumen de producción anual (promedio 2015-2016)	5767	m <sup>3</sup>
Consumo anual de energía eléctrica (promedio 2015-2016)	855,2	MWh
Consumo anual de energía calórica (promedio 2015- 2016)	15140,4	MWh

La tabla anterior muestra el consumo de materia prima y la producción anual de Arboriente, así como los consumos anuales de energía eléctrica y calórica. De estos datos se concluye que el 94,7% del consumo de energía corresponde a energía calórica y el 5,3% a energía eléctrica.

Con base en el análisis realizado en la auditoría energética y mediante los diagramas de Pareto se obtiene que las operaciones unitarias (usos) que concentran el 80% del consumo de electricidad en orden descendente son:

- Secado (Proceso productivo)
- Incineración (caldera) (Proceso de apoyo)
- Desenrollado (Proceso productivo)
- Triturado (chipeadora) (Proceso de apoyo)
- Descortezado (Proceso productivo)
- Compresión de aire (Proceso de apoyo).

Así también se obtuvo que el secado es la operación unitaria que concentra el 80% del consumo de energía calórica.

Por tanto estos consumos serán la prioridad para el establecimiento de las acciones de mejora del desempeño energético.

#### 2.4. Propuestas de ahorro y eficiencia energética.

**Tabla 6. Propuestas de ahorro y eficiencia energética Fuente: Auditoría energética**

MEJORAS	Inversión USD	Ahorro eléctrico (MWh/año)	Ahorro de energía calórica (MWh/año)	Ahorro (Ton CO2 / año)	Beneficio (USD/año)	Período Retorno simple (años)
Mejora N° 1: Replanteamiento del Contrato de Suministro Eléctrico.	-	-	-	-	2268	Inmediato
Mejora N° 2: Aumento de la Capacidad de Trabajo del Secadero Benecke.	50000	23,05	1878,01	975,4	32638	1,53
Mejora N° 3: Instalación de Variadores de Frecuencia en Motores.	8000	77,87	-	39,4	7242	1,1
<b>TOTAL</b>	<b>58000</b>	<b>100,92</b>	<b>1878,01</b>	<b>1014,8</b>	<b>42148</b>	<b>1,38</b>
Mejora N° 4: Mejoras a los Sistemas de Iluminación.	El análisis de estas mejoras se encuentra desarrollado de manera teórica en la Auditoría Energética ya que para poder realizar estimaciones del ahorro energético y económico para la mejora N°4 es necesario primero realizar un análisis de la iluminación (inventarios, zonas de la empresa para sustitución de luminarias e instalación de detectores de presencia). Para la mejora N°5 es necesario un estudio de medición y evaluación de luminosidad por puestos de trabajo para adecuar y redistribuir las luminarias dentro de la planta de producción. Finalmente para la mejora N°6 es necesario un análisis de cada operación unitaria en la que se pueda definir el coeficiente de aprovechamiento con base en las entradas y salidas y balances de masa y energía que permitan establecer las acciones de mejora.					
Mejora N° 5: Estudio de Iluminación Ocupacional						
Mejora N° 6: Estudio de Mejora del Aprovechamiento de Materia Prima						

Luego de realizado el análisis de inversión y rentabilidad de las mejoras 1,2 y 3 que se han propuesto en la Auditoría Energética se observa que el período de retorno para la mejora 1 es inmediato, de la mejora 2 es de 1,53 años y de la mejora 3 es de 1,1 años. El total de estas mejoras suponen una inversión de \$58000 y tienen un período de retorno de 1,4 años aproximadamente.

Se recomienda iniciar con el trámite del replanteamiento del contrato del suministro eléctrico ya que como se puede observar no requiere de inversión; y continuar secuencialmente con el resto de mejoras, ya que como se puede observar y sin considerar las mejoras 4,5 y 6, se obtendría un beneficio económico de \$42.148 / año y un beneficio ambiental al evitar la emisión de 1014,8 TonCO2 / año.

## 2.5. Análisis DAFO de las propuestas de ahorro y eficiencia energética.

**Tabla 7. Análisis DAFO de las propuestas de ahorro y eficiencia energética Fuente: Auditoría energética**

ANÁLISIS DAFO PROPUESTAS DE MEJORA DEL DESEMPEÑO ENERGÉTICO	
Fortalezas	Debilidades
1. Reducción de costes ya que de acuerdo con el resultado de la auditoría energética se ahorraría \$2268 / año solo con el cambio de la tarifa actual a la tarifa con diferenciación horaria sin cambiar horarios de operación de la maquinaria.	1. Resistencia por parte de los trabajadores al cambio de horario en el cual funcionaría la maquinaria de mayor consumo de energía eléctrica.
1. Posibilidad de ajustar el régimen de trabajo de la maquinaria que representa un consumo significativo de la energía al horario de 22h00 - 08h00 que es el que tiene un menor cargo por consumo \$0,075/ kWh.	1. Representaría un costo para la empresa ya que al personal que labora en el horario nocturno tiene una bonificación salarial del 25% por cada hora de trabajo de acuerdo a las políticas de la empresa.
1. Es un trámite sin costo para la empresa.	1. Falta de supervisión al personal en el horario nocturno lo cual puede afectar la productividad.
2. Reducción de consumos de energía eléctrica y calórica.	2. Resistencia por parte de los trabajadores debido a que se necesitaría menos personal en esta operación unitaria.
2. Disminución de costes de consumo de energía eléctrica debido a la reducción de 3 a 2 turnos.	2. Mayor control y presión en los trabajadores por el ingreso de mayor cantidad de material en el proceso.
2. Mayor eficacia en esta operación unitaria (secado).	2. Resistencia por parte de la gerencia para la compra de las dos cámaras por falta de recursos económicos destinados a este fin.
2. Espacio disponible para esta instalación.	3. Los variadores de frecuencia no se pueden aplicar en todos los motores con los mismos beneficios.
3. Menor consumo de energía en los motores ya que estos funcionarán con un rendimiento máximo y un factor de potencia cercano a 1.	3. Puede dificultarse la instalación.
3. Menores costes de servicio eléctrico sin afectar las operaciones unitarias.	5. Resistencia de los trabajadores al cambio o disposición de luminarias ya que pueden tener una sensación visual diferente.
4. El cambio de luminarias fluorescentes por lámparas de tecnología LED permitirá un ahorro significativo de la energía y de costes asociados ya que su consumo de energía es bajo.	6. Dificultad y necesidad de tiempo para pesar la cantidad de materia prima y producto que interviene en cada operación unitaria. (Requiere una toma de datos significativos).
4. Las lámparas LED tienen mayor tiempo de vida útil y son más eficientes que las fluorescentes, lo cual se traduce en menos basura en vertederos o rellenos.	
4. Las luminarias LED no contienen compuestos tóxicos ni metales pesados como el mercurio, por lo tanto no representan un riesgo para la salud ni el medio ambiente.	
4. Las lámparas LED tienen luz fría por lo tanto no acumulan calor ni desperdician energía, permiten un ahorro del aire acondicionado. Además eliminan peligros por quemaduras al tacto.	
4. Estas luminarias evitan puntos de luz calientes lo cual reduce el cansancio visual.	
5. Ahorro de energía y costes relacionados al lograr una mejor disposición y distribución de las luminarias.	
6. Se mantendrá o aumentará el coeficiente de aprovechamiento en Arboriente luego de realizado e implementado el estudio.	
6. Factibilidad para realizar el estudio propuesto en la Auditoría Energética.	
Oportunidad	Amenaza
1. Que exista una baja en el costo de la tarifa con diferenciación horaria al entrar en funcionamiento las nuevas hidroeléctricas en el país.	1. Que exista un aumento en el costo del servicio de energía eléctrica para consumidores industriales (independiente de la tarifa).
2. Que se encuentre estos equipos a un bajo costo ya que existe una empresa del sector que cesó sus actividades en el año 2015 y se conoce que su maquinaria está a la venta.	1. Que el trámite se demore o que sea rechazado.
3. Ampliar la utilización en todos los motores de la empresa y evaluar el beneficio.	2. Vedas o cambios en la legislación que dificulten los permisos para la extracción de materia prima.
4. Encontrar proveedores de lámparas con alimentación solar a bajos costos.	2. Que baje la cantidad de materia prima por problemas con proveedores y/o aumento de precio.
4. Que existan subvenciones por parte del Gobierno para la incorporación de estas luminarias.	3. Que no haya disponibilidad en el mercado o que su costo sea muy alto.
5. Encontrar proveedores que ofrezcan las luminarias LED a bajo costo.	4. Que las luminarias LED no se encuentren fácilmente en el mercado o aumenten excesivamente los costos.
6. Alcanzar la meta propuesta para el aprovechamiento de materia prima.	5. No existen laboratorios acreditados para la calibración de los equipos de medición de luz (iluminación laboral).
6. Cumplir con la meta relacionada con esta mejora al implementar, mantener y mejorar el sistema de gestión de la energía propuesto.	
TODAS. Realizar el seguimiento de estas mejoras con el respectivo indicador de desempeño energético propuesto en el SGE.	
En cada ítem de fortaleza, debilidad, oportunidad y amenaza se indica un número que corresponde al de la mejora de la Tabla 6 del presente documento.	

### **3. Capítulo III: Manual del SGE ISO 50001:2011.**

A continuación se describe la estructura del Manual del Sistema de Gestión de la Energía de acuerdo a cada punto de la Norma SGE ISO 50001:2011.

