ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AGROINDUSTRIA

PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LA EMPRESA MUEPRAMODUL CIA. LTDA.

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

BAYRON ESTUARDO RUIZ PASQUEL
bayronruizpasquel@gmail.com

DIRECTOR: ING. FRANCISCO QUIROZ CHÁVEZ
francisco.quiroz@epn.edu.ec

Quito, Marzo 2011

© Escuela Politécnica Nacional (2011)
Reservados todos los Derechos de Reproducción

DECLARACIÓN

Yo, Bayron Estuardo Ruiz Pasquel, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

_____

Bayron Estuardo Ruiz Pasquel

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Bayron Estuardo Ruiz Pasquel, bajo mi supervisión.

_____

Ing. Francisco Quiroz Chávez

AGRADECIMIENTOS

Al Dios Altísimo por escoger este camino para mí y por cuidarme siempre.

Al Centro Ecuatoriano de Producción más Limpia por la oportunidad de permitirme crecer.

Al Ing. Carlos Maldonado, Gerente General de Muepramodul, por confiar en mi trabajo y abrirme las puertas de su empresa.

A los señores Coordinadores de la Especialización: Ing. Neyda Espín e Ing. Bolívar Izurieta por su ayuda permanente.

Un agradecimiento especial a mi amigo y Director de Tesis: Ing. Francisco Quiroz por su guía, paciencia y amistad incondicional.

DEDICATORIA

A Margarita, mi amada esposa y compañera de camino por estar siempre a mi lado en las buenas y en las malas, creyendo que todo es posible y alentándome a soñar.

A Dodita, Sonito y Princesita por iluminar nuestras vidas e inspirarnos a seguir creciendo.

A mis padres por su aliento y apoyo de siempre.

A Franklin, por su ejemplo y por ser hermano del alma y fiel amigo de muchas jornadas.

INDICE DE CONTENIDOS

PÁGINA

resumen ejecutivo iii
presentación vi
capítulo 1 1
1.1. Información general de la empresa 1
1.1.1. Ubicación de la empresa 2
1.1.2. Número de empleados 2
1.1.3. Régimen de funcionamiento 3
1.1.4. Ecoequipo de la empresa 3
1.1.5. Obligaciones de la empresa con el municipio o estado 4
1.2. Organigrama de la empresa 6
1.3. Distribución de planta 6
1.4. Información sobre programas y proyectos de la empresa 7
1.5. Razones que motivaron a la empresa a participar en el programa de producción más limpia 8
capítulo 2 9
2.1. Estado del arte del proceso productivo de la empresa 9
2.2. Relacion con el estado actual del proceso productivo de la empresa y perspectivas futuras 13
capítulo 3 15
3.1. Metodología de implementación del programa de producción más limpia 15
3.1.1. Informaciones sobre el proceso de la empresa 15
3.2. Balance de materiales 24
3.2.1. Análisis cuantitativo de las entradas y salidas del proceso productivo 24
3.2.2. Principales subproductos, residuos, efluentes y emisiones 30
3.3. Listado de oportunidades de mejora de producción más limpia 34
3.3.1. Identificación de los principales indicadores 36
3.3.2. Selección de los proyectos que serán implantados 41
3.4. Descripción y estudio técnico, económico y ambiental de cada una de las tres opciones consideradas de interés 42
3.4.1. Estudio de caso no. 1 42

3.4.2. Estudio de caso no. 2 54
3.4.3. Estudio de caso no. 3 69
3.4.4. Estudio de caso no. 4 79
3.5.1. Resultados generales..... 89
capítulo 4 90
4.1. Conclusiones 90
4.2. Recomendaciones 92
capítulo 5 93
5. Plan de continuidad 93
Referencias bibliográficas 98
Anexos 99

INDICE DE TABLAS

		PÁGINA
Tabla No. 1:	Número de empleados por área	2
Tabla No. 2:	Régimen de funcionamiento	3
Tabla No. 3:	Eco-equipo de la empresa	3
Tabla No. 4:	Consumo de las principales materias primas, insumos y materiales auxiliares	18
Tabla No. 5:	Consumo de energía eléctrica	19
Tabla No. 6:	Estadísticas del consumo de energía eléctrica	19
Tabla No. 7:	Consumo de agua	19
Tabla No. 8:	Clasificación de los usos de agua	20
Tabla No. 9:	Principales productos y subproductos	20
Tabla No. 10:	Información sobre efluentes líquidos industriales	21
Tabla No. 11:	Información sobre generación de lodos	22
Tabla No. 12:	Costos asociados a la generación de residuos	30
Tabla No. 14:	Categoría de residuos	31
Tabla No. 15:	Listado de residuos	32
Tabla No. 16:	Alternativas para minimización de residuos	33
Tabla No. 17:	Indicadores ambientales de los proyectos	36
Tabla No. 18:	Proyectos a ser implementados en la empresa	41
Tabla No. 19:	Indicadores del proyecto de energía eléctrica	49
Tabla No. 20:	Indicadores proceso comercial	63
Tabla No. 21:	Indicadores proyecto de corte	75
Tabla No. 22:	Resultados de los estudios de caso	89
Tabla No. 23:	Valoración de beneficios ambientales de los proyectos	89

INDICE DE FIGURAS

		PÁGINA
Figura No. 1:	Croquis de ubicación de la empresa	2
Figura No. 2:	Máquina escuadradora vertical	11
Figura No. 3:	Sierra circular	12
Figura No. 4:	Máquina pegadora de cantos rectos y curvos	12
Figura No. 5:	Macroproceso de la empresa	15
Figura No. 6:	Puntos de monitoreo en área de corte	38
Figura No. 7:	Puntos de monitoreo consumo de energía eléctrica	39
Figura No. 8:	Lámpara de mercurio	44
Figura No. 9:	Lámpara de vapor de sodio	44
Figura No. 10:	Iluminación con luminarias de vapor de sodio	44
Figura No. 11:	Resultados en consumo energético (kWh/año)	51
Figura No. 12:	Resultados en consumo energético (USD/año)	51
Figura No. 13:	Grado de efectividad en ventas	56
Figura No. 14:	Tiempo de dedicación a prospectos y clientes	56
Figura No. 15:	Desperdicio de tiempo en la operación	57
Figura No. 16:	Desperdicio de tiempo anual en la operación	57
Figura No. 17:	Desperdicio de tiempo anual total	58
Figura No. 18:	Incidencia de reprocesos por factores, en unidades	59
Figura No. 19:	Incidencia de reprocesos por factores, en USD	59
Figura No. 20:	Esquema de diseño actual (Diseño provisional)	60
Figura No. 21:	Esquema de diseño proyectado (Diseño lineal)	61
Figura No. 22:	Grado de efectividad en ventas	63
Figura No. 23:	Grado de efectividad en ventas (proyectado)	64
Figura No. 24:	Análisis de tiempos (proyectado)	64
Figura No. 25:	Mejoramiento de tiempo clientes que compran	66
Figura No. 26:	Desperdicio de tiempo prospectos que no compran	66
Figura No. 27:	Productividad	67
Figura No. 28:	Rendimiento económico	67
Figura No. 29:	Porcentaje de desperdicio (seccionadora horizontal)	70
Figura No. 30:	Cantidad de material utilizado	70

Figura No. 31:	Compra materia prima 2004	71
Figura No. 32:	Pérdidas anuales por desperdicio	71
Figura No. 33:	Plan de monitoreo proyecto de corte	75
Figura No. 34:	Porcentaje de desperdicio	77
Figura No. 35:	Tiempo de elaboración OP proyectado	85
Figura No. 36:	Aumento de capacidad de la empresa	85
Figura No. 37:	Costos referidos a emisión de OP´s	86
Figura No. 38:	Porcentaje de desperdicio	77

RESUMEN EJECUTIVO

La Producción más Limpia es una estrategia preventiva que se puede aplicar a productos, procesos y servicios con el objeto de disminuir el impacto ambiental y los riesgos para el ser humano y el ambiente. Adicionalmente permite obtener resultados económicos debidos a un mejor aprovechamiento de materias primas, insumos, auxiliares, agua y energía.

Muepramodul es una empresa ecuatoriana dedicada a la fabricación de muebles de cocina, closets y baños de la línea Hogar 2000. La empresa se ubica en el Barrio Santo Domingo de Conocoto, a la altura del puente 3 de la Autopista General Rumiñahui.

La metodología aplicada fue la de la Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial ONUDI, que contempla 5 etapas.

La primera etapa consistió en la planificación del trabajo, conformación del ecoequipo, levantamiento de información relevante de la empresa y un análisis del cumplimiento normativo.

En la segunda etapa se realizó un diagnóstico de la organización con el objeto de definir la línea base respecto de la implementación de Producción más Limpia. Se levantó información de los procesos de la empresa, principales entradas y salidas. El resultado de esta etapa fue la identificación de varias oportunidades de mejora de entre las cuales se seleccionaron 3 que se implementaron.

La tercera etapa consistió en la realización de balances de materiales, identificación y clasificación de los principales residuos, identificación de posibles alternativas de intervención, análisis técnico, económico y ambiental de las posibles soluciones y la definición de indicadores relacionados a los proyectos y planes de monitoreo.

La cuarta etapa consistió en la implementación de al menos una de los estudios de caso. En Muepramodul se implementaron 3 estudios de caso; y el cuarto estudio se encuentra en período de pruebas. Los casos implementados fueron:

1. Disminución del consumo eléctrico en el área de ensamble 2, área administrativa e iluminación externa nocturna.
2. Disminución de la cantidad de desperdicio en la etapa de corte.
3. Disminución de tiempos de trabajo en el proceso de emisión de órdenes de producción.

La oportunidad que está en proceso de implementación es:

4. Disminución de tiempos de trabajo en el proceso comercial.

Los resultados económicos y ambientales de los estudios de caso fueron buenos para la empresa, evidenciado en disminución de la cantidad de residuos generados, disminución del consumo de energía eléctrica y aumento de productividad.

Los resultados económicos globales logrados mediante la aplicación del programa de Producción más Limpia se pueden apreciar en la tabla a continuación:

Estudio de Caso	Inversión (US$)	Recuperación de la Inversión	TIR (%)	Beneficios económicos (US$/año)
1	1.790,00	3,08 años	30,10	730,00
2	10.000,00	0,11 meses	5.691,00	564.795,00
3	1.250,00	16,46 meses	84,30	911,25
4	2.160,00	3,10 meses	387,90	8.382,75
Total	**15.200,00**			**574.819,00**

Los resultados ambientales de la aplicación del programa se indican a continuación:

Beneficios ambientales	Valores	Unidad
1. Reducción en el consumo de materia prima	2.295	kg/año
2. Minimización de residuos sólidos - total	2.295	kg/año
3. Ahorro en consumo de energía eléctrica	7.989	kWh/año

Los proyectos 2 y 4 permiten lograr otros beneficios que no se han cuantificado debido a que varias acciones aportan al mismo objetivo y no se discriminó el efecto de cada una ya que es un tanto subjetivo; sin embargo, la empresa podría trabajar en una segunda etapa si se requiere conocer el impacto de cada una de las acciones y su aporte para el logro del objetivo global. Los mencionados beneficios alcanzados y expresados de manera cualitativa son:

1. Disminución del porcentaje de piezas especiales en relación a las piezas totales.
2. Disminución del desperdicio de materia prima (tableros) como consecuencia de lo anterior ya que existe un mejor aprovechamiento
3. Disminución del tiempo de proceso ya que la productividad al hacer muebles de stock es mayor que cuando se hacen muebles especiales.

La incorporación del software KITCHEN DRAW permite disminuir de manera significativa el tiempo que se emplea en la actualidad en emitir Órdenes de Producción, lo que aumenta la capacidad de emisión de OP´s. Debido a su configuración, adicionalmente permite orientar a los clientes a la compra de muebles de stock, disminuyendo la cantidad de piezas especiales que deben fabricarse en la planta; esto tiene una doble ventaja:

1. Disminución del tiempo de proceso, debido a que elaborar piezas de stock toma menos tiempo.
2. Disminución del porcentaje de desperdicio de tableros, ya que las piezas de stock permiten lograr mayores aprovechamientos de materia prima.

Los resultados globales se pueden apreciar con mayor detalle en el desarrollo del presente trabajo.

PRESENTACIÓN

Las consecuencias ambientales del desarrollo industrial en el mundo son evidentes. Diariamente se pueden observar catástrofes que generan pérdidas de miles de vidas humanas y millones de dólares en pérdidas económicas. Fenómenos como inundaciones, deslaves de ríos, tsunamis y otros, son el pan de cada día en noticieros y periódicos.

Los intereses económicos han prevalecido sobre la necesidad urgente de disminuir el impacto ambiental generado por las actividades industriales. Estos intereses han hecho peligrar la firma de acuerdos tal como se evidenció en la 15ta. Cumbre sobre Cambio Climático realizada en Copenhague del 7 al 18 de Diciembre de 2009 y aunque países comprometidos han venido trabajando en el tema, los esfuerzos realizados y los resultados alcanzados hasta el momento, dejan bastante que desear.

El dinero gastado por las empresas en temas ambientales siempre ha sido visto como un gasto que afecta las ganancias de las organizaciones y éstas se han preocupado en general por cumplir con las normativas legales existentes, sin ir más allá: prevenir el impacto ambiental en la fuente.

Cada día son más evidentes las consecuencias del desarrollo industrial:

- Contaminación ambiental (aire, agua y suelo)
- Escasez de agua
- Uso intensivo de combustibles fósiles y energía
- Efecto invernadero
- Lluvia ácida
- Deforestación
- Agujero de ozono
- Etc.

La evidencia existente es más que suficiente para que los países y las industrias decidan tomar cartas en el asunto y establecer medidas efectivas que disminuyan el impacto ambiental de sus actividades.

Es en este punto donde la Producción más Limpia es una herramienta efectiva y atractiva ya que permite disminuir la contaminación ambiental, a la vez que se logran ahorros económicos debidos fundamentalmente a un mejor aprovechamiento de recursos (materias primas, agua, energía).

Su aplicación ha sido bastante difundida a nivel mundial por medio de esfuerzos de organismos como la Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial ONUDI, quienes crearon la Red Latinoamericana y del Caribe de Producción más Limpia y que actualmente se ha convertido en una red mundial; sin embargo existe aún mucho por hacer.

La aplicación de Producción más Limpia debe ser un compromiso moral de las organizaciones a nivel mundial y este trabajo se orienta precisamente a despertar la conciencia ambiental y de Producción más Limpia en Muepramodul.

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES

1.1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

Razón Social :	MUEPRAMODUL CIA. LTDA.		
Nombre Comercial:	MUEPRAMODUL – HOGAR 2000		
Propietario:	Alejandro Maldonado	Representante Legal:	Carlos Maldonado Dávila
Dirección de la Unidad Productiva:	Autopista Rumiñahui / Puente 3 / Desvío Guangopolo / 5ta transversal		
Nº.:	Complemento (km, referencias, etc.):	Barrio:	Santo Domingo de Conocoto
Teléfonos:	2604890 / 2604840	FAX:	2604891
Parroquia:	Conocoto	Ciudad:	Quito
Cantón:	Quito	Provincia:	Pichincha
Página en la INTERNET:	http:\\www.muepramodul.com		
Dirección de la Oficina Principal:	Autopista Rumiñahui/ Puente 3 / Desvío Guangopolo / 5ta transversal		
Nº.:	Complemento (km, referencias, etc.):	Barrio:	Santo Domingo de Conocoto
Teléfonos:	2604890 / 2604840	FAX:	2604891
Parroquia:	Conocoto	Ciudad:	Quito
Cantón:	Quito	Provincia:	Pichincha
E-mail:	cmaldonado@muepramodul.com		
RUC #:	1790346536001		
Rama de actividad: (de acuerdo con la clasificación CIIU)	Muebles modulares cocina, baño, closets		
Fecha del inicio de funcionamiento de la planta industrial:	Marzo 1979		
Fecha de la instalación en la actual dirección:	Marzo 1979		
Régimen de funcionamiento:	10 horas/ día	20 días/ mes	12 meses/año
Clasificación:	Industria		
Clasificación cuanto al tamaño:	Mediana empresa		
Cámara a la que está afiliada:	Asociación de Industriales de la Madera AIMA, Cámara de Comercio		
Principales productos o servicios:	Muebles de cocina, closets, baños		
Facturación anual:	USD 2’505.333,88 (año 2003)		
Mercado:	Nacional (Constructores) y Exportación (Cuba, Bolivia, Perú, Colombia)		

1.1.1. UBICACIÓN DE LA EMPRESA

La empresa se encuentra ubicada en el barrio Santo Domingo de Conocoto, entrando por el puente 3 de la Autopista General Rumiñahui. En la figura No. 1 se puede apreciar el croquis de ubicación.

Figura No. 1: Croquis de ubicación de la empresa

1.1.2. NÚMERO DE EMPLEADOS

Muepramodul tiene un número variable de empleados, dependiendo de los requerimientos de producción y de la temporada (Tabla No. 1).

Tabla No. 1: Número de empleados por área

Área	Propios			Tercerizados		
	Mínimo	Promedio	Máximo	Mínimo	Promedio	Máximo
Producción	62	72	72	NA	NA	NA
Administración		26		NA	NA	NA
Otros (especificar) Instaladores	17	27	30	NA	NA	NA
Ventas	25	29	29	NA	NA	NA

1.1.3. RÉGIMEN DE FUNCIONAMIENTO

La empresa trabaja los 12 meses del año, con un promedio de 10 horas diarias. En la tabla No 2 se puede apreciar el régimen de funcionamiento de la empresa.

Tabla No. 2: Régimen de funcionamiento

Horario de funcionamiento	Mañana	Tarde	Noche
Administración	08h00	16h30	
Producción	07h30	16h00	
Procesos:			
- Instaladores	08h00	16h30	
- Ventas	09h00		19h00

1.1.4. ECOEQUIPO DE LA EMPRESA

El ecoequipo lo forman un grupo de profesionales de distintas áreas de la empresa. En la tabla No. 3 se aprecian los miembros que lo conforman.

Tabla No. 3: Eco-equipo de la empresa

Nombre	Sección	Cargo	Formación
Carlos Maldonado	Administración	Gerente general	Superior
Alejandro Maldonado	Administración	Subgerente general	Superior
Mario Cerda	Administración	Gerente Administrativo	Superior
Juan Carlos Muñoz	Producción	Coordinador de producción	Superior
Freddy Araujo	Financiero	Jefe financiero	Superior
Iliana Ullauri	Administración	Jefe de atención al cliente	Superior

Nombre de un interlocutor (contraparte) en la empresa:	Carlos Maldonado / Iliana Ullauri
Fechas y horarios para reuniones:	Martes 15h00
Frecuencia prevista de las reuniones:	Semanal

1.1.5. OBLIGACIONES DE LA EMPRESA CON EL MUNICIPIO O ESTADO

El cumplimiento normativo por parte de la empresa ha sido evaluado en relación a lo establecido por la pirámide de Kelsen que sugiere la evaluación en base a varios cuerpos legales que van de lo general a lo específico.

Las normas de referencia en las que se basa la evaluación del cumplimiento son:

1.1.5.1. Constitución Política de la República

La Constitución de la República establece como deber primordial del Estado, la defensa de patrimonio natural y cultural del país y proteger el medio ambiente.

Adicionalmente, establece como una responsabilidad del Estado, el reconocer y garantizar a las personas a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación.

1.1.5.2. Ley de Gestión Ambiental

La Ley de Gestión Ambiental establece como obligación de las instituciones del Estado, el ejecutar y verificar el cumplimiento de las normas de calidad ambiental, permisibilidad, fijación de niveles tecnológicos y los que establezca el Ministerio del Ambiente.

Establece además que los proyectos de inversión públicos o privados, que pueden causar impactos ambientales, deben realizar evaluaciones de impacto ambiental y definir el control ambiental correspondiente, conforme al Sistema Único de Manejo Ambiental.

Establece que los sistemas de manejo ambiental incluirán estudios de línea base, evaluación de impacto ambiental, evaluación de riesgo, planes de manejo de riesgo, sistemas de monitoreo, planes de contingencia y mitigación, auditorías ambientales y planes de abandono.

1.1.5.3. Código Penal

Donde se establecen las infracciones tipificadas como delitos ambientales relacionados con contaminación ambiental, destrucción de biodiversidad y manejo inadecuado de sustancias tóxicas y peligrosas.

1.1.5.4. Texto Unificado de Legislación Ambiental

El Libro VI del TULAS, donde se establecen las pautas para la evaluación del impacto ambiental a través del reglamento del sistema Único de Manejo Ambiental SUMA.

Libro VI: Título IV. Reglamento a la ley de gestión ambiental para la prevención y control de la contaminación ambiental

Art. 45.- Principios Generales

Toda acción relacionada a la gestión ambiental deberá planificarse y ejecutarse sobre la base de los principios de sustentabilidad, equidad, consentimiento informado previo, representatividad validada, coordinación, precaución, prevención, mitigación y remediación de impactos negativos, solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, reciclaje y reutilización de desechos, conservación de recursos en general, minimización de desechos, uso de tecnologías más limpias, tecnologías alternativas ambientalmente responsables y respeto a las culturas y prácticas tradicionales y posesiones ancestrales.

1.1.5.5. Ordenanza 0213: Sustitutiva del Título V, "Del Medio Ambiente"

Capítulo V: Del Sistema de Auditorías Ambientales y Guías de Prácticas Ambientales

Art. II.381.11.- Obligaciones de los Regulados

Todos los establecimientos existentes, registrados o no ante la DMMA, deberán dar estricto cumplimiento a lo dispuesto en este capítulo.