#### **3.1 Introducción**

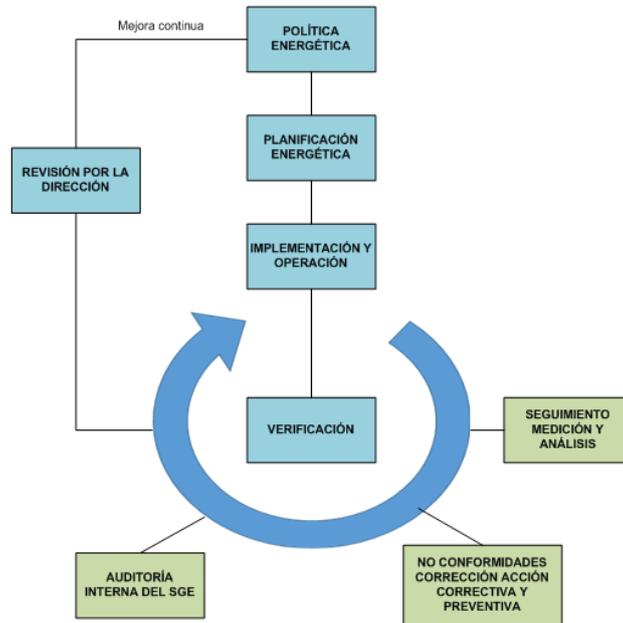
La norma ISO 50001 permite a la organización establecer un Sistema de Gestión de la Energía con el propósito de lograr la mejora continua de su desempeño energético, tomando en cuenta la eficiencia energética, el uso y consumo de la energía y de forma coherente con la política energética establecida por la alta dirección.

La implementación de esta norma busca gestionar de forma sistemática la energía de manera que le permita a la organización reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, y otros impactos ambientales asociados a la obtención y suministro de la energía, así también le permite aumentar el ahorro y eficiencia energética con la consecuente disminución de costos debidos al consumo, operación, mantenimiento y la mejora de la competitividad de la organización.

Al obtener la información relacionada con el uso de la energía de Arboriente, será posible establecer una Política Energética, la cual considere los requisitos legales y le permita establecer los objetivos, metas y planes de acción del SGE.

La norma se basa en el ciclo de Deming de mejora continua que permite a la organización gestionar su energía con base en el enfoque: PHVA Planificar, Hacer Verificar y Actuar.

- ✚ Planificar: la planificación debe estar de acuerdo con la política energética mediante la ejecución de una revisión energética inicial, la cual se constituye como una línea base para el establecimiento de los indicadores de desempeño energético, objetivos, metas y planes de acción.
- ✚ Hacer: implementar los planes de acción para la gestión de la energía, a través de los recursos y responsabilidades que establezca la organización.
- ✚ Verificar: realizar mediciones, seguimiento y análisis de los resultados de los procesos y operaciones que permitan determinar el desempeño energético de la organización.
- ✚ Actuar: mediante la verificación tomar acciones para la mejora continua del desempeño energético y del SGE.



**Figura 5.** Modelo de sistema de gestión energética para esta norma. **Fuente:** ISO 50001.

### 3.2 Objeto del Manual

El objeto de este manual es estructurar el Sistema de Gestión Energético de la Empresa Arboriente S.A que le permita tener una guía para la implementación y mantenimiento del mismo. En él se describe los lineamientos del sistema conforme con la Norma ISO 50001: 2011.

### 3.3 Alcance y límites del SGE

Esta norma le permite a Arboriente establecer, implementar, mantener y mejorar un SGE que sea aplicable a todas las actividades ligadas al proceso productivo y a los procesos de apoyo específicos: caldero y compresores. El manual es aplicable también a todo el personal de Arboriente que deberá cumplir actividades específicas para la consecución de los objetivos, metas y planes del SGE.

### 3.4 Requisitos del Sistema de Gestión de la Energía (SGE)

#### 3.4.1 Requisitos generales

Arboriente ha establecido un sistema de gestión de la energía, con el objetivo de mejorar su desempeño energético, de acuerdo con la norma ISO 50001:2011. El sistema se encuentra documentado, junto con su alcance y límites; y se debe mantener y mejorar a fin de integrarlo en la gestión general de la organización.

## **3.4.2 Responsabilidad de la Dirección**

### **3.4.2.1 Alta dirección**

La alta dirección debe demostrar su participación y compromiso mediante la asignación de funciones, responsabilidades y recursos humanos y económicos que aseguren el establecimiento y eficacia del SGE y la mejora continua del desempeño energético.

La alta dirección debe definir la política energética, designar un representante de la dirección, determinar el alcance y límites del SGE, asegurarse de los mecanismos de comunicación para concienciar a los integrantes de la organización de la importancia de la gestión de la energía, asegurar que los IDE sean adecuados y que se hayan establecido los objetivos, metas y planes de acción, debe aprobar los documentos que surjan como parte del SGE, controlar el cumplimiento de los requisitos legales y otros que Arboriente asuma voluntariamente y además asegurarse que se informen los resultados de sus operaciones mediante la revisión por la dirección.

### **3.4.2.2 Representante de la dirección**

La alta dirección ha designado como representante de la dirección al jefe de seguridad, salud y ambiente de Arboriente, quién tiene las competencias, habilidades y autoridad para: asegurar el establecimiento, implementación, mantenimiento y mejora continua del SGE, definir responsabilidades y autoridad al personal que trabajará para lograr el cumplimiento de la política, gestionar la obtención de recursos, promover la toma de conciencia en los trabajadores e identificar las necesidades de capacitación y toma de conciencia, determinar la eficacia del SGE, establecer los mecanismos de comunicación entre las partes interesadas e informar a la alta dirección sobre el desempeño energético y las oportunidades de mejora.

### **3.4.2.3 Equipo de gestión de la energía**

El establecimiento e implementación de un SGE requiere de un trabajo en equipo, en el cual los integrantes constituyan un apoyo, adquieran un compromiso y se encarguen de la distribución de las actividades relacionadas con el sistema y con el uso y consumo de la energía. Este equipo estará conformado por:

- ✚ Responsable del área de proceso productivo
- ✚ Responsable del área de mantenimiento
- ✚ Responsable del área administrativa: recursos humanos, compras, calidad y gestión.

### 3.4.3 Política Energética

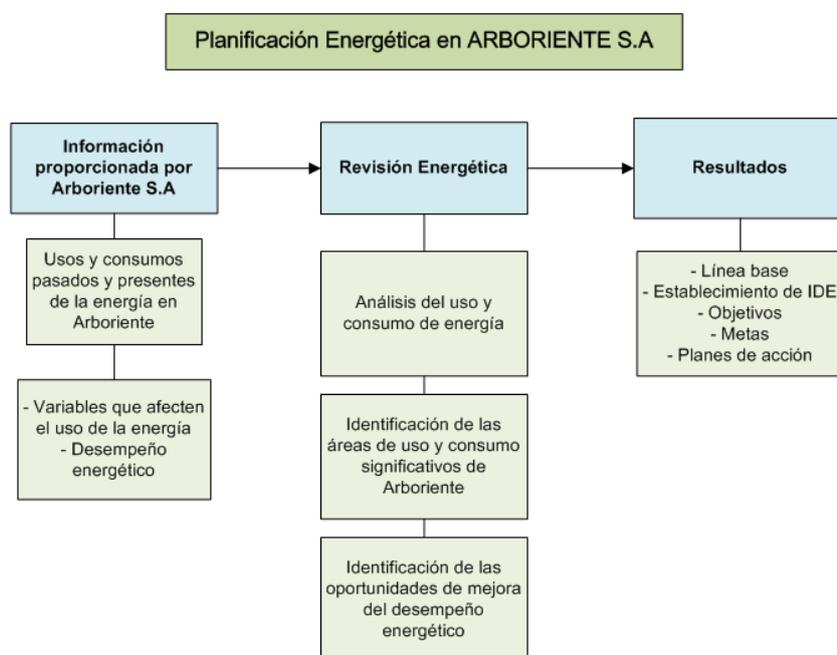
La alta dirección de Arboriente ha definido una política energética apropiada para las actividades relacionadas con el uso y consumo de la energía, la cual debe ser documentada, actualizada periódicamente y comunicada a todos los niveles de la organización y al público. En la política se ha establecido un compromiso para la mejora del desempeño energético, el cumplimiento de los requisitos legales y otros que la organización se establezca. Asegura la asignación de recursos e información necesarios para lograr los objetivos y metas, la gestión y generación de la documentación necesaria, y la revisión periódica de la misma.

La política energética se ha desarrollado en el formato F-SGE-PE-00 que consta en el ANEXO 1.

### 3.4.4 Planificación Energética

#### 3.4.4.1 Generalidades

La organización ha establecido los documentos necesarios que permitan una planificación eficaz, en la cual se considere la revisión energética como una línea de base sobre la cual identificar las oportunidades de mejora del desempeño energético. El siguiente diagrama ilustra este proceso de planificación:



**Figura 6.** Diagrama del proceso de planificación energética. **Fuente:** ISO 50001

La evaluación comparativa resulta importante para la revisión energética ya que permite analizar y comparar datos de desempeño energético de actividades relacionadas dentro

de la organización y además entre entidades, esta evaluación se puede realizar a los procesos, instalaciones o servicios.

La evaluación del desempeño energético es un proceso de mejora continua y considera varias actividades como son:

- ✚ Usos que se dan a la energía en Arboriente (Proceso productivo y procesos de apoyo).
- ✚ Situación actual energética para compararla con los consumos de energía pasados (consumo del año 2015 y 2016) y prever los futuros consumos.
- ✚ Intensidad energética (energía necesaria para obtener una unidad de producto).
- ✚ Medidas y oportunidades de mejora del desempeño energético (eficiencia y ahorro), considerando las variables que afecten el desempeño.

#### **3.4.4.2 Requisitos legales y otros requisitos**

Con base en la pirámide de Kelsen y a la naturaleza de la organización, Arboriente asegura la identificación de requisitos legales y otros que en materia energética (uso, consumo y eficiencia energética) apliquen al alcance de su SGE. Además se compromete a actualizar la información en caso de cambios en la legislación del país, surgimiento de un nuevo acuerdo internacional, surgimiento de nuevos requisitos aplicables, entre otros. La organización además deberá evaluar el cumplimiento de estos requisitos. En el ANEXO 2 se presenta una identificación inicial.