En la Ordenanza se contemplan varios ítems de cumplimiento obligatorio que han sido evaluados en este trabajo.

La empresa se encuentra ubicada en una zona clasificada como RESIDENCIAL R1.

En la parte ambiental, al encontrarse dentro de los límites del Distrito Metropolitano de Quito, debe cumplir con la ordenanza 213 (que reemplazó a la ordenanza 146). Esta ordenanza cumple con lo exigido en el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria TULAS que es de aplicación nacional. La Dirección Metropolitana de Medio Ambiente del Distrito Metropolitano de Quito ha sido calificada por el Ministerio del Ambiente como organismo de control autorizado en el Distrito, para hacer sus veces.

Dentro de las exigencias legales ambientales, Muepramodul ha procedido a registrarse en la administración zonal correspondiente, cuenta con el permiso de funcionamiento del Cuerpo de Bomberos y dispone del Certificado Ambiental por Guías de Prácticas Ambientales GPA´s.

Dispone de un Plan de Manejo Ambiental que se orienta a controlar los principales impactos generados por la organización, tanto al aire, agua y suelo.

1.2. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

El organigrama de la empresa se puede apreciar en el anexo A.

1.3. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

La distribución de Planta de la empresa se puede apreciar en el anexo B.

1.4. INFORMACIÓN SOBRE PROGRAMAS Y PROYECTOS DE LA EMPRESA

La empresa Muepramodul Cía. Ltda. es una organización que está buscando permanentemente mejorar sus resultados a través de la aplicación de herramientas que le permitan elevar su productividad y competitividad, dentro de una cultura de mejoramiento continuo.

La empresa ha participado desde el año 1996 en programas de mejoramiento de la calidad y productividad. En el año 2002 participó de un programa de mejoramiento de la calidad y productividad en empresas de la provincia de Pichincha, el mismo que tuvo el auspicio y cofinanciamiento de la Asociación Latinoamericana de Integración ALADI y la Cámara de Industriales de Pichincha.

En Octubre del 2003 alcanza la certificación ISO 9001:2000 con la empresa certificadora ICONTEC, luego de haber implementado su sistema de gestión de la calidad.

Adicionalmente la empresa ha desarrollado proyectos internos como el plan de incentivos por productividad y facturación, orientado a recompensar al personal por su esfuerzo.

En el año 2003 se realizó en la empresa un análisis de riesgos físicos, químicos y ergonómicos a través de un trabajo de tesis realizado por un estudiante de ingeniería industrial.

En Junio del 2004 la empresa decide ingresar en la aplicación de la teoría de restricciones orientada a la disminución de inventarios y posteriormente desarrolla un proyecto de Lean Manufacturing.

Paralelamente participa del programa para la promoción de procesos de Producción más Limpia llevado adelante por el Centro Ecuatoriano de Producción más Limpia dentro de un proyecto del FOMIN-BID.

1.5. RAZONES QUE MOTIVARON A LA EMPRESA A PARTICIPAR EN EL PROGRAMA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

La empresa siempre se ha preocupado por mejorar continuamente sus prácticas de gestión tanto de calidad como ambiental y de seguridad.

El proceso de globalización que se vive a nivel mundial así como nuevas tendencias relacionadas con el cuidado ambiental y la expedición de leyes y normativas ambientales de cumplimiento obligatorio en el país, hace que la empresa busque implementar la filosofía de Producción más Limpia.

Adicionalmente, la Producción más Limpia brinda la oportunidad de que la empresa sea más efectiva en el aprovechamiento de recursos, transformándola en una organización más productiva y rentable.

Vale indicar que la normativa ambiental vigente en el Distrito Metropolitano de Quito (Ordenanza 213) exige de la empresa la definición y aplicación de un plan de manejo ambiental, por lo que el programa de implementación de P+L, resultó muy adecuado.

CAPÍTULO 2

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. ESTADO DEL ARTE DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA

Existe una combinación de variables y factores que condicionan un proceso y que pueden ser agrupados en lo que se conoce como las 5M´s [(1)]:

MANO DE OBRA: Respecto de este factor, Muepramodul dispone de personal con mucha experiencia en su trabajo y que ha recibido entrenamiento en diversos temas, lo que representa una fortaleza de la organización; sin embargo, también se ha podido apreciar en algunos casos resistencia a la aplicación de nuevos conceptos por parte del personal más antiguo y en algunos casos existen paradigmas de la industria que son difíciles de romper, como es por ejemplo el estar convencidos que la empresa está funcionando óptimamente y que ya no es posible disminuir el desperdicio.

MATERIALES: La empresa trabaja con buenos proveedores locales de sus materias primas, garantizando calidad de sus productos a sus clientes. Los proveedores de MDF, que es la materia prima más importante de la empresa, disponen de sistemas de gestión que garantizan la calidad de los productos y el cumplimiento con estándares[(2)]; los productos de estas empresas están muy bien posicionados en cuanto a calidad, en el mercado local, inclusive en el internacional.

MÉTODO: Los procedimientos que maneja la empresa, son los comunes para industrias que fabrican muebles de cocina, closets y baños; sin embargo, desde el punto de vista de prácticas operacionales y de Producción más Limpia, existen

oportunidades que permitirían disminuir el impacto ambiental de sus actividades y los costos de producción, elevando la productividad de la empresa.

Al momento existen muchas metodologías cuya aplicación permite mejorar los resultados de productividad, ambientales, de seguridad, etc. y que podrían ser consideradas por la empresa, como son: Six Sigma, Lean Manufacturing, Hoshin, ISO 14000, OHSAS 18000, etc.

MEDIO AMBIENTE: Se puede apreciar que el proceso productivo de la empresa se realiza bajo condiciones ambientales controladas que incluyen la extracción adecuada de polvo y aserrín, cortina de agua para el proceso de lacado, entre otros. En general, las condiciones ambientales son buenas para garantizar la calidad de sus productos; existirían oportunidades en las áreas de lijado y lacado, pero más bien corresponderían a cambios tecnológicos.

La empresa ha dotado de los equipos de protección personal a sus colaboradores, de acuerdo con los riesgos relacionados con sus actividades; entre el equipo de protección se pueden citar: mascarillas, cinturones antilumbago, tapones de oídos, orejeras y botas de seguridad.

MAQUINARIA: Muepramodul dispone de máquinas industriales relativamente nuevas en algunos de sus procesos y que corresponden a tecnologías de años posteriores al 2003, como es el caso de la máquina escuadradora horizontal. Al momento sin embargo, existen tecnologías más avanzadas que mejoran la productividad, como es el caso de la escuadradora vertical de la figura 1, en relación a la correspondiente de Muepramodul.

El avance tecnológico hace que la maquinaria vaya quedando obsoleta, aunque en algunos casos, los cambios son más bien de software que maneja la máquina y que permite un funcionamiento más óptimo.

Para el caso de Muepramodul, se está utilizando el software de la máquina que permite un mejor aprovechamiento de los tableros, pero de una manera parcial;

la dificultad radica en el costo que involucra integrar nuevos módulos que optimicen el funcionamiento de la misma. Además, existe una curva de aprendizaje del operario, cuando se integra una máquina nueva.

A continuación se pueden apreciar algunas máquinas modernas relacionadas con la industria:

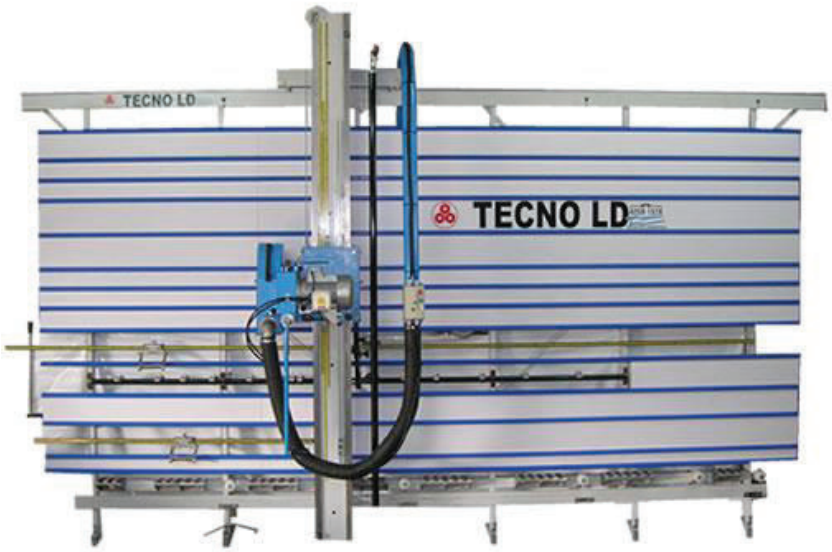


Figura No. 2: Máquina Escuadradora Vertical

La escuadradora es una máquina que permite hacer cortes de tableros de acuerdo con medidas establecidas. Existen escuadradoras verticales y horizontales; cada una de ellas tiene sus beneficios y limitaciones.

En el caso de las escuadradoras verticales, existe mayor facilidad para el trabajador, pero no se pueden cortar demasiados tableros al mismo tiempo. En el caso de la escuadradora horizontal, se pueden hacer cortes de varios tableros al tiempo y la tecnología actual requiere de menor participación del empleado, ya que la máquina hace el trabajo.

Muepramodul cuenta con una escuadradora vertical antigua y una escuadradora horizontal moderna.

Figura No.3: Sierra Circular – Escuadradora

Figura No. 4: Máquina Pegadora de Cantos Rectos y Curvos

La pegadora de cantos es una máquina que permite pegar los bordes de caucho en los filos de los tableros, mejorando su apariencia cuando ya están instalados. Esta labor anteriormente era manual, con todos los problemas que ello representaba, pero actualmente se logra un excelente terminado y una productividad elevada con este tipo de máquinas.

Concluyendo, sobre el estado de arte en Muepramodul, se evidencia que es una empresa que está aplicando varias herramientas orientadas al mejoramiento de sus procesos, para el efecto, dispone de personal entrenado y con experiencia, tecnología nueva en la mayoría de sus procesos, métodos y procedimientos aprobados, utiliza materias primas de calidad y dispone de infraestructura y medio ambiente adecuados. Existen debilidades en la utilización más óptima de su tecnología, mejorar la competencia de su personal y mantener prácticas de mejoramiento continuo de sus procesos.

2.2. RELACION CON EL ESTADO ACTUAL DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA Y PERSPECTIVAS FUTURAS

Como fue explicado anteriormente el proceso productivo está influenciado por 5 factores principales que corresponden a las 5 M´s: mano de obra, materiales, método, maquinaria, medio ambiente.

En lo que se refiere a la mano de obra, Muepramodul dispone de personal con conocimiento y experiencia. La debilidad más visible es la edad de varios de los colaboradores que genera resistencia a las nuevas ideas y un poco de lentitud en el aprendizaje y aplicación de conocimientos nuevos. Vale indicar que la predisposición y apoyo de los mismos durante el desarrollo del programa ha sido destacable.

En lo que respecta a los materiales la empresa en general se preocupa por cuidar la calidad de la materia prima que utiliza; sin embargo, en algunas ocasiones y de acuerdo con la opinión de varios colaboradores, han tenido que trabajar con materia prima de menor calidad; esto es eventual y ha obedecido a dificultades en la consecución de materias primas.

En lo que se refiere al método, la empresa sigue un lay out de planta muy apegado a su proceso productivo actual, sin embargo, es recomendable realizar

un análisis de tiempos y movimientos para buscar oportunidades de mejoramiento ocasionadas por desperdicio de tiempo en transporte y cruce de líneas.

El sistema de gestión de la empresa exige que el trabajo se realice bajo procedimientos específicos, lo que garantiza la estandarización del proceso; sin embargo, se deben analizar las prácticas operacionales que generan desperdicios, con el objeto de optimizar procesos.

En lo que respecta a la maquinaria, Muepramodul Cía. Ltda. ha realizado un importante esfuerzo en inversión tecnológica con el objeto de mejorar la calidad de sus productos y su competitividad; sin embargo, ésta no está siendo utilizada en toda su capacidad debido a que la adquisición de una máquina nueva exige también la compra de módulos de software para su óptima operación y en el caso de Muepramodul, no han sido comprados en su totalidad por la inversión que exige.

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA DE IMPLEMENTACIÓN

3.1. METODOLOGÍA DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

3.1.1. INFORMACIONES SOBRE EL PROCESO DE LA EMPRESA

Muepramodul es una empresa que se dedica a la fabricación de muebles de cocina, closets y baños a partir de materias primas nacionales e importadas, tanto para el mercado nacional como para exportación.

El proceso global correspondiente a la fabricación de dichos productos se puede apreciar en la figura No. 5.

Entradas		Operaciones o Etapas		Salidas
Aglomerado, MDF, triplex, adhesivos, madera, láminas melamínicas, láminas de PVC, herrajes, cantos, lacas, energía eléctrica, aire comprimido, lijas, gasolina, agua, thiñer, detergente, franela, papel periódico, diesel	→	Fabricación de muebles de cocina, baño y closets	→	Desechos de tableros, desechos de partes y piezas, polvo, pallets, tapas, plásticos, sunchos, papel de etiquetas, desecho de lijas, desechos de láminas, gases de combustión, ruido, efluentes de lacado, papel, cinta adhesiva, cartón, papelería de información

Figura No.5: Macroproceso de la empresa

Las principales materias primas de la empresa son tableros aglomerados y DMF de diversos tipos y medidas. Los procesos corresponden a los de una carpintería. Los mayores impactos ambientales están originados por el ruido y el polvo que se produce en las diversas operaciones.

3.1.1.1. Proceso de maquinado de muebles

ENTRADAS	OPERACIONES O ETAPAS	SALIDAS
Aglomerado, MDF, triplex, adhesivos, madera sólida, laminas melamínicas, laminas de PVC, herrajes, cantos, lacas, gasolina	1. Almacenamiento de materia prima Materias Primas e insumos en bodega	Gases de combustión provenientes del montacargas, pallets, tapas, plásticos, sunchos
Materia prima, gasolina	2. Abastecimiento a producción Materias Primas	Gases de combustión provenientes del montacargas
Aglomerado, MDF, triplex, etiquetas, energía eléctrica, aire comprimido, extracción de polvo (vacío)	3. Seccionado y etiquetado Partes y piezas	Ruido, desechos de tableros, papel de etiquetas, polvo
Partes y piezas, energía eléctrica, aire comprimido, extracción de polvo (vacío)	4. Escuadrado Partes y piezas ranuradas, fresadas	Ruido, polvo
Partes y piezas con o sin fresado, adhesivo, lámina melamínica y de PVC, Energía eléctrica	5. Prensado Partes y piezas recubiertas	Desechos de láminas
Partes y piezas recubiertas, adhesivo energía eléctrica, aire comprimido	6. Postformado Partes y piezas postformadas	Desechos de láminas
Partes y piezas postformadas, energía eléctrica, aire comprimido, extracción de polvo (vacío)	7. Corte Partes y piezas postformadas a medida	Polvo, desechos de partes y piezas, ruido
Partes y piezas ranuradas, cantos, adhesivos, energía eléctrica, aire comprimido, extracción de polvo	8. Canteado Partes y piezas con canto	Polvo, desechos de cantos, ruido
Partes y piezas con canto, adhesivo, tarugos, energía eléctrica, aire comprimido, extracción de polvo	9. Perforado Partes y piezas perforadas	Polvo, ruido
Partes y piezas cortadas, energía eléctrica, aire comprimido, extracción de polvo (vacío)	10. Ruteado Partes y piezas ruteadas	Polvo, ruido

Partes y piezas, lijas, energía eléctrica, aire comprimido, extracción de polvo (vacío)	11. Lijado Partes y piezas lijadas	Polvo, desecho de lijas, ruido
	⇩	
Partes y piezas lijadas, laca, thiñer, sellador, energía eléctrica, aire comprimido agua	12. Lacado Partes y piezas lacadas	Residuos de laca, ruido, olores, agua contaminada
	⇩	
Puertas y bisagras, thiñer, gasolina, detergente, franela, papel periódico, cinta adhesiva agua	13. Limpieza y bisagrado de puertas Puertas con bisagras	Agua sucia, olores, papel, cinta adhesiva
	⇩	
Partes y piezas, adhesivos, tarugos, herrajes, energía eléctrica, aire comprimido	14. Prensa de cuerpos y ensamble Mueble armado	Partes y piezas dañadas, tarugos dañados
	⇩	
Thiñer, gasolina, franelas	15. Limpieza del mueble Producto terminado	Olores, franelas usadas, etiquetas
	⇩	
Cartón, plásticos, cinta adhesiva	16. Empaque Producto terminado	Cartón dañado
	⇩	
Diesel, gasolina	17. Despacho y entrega Producto terminado	Gases de combustión, papelería con información
	⇩	
Herrajes, franelas, thiñer	18. Instalaciones Producto instalado	Producto dañado, partes y piezas

3.1.1.2. Resumen de entradas del proceso

El proyecto de Producción más Limpia en la empresa se desarrolló entre abril de 2003 y septiembre de 2004, por lo que los datos que se expresan a continuación, corresponden a la realidad de ese tiempo y los resultados de los proyectos se han calculado sobre la base de los consumos de dicho período.

a) Materias primas, insumos y auxiliares

En la tabla No. 4 se puede apreciar el consumo de las principales entradas al proceso: materias primas, insumos, auxiliares.

Tabla No. 4: Consumo de las principales materias primas, insumos y materiales auxiliares

Materias primas, insumos y auxiliares	Producto peligroso	Cantidad empleada normalmente (unidad usual de medición)	Consumo anual (t)	Consumo máx. anual en la capacidad instalada (t)
Aglomerado	X	85.816,00 m^2	78.701,40	98.688,00
MDF	X	9.122,00 m^2	8.978,76	10.490,00
Triplex		3.807,00 m^2	3.446,78	4.378,00
Tablones		2.384,00 unid.		2.742,00
Láminas PVC	X	2.709,00 m^2	2,66	
Fórmicas	X	27.655,00 m^2	1,92	
Adhesivo	X	8.137,00 kg	8,14	
Bisagras c/placa		57.196,00 unid.		
Cantos		278.245,00 m		
Costados y rieles		19.023,00 Juegos		
Sellador y fondo	X	943,00 kg		
Lacas-pinturas	X	1.140,00 Gal		
Thiñer	X	1.255,00 Gal		
Tiraderas		24.569,00 unid.		
Tornillería		930.109,00 unid.		

Los datos anteriores han sido extraídos del programa SIPRO, que es el programa utilizado en la compañía para planificación de la producción.

Para obtener cantidades en unidades de masa se han utilizado las especificaciones contenidas en las hojas técnicas de las materias primas, partiendo de la superficie y espesor de los tableros y la densidad correspondiente.

Se ha incluido solamente las materias primas, insumos y auxiliares que representan el 80% de la producción. Existen muchos ítems que no se han tomado en cuenta porque no representan valores significativos.

b) Energía eléctrica

En lo que se refiere al consumo de energía eléctrica, se han obtenido los siguientes datos que constan en la Tabla No. 5.

Tabla No. 5: Consumo de energía eléctrica

Mes	Consumo	Unid.	Mes	Consumo	Unid.
May 03	25.390	kWh	Feb 04	26.657 (fc 0.69)	kWh
Jun 03	21.787	kWh	Mar 04	25.365	kWh
Jul 03	21.130 (fc 1)	kWh	Abr 04	27.334	kWh
Ago 03	17.553	kWh	May 04	25.666	kWh
Sep 03	21.101	kWh	Jun 04	25.043	kWh
Oct 03	23.548	kWh	Jul 04	25.056 (fp 0,89)	kWh
Nov 03	23.953 (fc 0,7)	kWh	Ago 04	22.658 (fp 0,9)	kWh
Dic 03	24.943	kWh	Sep 04	26.996 (fp 0,9)	kWh
Ene 04	23.773	kWh			

fp: Factor de potencia promedio en el período: 0,955

fc: Factor de corrección promedio en el período: 0,634

En la tabla No. 6 se pueden apreciar las estadísticas de consumo de energía de la empresa.

Tabla No. 6: Estadísticas del consumo de energía eléctrica

Consumo medio mensual:	23.997	kWh
Consumo mínimo mensual:	17.553	kWh
Consumo máximo mensual:	27.334	kWh
Consumo anual	28.796	kWh
Costo unitarios:	0,083	US$/ kWh
Consumo anual	27.224,70	US$

c) Agua

En la tabla No. 7 se puede apreciar información referente al consumo de agua

Tabla No. 7: Consumo de agua (Período Abril 2003 - Marzo 2004)

Fuentes de abastecimiento	Tratamiento previo	Uso	Unidad	Cantidad (m^3/ año) A	Costo (US$/ m^3) B	Gasto total (US$) A * B
Compañía de agua – red	No	Cabinas de lacado, baños, comedor, duchas	m^3	4.267	0,6344	2.706,93

Los usos del agua en la empresa se pueden apreciar en la tabla No. 8

Tabla No. 8: Clasificación de los usos de agua

No.	Posibles usos	
1	Procesos productivos	X (lacado)
2	Higienización de la planta	
3	Incorporado al producto	
4	Lavado de vehículos	
5	Comedor y cocinas	X
6	Baños y duchas	X

3.1.1.3. Resumen de salidas del proceso

A continuación se puede apreciar información referente a las salidas de los procesos: productos, emisiones, efluentes y residuos

a) Principales productos y subproductos

Los productos que fabrica la empresa se pueden apreciar a continuación, en la tabla No. 9. Se expresa en unidades debido a que es la manera en que se comercializan.