Esta información se puede actualizar con base en la página web del Ministerio de Electricidad y Energías Renovables, en la cual se publica la base legal actualizada que rige a la Institución. <http://www.energia.gob.ec/transparencia/>

#### **3.4.4.3 Revisión Energética**

La organización debe definir oportunidades para la mejora del desempeño energético, por lo cual requiere de una identificación, evaluación y actualización de las fuentes (mix energético) y del uso y consumo pasado y presente de energía, con el fin de conocer las áreas que representan los consumos energéticos significativos y establecer la línea de base de la energía.

Para esto Arboriente cuenta con una Auditoría energética la cual ha permitido conocer su desempeño energético y las oportunidades de mejora. Esta debe realizarse con una frecuencia de 2 años, y será necesaria una actualización en caso de que existan cambios significativos en procesos, maquinaria, capacidad instalada de trabajo, entre otros.

Esta revisión energética junto con los criterios y metodologías debe documentarse y mantenerse y actualizarse.

#### **3.4.4.4 Línea base de energía**

Mediante la revisión energética inicial Arboriente ha establecido una línea base de energía la cual ha considerado un período de dos años 2015 y 2016, con el promedio de estos períodos la empresa deberá comparar los cambios de su desempeño energético.

La línea base de energía deberá ajustarse cuando los IDE no sean adecuados debido a cambios en los procesos u operaciones o cambios en cualquier variable que afecte el uso y consumo de energía, por lo tanto esta línea de base debe mantenerse, registrarse y actualizarse.

#### **3.4.4.5 Indicadores de desempeño energético**

Los indicadores de desempeño energético que Arboriente se ha establecido se detallan en la tabla 8. Estos indicadores permitirán dar un seguimiento y medición del desempeño energético a la organización. Los IDE, junto con la metodología utilizada para establecerlos, se deberán revisar y actualizar tomando en cuenta la línea base de energía.

Los IDE se seleccionan con base en el aspecto que se desea evaluar y generalmente se expresan con una relación entre las unidades de energía sobre las unidades de producción, servicio o superficie.

Al calcular estos indicadores permitirán el establecimiento de nuevas oportunidades de mejora y comparar los costes de energía.

**Tabla 8.** Indicadores de Desempeño Energético y de Productividad de Arboriente S.A. **Fuente:** Elaboración propia

Proceso o Actividad	Fuente de energía	Indicador de desempeño energético	Unidades	Resultado
Iluminación	Electricidad	Consumo de electricidad para iluminación por unidad de superficie	kWh/m <sup>2</sup> año	Permite analizar el gasto de energía eléctrica en relación a la superficie de las instalaciones.
Proceso productivo, caldera y compresores	Electricidad	Consumo de electricidad para procesos productivo y de apoyo por unidad de producto final	kWh/m <sup>3</sup> año	Permite analizar el desempeño energético en función del consumo de energía eléctrica y la elaboración de un producto.
Caldera	Biomasa	Consumo de energía calórica para secaderos y prensadora por unidad de producto final	MWh/m <sup>3</sup> año	Permite analizar el desempeño energético en función del consumo de energía calórica y la elaboración de un producto.
Secadero y prensadora	Calórica	Consumo de vapor saturado por unidad de producto final	Ton/m <sup>3</sup>	Permite calcular el vapor saturado necesario para obtener un metro cúbico de producto.
Caldera	Biomasa	Consumo de combustible por unidad de producto final	Ton/m <sup>3</sup>	Permite determinar la cantidad de residuos maderables (combustible) necesario para obtener un metro cúbico de producto.
Indicador de Productividad		Unidades		Resultado
Volumen de materia prima por unidad de producto		m <sup>3</sup> materia prima/m <sup>3</sup> de producto		Es un índice que permite conocer la productividad de Arboriente S.A, e identificar cuánta materia prima se requiere por cada metro cúbico de producto generado.
Indicadores energéticos de tipo económico		Unidades		Resultado
Costo de electricidad para iluminación por unidad de producto		USD/m <sup>3</sup>		Permite conocer cuál es el coste de la energía eléctrica, para iluminación, por cada metro cúbico producido.
Costo de electricidad para procesos por unidad de producto		USD/m <sup>3</sup>		Permite conocer cuál es el coste de energía eléctrica, para los procesos productivo y de apoyo, por cada metro cúbico producido.
Costo de combustible por unidad de producto		USD/m <sup>3</sup>		Permite calcular el costo de residuos maderables necesarios para obtener un metro cúbico de producto
Indicador ambiental		Unidades		Resultado
Emisiones de CO <sub>2</sub> por unidad de producto		Ton/m <sup>3</sup>		Permite determinar las toneladas de CO <sub>2</sub> que se emiten para obtener un metro cúbico de producto.

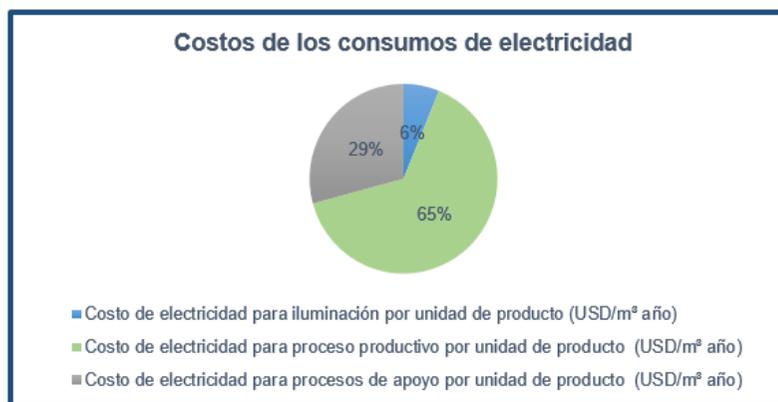
**Tabla 9.** Cálculo de los Indicadores de Desempeño Energético y de Productividad de Arboriente S.A. **Fuente:** Elaboración propia

Indicador	Fórmula	Cálculo (Datos de Auditoría)	Resultado	
1. Consumo de electricidad para iluminación por unidad de superficie	$\frac{kWh\ E.\ consumida}{m^2\ superficie}$	$\frac{52960\ kWh}{4069,6\ m^2}$	13,01 kWh/m <sup>2</sup> año	
2. Consumo de electricidad para procesos productivo y de apoyo por unidad de producto final	$\frac{kWh\ E.\ consumida}{m^3\ producto}$	$\frac{802240\ kWh}{5767\ m^3}$	139,11 kWh/m <sup>3</sup> año	
3. Consumo de energía calórica para secaderos y prensadora por unidad de producto final	$\frac{MWh\ E.\ consumida}{m^3\ producto}$	$\frac{15140,4\ MWh}{5767\ m^3}$	2,63 MWh/m <sup>3</sup> año	
4. Consumo de vapor saturado por unidad de producto final	$\frac{Toneladas\ de\ vapor}{m^3\ producto}$	$\frac{16280\ Ton}{5767\ m^3}$	2,82 Ton/m <sup>3</sup> año	
5. Consumo de combustible por unidad de producto final	$\frac{Toneladas\ de\ combustible}{m^3\ producto}$	$\frac{3692,8\ Ton}{5767\ m^3}$	0,64 Ton/m <sup>3</sup> año	
6. Volumen de materia prima por unidad de producto	$\frac{m^3\ materia\ prima}{m^3\ producto}$	$\frac{11398\ m^3}{5767\ m^3}$	1,98 m <sup>3</sup> materia prima /m <sup>3</sup> producto	
7. Costo de electricidad para iluminación por unidad de producto	<i>Coste anual total electricidad</i>	71100 USD /año	<i>Consumo anual para iluminación</i>	
	<i>Consumo anual total</i>	855,2 MWh/año		
	<i>Coste unitario por MWh</i>	$\frac{Coste\ anual}{Consumo\ anual}$	$\frac{71100\ USD}{855,2\ MWh}$	83,14 USD/MWh
	<i>Coste de electricidad para iluminación</i>	<i>Coste unitario MWh * Consumo anual para iluminación</i>	$83,14 \frac{USD}{MWh} * 52,96\ MWh/año$	4403,09 USD/año
		$\frac{Coste\ de\ E.\ para\ iluminación}{m^3\ producto}$	$\frac{4403,09\ USD}{5767\ m^3}$	0,763 USD/m <sup>3</sup> año

Continuación...

8. Costo de electricidad para procesos por unidad de producto	<i>Consumo anual para procesos</i>		802,24 MWh/año	
	<i>Coste de electricidad para procesos</i>	<i>Coste unitario por MWh * Consumo anual para procesos</i>	$83,14 \frac{\text{USD}}{\text{MWh}} * 802,24 \text{ MWh/año}$	66698,23 USD/año
		$\frac{\text{Coste de E. para procesos}}{\text{m}^3 \text{ producto}}$	$\frac{66698,23 \text{ USD}}{5767 \text{ m}^3}$	11,57 USD/m <sup>3</sup> año
9. Costo de combustible por unidad de producto	<i>Coste unitario de residuos maderables</i>	$\frac{30 \text{ USD}}{\text{Ton}}$	<i>Toneladas de combustible al año</i>	3692,8 Ton
	<i>Costo total de combustible anual</i>	<i>Coste unitario de residuos maderables * Toneladas de combustible al año</i>	$\frac{30 \text{ USD}}{\text{Ton}} * 3692,8 \text{ Ton}$	110784 USD
		$\frac{\text{Coste total de combustible anual}}{\text{m}^3 \text{ producto}}$	$\frac{110784 \text{ USD}}{5767 \text{ m}^3}$	19,21 USD/m <sup>3</sup>
10. Emisiones de CO <sub>2</sub> por unidad de producto		$\frac{\text{Toneladas de CO}_2 \text{ emitidas}}{\text{m}^3 \text{ producto}}$	$\frac{8978 \text{ Ton CO}_2}{5767 \text{ m}^3}$	1,56 Ton CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>

Costo de electricidad para iluminación por unidad de producto (USD/m <sup>3</sup> año)	0,76
Costo de electricidad para proceso productivo por unidad de producto (USD/m <sup>3</sup> año)	7,97
Costo de electricidad para procesos de apoyo por unidad de producto (USD/m <sup>3</sup> año)	3,6
<b>TOTAL</b>	<b>12,33</b>



Nota: No se ha considerado el costo de combustible por unidad de producto ya que este se ha establecido suponiendo que Arboriente compra residuos maderables (combustible), y solamente nos sirve para ver el ahorro que representa el uso de sus propios residuos.

**Figura 7.** Costos de los consumos de electricidad de Arboriente S.A. **Fuente:** Elaboración propia

Como se puede observar en la figura 7, el costo Eléctrico para la producción de cada m<sup>3</sup> de producto es de 12,33 USD, de este valor el 65% corresponde al coste por el proceso productivo, el 29% al coste relacionado con los procesos de apoyo, dejando el 6% del coste para iluminación.

### 3.4.4.6 Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción de gestión de la energía

Los objetivos y metas energéticas de Arboriente se han establecido conforme el alcance y límites del SGE, a la política energética, requisitos legales y otros, usos significativos de energía y las oportunidades de mejora del desempeño energético, estos deben implementarse y mantenerse y actualizarse. Para esto se han definido los planes de acción los cuales deben considerar los recursos económicos, tecnológicos, medios, plazos y responsables de implementarlos. Además se debe considerar los métodos de verificación de los resultados y de mejora del desempeño energético.

Los planes de acción se encuentran documentados en el formato F-SGE-OP-00, como se indica en el ANEXO 3, estos se realizan con base a la auditoría energética.

**Tabla 10. Objetivos y metas del SGE Fuente: Elaboración propia**

Objetivo N°	Objetivos	Metas	Indicador N°	Indicadores de desempeño energético relacionados
1	Reducir el consumo de energía eléctrica en Arboriente S.A	Reducir en un 10% el consumo de electricidad de toda la planta para el período 2017-2018	1	Consumo de electricidad para iluminación por unidad de superficie.
			2	Consumo de electricidad para procesos productivo y de apoyo por unidad de producto final.
			7	Costo de electricidad para iluminación por unidad de producto.
			8	Costo de electricidad para procesos por unidad de producto.
2	Reducir el consumo de vapor saturado en el proceso productivo de Arboriente S.A	Reducir en un 15% el consumo de vapor saturado necesario para los secaderos y la prensa para el período 2017-2018	3	Consumo de energía calórica para secaderos y prensadora por unidad de producto final.
			4	Consumo de vapor saturado por unidad de producto final.
			5	Consumo de combustible por unidad de producto final.
			9	Costo de combustible por unidad de producto.
3	Reducir las emisiones de CO2 de la empresa Arboriente S.A.	Reducir en un 15% las emisiones de CO2 para el período 2017-2018	10	Emisiones de CO2 por unidad de producto.
4	Mantener los niveles de aprovechamiento de materia prima en Arboriente S.A.	Mantener entre el 50 y el 55% el aprovechamiento de materia prima para el período 2017- 2018.	6	Volumen de materia prima por unidad de producto.

El número de indicador corresponde a la Tabla N° 9 del presente documento.

### 3.4.5 Implementación y operación

#### 3.4.5.1 Generalidades

La implementación y operación debe realizarse con base en la planificación y los planes de acción establecidos.

### **3.4.5.2 Competencia, formación y toma de conciencia**

Arboriente debe asegurarse que todo el personal sea competente y tenga la formación, entrenamiento y experiencia adecuada para asegurar el cumplimiento de los objetivos y metas energéticas. Para esto debe establecer procedimientos y registros apropiados.

La organización debe identificar las necesidades de formación, establecer los mecanismos y proporcionar la capacitación adecuada para que sus trabajadores sean conscientes de la importancia de cumplir con la política energética, con sus funciones y responsabilidades para lograr la mejora del desempeño energético y el cumplimiento con los requisitos del SGE.

Además deben ser conscientes de las consecuencias de desviarse de los procedimientos y de las actividades que deben realizar relacionadas con el uso y consumo principalmente significativos de energía, y de cómo el cumplimiento de estas actividades contribuye con el logro de los objetivos y metas.

### **3.4.5.3 Comunicación**

Arboriente debe establecer, implementar y actualizar un procedimiento que permita la comunicación externa e interna. En el caso de la comunicación interna se debe definir los mecanismos de comunicación del desempeño energético, de su SGE y de comentarios y sugerencias referentes al sistema entre los diferentes niveles de la organización. Así también Arboriente debe establecer los mecanismos para comunicar externamente, si es su decisión, su Política, SGE y desempeño energético. En el procedimiento deberá establecer los mecanismos para la recepción de la documentación, el registro y la respuesta a comunicaciones relevantes.

### **3.4.5.4 Documentación**

#### **3.4.5.4.1 Requisitos de la documentación**

La documentación correspondiente al SGE deberá mantenerse en digital y físico, de manera que se pueda actualizar la información y establecer la interacción entre los elementos. La documentación que Arboriente deberá tener como parte de su SGE serán:

- ✚ El manual junto con el alcance límites y elementos del SGE.
- ✚ La política energética
- ✚ Formatos con objetivos, metas y planes de gestión de la energía
- ✚ Procedimientos generales y de operación
- ✚ Registros

✚ Documentos necesarios para completar los registros.

La documentación deberá elaborarse con pase a un procedimiento el cual indique el mecanismo a seguir para generar y controlar un documento perteneciente al SGE.

En cada procedimiento deberá constar: los objetivos, alcance, la metodología mediante la elaboración de un diagrama de flujo, la descripción de esta metodología, los responsables de llevar a cabo el procedimiento y los registros y formatos asociados.

#### **3.4.5.4.2 Control de los documentos**

Los documentos del SGE deben controlarse por lo tanto, es necesario incluir en el SGE un procedimiento que asegure: la elaboración, revisión y actualización de documentos con el fin de asegurar que se registran los cambios y que las versiones sean pertinentes, la aprobación de documentos antes de su entrada en vigencia y emisión, que la documentación sea clara y fácil de identificar, la recepción y control de la distribución de la documentación tanto externa como interna relacionada con el SGE y la identificación de documentos obsoletos para evitar su uso.

#### **3.4.5.5 Control operacional**

Arboriente deberá desarrollar y establecer procedimientos que especifiquen criterios de operación y mantenimiento de los procesos, maquinaria, equipos y actividades que se relacionen con los usos significativos de energía; así como también implementar los planes de gestión de la energía. Cabe recalcar que estos se generan tomando en cuenta la política, objetivos y metas energéticas, que por su parte se establecen con base en los resultados de la auditoría energética.

Para esto la organización ha definido el personal dentro del SGE que será responsable de los controles operacionales y de cumplir con las actividades enmarcadas dentro de los planes de gestión de la energía establecidos en el ANEXO 3.

En los procedimientos operativos deberá constar: el mecanismo y régimen de trabajo de la maquinaria y equipos que según los resultados de auditoría sean los de mayor consumo, además se deberá establecer la periodicidad de las actividades de mantenimiento de estos equipos.

En este punto también deberá constar un procedimiento que especifique las actuaciones, mecanismos de respuesta y responsabilidades en caso de situaciones de contingencia, emergencia o desastre que afecten el desempeño energético.

### **3.4.5.6 Diseño**

De acuerdo con los resultados de la auditoría energética, con los resultados de evaluaciones futuras de desempeño energético, y con las propuestas de ahorro y eficiencia energética, Arboriente deberá establecer un procedimiento en el cual se considere el diseño o rediseño de procesos, maquinaria, equipos existentes o adquiridos que constituyan una oportunidad de mejora del desempeño. Este procedimiento deberá contar con un registro de las diferentes consideraciones y actividades de diseño.

### **3.4.5.7 Adquisición de servicios de energía, productos, equipos y energía**

Cuando Arboriente requiera de la compra de productos y equipos que puedan representar una oportunidad para la mejora de su desempeño o que se relacione con este, debe realizarlo con base en un procedimiento en el cual se indique los criterios para evaluar el uso y consumo del equipo y verificar su eficiencia energética de manera que se pueda evidenciar el impacto significativo y positivo de esta adquisición, también mediante los canales de comunicación externa que se establezca deberá informar de este propósito de mejora continua del desempeño energético a sus proveedores.

## **3.4.6 Verificación**

### **3.4.6.1 Seguimiento, medición y análisis**

Arboriente debe establecer un procedimiento en el cual se describa los medios y métodos de medición, monitoreo y análisis de las características clave de las operaciones relacionadas con los usos significativos de energía, con los indicadores de desempeño energético, con la eficacia y cumplimiento de los planes de gestión de la energía y con el consumo de energía real con respecto al esperado; también debe definir la periodicidad y las necesidades de medición.

La organización debe asegurar la precisión exactitud y repetibilidad de los datos obtenidos con los procedimientos utilizados para este punto, en caso de adquirir equipos para realizar las mediciones se debe contar con los registros de calibración adecuados. Los resultados de estas mediciones deben constar en un registro del SGE. La empresa, además, debe establecer los mecanismos de investigación y respuesta para las desviaciones del desempeño energético.