Tabla No. 9: Principales productos y subproductos

Nº	Principales productos y subproductos	Capacidad máxima instalada mensual (unidad)*	Producción actual media mensual (unidad)*	Producción anual (unidad)*
1.	Módulos bajos	Unidad	932	10.377
2.	Módulos altos	Unidad	454	5.573
3.	Closets	Unidad	269	2.224
4.	Marcos	Unidad	126	1.359
5.	Módulos largos	Unidad	79	983
6.	Vestidores	Unidad	93	1.603
7.	Bases	Unidad	14	172

(*) No fue posible expresar el producto terminado en términos de kg o t, debido a que existe una gran variedad de productos, mismos que pueden diferir en pequeños detalles y en las piezas que lo forman, por lo que se expresa en unidades.

b) Efluentes

Los efluentes de proceso que se generan en la empresa provienen de lacado. En la tabla No. 10 se puede apreciar información relativa a la generación de efluentes.

Tabla No. 10: Información sobre efluentes líquidos industriales

Caudal	Caudal	Caudal anual	Días/ semana
Actual	4,68 m^3/semana	224 m^3/año (48 semanas)	Sábado c/semana

El volumen arriba indicado se genera en el proceso de lacado; no se ha realizado ninguna caracterización del efluente. El mismo es enviado actualmente a la alcantarilla. Para atrapar una cantidad de las partículas de pintura la empresa dispone de una cortina de agua que permite recoger material sólido que se coloca en tanques de 55 gal, previo a enviarlos semanalmente con el recolector municipal.

La cantidad de agua utilizada en el proceso productivo (lacado) ha sido estimada con base del volumen que tiene la piscina del sistema de cortina de agua y a un régimen de trabajo semanal que es la manera en que funciona la empresa.

Es recomendable realizar una caracterización del efluente con el objeto de identificar si se cumple con parámetros exigidos por la autoridad ambiental correspondiente, previo a definir si es necesario un sistema de tratamiento de o alguna otra alternativa. Se ha definido que la evaluación de efluentes de baños, duchas y comedor no integre la evaluación global. Estos efluentes se envían por la alcantarilla sin que represente un problema ambiental para la empresa.

a) Residuos sólidos

En las tablas No. 11 y 12 se puede apreciar las cantidades relativas a generación de residuos sólidos en Muepramodul.

Tabla No. 11: Información sobre generación de lodos

Nº	Punto de generación	Porcentaje de humedad	Cantidad anual (m^3 o L/ año)	Tratamiento	Destino	Clasificado como peligroso
1.	Lacado	ND	55 gal 49 semanas	Ninguno	Basurero municipal	SI

Tabla No. 12: Generación y destino de los residuos sólidos del proceso productivo

Nº	Nombre del residuo	Puntos de generación	Residuo peligroso	Cantidad anual	Transportador	Destino	Formas de comercialización
1.	Leña	Corte	No	ND	Municipio	Basurero	Recolección
2.	Viruta y aserrín	Todo el proceso	No	ND	Ideal Alambrec		Regalan
3.	Cartes, sunchos, plásticos, tapas	Almacenamiento	No	ND	Municipio	Basurero	Recolección
4.	Desecho de láminas	Prensado	Si	ND	Municipio	Basurero	Recolección

No se dispone de datos para las cantidades de residuos sólidos generados en el proceso productivo. La cantidad de residuos administrativos (papelería especialmente) requiere una medición. Respecto de los residuos de leña y desechos de lámina, requieren reducirse (podría pensarse en hacer operativo el software que permite optimizar los cortes de la máquina seccionadora).

En lo que se refiere a residuos sólidos, en la etapa 3: “Seccionado y etiquetado” se genera la mayor cantidad de éstos (desechos de tableros tanto de MDF como de triplex). En esta etapa se generan partes y piezas que serán utilizadas para armar todos los muebles que fabrica la empresa. Los desechos generados por el momento son enviados al botadero municipal, pero se puede apreciar una interesante oportunidad de mejora orientada a la disminución de desperdicios de tableros, lo que aumentaría la productividad de la empresa y disminuiría el desperdicio.

En las etapas de: escuadrado, corte, canteado, perforado, ruteado y lijado, se genera también polvo que es normal de estos procesos y que es absorbido por el sistema de extracción de polvo de la empresa. La medición por etapa del proceso se complica debido a que la planta funciona todo el tiempo y el polvo es recogido en un silo general, haciendo muy difícil segregar y cuantificar la cantidad de polvo generada por etapa.

3.2. BALANCE DE MATERIALES

3.2.1. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS ENTRADAS Y SALIDAS DEL PROCESO PRODUCTIVO

Nombre del proceso: SECCIONADO Y ETIQUETADO (DURAPLAC NOVOKOR BL DD BL/BL 15)

Período y referencia de realización de la evaluación:			Material de 15; Las mediciones fueron realizadas en un período de 1 mes y medio y los cálculos están hechos en base anual			
ENTRADAS			**PROCESO PRODUCTIVO**	**SALIDAS**		
Materias primas, insumos y auxiliares	**Agua**	**Energía**	**Etapas**	**Efluentes Líquidos**	**Residuos Sólidos**	**Emisiones atmosféricas**
Material de 15 295.493,50 kg		Energía eléctrica (kWh) Aire comprimido (Extracción de polvo)	**3. SECCIONADO Y ETIQUETADO** **PARTES Y PIEZAS**		Desechos de tableros 16.281,20 kg	Polvo Ruido
SUBTOTAL						
Material de 15 295.93,50 kg					Desechos de tablero 16.281,20 kg	
PRODUCTOS						
			Suma de los productos	Partes y piezas: 279.212,30 kg		
TOTAL						
Suma total de entradas Material de 15 295.493,50 kg			**Suma total de salidas** Desperdicio de tableros 16.281,20 kg		**Diferencia** 279.212,30 kg	

Debido a que se va a trabajar en la disminución de desperdicios de tableros y a la dificultad que representa medir la cantidad de polvo generado en esta etapa del proceso, ya que se mezcla con las demás corrientes, se ha considerado como dato de importancia la cantidad de desechos de tablero, despreciándose el peso de polvo generado en el proceso de corte.

Nombre del proceso: Seccionado y etiquetado AGLOMERADO DE 15 (Acoplac Novoply CC 15)

Período y referencia de realización de la evaluación:	Aglomerado de 15; Se realizó una medición durante 1 mes y medio y los valores corresponden a una base anual

ENTRADAS			PROCESO PRODUCTIVO	SALIDAS		
Materias primas, insumos y auxiliares	**Agua**	**Energía**	**Etapas**	**Efluentes Líquidos**	**Residuos Sólidos**	**Emisiones atmosféricas**
Aglomerado de 15 58.566,7 kg Etiquetas		Energía eléctrica (kWh) Aire comprimido Vacío	**3. SECCIONADO Y ETIQUETADO** **PARTES Y PIEZAS**		Desechos de tableros 360,8 kg Papel de etiquetas	Polvo Ruido
SUBTOTAL						
Aglomerado de 15 58.566,7 kg					Desechos de tablero 3.601,8 kg	
PRODUCTOS						
			Suma de los productos	Partes y piezas: 54.964,9 kg		
TOTAL						

Suma total de entradas	**Suma total de salidas**	**Diferencia**
Aglomerado de 15 58.566,70 kg	Desperdicio de tableros 3.601,80 kg	**54.964,90 kg**

Nombre del proceso: Seccionado y etiquetado AGLOMERADO DE 19 (Duraplac Novokor BL DD BL/BL 19))

Período y referencia de realización de la evaluación:	Aglomerado de 15; Se realizó una medición durante 1 mes y medio y los valores corresponden a una base anual					
ENTRADAS			**PROCESO PRODUCTIVO**	**SALIDAS**		
Materias primas, insumos y auxiliares	**Agua**	**Energía**	**Etapas**	**Efluentes Líquidos**	**Residuos Sólidos**	**Emisiones atmosféricas**
Aglomerado de 19 16.010,40 kg Etiquetas		Energía eléctrica (kWh) Aire comprimido Vacío	**3. SECCIONADO Y ETIQUETADO** **PARTES Y PIEZAS**		Desechos de tableros 1.261,60 kg Papel de etiquetas	Polvo Ruido
SUBTOTAL						
Aglomerado de 19 16.010,40 kg					Desechos de tablero 1261.60 kg	
PRODUCTOS						
			Suma de los productos	Partes y piezas: 14.748,80 kg		
TOTAL						
Suma total de entradas Aglomerado de 19 16.010,40 kg			**Suma total de salidas** Desperdicio de tableros 1.261,60 kg		**Diferencia** **14.748,80** kg	

Nombre del proceso: Seccionado y etiquetado AGLOMERADO DE 6 (Pacoplac Novofoil BL DC BL/CR 6)

Período y referencia de realización de la evaluación:	Material de 6; Las mediciones fueron realizadas en un período de 1 mes y medio y los cálculos están hechos en base anual					
ENTRADAS			**PROCESO PRODUCTIVO**	**SALIDAS**		
Materias primas, insumos y auxiliares	**Agua**	**Energía**	**Etapas**	**Efluentes Líquidos**	**Residuos Sólidos**	**Emisiones atmosféricas**
Material de 6 39.654,00 kg		Energía eléctrica (kWh) Aire comprimido Extracción de polvo	**3. SECCIONADO Y ETIQUETADO** **PARTES Y PIEZAS**		Desechos de tableros 1.268,90 kg Papel de etiquetas	Polvo Ruido
SUBTOTAL						
Material de 6 39.654,00 kg					Desechos de tablero 1.268,90 kg	
PRODUCTOS						
			Suma de los productos	Partes y piezas: 38.385,10 kg		
TOTAL						
Suma total de entradas Material de 6 39.654,00 kg			**Suma total de salidas** Desperdicio de tableros 1.268,90 kg		**Diferencia** 38.385,10 kg	

Cuadro resumen de la memoria de cálculo

Se calculó el peso promedio de los tableros por medio del valor de densidad (contenido en las fichas técnicas que reposan en el departamento de producción de la empresa) y de las dimensiones del material.

Se realizó una medición del peso de los pedazos de tablero luego de que han sido cortados, y que pasaron a la línea de producción durante un mes y medio, tomando en cuenta que corresponda al material que representa el 80% de la producción (MDF y Aglomerado de 15 y Aglomerado de 6). Con estos datos se identificó el porcentaje promedio de desperdicio en cada caso.

Se obtuvieron los datos de la producción del 2004 (m^2 utilizados del material indicado), que al multiplicarle por el porcentaje promedio de desperdicio, da la superficie promedio desperdiciada; esto se transformó a peso.

CÁLCULO DE DESPERDICIOS:

MDF DE 15

Entrada:

Densidad de cada plancha: 650 kg / m^3

Volumen de cada plancha = largo x ancho x altura = 2,15 x 2,44 x 0,015

= 0,07869 m^3

Peso de cada plancha = Densidad x volumen = 650 x 0,07869 = 51,15 kg

Con estos datos de entrada se contó el número de tableros que ingresaron al proceso productivo en el período de medición y se calculó el peso total de material de entrada.

Salida:

Se pesaron los pedazos de tablero que sobraron y que no entraban a producción.

Producción proporcionó los datos de material usado durante el 2004; para el caso de MDF de 15, fue de 30.306,14 m^2; tomando en cuenta que la superficie de cada tablero es de 5,25 m^2, que el peso de cada plancha de esa superficie es de 51,15 kg; y que el porcentaje promedio de desperdicio para este caso es de 5,51%, el peso de desperdicio con estos datos es:

$$\frac{30.306,14 \times 51,15}{5,246} \times 0,0551 = 16.281,22 \text{ kg de desperdicio}$$

Los cálculos para los demás casos son similares.

3.2.2. PRINCIPALES SUBPRODUCTOS, RESIDUOS, EFLUENTES Y EMISIONES

En la tabla No. 13 se puede apreciar los costos asociados a la generación de residuos en la empresa.

Tabla No. 13: Costos asociados a la generación de residuos

Nº	Nombre	Costos asociados a materia prima			Costos asociados al tratamiento y disposición				(H) Precio de venta del desecho (US$)	TOTAL T = (C + G- H) (US$)
	Subproductos, desperdicios, residuos, efluentes y emisiones	(A) Cantidad anual del desecho (t)	(B) Costo de la materia prima (US$/t)	C = (A * B) Costo del desecho (US$)	(D) Costo de tratamiento (US$)	(E) Costo de Almacenamiento y Transporte (US$)	(F) Costo de disposición final (US$)	G= (D+E+F) Subtotal (US$)		
1	Residuos de tableros de MDF 15	16,28	521,00	8.481,90	0	0	0	0	0	8.481,90
2	Residuos de Aglomerado de 15	3,60	286,15	1.030,70	0	0	0	0	0	1.030,70
3	Residuos de aglomerado de 19	1,26	962,10	1.213,80						1.213,80
4	Residuos de aglomerado de 6	1,27	659,60	837,00	0	0	0	0	0	837,00
5	Agua de lacado	224,30	0,80	179,44	0	0	0	0	0	179,44
6	Aserrín	No se cuantificó								

En el caso de los tableros, los valores corresponden a las mediciones realizadas y a los datos proporcionados por la empresa transformados a USD/t.

3.2.2.1. Categorías de los subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones

Considerando la categorización de residuos establecida en Producción más Limpia, la tabla No. 14 contiene la misma para los residuos considerados en la empresa.

Tabla No. 14: Categoría de residuos

Nº	Categorías	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	Materia prima no utilizada	X											
2	Productos no comercializados												
3	Impurezas o sustancias secundarias en las materias primas												
4	Subproductos inevitables o desechos		X										
5	Residuos y subproductos no deseados	X		X	X	X							
6	Materiales auxiliares utilizados												
7	Sustancias producidas en la partida o parada de												
8	Lotes mal producidos o rechazos	X		X									
9	Residuos y materiales de mantenimiento												
10	Materiales de manipulación, transporte y almacenaje												
11	Materiales de muestreo y análisis												
12	Pérdidas debido a evaporación o emisiones		X										
13	Materiales de disturbio operacionales o de fugas												
14	Material de embalaje												

La tabla No. 15 contiene el listado de residuos considerados en el presente estudio.

Tabla No. 15: Listado de residuos

I	Tableros de MDF, aglomerado, triplex	V	Lodos de lacado
II	Aserrín y polvo	VI	
III	Residuos de lámina de fórmica	VII	
IV	Efluente de lacado	VIII	

3.2.2.2. Alternativas para la minimización de subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones

Conforme a la escala de intervención establecida para la aplicación de programas de P+L, en la tabla No, 16 se identifican las posibilidades para la minimización de los residuos considerados.

Tabla No. 16: Alternativas para minimización de residuos

Nº	Grupos	Alternativas para minimización	Subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones											
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	BUENAS PRÁCTICAS OPERACIONALES	Optimización de parámetros operacionales				X	X							
2		Estandarización de procedimientos	X		X	X	X							
3		Mejoramiento en el sistema de compras y ventas												
4		Mejoramiento en el sistema de información y entrenamiento	X		X									
5		Mejoramiento en el sistema de mantenimiento												
6	PROCESO Y TECNOLOGÍA	Cambios e innovaciones tecnológicas	X											
7		Alteraciones en el proceso, inclusión o exclusión de etapas												
8		Cambio en las instalaciones, lay-out o proceso			X									
9		Automatización de procesos	X											
10	PRODUCTO	Pequeños cambios en el producto												
11		Cambio en el diseño o proyecto del producto	X											
12		Sustitución de componentes o embalaje del producto												
13	MATERIAS PRIMAS	Sustitución de la materia prima o del proveedor												
14		Mejoramiento en la preparación de la materia prima			X									
15		Sustitución de embalajes de la materia prima												
16	RECICLADO Y TRATAMIENTO	Logística asociada a subproductos y residuos												
17		Re-uso y reciclaje interno	X		X									
18		Re-uso y reciclaje externo	X	X	X									
19		Tratamiento y disposición de residuos		X		X	X							

3.3. LISTADO DE OPORTUNIDADES DE MEJORA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

A continuación y luego de realizado el diagnóstico y el balance de materiales se han identificado las siguientes oportunidades de mejora.

Etapa del proceso o área de la Empresa	Oportunidad o problema	Acciones a ser adoptadas	Barreras y /o necesidades
Seccionado y etiquetado	Disminución de la cantidad de desperdicio en el proceso de corte	Implementación del software para corte en las dos máquinas y manejo del proceso desde el área de ingeniería Disminución del porcentaje de elaboración de muebles especiales Planificación de producción para mejorar aprovechamiento del material Mejorar el sistema de clasificación de material de desperdicio (existe material que se desecha pero que puede ser utilizado todavía)	Tiempo bastante largo en relación al tiempo asignado para el proyecto, para obtener resultados medidos y para la implementación. No hay presupuesto
Fórmica	Disminución de la cantidad de pegante utilizado y mejoramiento de la productividad del área	Colocación de pistolas dosificadoras	Económica.
Prensado	Mejorar el aprovechamiento de la prensa	Definir parámetros y capacidad del proceso para aumentar la productividad de esta etapa	Ninguna.
Perforado (punto a punto)	Mejorar el aprovechamiento de la máquina	Implementación del software correspondiente y manejo desde el área de ingeniería	Tiempo requerido para este trabajo

Etapa del proceso o área de la Empresa	Oportunidad o problema	Acciones a ser adoptadas	Barreras y /o necesidades
Instalaciones	Disminución de reprocesos provenientes de instalaciones	Revisión del proceso de instalaciones (dentro de la revisión global del proceso de la empresa)	Tiempo necesario para este trabajo
Ensambe 2 Exteriores	Disminución del consumo eléctrico en el área de Ensamble 2 y por iluminación externa nocturna	Instalación de translúcidos en el área de ensamble 2, cambio de luminarias en área administrativa y cambio de luminarias para iluminación externa nocturna	Ninguna.
Lacado	Disminución de la generación de efluentes contaminantes	Optimizar parámetros operacionales y de proceso y aplicarlos. Verificar la posibilidad de instalar pistolas de alto vacío y baja presión Verificar la posibilidad de tercerizar completamente el servicio.	Se requieren realizar aunque en pequeña medida trabajos de lacado (a veces el proceso tercerizado no cumple a satisfacción las especificaciones)
Comercial	Disminución de tiempos en el proceso comercial	Revisión y redefinición del proceso comercial (dentro de la revisión global del proceso de la empresa)	Tiempo necesario para este trabajo
Todo el proceso	Disminución de reprocesos internos	Revisión y redefinición del proceso total (dentro de la revisión global del proceso de la empresa)	Tiempo necesario para este trabajo

De entre todas las oportunidades identificadas, la empresa ha decidido que son de su interés las que están sombreadas, y que constituyen los 3 proyectos en los cuales se va a trabajar y para los cuales se han definido los indicadores correspondientes.

3.3.1. IDENTIFICACIÓN DE LOS PRINCIPALES INDICADORES

En la tabla No. 17 se pueden apreciar los indicadores establecidos para los proyectos a implementar

Tabla No. 17: Indicadores ambientales de los proyectos

Nombre del Indicador Ambiental	Construcción del indicador	Antes del Programa de P+L		Expectativa después de implementar el Programa de P+L	
		Valor	Unidad	Valor	Unidad
Generación de residuos sólidos (Duraplac Novokor 15) por peso total de tableros (Duraplac Novokor 15)	Residuo de Duraplac de 15 en kg / Peso de tableros de Duraplac de 15 en t	55,10	kg/t	40,00	kg/t
Generación de residuos sólidos (Acoplac Novoply de 15) por peso total de tableros de Acoplac Novoply de 15	Residuo de Acoplac Novoply de 15 en kg / Peso de tableros Acoplac Novoply 15 en t	61,50	kg/t	50,00	kg/t
Generación de residuos sólidos (Duraplac Novokor 19) por peso total de tableros de Duraplac Novokor 19	Residuo de Duraplac de 19 en kg / Peso de tableros Duraplac de 19 en t	78,80	kg/t	50,00	kg/t
Generación de residuos sólidos (Pacoplac Novofoil de 6) por peso total de tableros de Pacoplac Novofoil de 6	Residuo de Pacoplac Novofoil de 6 en kg / Peso de Pacoplac Novofoil de 6 en t	32,00	kg/t	26,00	kg/t
Consumo de energía eléctrica en ensamble 2, iluminación externa nocturna y área administrativa (planta)	Consumo de energía eléctrica en las áreas kWh / año	20.545,00	kWh/año	11.521,00	kWh/año

3.3.1.1. Ficha de los principales indicadores

FICHA DE INDICADORES AMBIENTALES	
NOMBRE DEL INDICADOR:	Generación de residuos sólidos por peso total de tableros

1. Descripción y objetivo del indicador ambiental

Indicador relativo expresado en kg/t que pertenece al área de "Seccionado y etiquetado. Este indicador permitirá monitorear la cantidad de residuo generado en este material en relación al peso total de tableros del mismo material que ingresan al proceso, con el objeto de optimizar el corte.

2. Cambios realizados para mejorar el índice del indicador

Pare mejorar el índice del indicador se procederá a implementar el uso del software de corte que tiene la máquina nueva. Adicionalmente, se entrenará al personal en el nuevo procedimiento.

3. Clasificación y desarrollo de la base de datos

Se realizó ya una primera fase de medición. Los registros correspondientes y la metodología de toma de datos serán utilizados para monitorear este indicador. Este indicador debe ser medido con una periodicidad diaria mientras dura el proceso de implementación y el responsable del mismo es el operario de las máquinas. El proceso consiste en contabilizar el número de planchas que ingresan diariamente al proceso productivo y anotarlas en el registro correspondiente; también se debe colocar el desperdicio en un lugar para pesarlo al final del día y anotar el valor en la hoja de registro.

4. Determinación de los recursos necesarios

La persona encargada de este trabajo es el operario de la máquina el mismo que debe disponer de una balanza y la hoja de registro correspondiente.

5. Determinación de los factores de conversión

PARA DURAPLAC NOVOKOR DE 15 Y ACOPLAC NOVOPLY DE 15:
1 plancha de material pesa 51,15 kg y tiene una superficie de 5.246,00 m^2.
Para conocer el peso (kg) del número de planchas hay que multiplicar el número de planchas por 51,15

PARA DURAPLAC NOVOKOR DE 19
Para conocer el peso (kg) del número de planchas hay que multiplicar el número de planchas por 31,08

PARA PACOPLAC NOVOFOIL DE 6
Para conocer el peso (kg) del número de planchas hay que multiplicar el número de planchas por 22,03

6. Definición de la frecuencia, periodo y parámetros para la recopilación de datos

Los datos serán tomados diariamente luego de la implementación del software durante un período de 3 semanas y llenados en la hoja de registro correspondiente.

Parámetro	Frecuencia	Período de la evaluación
Número de tableros de de cada tipo que ingresan diariamente	Diario	3 semanas
Peso de residuos de tableros de cada tipo	Diario (al final del día)	3 semanas
Responsable por la evaluación:	Jefe de Producción	

Cargo:	**Operario de la máquina**	**Fecha:**	

FICHA DE INDICADORES AMBIENTALES	
NOMBRE DEL INDICADOR:	Consumo de energía eléctrica en área de ensamble 2, iluminación externa nocturna y área administrativa (planta)

1. Descripción y objetivo del indicador ambiental
Indicador absoluto expresado en kWh por mes. Este indicador corresponde al consumo eléctrico en iluminación externa, iluminación en el área de ensamble 2 y oficinas administrativas de planta y servirá para monitorear el consumo eléctrico en estas áreas.
2. Cambios realizados para mejorar el índice del indicador
Para mejorar el índice del indicador se cambiarán las luminarias externas de la planta, las luminarias de las oficinas administrativas de planta y se instalarán translúcidos en el área de ensamble 2.
3. Clasificación y desarrollo de la base de datos
Los datos se obtendrán directamente de la planilla de luz en lo que se refiere a iluminación nocturna. En lo que respecta a ensamble 2 y a oficinas administrativas, solamente se hará un cálculo con base de las acciones implementadas.
4. Determinación de los recursos necesarios
Una persona que haga el monitoreo del consumo eléctrico expresado en las planillas.
5. Determinación de los factores de conversión
El valor está expresado directamente en kWh
6. Definición de la frecuencia, periodo y parámetros para la recopilación de datos
Datos analizados mensualmente

Parámetro	Frecuencia	Período de la evaluación
kWh consumidos mensualmente en horario nocturno	Mensual	6 meses
Responsable por la evaluación:		

Cargo:	**Responsable de mantenimiento**	**Fecha:**	

3.3.1.2. Identificación de los puntos de monitoreo

Generación de residuos sólidos en el área de corte

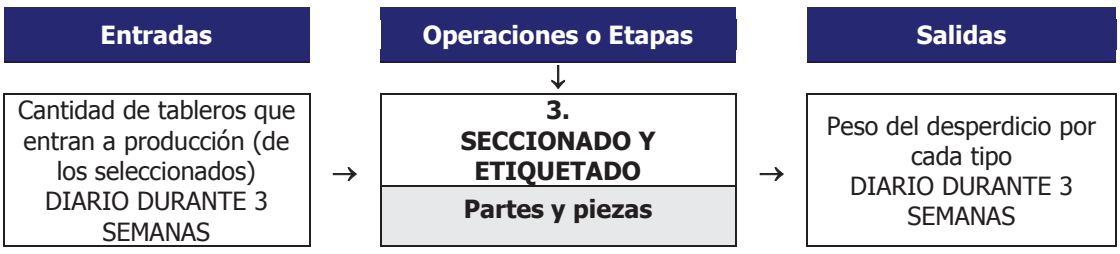


Figura No. 6: Puntos de monitoreo en área de corte

Consumo eléctrico

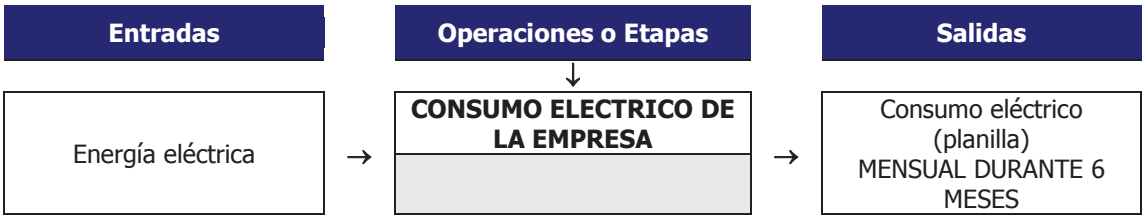


Figura No. 7: Puntos de monitoreo consumo energía eléctrica

3.3.1.3. Plan de monitoreo

Generación de residuos sólidos por peso total de tableros

FICHA DEL PLAN DE MONITOREO				
1. METODOLOGÍA DE LAS EVALUACIONES				
1. Registrar en la hoja de toma de datos el número de tableros de cada tipo (DURAPLAC DE 15, ACOPLAC DE 15, DURAPLAC DE 19 y PACOPLAC DE 6) procesados en el día (tener cuidado de que la información sea real, comparándola con la planificación de producción) 2. Recolectar en recipientes separados los residuos de cada tipo 3. Al final del día pesar los residuos por tipo y anotar el valor en la hoja de registro.				
2. RECURSOS NECESARIOS				
1. Hoja de registro 2. Recipientes para separar los residuos 3. Balanza 4. Operario entrenado				
3. DEFINICIÓN DE LA FRECUENCIA PARA LA RECOPILACIÓN DE DATOS				
Parámetro	**Unidad**	**Punto de la evaluación**	**Frecuencia**	**Período**
Duraplac de 15	# tabl.	Seccionado y etiquetado	diario	3 semanas
Residuo de Duraplac de 15	kg	Seccionado y etiquetado	diario	3 semanas
Acoplac de 15	# tabl.	Seccionado y etiquetado	diario	3 semanas
Residuo Acoplac de 15	kg	Seccionado y etiquetado	diario	3 semanas
Duraplac de 19	# tabl	Seccionado y etiquetado	diario	3 semanas
Residuo de Duraplac de 19	kg	Seccionado y etiquetado	diario	3 semanas
Acoplac de 6	# tabl.	Seccionado y etiquetado	diario	3 semanas
Residuo Acoplac de 6	kg	Seccionado y etiquetado	diario	3 semanas
Responsable por la evaluación:				
Cargo:	Operario de la máquina		**Fecha:**	

Disminución del consumo eléctrico en horario nocturno e iluminación

FICHA DEL PLAN DE MONITOREO				
1. METODOLOGÍA DE LAS EVALUACIONES				
Revisar el valor de la planilla de pago de luz correspondiente al horario nocturno				
2. RECURSOS NECESARIOS				
Planilla de pago de luz				
3. DEFINICIÓN DE LA FRECUENCIA PARA LA RECOPILACIÓN DE DATOS				
Parámetro	**Unidad**	**Punto de la evaluación**	**Frecuencia**	**Período**
kWh en horario nocturno	kWh	Planilla de luz	mensual	6 meses
Responsable por la evaluación:	Freddy Araujo			
Cargo:	Jefe Financiero	**Fecha:**		

Disminución del tiempo de proceso comercial

FICHA DEL PLAN DE MONITOREO				
1. METODOLOGÍA DE LAS EVALUACIONES				
1. Registrar en la hoja de toma de datos el tiempo transcurrido desde la entrega de la solicitud (luego de la medición) para primer diseño y la firma del contrato por parte del cliente. Este tiempo debe ser medido en horas y debe corresponder al valor REAL de trabajo evitando hacer estimaciones. El valor no corresponde solamente al tiempo destinado a la actividad de diseño sino al trabajo diario normal de la persona. Esta medición es hecha tanto para el procedimiento actual como para el procedimiento con diseño lineal. 2. Contabilizar el número de hojas impresas por cada carpeta de los clientes y personas que han pedido una pro forma y registrarlos en la hoja de toma de datos. Esto se debe hacer al finalizar el trabajo con el cliente o prospecto y para cada uno de los dos procedimientos.				
2. RECURSOS NECESARIOS				
1. Hoja de toma de datos 2. Operario encargado de tomar los datos				
3. DEFINICIÓN DE LA FRECUENCIA PARA LA RECOPILACIÓN DE DATOS				
Parámetro	**Unidad**	**Punto de la evaluación**	**Frecuencia**	**Período**
Tiempo de trabajo	horas	Diseño	Diario	4 semanas
Hojas de papel utilizadas en cada proyecto	# hojas	Diseño	Quincenal	4 semanas
Responsable por la evaluación:	Jefe de Producción			
Cargo:	**Responsables de diseño**	**Fecha:**		

3.3.2. SELECCIÓN DE LOS PROYECTOS QUE SERÁN IMPLANTADOS

Luego de realizado el diagnóstico y mediciones para varias de las oportunidades identificadas, la empresa decidió realizar el estudio de las que constan en la tabla No. 18.

Tabla No. 18: Proyectos a ser implantados en la empresa

No.	NOMBRE DEL ESTUDIO	MOTIVO DE ELECCIÓN
1	Disminución de la cantidad de desperdicio en el proceso de corte	La empresa dispone de maquinaria moderna que no está siendo eficientemente utilizada y que por ello genera una cantidad mayor de desperdicio del que debería generar, además del ahorro económico que ello representa.
2	Disminución del consumo eléctrico en el área de ensamble 2 y por iluminación externa nocturna	La empresa considera importante trabajar en eficiencia energética, además que se puede evidenciar un gasto innecesario de dinero
3	Disminución de tiempo en el proceso comercial	El tiempo que lleva la ejecución del proceso comercial, influye directamente en el tiempo global de fabricación de muebles, lo que desemboca en muchos casos en retrasos en plazos de entrega e insatisfacción de los clientes.

En la empresa básicamente se tienen residuos sólidos procedentes del corte de tableros de MDF, aglomerado y triplex utilizados en la fabricación de muebles de cocina, closets y baños. Estos residuos son considerados peligrosos ya que en su elaboración se emplean químicos y resinas que en el caso de ser quemados producen vapores; adicionalmente, cuando se descomponen con el tiempo, producen lixiviados. El beneficio de implementar este proyecto es disminuir los costos de materia prima, aumentar la productividad debido a que se aprovecharía de mejor manera el material, adicionalmente se estima que el tiempo de proceso disminuirá debido a que se lo manejará desde el área de ingeniería. El beneficio ambiental adicional es el uso de menos cantidad de materia prima por tonelada de

producto, lo que representa un importante ahorro de recursos en la elaboración de muebles.

En el caso de la eficiencia energética se va a disminuir el consumo eléctrico al colocar translúcidos en el área de ensamble 2, mejorar la iluminación externa nocturna y del área administrativa.

Para el caso del proceso comercial, se va a modificar el mismo, de manera que permita disminuir el tiempo entre el contacto con el cliente y la firma del contrato, lo que representa una disminución en el tiempo total de producción y un mejoramiento de la satisfacción de clientes; existe adicionalmente un beneficio ambiental que es la disminución en el consumo de papel y tinta.

3.4. DESCRIPCIÓN Y ESTUDIO TÉCNICO, ECONÓMICO Y AMBIENTAL DE CADA UNA DE LAS TRES OPCIONES CONSIDERADAS DE INTERÉS

3.4.1. ESTUDIO DE CASO No. 1

Disminución del consumo eléctrico en el área de ensamble 2, área administrativa e iluminación externa nocturna.

3.4.1.1. Descripción de la situación anterior al estudio de caso

En la empresa existe un consumo elevado de energía eléctrica en horario nocturno debido a la iluminación exterior de la planta que utiliza lámparas de mercurio de 250 W; para el efecto se utilizan 13 lámparas que se encienden y apagan automáticamente (alrededor de 12 horas diarias), lo que representa un consumo anual de alrededor de 14.235 kWh/año.

Las lámparas de vapor de mercurio consisten de un tubo de descarga de cuarzo relleno de vapor de mercurio, el cual contiene dos electrodos principales y uno

auxiliar para facilitar el arranque; tienen una vida útil muy larga (alrededor de 25.000 horas), aunque la depreciación lumínica es considerable. Cuando aumenta la temperatura, el mercurio produce vapores tóxicos y corrosivos

Adicionalmente, el área de ensamble 2 es un área cerrada que dispone solamente de iluminación artificial por medio de 32 lámparas fluorescentes de 40 W cada una, que permanecen encendidas durante la jornada de trabajo (alrededor de 8 horas diarias, 22 días por mes, 12 meses al año), lo que representa un consumo de alrededor de 2.700 kWh/año

En el área administrativa se tiene una iluminación con 36 lámparas fluorescentes de 40 W, con un régimen de funcionamiento de 10 horas por día, 22 días por mes, 12 meses por año, lo que representan un consumo de alrededor de 3.800 kWh/año. Los tubos fluorescentes cuentan con una lámpara de vapor de mercurio a baja presión y tienen una gran eficiencia energética.

Están formados por un bulbo fino de vidrio revestido interiormente con una sustancia que contiene fósforo y otros elementos que emiten luz al recibir una radiación ultravioleta de onda corta. El tubo contiene una pequeña cantidad de vapor de mercurio y un gas inerte (argón o neón). La empresa considera importante tener una gestión energética adecuada, por lo que ha decidido implementar este proyecto.

Se realizó adicionalmente un estudio de la iluminación del almacén de ventas de la empresa, ubicado en el DICENTRO, para manejarlo como un solo proyecto energético. En el local se pudo apreciar que la iluminación de la planta baja cumple con consideraciones de eficiencia energética (uso de lámparas ahorradoras); no así la planta alta, en la que el techo es cielo falso de color negro que tiene un porcentaje de reflexión muy bajo (menor al 10%).

Desde el punto de vista ambiental, el ahorro energético que puede alcanzar la empresa representa un ahorro en la generación y distribución, lo que se traduce en un beneficio ambiental

3.4.1.2. Alternativas de mejoramiento estudiadas

Para el caso de la iluminación exterior se investigaron las opciones que existían para reemplazar las lámparas de mercurio de 250 W, la solución escogida es colocar lámparas de vapor de sodio de alta presión cuya eficiencia lumínica es mayor y su vida útil similar.

Figura No. 8: Lámpara e mercurio

Las lámparas de vapor de sodio son una de las fuentes de iluminación más eficientes ya que generan mayor cantidad de lúmenes por vatio. El color de la luz que producen es amarilla brillante

Figuras No. 9 y No. 10: Lámpara de vapor de sodio / Iluminación con luminarias de vapor de sodio

Las lámparas de vapor de sodio de alta presión (SAP), es una de las más utilizadas en alumbrado público, ya que tienen un alto rendimiento y la reproducción de los colores se mejora considerablemente. El foco de vapor de sodio está compuesto de un tubo de descarga de cerámica translúcida, con el fin

de evitar la corrosión del sodio y las altas temperaturas que se generan. El tiempo de vida de estas lámparas es muy largo (alrededor de 24.000 horas)

Se podrían utilizar lámparas de 75 W, pero el nivel de iluminación sería bajo, por lo que se decidió utilizar lámparas de 150 W; con esta medida se tiene un ahorro energético de 100 W por lámpara en relación a las de 250 W.

Tomando en cuenta que son 13 lámparas, con un promedio de utilización de 12 horas diarias, se tiene un consumo actual de 14.235 kWh/año; al reemplazarlas por lámparas de 150 W se tiene un consumo de 8.541 kWh/año, lo que representa un ahorro de 5.694 kWh/año.

En lo que respecta al área de ensamble 2, se estudió la posibilidad de colocar traslúcidos en el techo para reemplazar la iluminación artificial. Estos podían ser de policarbonato o de acrílico. El acrílico permite moldearlo a la forma y en las medidas que se requieran y debido a que el techo del área de ensamble 2 tiene una estructura especial, se decidió trabajar con esta alternativa. Adicionalmente, se decidió que el color del mismo debe ser transparente para tener el mayor nivel de iluminación. Considerando que en el transcurso de un año se requiere iluminación artificial en un 30% del tiempo debido a las condiciones climáticas y que solamente se encienden la mitad de las lámparas en estos casos, se tiene un consumo anual de 405 kWh/año, lo que representa un ahorro de 2.295 kWh/año en relación a los 2.700 kWh/año que se utilizan actualmente.

En el área administrativa se propone una solución técnica al reemplazar las lámparas fluorescentes actuales por fluorescentes de alta eficiencia de 32 W, lo que representaría un consumo de 3.041 kWh/año, es decir un ahorro de 759 kWh/año; sin embargo, al hacer el estudio de viabilidad económica en esta área, se aprecia que el proyecto no es viable debido al período de recuperación de la inversión; algo parecido sucede con el caso del almacén del DICENTRO donde no se recomiendan cambios por ahora, sino mas bien aprovechar la próxima remodelación del almacén para realizar algún cambio.

En conclusión de todo lo expuesto, se sugiere el cambio de luminarias exteriores y la colocación de translúcidos en el área de ensamble 2, con un ahorro energético de 7.989 kWh/año. Como referencia, con esta energía podría vivir una familia normal de 5 miembros con un consumo mensual promedio de 150 KW durante 4 años y 4 meses aproximadamente o una familia modesta con un consumo aproximado de 60 kWh/mes durante 11 años.

Clasificación de los cambios realizados

Tipos de Cambios	Marque una x
Buenas prácticas operacionales	
Cambios en los parámetros del proceso	
Innovaciones tecnológicas	X
Cambio en las materias primas e insumos	
Cambio en el producto	
Reciclo interno	
Reciclo externo	
Tratamiento y disposición de desechos	

3.4.1.3. Análisis cuantitativo de las entradas y salidas del proceso productivo

Situación anterior

Nombre del proceso:			Iluminación exterior nocturna e iluminación en el área de ensamble 2			
Período y referencia de realización de la evaluación:			Se trabajaron con cálculos teóricos de acuerdo con los consumos de diseño			
ENTRADAS			**PROCESO PRODUCTIVO**	**SALIDAS**		
Materias primas, insumos y auxiliares	**Agua**	**Energía**	**Etapas**	**Efluentes Líquidos**	**Residuos Sólidos**	**Emisiones Atmosféricas**
		14.235 kWh/año	1. Iluminación nocturna externa Luz			Calor
		2.700 kWh/año	2. Iluminación en ensamble 2 Luz			Calor
SUBTOTAL						
		16.935 kWh/año				
PRODUCTOS						
			Suma de los productos	**16.935 kWh/año**		
TOTAL						
Suma total de entradas **16.935 kWh/año**			**Suma total de salidas** Calor			**Diferencia**

3.4.1.4. Expectativa para la situación proyectada

Nombre del proceso: Iluminación exterior nocturna e iluminación en el área de ensamble 2

Período y referencia de realización de la evaluación: Se trabajaron con cálculos teóricos de acuerdo con los consumos de diseño

ENTRADAS			PROCESO PRODUCTIVO	SALIDAS		
Materias primas, insumos y auxiliares	**Agua**	**Energía**	**Etapas**	**Efluentes Líquidos**	**Residuos Sólidos**	**Emisiones Atmosféricas**
		8.541 kWh/año	1. Iluminación nocturna externa Luz			Calor
		405 kWh/año	2. Iluminación en ensamble 2 Luz			Calor
SUBTOTAL						
		8.946 kWh/año				
PRODUCTOS						
			Suma de los productos	**8.946 kWh/año**		

TOTAL		
Suma total de entradas **8.946 kWh/año**	**Suma total de salidas** Calor	**Diferencia** **7.989 kWh/año** **(respecto del consumo en situación inicial)**

3.4.1.5. Definición del Plan de Monitoreo

En este caso, la manera de verificar los resultados es directamente en la disminución del consumo de energía eléctrica en horario nocturno y una pequeña disminución global, que se evidenciará en la planilla mensual de la Empresa Eléctrica Quito.

La medición se hará mensualmente y corresponde al consumo de energía eléctrica en kWh; el monitoreo como parte del proyecto se realizará en un período de 6 meses y estará a cargo del gerente financiero. En la tabla No. 19 se aprecia el valor actual del indicador correspondiente al proyecto y la expectativa para luego de la implementación.