Arboriente ha establecido los siguientes mecanismos para el seguimiento y medición de sus IDE:

**Tabla 11. Seguimiento, medición y análisis de los IDE** Fuente: Elaboración propia

N° Indicador	Indicador de desempeño energético	N° Acción	Descripción: acciones de seguimiento medición y análisis	Responsable	Frecuencia
1	Consumo de electricidad para iluminación por unidad de superficie.	1	Realizar el inventario y determinar el tipo de luminarias de las instalaciones.	Jefe de mantenimiento	Anual
		2	Identificar los regímenes de trabajo y las potencias nominales de las luminarias para el cálculo del consumo anual.	Jefe de SSA	Anual
		3	Identificar la superficie de las instalaciones.	Jefe de SSA	1 vez
		4	Verificar que el medidor de energía eléctrica funcione adecuadamente.	Jefe de mantenimiento	Mensual
		5	Obtener las facturas de consumo eléctrico correspondientes a cada mes y registrar.	Contadora	Mensual
2	Consumo de electricidad para procesos productivo y de apoyo por unidad de producto final.	1	Realizar el inventario de la maquinaria interviniente en cada operación unitaria.	Jefe de mantenimiento	Anual
		2	Identificar los regímenes de trabajo de cada equipo y sus potencias nominales para el cálculo del consumo anual.	Jefe de SSA	Anual
		3	Verificar que el medidor de energía eléctrica funcione adecuadamente.	Jefe de mantenimiento	Mensual
		4	Obtener las facturas de consumo eléctrico correspondientes a cada mes y registrar.	Contadora	Mensual
3	Consumo de energía calórica para secaderos y prensadora por unidad de producto final.	1	Identificar las características de operación de la caldera.	Jefe de SSA	Cada dos años
		2	Determinar la cantidad de combustible y la energía consumida por el caldero para alcanzar su producción nominal y para alcanzar su producción real que cubra la demanda de vapor saturado.	Jefe de SSA	Anual
4	Consumo de vapor saturado por unidad de producto final.	1	Realizar el inventario de la maquinaria que consume esta energía.	Jefe de mantenimiento	Anual
		2	Identificar los regímenes de trabajo de la maquinaria y sus demandas nominales para el cálculo del consumo anual.	Jefe de SSA	Anual
5	Consumo de combustible por unidad de producto final.	1	Mantener los registros de la cantidad de combustible en toneladas que ingresa al proceso de triturado (diario, mensual y anual).	Jefe de producción	Diaria/mensual/anual
		2	** Determinar y registrar los metros cúbicos de producción diaria, mensual y anual.	Jefe de producción	Diaria/mensual/anual

Continuación...

	Indicador de Productividad	N° Acción	Acciones de seguimiento medición y análisis	Responsable	Frecuencia
6	Volumen de materia prima por unidad de producto.	1	Determinar y registrar los metros cúbicos de materia prima y de producción (diario, mensual y anual).	Jefe de producción	Diaria/mensual
				Jefe de SSA	Anual
	Indicadores energéticos de tipo económico	N° Acción	Seguimiento medición y análisis	Responsable	Frecuencia
7	Costo de electricidad para iluminación por unidad de producto.	1	Mediante la facturación obtener el coste del consumo eléctrico anual, identificar el consumo anual de electricidad en MWh y calcular el coste unitario por MWh.	Jefe de SSA	Anual
		2	Determinar el consumo anual de energía eléctrica para iluminación y calcular el coste para este.	Jefe de SSA	Anual
8	Costo de electricidad para procesos por unidad de producto.	1	Mediante la facturación obtener el coste del consumo eléctrico anual, identificar el consumo anual de electricidad en MWh y calcular el coste unitario por MWh.	Jefe de SSA	Anual
		2	Determinar el consumo anual de energía eléctrica para iluminación y calcular el coste para procesos productivo y de apoyo.	Jefe de SSA	Anual
9	Costo de combustible por unidad de producto.	1	Identificar el costo de la tonelada de residuos maderables y conocer el consumo de combustible anual en toneladas.	Jefe de SSA y Jefe de producción	Anual
	Indicador ambiental		Seguimiento medición y análisis	Responsable	Frecuencia
10	Emisiones de CO <sub>2</sub> por unidad de producto.	1	Identificar y registrar el factor de emisión de toneladas de CO <sub>2</sub> por cada MWh consumido de energía generada en centrales hidroeléctricas y el factor de emisión por cada tonelada de combustible maderable.	Jefe de SSA	Anual
		2	Calcular el consumo anual de energía eléctrica y calórica.	Jefe de SSA	Anual
<b>**Este parámetro es necesario para el seguimiento de todos los indicadores.</b>					
<b>Toda esta información debe permanecer legible en los registros del SGE y en caso de cambios importantes como incorporación de nueva maquinaria, construcción de instalaciones, entre otros, el Jefe de SSA deberá realizar una nueva auditoría energética y por lo tanto actualizar el SGE.</b>					

### 3.4.6.2 Evaluación del cumplimiento con los requisitos legales y otros requisitos

Arboriente debe contar con un procedimiento y su respectivo registro que permita la evaluación del cumplimiento con los requisitos legales y otros que la organización se haya suscrito. La organización debe establecer los intervalos en los cuales debe realizar la evaluación.

### **3.4.6.3 Auditoría Interna del SGE**

Arboriente debe indicar los intervalos en los cuales realizará la auditoría de su SGE con el fin de asegurarse que cumpla los requisitos de la norma, que se ha implementado, mantenido y permite la mejora del desempeño energético y que por lo tanto le permite a la organización gestionar su energía y cumplir con los objetivos, metas y planes propuestos.

La organización debe definir un programa de auditoría en el cual se indique la periodicidad en la que se debe realizar por ejemplo: 2 en un año; adicionalmente se podrán llevar a cabo auditorías extraordinarias cuando el gerente o el jefe de Seguridad, Salud y Ambiente lo consideren necesario.

El jefe de SSA junto con el auditor encargado, debe elaborar los documentos de apoyo y el plan de auditoría en el que se incluye: objetivo, alcance, proceso o área a auditar, responsable del proceso, auditor, elementos auditables y fecha de realización de la auditoría. En caso de contar con auditores externos, el plan de auditoría será el que ellos consideren necesario. Este punto debe asegurar la objetividad e imparcialidad del proceso y los resultados se deben registrar e informar a la alta dirección.

### **3.4.6.4 No conformidades, corrección, acción correctiva y acción preventiva**

Arboriente debe identificar, revisar y determinar las causas de las no conformidades reales y potenciales que permitan a la organización actuar y asegurarse que no ocurran o vuelvan a ocurrir mediante la implementación de acciones correctivas y preventivas apropiadas. Se debe mantener los registros que se generen y revisar la eficacia de estas acciones. La organización debe asegurarse que cualquier cambio que haya surgido al implementar estas acciones se incorpore en su sistema.

### **3.4.6.5 Control de los registros**

Para que Arboriente demuestre la conformidad con los requisitos de esta norma y su desempeño energético, debe contar con los registros necesarios, mantenerlos y actualizarlos. La organización debe establecer los mecanismos para identificar, recuperar y conservar los registros y debe asegurarse de que permanezcan legibles y fácilmente identificables.

### **3.4.7 Revisión por la dirección**

La organización debe establecer los intervalos en los cuales va a revisar su SGE de manera que pueda asegurar su utilidad, adecuación y eficacia; estas revisiones se deben mantener en registros apropiados.

La información del SGE que será objeto de revisión por la alta dirección incluye: seguimiento de actuaciones llevadas a cabo por revisiones previas, política energética, desempeño, indicadores y recomendaciones de mejora del desempeño energético, cumplimiento de objetivos y metas energéticas, evaluación de cumplimiento y actualización de requisitos legales y otros que la organización se suscriba, resultados de auditorías del SGE, cumplimiento y estado de acciones correctivas y preventivas y el desempeño energético que se quiera lograr hasta la próxima revisión.

Una vez que se ha revisado el SGE surgen decisiones y actuaciones relacionadas con la información de entrada, las conclusiones de este proceso se deben registrar.

#### **4. Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones**

##### **4.1. Conclusiones**

- ✚ La auditoría energética ha permitido conocer las entradas y salidas del proceso productivo y procesos de apoyo, el coeficiente de aprovechamiento de materia prima y los usos significativos de energía que representan los mayores consumos de energía eléctrica y calórica.
- ✚ Se ha realizado un análisis de las propuestas de ahorro y eficiencia energética para lo cual se han establecido fortalezas y debilidades que son características internas y oportunidades y amenazas que constituyen factores externos a la empresa con el fin de determinar la factibilidad de implementarlas e incorporarlas en la gestión empresarial.
- ✚ Al implementar la mejora del replanteamiento del contrato de suministro eléctrico, el aumento de la capacidad del secadero Benecke y la instalación de variadores de frecuencia en motores, se estima que el ahorro de energía eléctrica será de 100,92 MWh/año y de energía calórica será de 1878,01 MWh/año, el beneficio económico será de \$42148/ año con un período de retorno de la inversión de 1,38 años y se evitará la emisión de 1014,8 Ton CO<sub>2</sub>/ año. Todo esto sin considerar el resto de mejoras para las cuales se requiere de un análisis más profundo.
- ✚ Se ha propuesto un Manual del Sistema de Gestión de la Energía de acuerdo a la Norma ISO 50001: 2011 como un documento base en el cual se describen los requisitos para la implantación del sistema y permitan la mejora continua.
- ✚ Se han definido y calculado indicadores de desempeño energético, de tipo económico, de productividad y ambiental que permitan dar un seguimiento al desempeño energético, ambiental y a la productividad de Arboriente.

- ✚ El 65% del costo de energía eléctrica necesario para la producción de cada m<sup>3</sup> de producto corresponde al coste para el proceso productivo, seguido del 29% para procesos de apoyo y el 6% para la iluminación.
- ✚ Se han establecido los objetivos, metas y planes de gestión de la energía con los indicadores de desempeño energético relacionados.
- ✚ Se han establecido los mecanismos para el seguimiento, medición y análisis de los IDE, con los responsables y la frecuencia para su ejecución.

#### 4.2. Recomendaciones

- ✚ Se recomienda establecer una frecuencia de 2 años para la ejecución de auditorías energéticas y actualizar la información de las mismas en caso de que surjan cambios que afecten los IDE.
- ✚ Se recomienda implementar las mejoras propuestas en los plazos establecidos dentro de los planes de gestión de la energía.
- ✚ Se recomienda desarrollar los procedimientos correspondientes a cada requisito de la norma, con las respectivas actividades, responsabilidades y recursos.
- ✚ Se recomienda implementar el Sistema de Gestión Energético y de ser posible integrarlo con el Sistema de Gestión de Calidad y Ambiental.

#### 4.3. Bibliografía

- Asamblea Nacional del Ecuador. (16 de Enero de 2015). *Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica*. Obtenido de <http://red-lac-ee.org/wp-content/uploads/2016/05/LEY-ELECTRICA-3538.pdf>
- Comisión Nacional para el uso Eficiente de la Energía. (2014). *Manual para la Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía*. México,D.F.: Conuee/GIZ.
- Guerra, K. (2015). *Sistema de Gestión Ambiental para la empresa Arboriente S.A.* Riobamba: Arboriente S.A.
- Gutiérrez, R. (2017). *Auditoría Energética del proceso productivo de Arboriente S.A. Empresa Productora de Madera Terciada*. Universitat de Barcelona, Barcelona.
- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable del Ecuador. (28 de Febrero de 2017). *Base Legal que rige a la Institución*. Obtenido de <http://www.energia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/03/Literal-a2-Base-legal-que-rige-a-la-institucion%CC%81n.pdf>
- Organización Internacional de Normalización. (2011). *Gana el desafío de la energía con ISO 50001*. Ginebra: ISO.
- Organización Internacional de Normalización. (2011). *Nch- ISO 50001:2011 Sistemas de Gestión de la Energía - Requisitos con orientación para su uso*. Chile: INN.
- Villarrubia, M. (2016). Apuntes de la Asignatura: *Gestión Eficiencia Ahorro y Planificación Energética*. Máster MERSE- UNIBA-UB: Barcelona- España.

## ANEXOS

### ANEXO 1: Política Energética

	<b>POLÍTICA ENERGÉTICA</b>	<b>Fecha:</b> 13-02-2017 <b>Revisión:</b> 00
<b>F-SGE-PE-00</b>	Ref.: ISO 50001-2011. Punto 4.3	Pág. 1 de 1

Arboriente es una sociedad anónima legalmente constituida, dedicada a la producción y comercialización de tableros contrachapados.

La alta dirección de la empresa considera la gestión energética como una herramienta eficaz dentro de su gestión empresarial, y consciente de su compromiso social, de la naturaleza e importancia de mejorar su desempeño energético y de gestionar el uso y consumo de energía de sus actividades se compromete a:

- ✚ Utilizar de manera eficiente la energía que se consume en sus diferentes actividades y procesos con el fin de contribuir en la mitigación de los efectos del cambio climático, preservar los recursos naturales, reducir costes y mejorar la competitividad.
- ✚ Establecer planes relacionados con la eficiencia energética que permitan gestionar el uso y consumo de la energía.
- ✚ Definir los objetivos y metas que permitan mejorar el desempeño energético y revisarlos continuamente para asegurar la mejora continua del SGE.
- ✚ Asegurar la disponibilidad de información y de recursos humanos y económicos que permitan cumplir con lo establecido en la presente política.
- ✚ La organización tiene un compromiso de mejora continua de su SGE para lo cual se compromete a optimizar la energía y diseñar los procesos y operaciones de manera que permitan un ahorro significativo, así también se compromete a adquirir productos y servicios energéticos eficientes.
- ✚ Cumplir y adaptarse a los cambios relacionados con los requisitos legales y otros que se suscriba que consideren la eficiencia energética.
- ✚ Comunicar sobre su desempeño energético y el grado de cumplimiento de las metas.
- ✚ Asegurar y fortalecer las competencias, capacidades y responsabilidades del personal y entregarle los medios adecuados y la motivación, para que en la ejecución de sus actividades tengan una actitud de responsabilidad y concienciación sobre el ahorro de energía.
- ✚ Mantener una canal de comunicación en materia energética tanto interno como externo, estableciendo una relación de diálogo con las partes interesadas.

Puyo, 13 de febrero de 2017 Ing. Santiago Vásconez GERENTE GENERAL

## ANEXO 2: Identificación de requisitos legales y otros

Nombre del Requisito	Tipo de requisito	Título	N° Artículo	Descripción	Medio de seguimiento	Frecuencia revisión	Responsable
CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR 2008 Decreto Legislativo 0 Registro Oficial 449 de 20-oct-2008	Legal	TITULO I	15	El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.	Internet	2 años	Jefe de SSA
		TÍTULO VI	334	El Estado promoverá el acceso equitativo a los factores de producción, para lo cual le corresponderá: 4. Desarrollar políticas de fomento a la producción nacional en todos los sectores, en especial para garantizar la soberanía alimentaria y la soberanía energética, generar empleo y valor agregado.			
		TÍTULO VII	413	El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua.			
Reforma del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria Acuerdo N°061 4-may- 2015	Legal	TÍTULO II	5	<b>Atribuciones de la Autoridad Ambiental Nacional.</b> Literal f) Ejercer la rectoría en materia de energías alternativas en el componente ambiental, en coordinación con la autoridad rectora del tema energético.	Internet	1 año	Jefe de SSA
		TÍTULO III	73	<b>Gestión integral de residuos y/o desechos sólidos no peligrosos. Del aprovechamiento.-</b> En el marco de la gestión integral de residuos sólidos no peligrosos, es obligatorio para las empresas privadas y municipalidades el impulsar y establecer programas de aprovechamiento mediante procesos en los cuales los residuos recuperados, dadas sus características, son reincorporados en el ciclo económico y productivo en forma eficiente, por medio del reciclaje, reutilización, compostaje, incineración con fines de generación de energía, o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales y/o económicos.			
		TÍTULO III	73	<b>Gestión integral de residuos y/o desechos sólidos no peligrosos. Del aprovechamiento.</b> Literal c) Cuando el aprovechamiento de los residuos sólidos no peligrosos se los realice como materia prima para la generación de energía, este tipo de actividad deberá ser sometido a la aprobación de la Autoridad Ambiental Nacional.			
		TÍTULO III	235	<b>Producción limpia, consumo sustentable y buenas prácticas ambientales. Uso eficiente de recursos.-</b> Entiéndase como uso eficiente el consumo responsable de materiales, energía, agua y otros recursos naturales, dentro de los parámetros establecidos en esta norma y en aquellas aplicables a esta materia.			

		TÍTULO III	238	<b>Producción limpia, consumo sustentable y buenas prácticas ambientales. Obligaciones generales para la producción más limpia.</b> - Todas las instituciones del Estado y las personas naturales, jurídicas, comunidades, pueblos y nacionalidades se obligan, según corresponda a: Propender a la optimización y eficiencia energética.			
		TÍTULO III	242	<b>Producción limpia, consumo sustentable y buenas prácticas ambientales. De las acciones estratégicas.</b> - Las acciones estratégicas a cargo de la Autoridad Ambiental Nacional que sustentan la planificación en todos los niveles de gestión, se orientarán hacia: Literal f) Incentivar el cambio de la matriz productiva y energética.			
Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica 16- ene- 2015	Legal	TÍTULO II	15	<b>Las atribuciones y deberes de la Agencia de Regulación y Control de Electricidad son:</b> Numeral 2. Dictar las regulaciones a las cuales deberán ajustarse las empresas eléctricas; el Operador Nacional de Electricidad (CENACE) y los consumidores o usuarios finales; sean estos públicos o privados, observando las políticas de eficiencia energética, para lo cual están obligados a proporcionar la información que le sea requerida.	Internet	6 meses	Jefe de SSA
		TÍTULO IV	63	<b>Regímenes Especiales. Programa de Energización Rural.</b> El Programa se financiará con los recursos provenientes del Presupuesto General del Estado. Sin embargo, podrá también financiarse con aportes o donaciones de entidades públicas o privadas, nacionales o extranjeras, y otros que se determinen en esta u otras leyes, debidamente controlados por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable.			
		TÍTULO VI	74	<b>EFICIENCIA Energética.</b> La eficiencia energética tendrá como objetivo general la obtención de un mismo servicio o producto con el menor consumo de energía. En particular, los siguientes: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fomentar la eficiencia en la economía y en la sociedad en general, y en particular en el sistema eléctrico;</li> <li>2. Promover valores y conductas orientados al empleo racional de los recursos energéticos, priorizando el uso de energías renovables;</li> <li>3. Propiciar la utilización racional de la energía eléctrica por parte de los consumidores o usuarios finales;</li> <li>4. <b>Incentivar la reducción de costos de producción a través del uso eficiente de la energía, para promover la competitividad;</b></li> <li>5. Disminuir el consumo de combustibles fósiles;</li> <li>6. Orientar y defender los derechos del consumidor o usuario final; y,</li> <li>7. Disminuir los impactos ambientales con el manejo sustentable del sistema energético.</li> </ol>			

### ANEXO 3: Planes de Gestión de la Energía

	<b>FORMATO DE PLANES DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA</b>	<b>Fecha:</b> 21-03-2017 <b>Edición:</b> 00
<b>F-SGE-OP-00</b>	<b>Ref.: ISO 50001:2011 Punto 4.4.6</b>	<b>Pág. 4 de 4</b>