Tabla No. 19: Indicadores del proyecto de energía eléctrica

Nombre del Indicador Ambiental	Antes del Programa		Expectativa para después de implementar Programa	
	Valor	Unidad	Valor	Unidad
Consumo anual de energía eléctrica en iluminación nocturna externa y ensamble 2	16.935	kWh/año	8.946	kWh/año

3.4.1.6. Evaluación económica

- Costo del cambio

Se considera el cambio de las lámparas que se utilizan actualmente para iluminación externa por lámparas de vapor de sodio a alta presión, de 150 W	910,00 USD
También corresponde a la colocación de translúcidos en el área de ensamble 2 (incluido mano de obra)	880,00 USD
Total	1.790,00 USD

- Costo operacional antes de la P+L

Corresponde al valor que se pagaba por consumo de energía eléctrica correspondiente a iluminación exterior nocturna e iluminación artificial en el área de ensamble 2	
Total	1.625,76 USD

- Costo operacional después de la P+L

Corresponde al mismo factor tomando luego de implementadas las medidas	
Total	894,60 USD

- Beneficio económico

Para el estudio de factibilidad económica se ha considerado una tasa de atractibidad del 15%	
y 25% para el impuesto a la renta. Para estas condiciones, el TIR es de 30,10% y el VAN de USD 1.062,00	
La inversión se recupera en 3,08 años	
El beneficio económico en el primer año es	
Total	731,16 USD

Gráficos comparativos del estudio de caso

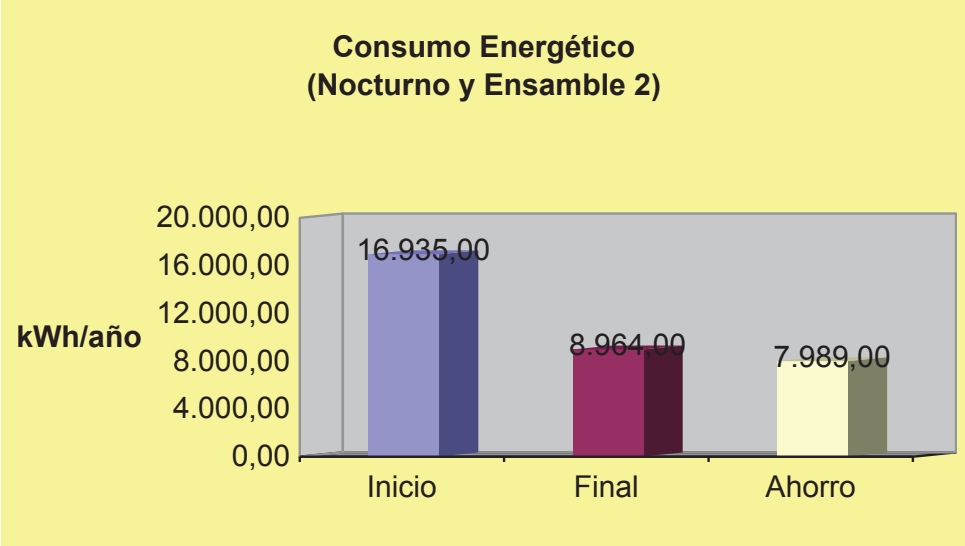


Figura No. 11: Resultados en consumo energético (kWh/año)

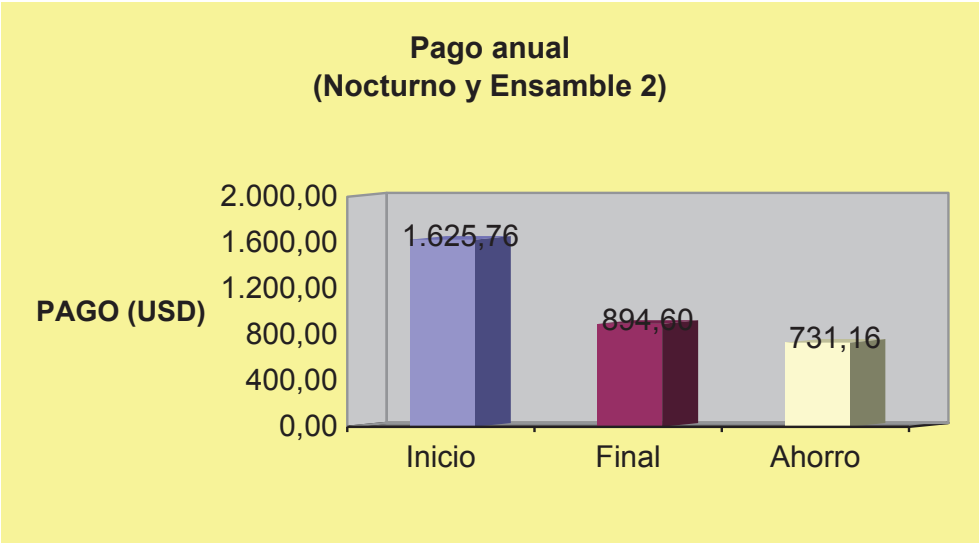


Figura No. 12: Resultados en consumo energético (USD/año)

Beneficios ambientales

El proyecto ha representado una disminución en el consumo de energía eléctrica de alrededor de 7.989 kWh/año para la empresa; este valor está directamente relacionado con los costos de generación correspondientes y el uso de recursos naturales para este trabajo.

Beneficios económicos

El proyecto permite un ahorro anual de USD 731,16 en pago de energía eléctrica, considerando que las condiciones del país no cambiarán en los próximos años, obviamente esto es bastante difícil y se podría considerar que las tarifas de luz aumentarán en el futuro, con lo que se hace necesario ser más eficiente cada vez en el uso de la energía eléctrica.

Beneficios tecnológicos

El cambio aunque es bastante simple, permite aplicar nuevas tecnologías diseñadas con un enfoque de ahorro energético.

En las fotografías a continuación se pueden apreciar los cambios efectuados.

Fotos No. 1 y No. 2: Situación inicial: luminarias externas para iluminación nocturna

Fotos No. 3 y No. 4: Situación final, luminarias externas para iluminación nocturna

Fotos No. 5 y No. 6: Situación inicial: uso de iluminación artificial en área de ensamble 2

Foto No.7: Situación final, uso de iluminación natural en área de ensamble 2

3.4.2. ESTUDIO DE CASO No. 2

Disminución de tiempos de trabajo en el proceso comercial

3.4.2.1. Descripción de la situación anterior al estudio de caso

El proceso comercial de la empresa es el que alimenta al proceso productivo y de acuerdo con la manera en que está funcionando actualmente, requiere un gran esfuerzo y mucho trabajo por parte de los diseñadores (arquitectos). El cliente hace correcciones a los diseños originales (hasta 3 veces) con niveles importantes de detalle. Es importante anotar que el porcentaje de compras efectivas (clientes que piden los diseños y al final firman el contrato) por ahora no sobrepasa el 20%, lo que hace que se desperdicie gran cantidad del recurso tiempo en la empresa, adicionalmente de la documentación levantada para el efecto. Vale indicar que con el proceso actual, el tiempo que toma el proceso comercial es de alrededor de un mes, lo que puede afectar a la satisfacción de los clientes en algunos casos y en otros, desanimar a potenciales clientes por lo extenso del tiempo requerido para poder proveerle de los muebles que necesita.

El sistema actual también da la posibilidad de generar un buen porcentaje de “muebles especiales” (muebles con alguna característica especial que no permite manejarlos en producción como muebles de stock y que por ende genera mayor desperdicio de materias primas y tiempo de trabajo).

El estudio de esta oportunidad se orienta a:

- Disminuir el tiempo de atención a clientes en el proceso comercial y total de la empresa.
- Aumentar el tiempo disponible de los diseñadores para dedicarlo a nuevos proyectos.
- Disminuir el porcentaje de “muebles especiales” por aumento de “muebles de stock”.
- Disminuir como consecuencia el porcentaje de desperdicio de materias primas.
- Estandarizar el producto.

3.4.2.2. Alternativas de mejoramiento estudiadas

Las alternativas que se han tomado en cuenta son:

- Optimización del proceso comercial actual.
- Venta lineal (rediseño del proceso comercial).

Se realizó una verificación del proceso comercial actual midiendo los tiempos que toma cada una de las etapas en el proceso: PROCESO DISEÑO PROVISIONAL y se realizaron mediciones más exhaustivas que permiten tener datos para la toma de decisiones.

Clasificación de los cambios realizados

Tipos de Cambios	Marque una x
Buenas prácticas operacionales	
Cambios en los parámetros del proceso	X
Innovaciones tecnológicas	X
Cambio en las materias primas e insumos	
Cambio en el producto	
Reciclo interno	
Reciclo externo	
Tratamiento y disposición de desechos	

Análisis de datos (situación actual)

Los datos a continuación corresponden al período agosto-diciembre 2004 y de acuerdo con los funcionarios de ventas casi no existen fluctuaciones en el año.

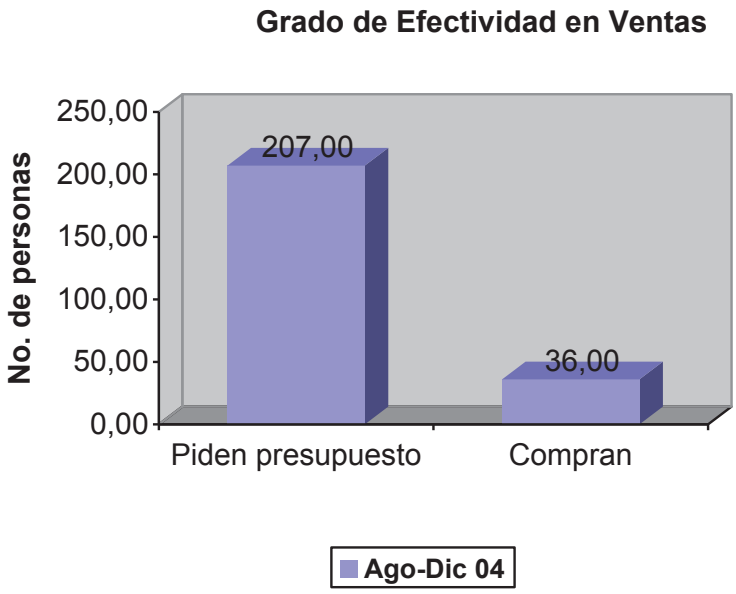


Figura No. 13: Grado de efectividad en ventas

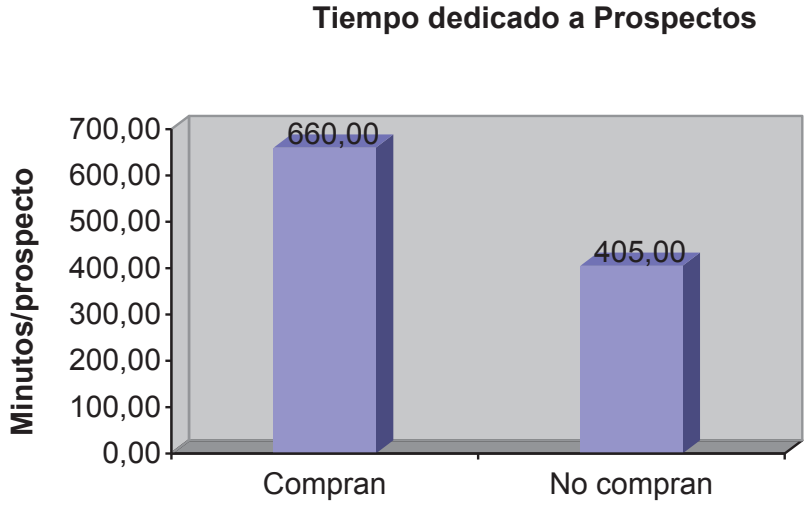


Figura No. 14: Tiempo de dedicación a prospectos y clientes

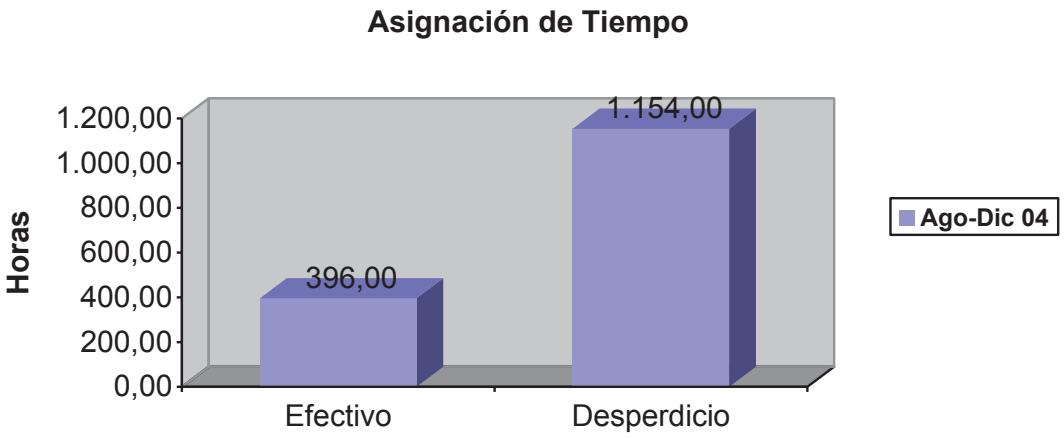


Figura No. 15: Desperdicio de tiempo en la operación (Período Ago-Dic)

Considerando que las ventas se mantienen constantes durante todo el año y que el porcentaje de efectividad en ventas es de 17,4%, se tendrían los siguientes datos proyectados a un año.

El desperdicio de tiempo equivale a 13,84 meses (régimen de 10 horas/día y 20 días/mes), como se puede apreciar en la Figura No. 16.

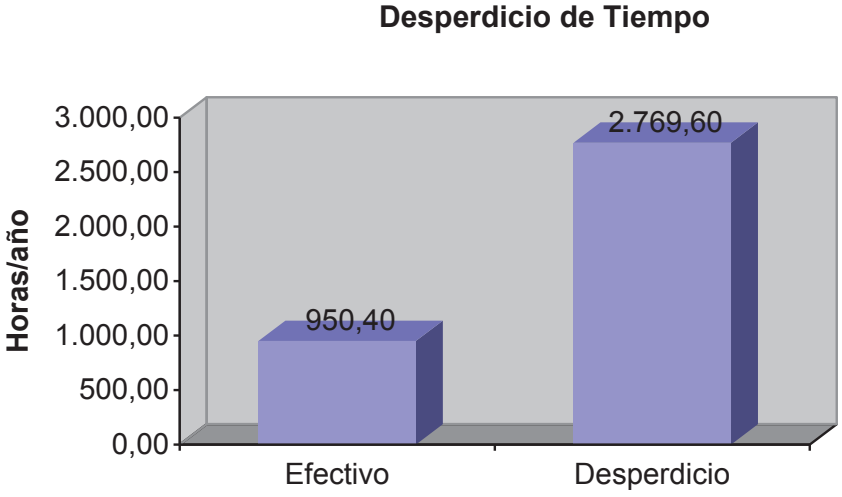


Figura No. 16: Desperdicio de tiempo anual en la operación

Existe un desperdicio de tiempo importante desde el punto de vista de producción más limpia; este tiempo es dedicado a prospectos que terminan por no comprar pero que han utilizado importantes recursos de la empresa.

El trabajo anterior lo realizan 5 arquitectos. Considerando que los profesionales trabajan 10 horas por día, 5 días por semana durante 50 semanas al año, el tiempo conjunto que los profesionales dedican a la empresa es de 12.500 horas; sin embargo, solamente 950,4 se dedican a clientes que compran a la empresa y 2.769,6 a prospectos que al final no compran. En la figura No. 17 se aprecia un comparativo de lo anterior.

.

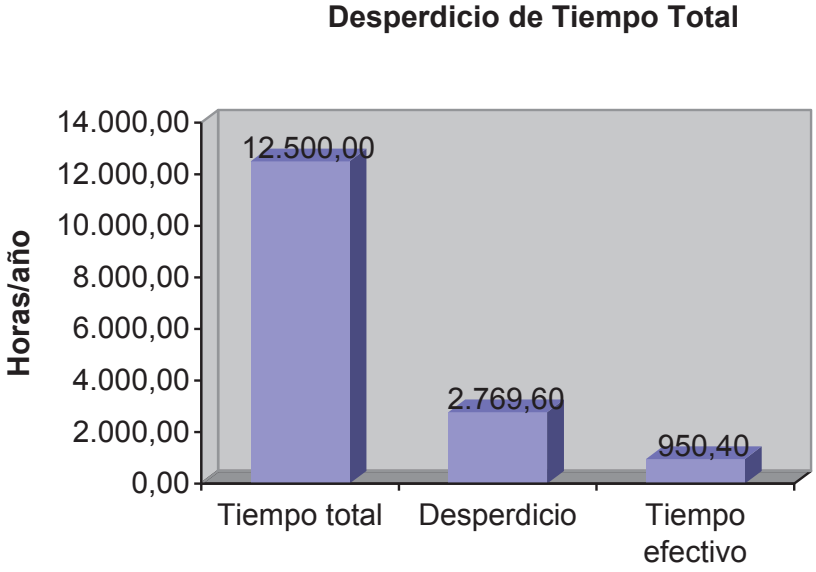


Figura No. 17: Desperdicio de tiempo anual total

Adicional a lo anterior, el área de diseño es una fuente de errores que genera costos para la empresa. En las figuras No. 18 y 19 se pueden apreciar los diferentes tipos de errores que se producen en la empresa, tanto en cantidad como en dinero, para un período de 6 meses.

Los datos se obtienen del software SIPRO que es un paquete informático diseñado para la empresa y que genera datos de producción y costos.

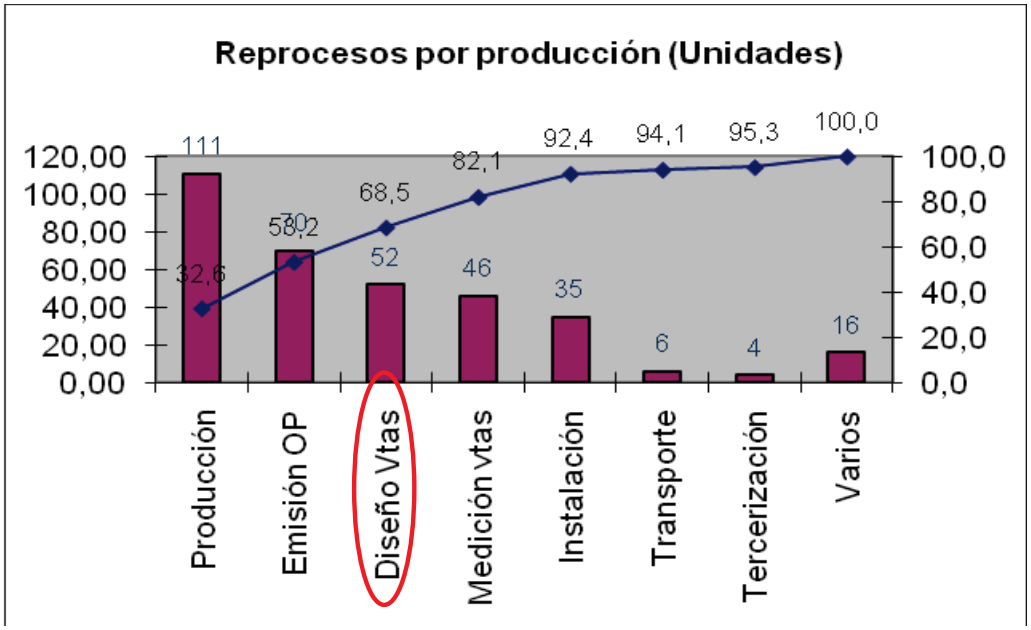


Figura No. 18: Incidencia de reprocesos por factores, en unidades

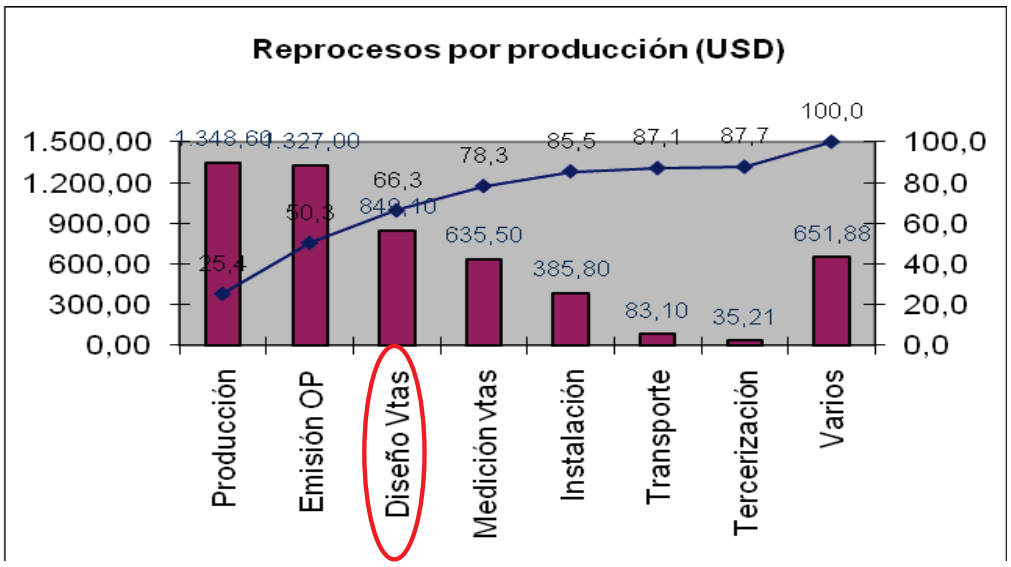


Figura No. 19: Incidencia de reprocesos por factores, en USD

Con todas las consideraciones anteriores, la alternativa más apropiada de acuerdo con las necesidades de la empresa es la de venta lineal, que consiste en realizar solamente un diseño con un grado apropiado de detalle, en lugar de 3 con

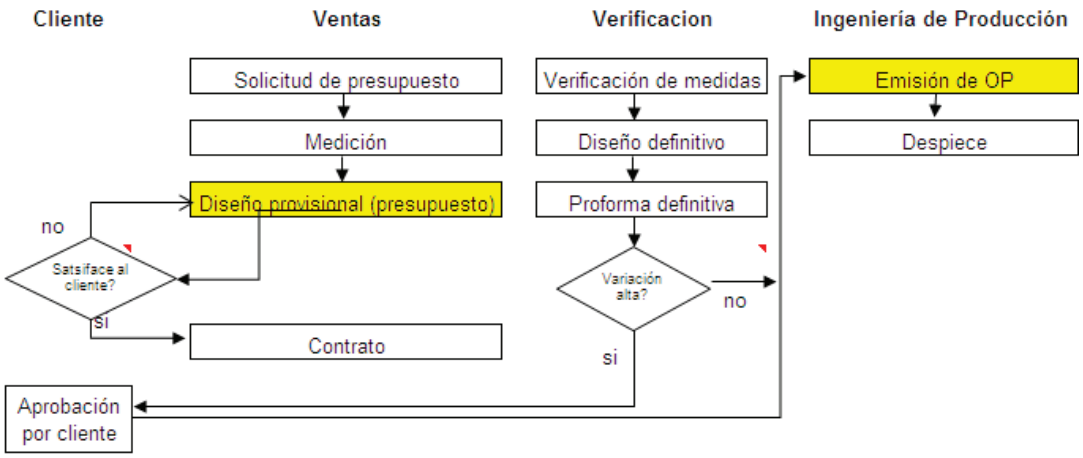
un grado de detalle importante, como sucede actualmente. Para poder aplicarlo se requieren algunas actividades como:

- Disminución de los tiempos de atención tanto a clientes como a prospectos.
- Disminución del porcentaje de muebles especiales que se fabrican en la empresa.
- Fortalecimiento del perfil vendedor de los profesionales de diseño y dotación de nuevas competencias.
- Dotación de herramientas de soporte adecuadas para el nuevo esquema de ventas.
- Análisis del uso efectivo del tiempo de los profesionales del área y generación de grupos de mejoramiento continuo y de trabajo en proyectos.