Planes de Gestión de la Energía						
PLAN N°1						
<b>Título del Plan:</b> Plan de reducción del consumo de energía eléctrica en Arboriente S.A.						
<b>Objetivo relacionado:</b> Reducir el consumo de energía eléctrica en Arboriente S.A. <b>Meta relacionada:</b> Reducir en un 15% el consumo de electricidad de toda la planta para el período 2017-2018						
<b>Antecedentes:</b> Como resultado de la auditoría energética se obtuvo que las operaciones unitarias que más consumen energía eléctrica son el secadero (Benecke), el desenrollo, descortezado, caldera (incineración), triturado y compresores, por lo tanto se consideran consumos energéticos significativos, los cuales deben tomarse en cuenta al momento de establecer acciones que permitan reducir el consumo. Los indicadores relacionados son consumo de electricidad para iluminación por unidad de superficie en el cual se obtuvo un valor de 13,01 kWh/ m3 año y consumo de electricidad para procesos productivo y de apoyo por unidad de producto final el cual tiene un valor de 139,11 kWh/m3 año.						
N°	Actividades	Responsable	Fecha de inicio	Fecha de cierre	Recursos	
					Tecnológicos	Económicos
1	Replanteamiento del Contrato de Suministro Eléctrico.	Gerente de Planta	Abril - 2017	Abril - 2017	-	-
2	Aumento de la Capacidad de Trabajo del Secadero Benecke.	Jefe de Mantenimiento	Mayo- 2017	Junio- 2017	X	X
3	Instalación de Variadores de Frecuencia en Motores.	Jefe de Mantenimiento	Mayo- 2017	Junio- 2017	X	X
4	Mejoras a los Sistemas de Iluminación.	Jefes de SSA y mantenimiento	Mayo- 2017	Junio- 2017	X	X
5	Estudio de Iluminación Ocupacional.	Jefe de SSA	Mayo- 2017	Junio- 2017	X	X
PLAN N°2						
<b>Título del Plan N°2:</b> Plan de reducción del consumo de vapor saturado en el proceso productivo de Arboriente S.A.						
<b>Objetivo relacionado:</b> Reducir el consumo de vapor saturado en el proceso productivo de Arboriente S.A.						
<b>Meta relacionada:</b> Reducir en un 15% el consumo de vapor saturado necesario para los secaderos y la prensa para el período 2017-2018 de toda la planta para el período 2017-2018						
<b>Antecedentes:</b> Como resultado de la auditoría energética se obtuvo que la operación unitaria que más consume vapor saturado es el Secadero Benecke ya que luego del análisis se concluye que el 80% de la energía calórica que se genera en la empresa la consume este equipo. Los indicadores relacionados con este plan son: Consumo de energía calórica para secaderos y prensadora por unidad de producto final con un valor de 2,63 MWh/m3 año y Consumo de vapor saturado por unidad de producto final con un valor de 2,82 Ton/m3 año.						
N°	Actividades	Responsable	Fecha de inicio	Fecha de cierre	Recursos	
					Tecnológicos	Económicos
1	Aumento de la Capacidad de Trabajo del Secadero Benecke.	Jefe de Mantenimiento	Mayo- 2017	Junio- 2017	X	X

### PLAN N°3

**Título del Plan:** Plan de reducción de las emisiones de CO2 de la empresa Arboriente S.A.

**Objetivo relacionado:** Reducir las emisiones de CO2 de la empresa Arboriente S.A.

**Meta relacionada:** Reducir en un 15% las emisiones de CO2 para el período 2017-2018.

**Antecedentes:** En cada país existen diferentes factores de emisión de CO2 ligados al consumo de energía eléctrica proveniente de distintas fuentes y factores de emisión ligados a la quema de diferentes combustibles. Para el caso de nuestro país se ha establecido un factor de emisión de 0,5062 Ton CO2/MWh de energía eléctrica generada en Centrales Hidroeléctricas (MAE, 2013); y de 2,314 Ton CO2/Ton de combustible maderable (INECC,2014). Como se puede observar todos las actividades de los planes 1 y 2 permitirán la reducción de las emisiones de CO2 a la atmósfera. El indicador relacionado es: emisiones de CO2 por unidad de producto que resultó en un valor de 1,56 Ton CO2/m3.

N°	Actividades	Responsable	Fecha de inicio	Fecha de cierre	Recursos	
					Tecnológicos	Económicos
1	Todas las actividades de los planes 1 y 2.				Plan 1 y 2	

### PLAN N°4

**Título del Plan:** Plan de mantenimiento de los niveles de aprovechamiento de materia prima en Arboriente S.A.

**Objetivo relacionado:** Mantener los niveles de aprovechamiento de materia prima en Arboriente S.A.

**Meta relacionada:** Mantener entre el 50 y el 55% el aprovechamiento de materia prima para el período 2017- 2018.

**Antecedentes:** El coeficiente de aprovechamiento de materia prima en la industria del tablero contrachapado se encuentra en un 40% aproximadamente (Zavala y Corral 2011), este porcentaje puede variar de acuerdo a las características de la materia prima y de los procesos de cada industria. Para Arboriente es importante establecer intervalos para el cálculo del coeficiente de aprovechamiento y determinar el volumen de materia prima necesaria para obtener un metro cúbico de producto. El indicador relacionado es: Volumen de materia prima por unidad de producto con un resultado de 1,98 m3 de materia prima / m3 de producto.

N°	Actividades	Responsable	Fecha de inicio	Fecha de cierre	Recursos	
					Tecnológicos	Económicos
1	Realizar balances de masa de las operaciones unitarias que generan residuos maderables.	Jefe de SSA	Junio- 2017	Julio- 2017	-	-
2	Realizar un análisis de las operaciones unitarias que tienen un menor coeficiente de aprovechamiento, las causas de este problema y las diferentes soluciones.	Jefe de SSA	Junio- 2017	Julio- 2017	-	-

**En cada plan se debe realizar el seguimiento de los indicadores que corresponden a cada una de las metas.**

## ANEXO 4: Procedimiento de revisión energética y línea base de energía

	<b>PROCEDIMIENTO DE REVISIÓN ENERGÉTICA Y LÍNEA BASE DE ENERGÍA</b>	<b>Fecha:</b> 06-03-2017 <b>Edición:</b> 00
<b>P-SGE-REL-00</b>	<b>Ref.: ISO 50001:2011 Punto 4.4.3 Punto 4.4.4</b>	<b>Pág. 6 de 7</b>

### 1. CONTROL DE CAMBIOS

Edición	Fecha	Páginas modificadas	Responsable	Cambios

### 2. PROPÓSITO

Establecer un procedimiento documentado en el cual se describa la metodología y las actividades necesarias para realizar la revisión energética de Arboriente e identificar los usos significativos de la energía asociados a sus actividades, que permitan determinar periódicamente las oportunidades de mejora del desempeño energético.

### 3. ALCANCE

El presente procedimiento es de aplicación a todas las actividades relacionadas con el proceso productivo, procesos de apoyo: caldero y compresores e iluminación de las instalaciones. Se aplica a las actividades rutinarias y no rutinarias, es decir, que se realicen en condiciones normales de operación y las realizadas en situaciones de emergencia.

### 4. RESPONSABILIDADES

#### Gerente de Planta

- ✚ Aprobar el presente procedimiento y disponer de los recursos necesarios para su implementación.
- ✚ Conocer y aprobar la metodología para la Revisión Energética.
- ✚ Conocer y aprobar los resultados de las revisiones y las oportunidades de mejora, previo a la implementación.

#### Jefe de Seguridad, Salud y Ambiente.

- ✚ Elaborar, implementar y actualizar el presente documento.

- ✚ Mantener la documentación relacionada con las actividades del procedimiento.
- ✚ Realizar una descripción de las operaciones unitarias ligadas al proceso productivo y a los procesos de apoyo.
- ✚ Identificar las entradas de los procesos productivos y de apoyo.
- ✚ Identificar las salidas de los procesos productivos y de apoyo.
- ✚ Calcular el coeficiente de aprovechamiento de materia prima de Arboriente para los períodos requeridos.
- ✚ Calcular los consumos de energía eléctrica y energía calórica para el período requerido.
- ✚ Identificar los procesos relacionados con los consumos más significativos.
- ✚ Informar a la gerencia los resultados de los consumos más significativos.
- ✚ Identificar y planificar la implementación de las mejoras al desempeño energético y verificar el cumplimiento de las mismas.
- ✚ Identificar las medidas de seguimiento, medición y análisis de las características clave de las operaciones de Arboriente relacionadas con los consumos significativos.

#### **Jefes Departamentales**

- ✚ Facilitar la información de entrada que surja necesaria para identificar las operaciones unitarias ligadas al proceso productivo y de apoyo.
- ✚ Notificar al departamento de seguridad, salud y ambiente sobre el cambio en algún proceso.
- ✚ Colaborar con el cumplimiento de las mejoras al desempeño propuestas.