3.4.2.3. Análisis cuantitativo de las entradas y salidas del proceso comercial

En las figuras No. 20 y 21 se puede apreciar el flujo de proceso provisional y diseño lineal.

Situación actual



OP: Órdenes de Producción

Figura No. 20: Esquema de diseño actual (Diseño Provisional)

En este proceso, el promedio de diseños para un mismo cliente es de 3, en promedio se emplean 660 minutos de trabajo para un cliente que termina comprando y 405 para uno que al final no compra. Estos datos son obtenidos de los registros de tiempo de atención a los clientes, que lleva la empresa y de estimados relacionados con el tiempo de movilización de los arquitectos a la obra de los clientes.

Se tiene un promedio de efectividad en ventas del 17,4%, lo que representa un desperdicio de tiempo en el período de agosto a diciembre del 2004 de 1.154 horas (equivale a 5,7 meses de 10 horas/día; 20 días/mes)
La relación de “piezas especiales por piezas totales” para este caso es del 70%

Situación proyectada

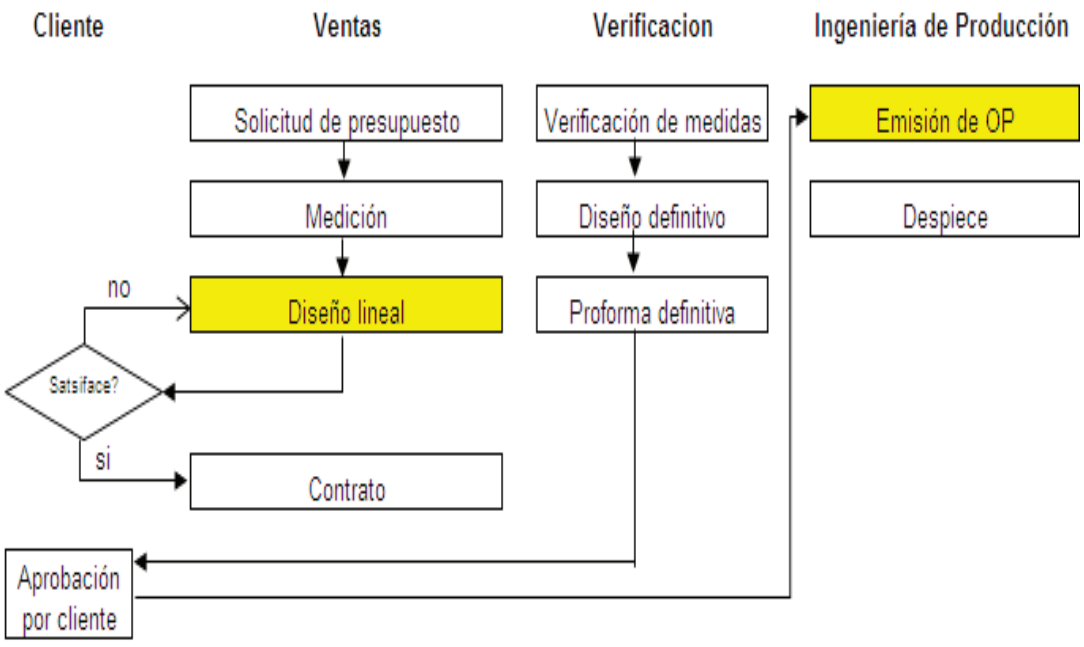


Figura No. 21: Esquema de diseño proyectado (Diseño Lineal)

Este proceso pretende disminuir el tiempo de atención al cliente al realizar la venta con un “diseño lineal” que involucra un grado menor de detalle (en la situación inicial se realizan hasta 3 diseños, en el diseño lineal se haría sólo 1).

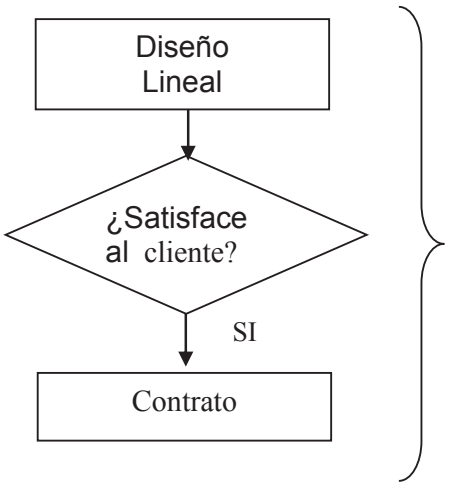
El tiempo estimado que tomaría atender a un cliente sería de 200 minutos, y de 140 minutos para un prospecto que no compra.

Adicionalmente se espera disminuir el porcentaje de “piezas especiales” hasta un valor de 25% que influye directamente en una disminución de desperdicios de materia prima.

Considerando la misma efectividad en ventas, se tendría una disminución de desperdicio de tiempo de 1.812 horas en un año.

3.4.2.4. Definición del plan de monitoreo

Proceso Diseño Lineal



Medir el tiempo entre estas fases por cada prospecto. Hacerlo durante dos meses

Adicionalmente se debe medir:

- Cantidad de piezas que no son de stock con relación a cantidad de piezas totales en Órdenes de Producción OP.
- Número de prospectos en el período de medición
- Número de contratos en el período de medición

Estos datos son proporcionados por el área de ventas de almacén

La tabla No. 20 contiene los indicadores definidos para el proyecto.

Tabla No. 20: Indicadores proceso comercial

Nombre del Indicador Ambiental	Antes del Programa		Expectativa para después de implementar Programa	
	Valor	Unidad	Valor	Unidad
Tiempo transcurrido desde la entrega de la solicitud (luego de la medición) para 1er diseño y la firma del contrato (o deserción de cliente)	660,00 405,00	min/cliente min/prospecto	200,00 140,00	min/cliente min/prospecto
No. de solicitudes atendidas en el mes.	41,40 (1)	Solicitudes/mes	54,00	Solicitudes/mes
No. de clientes efectivos por mes	7,20 (2)	Clientes/mes	9,40	Clientes/mes
Costo estándar de errores en diseño	3.060,00	USD/año	0,00	USD/año
Cantidad de piezas que no son de stock con relación a piezas totales en órdenes de producción	70/100	Cantidad piezas especiales/Cantidad piezas totales	25/100	Cantidad piezas especiales/Cantidad piezas totales

(1) 207 prospectos/5 meses = 41,40 solicitudes atendidas por mes

(2) 36 clientes/5 meses = 7,20 clientes/mes; el 9,40 corresponde a un aumento del 30% en ventas

3.4.2.5. Análisis de datos (expectativas para el final del programa)

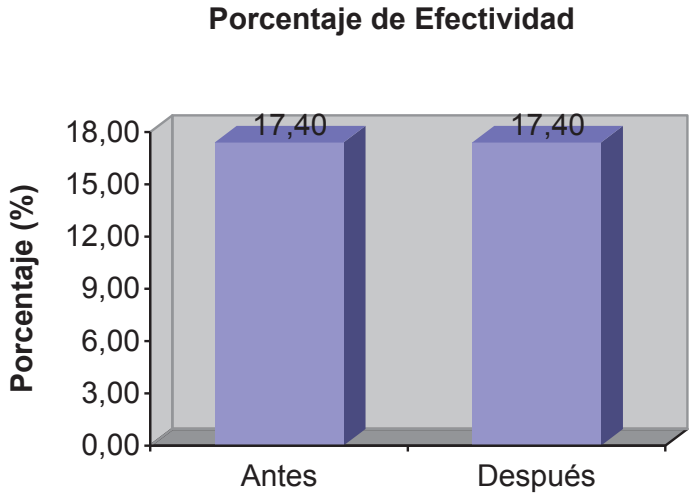


Figura No. 22: Grado de efectividad en ventas

El proyecto se estudiará considerando el mismo porcentaje de efectividad.

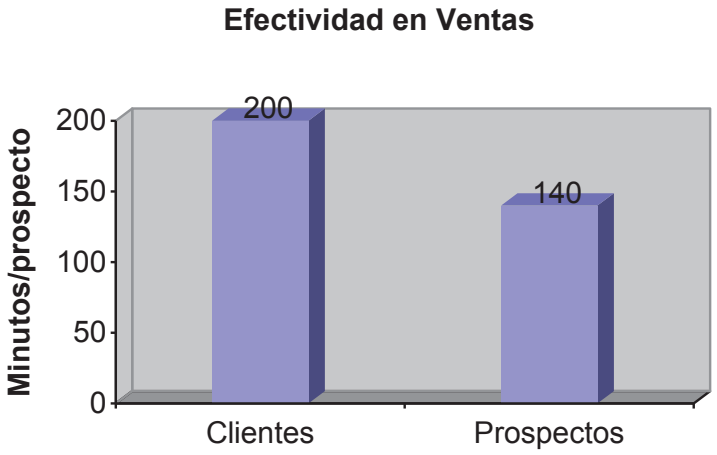


Figura No. 23: Grado de efectividad en ventas (proyectado)

Con el nuevo sistema se espera disminuir el tiempo de atención efectivo a 140 minutos para prospectos que no compran y a 200 minutos para clientes que firman contrato con la empresa; se han realizado pruebas y esos son los valores obtenidos.

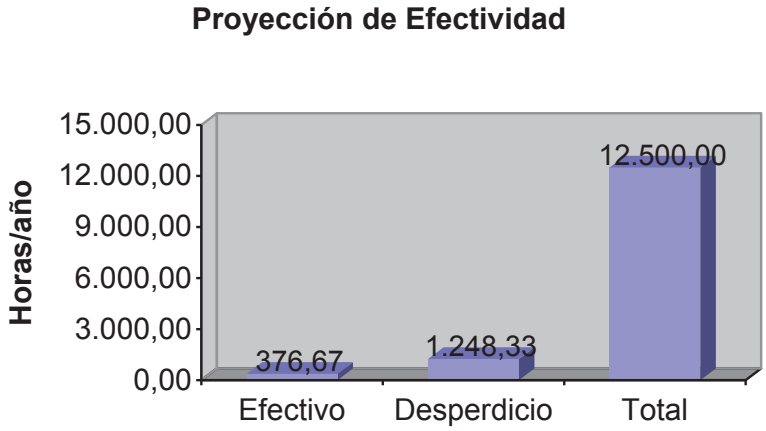


Figura No. 24: Análisis de tiempos (proyectado)

En un año se atenderían a 535 prospectos que no compran (54*12-113), y a 113 clientes que si lo hacen (9,4*12); es decir, 140 minutos de atención por prospecto * 535 prospectos por año = 1.248,33 horas/año; y, 200 minutos de atención por cliente * 113 clientes por año = 376,67 horas/año

3.4.2.6. Evaluación Económica

- Costo del cambio

Asistencia técnica para entrenar en nuevas competencias al equipo de ventas (negociación, técnicas de cierre de ventas).	
Material de apoyo para el nuevo esquema de ventas (se requiere dar mayor apoyo gráfico al material que manejan los arquitectos, por medio de material promocional).	
Total	5.000,00

- Beneficio en ventas antes de la P+L

Corresponde al valor de ventas anuales en el 2003 considerando la productividad actual del	
equipo de ventas con el sistema tradicional y con un tiempo de atención de 11 horas/cliente	
En los costos se consideran USD 3.060,00 que corresponden a los costos generados por errores en diseño (este valor es bajo en relación a los costos reales). El valor se obtiene del programa SPRO que maneja la empresa.	
Total	2´500.000,00

- Beneficio en ventas después de la P+L

Corresponde al valor de ventas anuales para el primer año, considerando un aumento del 30% en ventas en relación al 2003 y la nueva tasa de productividad (3.4 horas/cliente),	
Total	3´250.000,00

- Beneficio económico

Es el beneficio económico en el primer año (luego de impuestos) debido a un aumento en la	
productividad.	564.795,00
Se ha utilizado una tasa de atractividad del 15% y 25% del impuesto a la renta; para este caso	
el TIR es de 11338,9% y el VAN USD 3´432.882,00 (el proyecto es calculado a 5 años)	
Se considera un crecimiento anual en ventas del 10% en relación al año anterior a partir del 2do año	3´432.882,00

Gráficos comparativos del estudio de caso

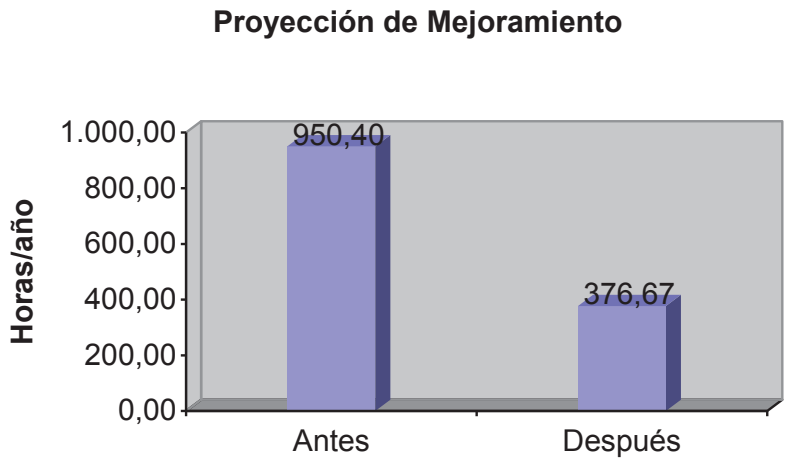


Figura No. 25: Mejoramiento de tiempo clientes que compran

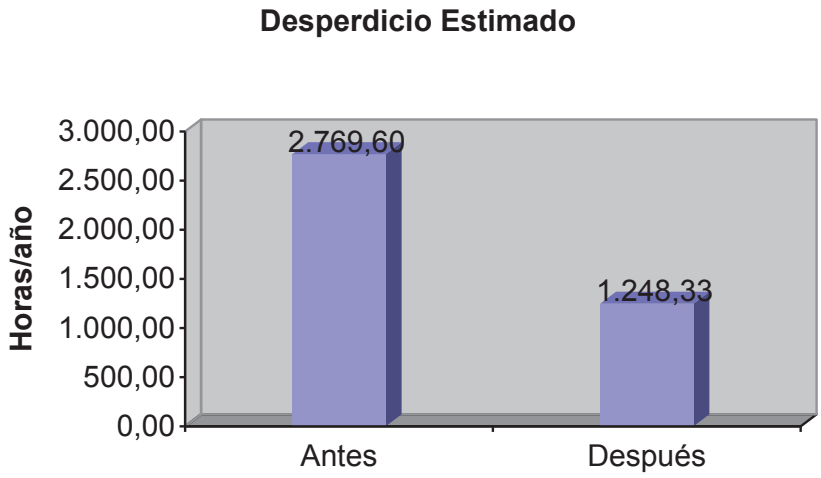


Figura No. 26: Desperdicio de tiempo prospectos que no compran

En relación a clientes, se ha disminuido el tiempo de atención a 200 minutos por cliente; y en lo que respecta a prospectos, se ha mejorado a 140 minutos por prospecto, lo que corresponde a: 113 clientes por 200 minutos por cliente = 376,67 horas/año y 535 prospectos por 140 minutos por prospecto = 1.248,33.

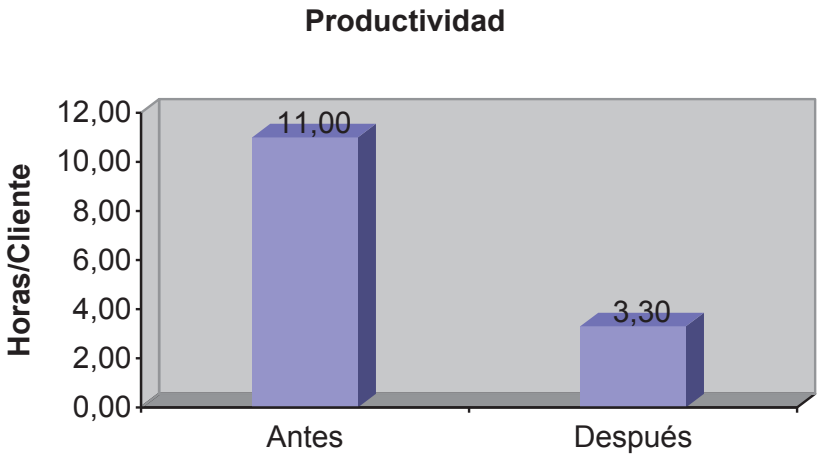


Figura No. 27: Productividad

El cálculo considera el tiempo que se dedica a un cliente en el proceso hasta la firma del contrato y una tasa de 86 clientes en el año (ANTES: 950,4 horas por año dedicadas a clientes que compran/86 clientes por año. DESPUES: 376,67 horas por año dedicadas a clientes que compran/113 clientes por año). Esto significa un mejoramiento en la productividad, que correspondería a la tasa de nuevos negocios.

La inversión corresponde a mejoramiento de la competencia del personal y material de apoyo para la venta

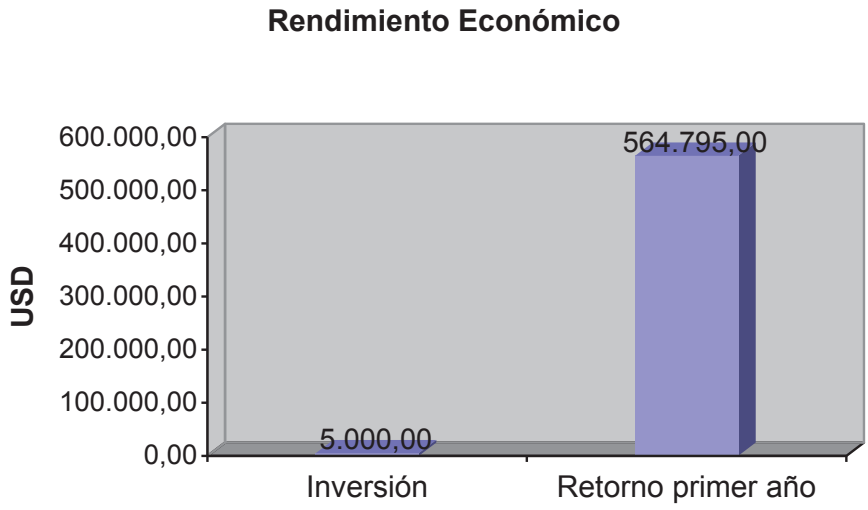


Figura No. 28: Rendimiento económico

Se ha considerado un aumento en las ventas del 30 % en relación al año anterior, considerando que la productividad del personal de ventas ha mejorado (tienen más tiempo para dedicarlo a conseguir nuevos clientes). El proyecto permite lograr interesantes resultados especialmente en la disminución de tiempos de proceso, lo que mejora la capacidad de producción del personal del área.

Este mejoramiento permite que los profesionales del área puedan tener más tiempo para generar nuevos negocios, lo que podría redundar en un importante mejoramiento económico para la empresa, vale indicar que será necesario dotar de nuevas herramientas y competencias a los profesionales relacionados como: entrenamiento en venta lineal, habilidades de negociación efectiva y cierre de ventas y material promocional que apoye el nuevo esquema

De acuerdo con la manera en que está concebido el proyecto, también permitiría una disminución en el pedido de muebles que no son de stock lo que tiene un doble efecto: por un lado se tiene una disminución de tiempos de producción (lo que permitiría aumentar la productividad de la planta para satisfacer una mayor demanda) y una disminución de desperdicios por mejor aprovechamiento de materia prima (tableros) lo que involucra nuevamente un beneficio económico.

Beneficios ambientales

El proyecto tiene el beneficio ambiental de disminuir la cantidad de desperdicios de tablero al disminuir los pedidos de muebles que no son de stock y que tienen un menor aprovechamiento que los muebles de stock. La relación inicial es de 70% de muebles especiales y se espera lograr sólo un 25% de muebles especiales.

Beneficios económicos

El beneficio económico se puede considerar tomando en cuenta que se requeriría menos personal (sólo el 35%) para realizar el mismo trabajo que ahora, pero existe un enfoque mejor que es el lograr un aumento en la cantidad de negocios cerrados a través de los nuevos clientes atendidos (adicionales a los 86 por año),

al aumentar un 30% las ventas en relación al 2003, se tendría un beneficio económico en el primer año luego de impuestos de USD 564.795,00.

Un beneficio económico adicional es el ahorro de USD 3.060,00 anuales por costos generados debido a errores en diseño (este valor es muy conservador debido a que no se han considerado costos de detener el flujo normal de producción, sueldos de personal involucrado en la solución del problema, costos energéticos relacionados, etc.).

Adicionalmente existe un beneficio económico reflejado en el mejoramiento de la productividad de la planta al elaborar mayor cantidad de muebles de stock y también al lograr un mejor aprovechamiento de los tableros.

3.4.3. ESTUDIO DE CASO No. 3

Disminución de la cantidad de desperdicio en la etapa de corte

3.4.3.1. Descripción de la situación anterior al estudio de caso

La primera etapa en el proceso productivo es el SECCIONADO de las planchas para la elaboración de muebles; este proceso se lo realiza actualmente en 2 máquinas seccionadoras: la primera es una máquina nueva que dispone inclusive de un software que optimiza el corte, pero que no se lo ha estado utilizando, sino únicamente se ha trabajado basado en la experiencia del operario. La otra máquina es una seccionadora vertical en la que también se aprovecha la experiencia del operario.

Por estas máquinas pasan todas las planchas que deben ser cortadas, tanto para muebles de stock como para muebles especiales; el porcentaje de desperdicio es mayor en el caso de muebles especiales, teniéndose los siguientes porcentajes para las materias primas que representan el 80% de la producción total de la planta.

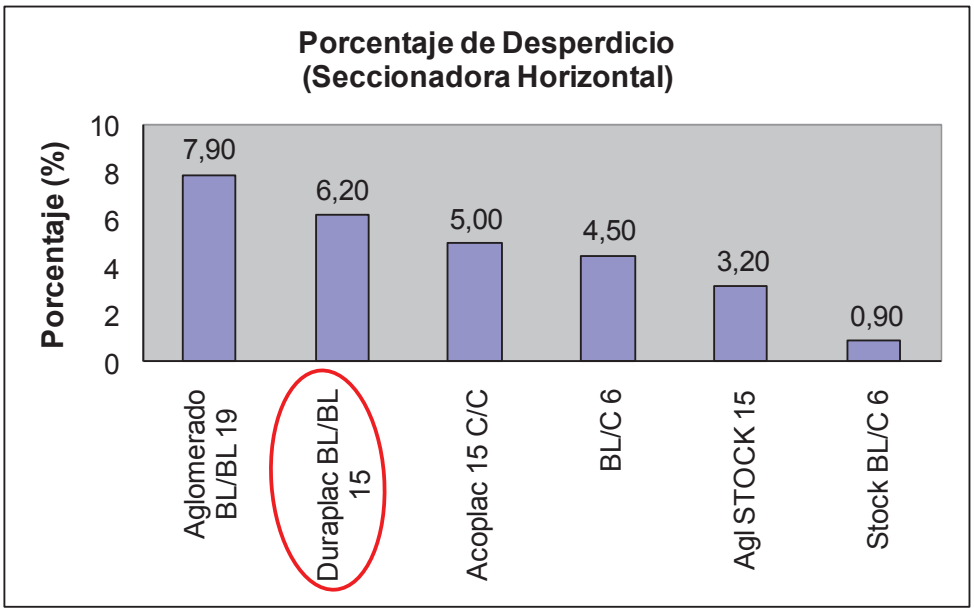


Figura No. 29: Porcentaje de desperdicio (seccionadora horizontal)

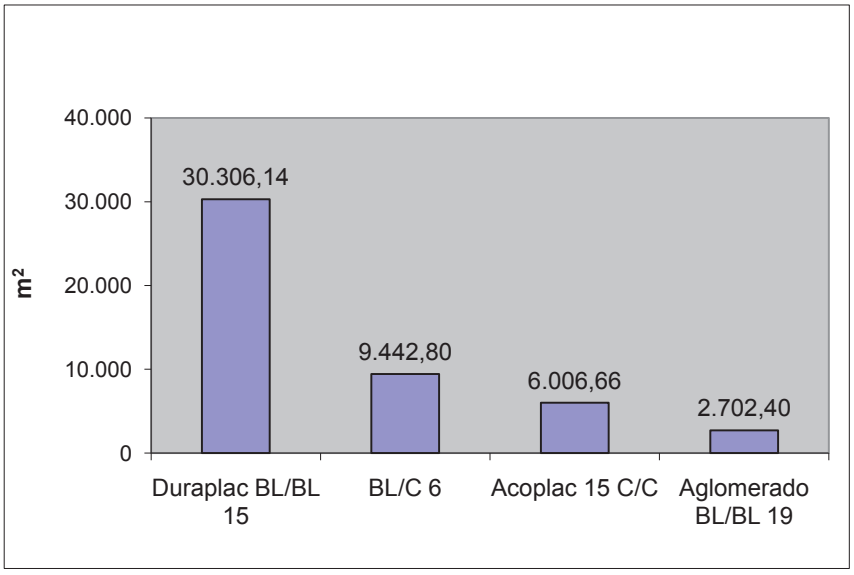


Figura No. 30: Cantidad de material utilizado

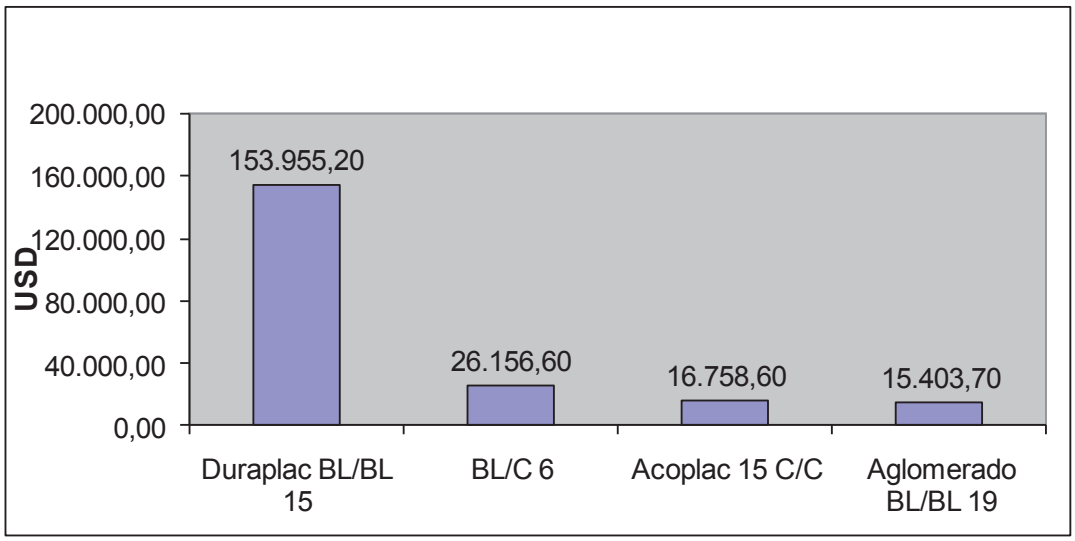


Figura No. 31: Compra materia prima 2004

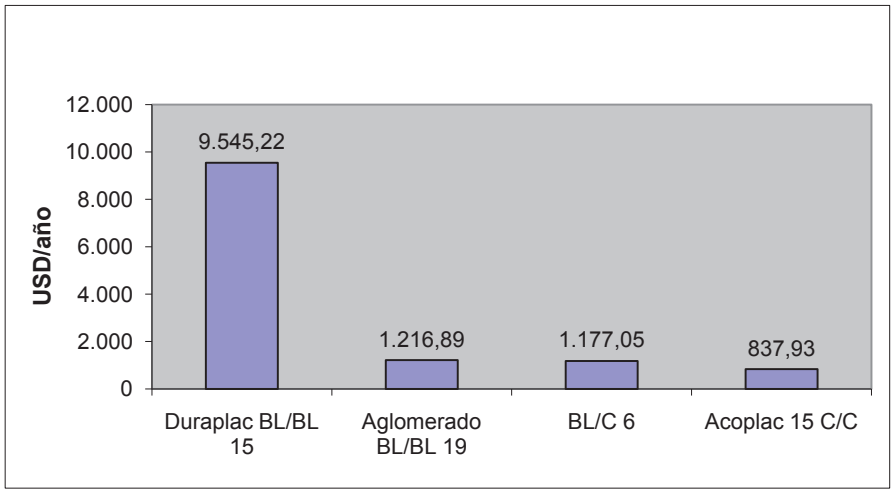


Figura No. 32: Pérdidas anuales por desperdicio

3.4.3.2. Alternativas de mejoramiento estudiadas

Para este caso se estudió la alternativa de comprar un módulo adicional del software, que además de optimizar el corte, permite llevar un inventario del material sobrante; esta alternativa se desechó debido al elevado costo del módulo

y que las “otras” opciones adicionales que tiene el mismo, no serian útiles actualmente para la empresa, con lo que no sería un buena inversión.

La siguiente alternativa estudiada fue poner en funcionamiento el software de la máquina. Esta actividad sumada a la creación del departamento de ingeniería, que alimentará las órdenes de corte directamente al software de la máquina, quitará la responsabilidad al operario (que anteriormente se encargaba de introducir los datos de corte en el software de la máquina). Esto hará que el operario disponga de mayor tiempo para realizar su trabajo.

La aplicación de este proyecto se orienta a optimizar el corte de los tableros con el objeto de disminuir el porcentaje de desperdicio.

Adicionalmente se busca disminuir el tiempo del proceso al alimentar la información de corte directamente desde el departamento de ingeniería, lo que hace que el operario que anteriormente hacía esta operación, ya no tenga que realizarla.

La expectativa para luego de la aplicación del proyecto es que el porcentaje de desperdicio en corte disminuya.

Clasificación de los cambios realizados

Tipos de Cambios	Marque una x
Buenas prácticas operacionales	
Cambios en los parámetros del proceso	X
Innovaciones tecnológicas	X
Cambio en las materias primas e insumos	
Cambio en el producto	
Reciclo interno	
Reciclo externo	
Tratamiento y disposición de desechos	

3.4.3.3. Análisis cuantitativo de las entradas y salidas del proceso productivo

Situación anterior

DURAPLAC NOVOKOR BL DD BL/BL 15

Período y referencia de realización de la evaluación:			Material de 15; Las mediciones fueron realizadas en un período de 1 mes y medio y los cálculos están hechos en base anual			
ENTRADAS			**PROCESO PRODUCTIVO**	**SALIDAS**		
Materias primas, insumos y auxiliares	**Agua**	**Energía**	**Etapas**	**Efluentes Líquidos**	**Residuos Sólidos**	**Emisiones Atmosféricas**
Material de 15 295.493,50 kg		Energía eléctrica Aire comprimido Extracción de polvo	**3. SECCIONADO Y ETIQUETADO** **PARTES Y PIEZAS**		Desechos de tableros 18.320,60 kg	Polvo Ruido
SUBTOTAL						
Material de 15 295.493,50 kg					Desechos de tablero 18.320,60 kg	
PRODUCTOS						
			Suma de los productos	Partes y piezas: 277.172,90 kg		
TOTAL						
Suma total de entradas Material de 15 295.493,50 kg			**Suma total de salidas** Desperdicio de tableros 277.172,90 kg		**Diferencia** 18.320,60 kg	

Situación proyectada

(Se considera que un 38% del material pasa por la seccionadora nueva; se ha realizado el cálculo para 30306,14 m^2 de este material que es la cantidad anual promedio utilizada por la empresa y un porcentaje de desperdicio de 4.39% de acuerdo con las mediciones realizadas).

DURAPLAC NOVOKOR BL DD BL/BL 15

Período y referencia de realización de la evaluación:			Material de 15; Las mediciones fueron realizadas en un período de 15 días en julio 2005 y proyectado a base anual			
ENTRADAS			**PROCESO PRODUCTIVO**	**SALIDAS**		
Materias primas, insumos y auxiliares	**Agua**	**Energía**	**Etapas**	**Efluentes Líquidos**	**Residuos Sólidos**	**Emisiones Atmosféricas**
Material de 15 295.493,50 kg		Energía eléctrica Aire comprimido Extracción de polvo	**3. SECCIONADO Y ETIQUETADO** **PARTES Y PIEZAS**		Desechos de tableros 15.111,50 kg	Polvo Ruido
SUBTOTAL						
Material de 15 295.493,50 kg					Desechos de tablero 15.111,50 kg	
PRODUCTOS						
			Suma de los productos	Partes y piezas: 280.381,96 kg		
TOTAL						
Suma total de entradas Material de 15 295.493,50 kg			**Suma total de salidas** Desperdicio de tableros 280.381,96 kg		**Diferencia** 15.111,50 kg	

3.4.3.4. Definición del plan de monitoreo

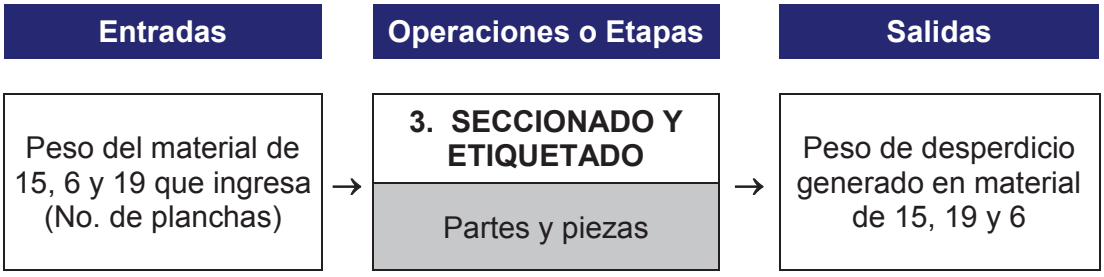


Figura No. 33: Plan de monitoreo proyecto de corte

Se debe realizar mediciones semanales por muestreo y realizar el análisis mensual de los datos. En la tabla No. 21 se aprecian los indicadores definidos para el proyecto.

Tabla No. 21: Indicadores proyecto de corte

Nombre del Indicador Ambiental	Antes del Programa		Expectativa para después de implementar Programa	
	Valor	Unidad	Valor	Unidad
Peso de desperdicio de material de 15 por peso total de material de 15	6,20	%	4,39	%
Peso de desperdicio de material de 6 por peso total de material de 6	4,50	%	3,34	%
Peso de desperdicio de material de 15 por peso total de material de 19	7,90	%	7,20	%

Los datos anteriores se obtienen a partir de mediciones realizadas durante el proceso de implementación del proyecto.

3.4.3.5. Evaluación económica

Para el cálculo se ha considerado que un 60% del material de 15, 19 y 6 pasa por la seccionadora nueva y por ende, se tiene la disminución en el porcentaje de desperdicio

- Costo del cambio

Corresponde al entrenamiento dado por el técnico del software a la persona encargada por la		
empresa, así como el sueldo de dicho funcionario por el tiempo que estuvo en entrenamiento		
	Total	USD 1.250,00

- Costo operacional antes de la P+L

Corresponde al costo del desperdicio en la situación inicial, correspondiente a los materiales de		
15, 19 y 6		
	Total	USD 11.939,00

- Costo operacional después de la P+L

Corresponde al costo del desperdicio luego del proyecto, considerando que un 38% del material		
pasa por la seccionadora nueva y el 62% restante mantiene el mismo porcentaje de desperdicio		
	Total	USD 10.724,00

- Beneficio económico

El proyecto ha sido calculado a 5 años, en este caso el TIR es de 84,3%, el VAN de USD 2.898,oo		
y el período de recuperación de la inversión de 16,46 meses		
La tasa mínima de atractividad es del 15% y el impuesto a la renta del 25%		
	Total	USD 911,25/año

- Beneficio ambiental (cuando sea posible cuantificar en valores)

Total	

A continuación se presentan gráficos comparativos del análisis del estudio de caso.

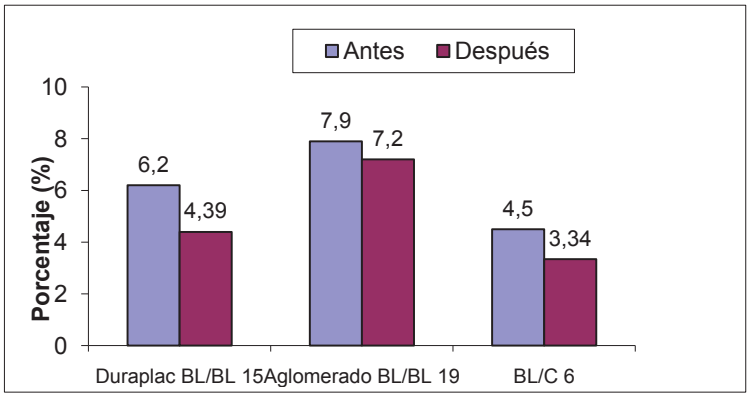


Figura No. 34: Porcentaje de desperdicio

A través del análisis de los datos proporcionados por la empresa, se puede apreciar que el porcentaje de desperdicio en los materiales: DURAPLAC de 15, AGLOMERADO de 19 y AGLOMERADO de 6, disminuyó en relación a la situación inicial. No es posible por el momento cuantificar realmente el beneficio económico directo ya que no se dispone de los datos del porcentaje de cada material que pasa por la seccionadora nueva, ya que hay material que pasa por la máquina antigua y adicionalmente en algunos casos se continúa trabajando con el procedimiento antiguo en la seccionadora nueva, debido a requerimientos específicos de la empresa.

Beneficios ambientales

Con el proyecto se logra disminuir el porcentaje de desperdicio de materia prima por un mejor aprovechamiento de la misma; por lo explicado en el numeral anterior, no es posible por el momento cuantificar la cantidad en peso del desperdicio.

Beneficios económicos

Se ha considerado que un 38% del material pasa por la seccionadora nueva, con lo que el beneficio económico anual es de USD 911,00

Beneficios tecnológicos

Un beneficio tecnológico importante es el aprovechamiento de herramientas informáticas que permiten mejorar los resultados; adicionalmente se disminuyen tiempos de proceso debido a que el trabajo de alimentar datos al software ya no tiene que realizarlo el operador de la máquina, sino que lo realiza el área de ingeniería.

Foto No. 8: Seccionadora nueva

Foto No. 9: Alimentación de datos por parte del operador

Foto No. 10: Cajón donde se recoge el desperdicio para pesarlo

3.4.4. ESTUDIO DE CASO No. 4

Disminución de tiempos de trabajo en el proceso de emisión de órdenes de producción

3.4.4.1. Descripción de la situación anterior al estudio de caso

Cuando un cliente ha decidido hacer sus muebles, firma un contrato para iniciar la fabricación. El proceso comienza con la emisión de órdenes de producción. Este proceso toma bastante tiempo actualmente y depende de varios factores entre los que están: complejidad del mueble (stock, especial), tamaño, materiales, etc. y para el 2004 es realizado por una persona que ha logrado procesar 442 órdenes de producción en un tiempo de 304 horas de trabajo y una facturación bruta de USD 293.369,06 desde el 1 de abril al 30 de mayo del 2004. Un aumento en las ventas, considerando el estudio de caso No. 2, podría generar un cuello de botella en esta etapa. Vale indicar que debido a la carga de trabajo actual y al elevado porcentaje de muebles que no son de stock, se genera una gran cantidad de errores en esta etapa, lo que representa en definitiva costos para la empresa

debido a desperdicios de materias primas, materiales, tiempos, etc. y esto podría desembocar en un retraso en el flujo normal del proceso productivo.

La implementación del presente caso permitirá:

- Disminuir el tiempo entre la firma del contrato y el ingreso a producción
- Disminuir la cantidad de errores generados en esta etapa y en consecuencia la cantidad de desperdicios
- Disminuir el porcentaje de “muebles especiales” por aumento de “muebles de stock” que es a donde tiende la solución informática
- Estandarización del producto
- Aumento de capacidad de producción

En las figuras No. 18 y 19 se puede apreciar la magnitud de los reprocesos generados por producción.

3.4.4.2. Alternativas de mejoramiento estudiadas

Se ha considerado una alternativa que consiste en la compra de un software (KITCHEN DRAW) que permite realizar el trabajo de diseño y el de emisión de órdenes de producción de manera casi automática; esto reduce significativamente el tiempo dedicado a este trabajo, disminuye los errores en la emisión de OP, orienta a trabajar básicamente con muebles de stock (disminuyendo el porcentaje de muebles especiales), lo que en definitiva conduce a disminuir el porcentaje de desperdicio.