#### **Todos los trabajadores**

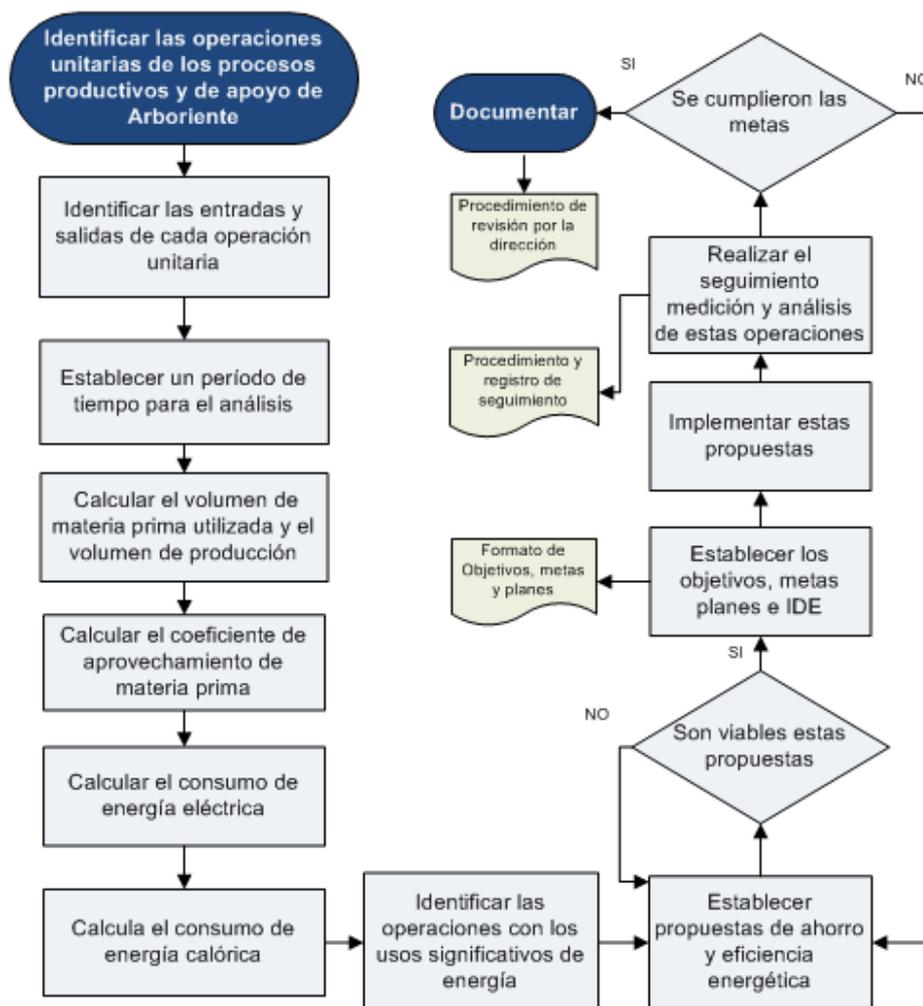
- ✚ Notificar a su inmediato superior o directamente al jefe de SSA sobre el cambio en algún proceso.
- ✚ Colaborar con el cumplimiento de las mejoras al desempeño propuestas.

### **5. DEFINICIONES BÁSICAS**

- ✚ **Energía:** capacidad de un sistema para producir un trabajo (procesos), esta puede ser electricidad, aire comprimido, combustibles, calor, vapor saturado, entre otros.
- ✚ **Revisión energética:** mediante la identificación de los usos y cálculos de consumos de energía de la organización es posible identificar su desempeño energético y las oportunidades de mejora.

- ✚ **Línea base de energía:** son valores de referencia que constituyen variables relacionadas con el uso y consumo de la energía establecidos para un período de tiempo que permiten comparar el desempeño energético futuro de la organización.
- ✚ **Consumo de energía:** cantidad de energía aplicada en cada actividad de la organización.
- ✚ **Eficiencia energética:** relación entre el resultado de desempeño, bienes, servicio o energía y la entrada de una energía, estas cantidades deben ser mensurables.
- ✚ **Uso significativo de energía:** energía necesaria para un uso y que dentro del consumo total de la organización, ofrece una considerable oportunidad para mejorar el desempeño energético.

## 6. DIAGRAMA DEL PROCEDIMIENTO



**Figura 1.** Diagrama del procedimiento **Fuente:** Elaboración propia

## **7. DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO**

### **7.1 Identificar las operaciones unitarias de los procesos productivos y de apoyo:**

En este punto se debe realizar un levantamiento de los subprocesos u operaciones unitarias del proceso productivo y de los procesos de apoyo que se consideren necesarios, esto se ha realizado como parte de la auditoría energética inicial, sin embargo de existir algún cambio en las actividades u operaciones, se deberá actualizar esta identificación.

### **7.2 Identificar las entradas y salidas de cada operación unitaria**

En un diagrama de flujo realizar la identificación de entradas de cada operación unitaria como son:

✚ Materias primas, Energía, Insumos y Combustibles

Y de las salidas:

✚ Residuos maderables, Energía residual, Efluentes, Emisiones y Producto.

Aquí también se deberá establecer un período de tiempo para realizar el análisis, este período puede ser anual o se puede realizar un promedio de datos para dos años de acuerdo a lo que indique la alta dirección. Este y el anterior punto deberán documentarse en el registro R-SGE-OU-00.

### **7.3 Cálculo del volumen de materia prima y de producción.**

Para el período establecido se debe determinar el volumen de materia prima y de producción mensual para luego obtener un promedio, esto con el fin de conocer el coeficiente de aprovechamiento de la materia prima expresado como:  $\text{Materia Prima (m}^3\text{)} / \text{Unidad de Producto (m}^3\text{)}$ .

### **7.4 Cálculo del consumo de energía eléctrica**

Para el cálculo del consumo de energía eléctrica de toda la empresa se debe obtener los consumos mensuales de la energía eléctrica (mediante facturas) y sacar un promedio para el período establecido.

Para el cálculo del consumo eléctrico del proceso productivo, de procesos de apoyo y de iluminación se debe:

✚ Identificar la maquinaria correspondiente a cada subproceso,

✚ Determinar el régimen de trabajo de cada equipo o maquinaria (horas/ año)

✚ Identificar o calcular la potencia nominal de cada máquina.

- ✚ Determinar el consumo eléctrico de la maquinaria y el consumo de la operación unitaria, por último sumar el consumo de todas las operaciones del proceso productivo y procesos de apoyo que se hayan considerado.
- ✚ Determinación del porcentaje relativo que representa cada operación dentro del consumo de energía del proceso productivo y procesos de apoyo.
- ✚ En cuanto a la iluminación se debe realizar un inventario de las luminarias de la empresa, determinar su tipo, potencia y régimen de trabajo.
- ✚ Calcular el consumo de energía eléctrica correspondiente a iluminación.

### **7.5 Cálculo del consumo de energía calórica**

- ✚ Identificar la maquinaria correspondiente a cada proceso que requiera de vapor saturado.
- ✚ Determinar el régimen de trabajo de cada equipo o maquinaria (horas/ año)
- ✚ Identificar o calcular la demanda nominal de vapor saturado de cada máquina.
- ✚ Determinar las características de la operación de la caldera.
- ✚ Determinar la cantidad de residuos maderables y la energía consumida por la caldera para generar el vapor saturado necesario para la maquinaria.

### **7.6 Identificar los usos significativos de energía**

Mediante diagramas de Pareto identificar las operaciones de Arboriente que representan los usos significativos de energía, por lo tanto se considerará que el 20% del total de las operaciones son la causa del 80% del consumo de energía (efecto).

### **7.7 Propuestas de ahorro y eficiencia energética**

Una vez identificados los usos significativos de energía se establecerán propuestas para el ahorro y eficiencia energética y se determinará la viabilidad de las mismas mediante un análisis DAFO (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas).

### **7.8 Objetivos, metas planes e indicadores de desempeño energético**

Luego de verificar la viabilidad de las propuestas de ahorro y eficiencia energética, será posible el establecimiento de objetivos, metas y los planes que permitan cumplir con cada una de las metas, para esto también se deberá establecer los indicadores de desempeño energético que permitirán realizar el seguimiento, medición y análisis de las características clave relacionadas con el desempeño energético.

Todo este proceso deberá estar documentado para lo cual se cuenta con el formato R-SGE-OP-00 en el cual se establecen los objetivos, metas y planes de gestión de la energía. Y el procedimiento P-SGE-SMA-00, que es el que establece las directrices para

dar el seguimiento, medición y análisis de las operaciones relacionadas con los usos significativos de la energía.

En el proceso de revisión por la dirección se ha de evidenciar, entre otros componentes del sistema, el cumplimiento de las metas, y de haberse cumplido se deberá documentar en el respectivo registro correspondiente al Procedimiento de revisión por la dirección P-SGE-RD-00. En caso de que se detecte el incumplimiento de una o varias metas se deberá nuevamente revisar y verificar la viabilidad de las propuestas de mejora y eficiencia energética.

En caso de que exista un cambio en algún proceso o un nuevo proceso o maquinaria, se deberá realizar nuevamente la identificación de las operaciones unitarias, es decir el primer punto de este procedimiento y continuar de manera secuencial el mismo.

## 8. LISTA DE DISTRIBUCIÓN:

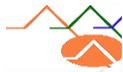
Jefe de SSA, Jefes Departamentales, Gerente de Planta.

## 9. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- ✚ Norma ISO 50001 – 2011
- ✚ R-SGE-OP-00. Registro de Objetivos, metas y planes de gestión de la energía.
- ✚ P-SGE-SMA-00. Procedimiento de seguimiento, medición y análisis.
- ✚ P-SGE-RD-00. Procedimiento de Revisión por la Dirección.

## 10. FORMATOS

Código	Nombre	Tiempo de retención	Responsable
F-SGE-OU-00	Formato de Identificación de Operaciones Unitarias, entradas y salidas.	1 año	Jefe de SSA
F-SGE-CE-00	Formato de Productividad y Consumos de energía	1 año	Jefe de SSA



**Formato de Identificación de Operaciones Unitarias, entradas y salidas  
Formato de Productividad y Consumos de energía**

Fecha: 06-03-2017  
Edición: 00

F-SGE-OU-00

Ref.: ISO 50001:2011 Punto 4.4.3 Punto 4.4.4

Pág. 12 de 13

**Procesos productivo y de apoyo**

**Responsable:**

Entradas				Operaciones unitarias	Salidas				
Materia prima	Energía	Insumos	Combustibles		Residuos maderables	Energía residual	Efluentes	Emisiones	Producto

**Procesos productivo y de apoyo**

**Responsable:**

**Revisión:**

Período	Promedio de Materia Prima Utilizada (m <sup>3</sup> )	Promedio de Producción (m <sup>3</sup> )	Coeficiente de aprovechamiento Materia Prima / Unidad de Producto (m3)	Consumo de energía eléctrica			Consumo de energía calórica
				Toda la empresa	Proceso productivo	Procesos de apoyo	