Para este caso se midió el tiempo promedio empleado en emitir una orden de producción. Otro elemento que se tomó en cuenta es el porcentaje de muebles que no son de stock en relación a los muebles totales, debido a que el software permite disminuir este porcentaje haciendo que disminuya como consecuencia el porcentaje de desperdicio. Otro factor que se debe medir es la cantidad de errores generados (PI) en emisión de órdenes de producción que redunda en generación de costos, desperdicios, reprocesos y tiempos de trabajo.

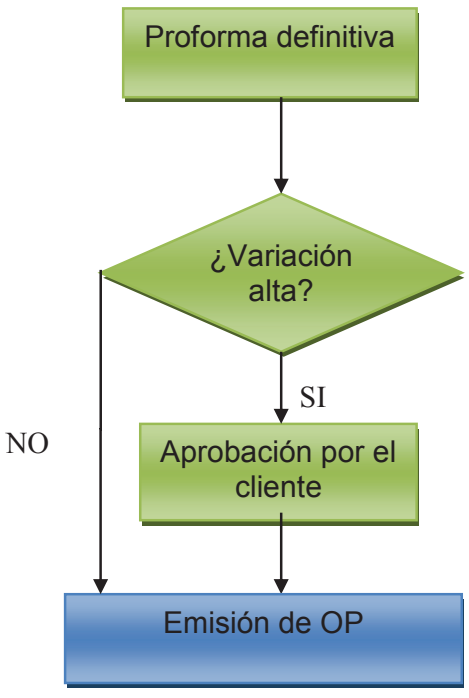
Clasificación de los cambios realizados

Tipos de Cambios	Marque una x
Buenas prácticas operacionales	
Cambios en los parámetros del proceso	
Innovaciones tecnológicas	X
Cambio en las materias primas e insumos	
Cambio en el producto	
Reciclo interno	
Reciclo externo	
Tratamiento y disposición de desechos	

Se elaboran 442 OP en 304 horas de trabajo, lo que significa 0,69 horas/OP. Considerando que del 1 de abril al 30 de mayo del 2005 se procesaron 442 órdenes de producción en 304 horas de trabajo y una facturación bruta de USD 293.369,06. (USD 293.369,06 / 442 OP = 663,70). Representa que cada OP contribuye con USD 663,70 en promedio

3.4.4.3. Análisis cuantitativo del proceso

Situación anterior



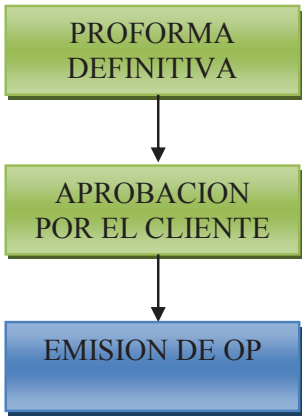
Con este sistema puede haber variaciones de precio en relación al presupuesto original, lo que genera algunos inconvenientes para el cliente y para la empresa; al final se llega a un acuerdo.

El tiempo promedio de emisión de OP´s es de 0,69 horas/OP (41,4 min/OP) y se le dedican 2.000 horas en el año a esta actividad.

La cantidad de piezas que no son de stock en relación a piezas totales es de 70%.

La emisión de OP es una fuente importante de errores debido a la carga de trabajo y en el primer semestre del 2004 representó un costo de USD 1.327 para la empresa, lo que significa USD 4.777 al año en costo estándar (factor 1,8. Datos obtenidos del sistema).

Situación proyectada



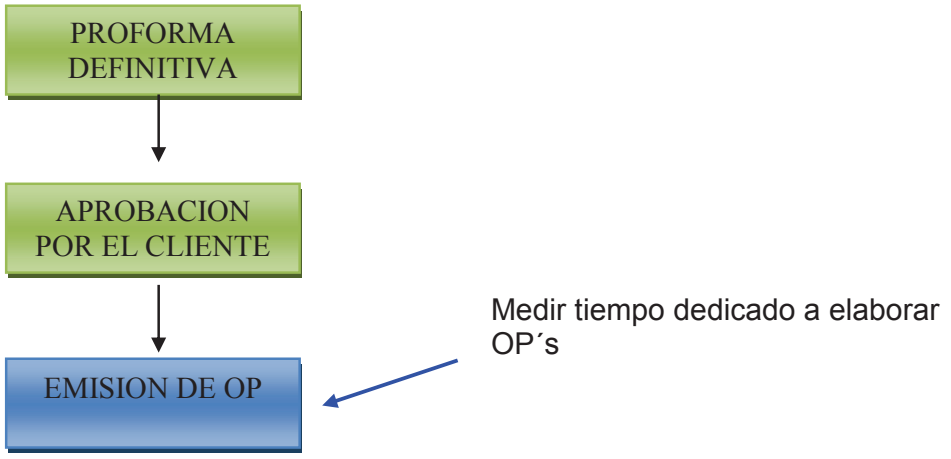
El uso del software KITCHEN DRAW permite estandarizar el producto (piezas de stock) y apoya al proceso de "venta lineal". Además permite generar las OP automáticamente disminuyendo los errores producidos al hacerlo con el sistema tradicional; esto redunda en una disminución del tiempo de trabajo, disminución de errores en emisión de OP´s, aumento del porcentaje de piezas de stock y por ende disminución del desperdicio por fabricación de piezas especiales.

Tiempo estimado de elaboración de OP: 14 min/OP.

Muebles que no son de stock respecto de muebles totales: 25/100.

Errores debido a emisión de OP´s: 0.

3.4.4.4. Definición del plan de monitoreo



Adicionalmente se debe medir:

- Número de PI originadas en emisión de OP´s
- Cantidad de piezas que no son de stock con relación a muebles totales
- Porcentaje de desperdicio de tableros.

En la tabla No. 21 se aprecian los indicadores definidos para el proyecto.

Tabla No. 21: Indicadores relacionados a emisión de OP´s

Nombre del Indicador	Antes del Programa		Expectativa para después de implementar Programa	
	Valor	Unidad	Valor	Unidad
Tiempo de elaboración de OP´s	41,40	Min/OP	14,00	min/OP
Costo estándar de errores en órdenes de producción	4.777,00	USD/año	0,00	USD/año
Cantidad de piezas especiales con relación a piezas totales	70/100	Cantidad piezas especiales/Cantidad piezas totales	25/100	Cantidad piezas especiales/Cantidad piezas totales

3.4.4.5. Evaluación económica

- Costo del cambio

Corresponde al sueldo de la persona del área de elaboración de OP´s que ha estado siendo	
entrenada en el uso del software, así como el pago por el entrenamiento recibido	
Total	USD 2.160,00

- Costo operacional antes de la P+L

Corresponde a los costos relacionados con la generación de errores en emisión de OP´s (USD 4777)	
y al exceso de sueldo de la persona que realiza el trabajo por aplicar el método antiguo (considerando	
un sueldo de USD 800 mensuales y que con el nuevo método se demora una tercera parte del tiempo	
(USD 6.400,00 de ahorro)	
Total	USD 11.177,00/año

- Costo operacional después de la P+L

Ya no se tienen costos por errores y el sueldo es el óptimo	
Total	USD 0,00/año

- Beneficio económico

El proyecto se ha calculado con una tasa de atractibidad del 15% e impuesto a la renta del 25%	
y a 5 años plazo. Para este caso, el TIR del proyecto es de 387,9%, el VAN USD 25.940,00 y el período de recuperación del capital de 3,1 meses	
El beneficio económico anual expresado es luego de pagar impuestos	
.	
	USD 8.382,75/año

- Beneficio ambiental (cuando sea posible cuantificar en valores)

Total	

A continuación se presentan los gráficos comparativos del análisis económico del estudio de caso.

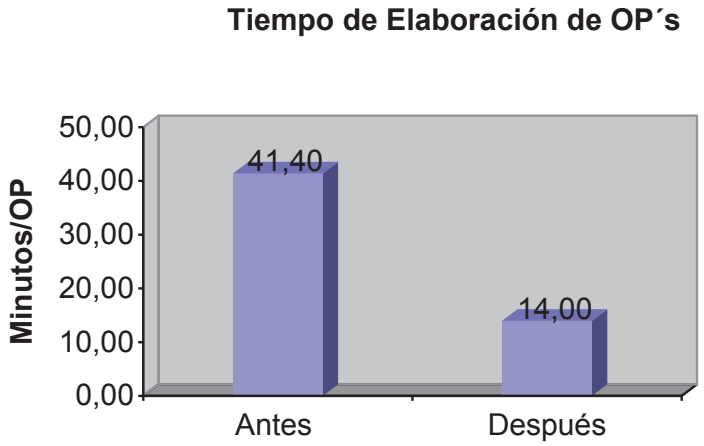


Figura No. 35: Tiempo de elaboración OP proyectado

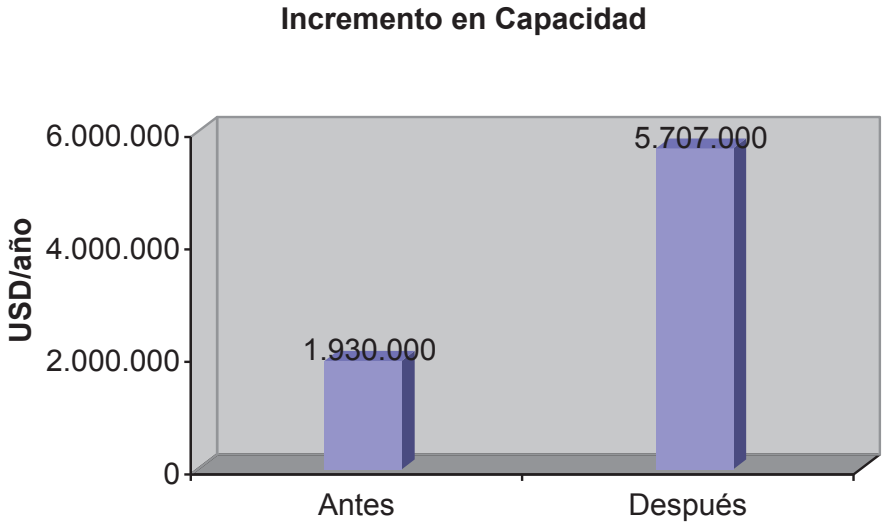


Figura No. 36: Aumento de capacidad de la empresa

La disminución de tiempo de proceso permitiría elevar la capacidad de emisión de órdenes de producción haciendo que en el mismo tiempo se pueda emitir OP por un valor de USD 5´707.000,00 (195,7% de mejoramiento)

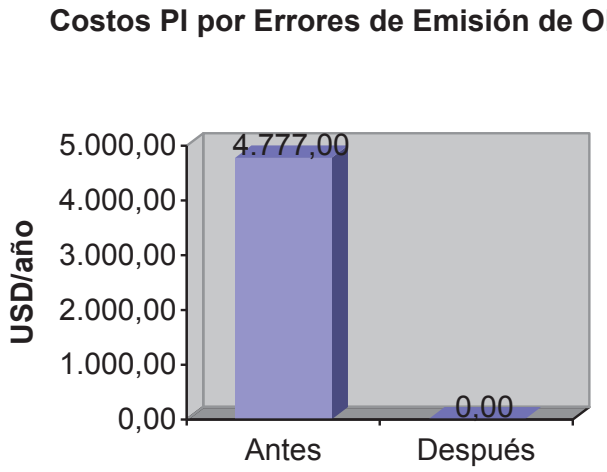


Figura No. 37: Costos referidos a emisión OP´s

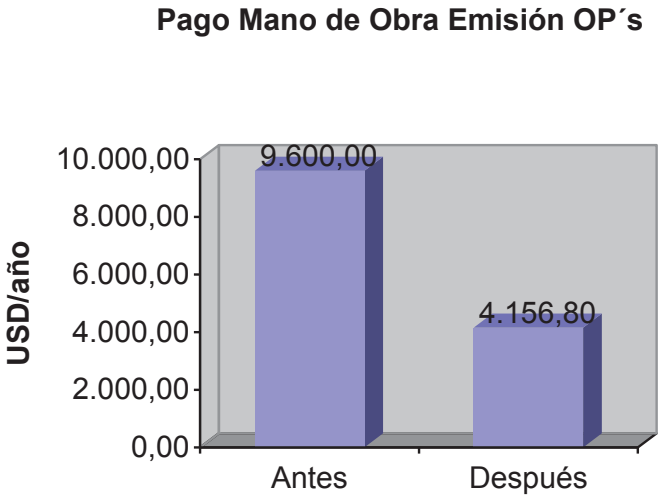


Figura No. 38: Gastos referidos a mano de obra

La incorporación del software permite disminuir de manera significativa el tiempo que se emplea en la actualidad en emitir OP´s, lo que aumenta la capacidad de emisión de OP´s en un 195,7%. Adicionalmente disminuye los errores ocasionados en la emisión de OP´s, ya que el software adecuadamente manejado no debe generar errores, disminuyendo los costos de la empresa en alrededor de USD 4.777,0/año (este valor es muy conservador).

Debido a su configuración, adicionalmente permite orientar a los clientes a la compra de muebles de stock, disminuyendo la cantidad de piezas especiales que deben fabricarse en la planta; esto tiene una doble ventaja:

1. Disminución del tiempo de proceso, debido a que elaborar piezas de stock toma menos tiempo.

2. Disminución del porcentaje de desperdicio de tableros, ya que las piezas de stock permiten lograr mayores aprovechamientos de materia prima.

El tiempo que tomaría elaborar las OP´s correspondientes con el nuevo sistema sería un 33,3% del tiempo que le tomaba con el método antiguo, lo que hace que dicha persona disponga de un 66,7% de tiempo más para dedicarlo a otras actividades que generen valor para la empresa (en el peor de los casos, se podría considerar para fines de cálculo un ahorro en pago de sueldo a esa persona en ese porcentaje; considerando un sueldo de USD 800,00 mensuales, representaría un ahorro de USD 6.400,00 anuales)

Beneficios ambientales

El mayor beneficio ambiental está en la disminución del porcentaje de piezas especiales debido a un mayor aprovechamiento de la materia prima, que representa una disminución de desperdicios.

Existen beneficios ambientales adicionales debido al aumento de la productividad de la planta, por ejemplo el utilizar la misma cantidad de energía eléctrica para elaborar mayor cantidad de muebles.

Beneficios económicos

-	Ahorro de costos por errores en emisión de OP´s	USD 4.777,00
-	Ahorro de mano de obra por optimización del tiempo de proceso:	USD 6.400,00

	TOTAL	**USD 11.177,00**

El primer valor es bastante conservador ya que esos costos se elevan cuando se considera el tiempo de las personas que se dedican a resolver problemas relacionados, energía, materias primas de reprocesos, paros de la producción, etc.

Para el segundo valor se debe anotar que la solución no es prescindir del profesional del área sino más bien utilizarlo para generar mayor valor.

Existen ahorros económicos adicionales que se contemplan en el siguiente proyecto y que corresponden a:

- Disminución del tiempo de proceso, debido a que elaborar piezas de stock toma menos tiempo

- Disminución del porcentaje de desperdicio de tableros, ya que las piezas de stock permiten lograr mayores aprovechamientos de materia prima.

Otros Beneficios

Los proyectos 2 y 4 permiten lograr otros beneficios que no se han cuantificado debido a que varias acciones aportan al mismo objetivo y no se discriminó el efecto de cada una ya que es un tanto subjetivo; sin embargo, la empresa podría trabajar en una segunda etapa si se requiere conocer el impacto de cada una de las acciones y su aporte para el logro del objetivo global. Estos beneficios son:

1. Disminución del porcentaje de piezas especiales en relación a las piezas totales.
2. Disminución del desperdicio de materia prima (tableros) como consecuencia de lo anterior ya que existe un mejor aprovechamiento.
3. Disminución del tiempo de proceso ya que la productividad al hacer muebles de stock es mayor que cuando se hacen muebles especiales.
4. Aumento de la productividad general de la empresa.

3.5 IMPLEMENTACIÓN DE, POR LO MENOS UNA DE LAS TRES OPCIONES SELECCIONADAS

De los 4 estudios de caso, los números 1, 3 y 4 están implementados, en tanto que el caso 2 está en proceso de prueba, ya se han iniciado las ventas con el proceso lineal y se están obteniendo los primeros resultados.

3.5.1. RESULTADOS GENERALES

En la tabla No. 22 se presentan los resultados económicos generales de los estudios de caso

Tabla No. 22: Resultados de los estudios de caso

Estudio de Caso	Inversión (US$)	Recuperación de la Inversión	TIR (%)	Beneficios económicos (US$/año)	Beneficios ambientales
1	1.790,00	3,08 años	30,10	730,00	
2	10.000,00	0,11 meses	5.691,00	564.795,00	
3	1.250,00	16,46 meses	84,30	911,25	
4	2.160,00	3,10 meses	387,90	8.382,75	
Total	**15.200,00**			**574.819,00**	

La tabla No. 23 contiene un resumen de los beneficios ambientales de los proyectos.

Tabla No. 23: Valoración de beneficios ambientales de los proyectos

Beneficios ambientales	Valores	Unidad
1. Reducción en el consumo de materia prima	2.295	kg/año
2. Minimización de residuos sólidos - total	2.295	kg/año
3. Minimización de residuos peligrosos		kg/año
4. Minimización en el consumo del agua		m³/año
5. Ahorro en consumo de energía eléctrica	7.989	kWh/año
6. Minimización en la generación de efluentes		m³/año
7. Reciclado interno		kg/año
8. Reciclado externo		kg/año
9. Reducción del uso de embalajes		

CAPÍTULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- Del trabajo desarrollado en la empresa se puede concluir que la Producción más Limpia es una herramienta válida para disminuir la contaminación ambiental obteniendo al mismo tiempo ahorros económicos. En los 3 proyectos implementados se logró un ahorro de USD 10.024,00 anuales, en tanto que al terminar la implementación del segundo proyecto, el beneficio económico aumentará a USD 574.819,00 debido a mejoramientos importantes de productividad.
- Se puede apreciar también que cada empresa es un mundo diferente y que aunque las soluciones propuestas en varios casos pueden ser las mismas que las aplicadas en otras empresas del sector, los resultados variarán dependiendo de diversos factores. Por ejemplo, en el caso de la máquina escuadradora de la empresa que está funcionando sin el módulo de corte debido a su costo, otra empresa que disponga de este módulo logrará reducir tiempos y mejorar el aprovechamiento de las planchas de DMF y aglomerado.
- Para poder aplicar Producción más Limpia en una empresa es fundamental que sus personeros tengan la mente muy abierta a los cambios, debido a que en las empresas existen paradigmas muy fuertes que en muchas ocasiones impiden ver posibilidades más allá de lo que se ha venido haciendo hasta ahora. En el caso de Muepramodul, el personal que participó de los proyectos fue joven, lo que hizo que se puedan proponer soluciones y que las mismas sean acogidas favorablemente por los funcionarios. A esto debe sumarse el apoyo del Gerente General.
- El compromiso de la Gerencia General en un proceso como éste es vital, ya que su apoyo permite que el proceso avance. En el caso de Muepramodul el Gerente General ha tenido la mente muy abierta y ha participado de las

reuniones, especialmente en aquellas en las que se presentaba el avance del trabajo, lo que permitió que la empresa realice los cambios sugeridos.

- En las empresas existen oportunidades muy obvias y de fácil aplicación, que en la mayoría de casos no han sido descubiertas por las mismas (como es el caso del proyecto de ahorro energético); aquí se hace importante el que la empresa esté buscando todo el tiempo maneras de mejorar su desempeño ambiental y económico.
- En el caso de Muepramodul se pudieron aplicar conceptos de la materia de Gestión de Calidad impartida por el Instructor brasileño Marcelo Nehme, en los casos 2 y 4, apartándose del enfoque tradicional que es buscar oportunidades de mejora más evidentes referidas a gestión de residuos sólidos, líquidos o gaseosos.
- En las oportunidades referidas a la gestión de la empresa (casos 2 y 4), se pudo apreciar que pueden haber importantes ahorros económicos o aumentos de la capacidad de producción y que a su vez tienen una influencia directa o indirecta en la disminución de la contaminación ambiental.
- Muepramodul se ha preocupado por invertir en tecnología, lo que hace una importante diferencia en relación a sus competidores; sin embargo es fundamental aprovechar de la mejor manera la capacidad de esa tecnología para lograr una ventaja competitiva y comparativa.

4.2. RECOMENDACIONES

- Es importante optimizar el proceso de venta lineal a través de la compra y utilización del software Kitchen Draw. Esto no solamente porque se alinea con las tendencias mundiales en uso de herramientas informáticas, sino porque permite ahorrar recursos de la empresa como el tiempo de los diseñadores, visitas innecesarias a obra ya que al final el cliente no compra, cambios solicitados por el cliente porque no le gustó determinado modelo y que al final termina pagándolos la empresa.
- La empresa debe establecer una estructura de seguimiento y control efectiva para evitar que los mejoramientos logrados se pierdan con el tiempo.
- Es importante que la empresa continúe con la implementación de proyectos de Producción más Limpia, considerando el listado que se desprende del diagnóstico inicial. Producción más Limpia debe ser parte de la cultura organizacional.
- La empresa debe tomar en cuenta los conceptos de Producción más Limpia referidos a eficiencia energética en la próxima remodelación de su Show Room ubicado en el Dicentro. Evitar techos oscuros y utilizar luminarias más eficientes.
- La empresa podría generar un fondo de ahorro a partir de los ahorros logrados con el objeto de reinvertirlos en la implementación de nuevos proyectos. De esa manera, la empresa puede generar un círculo virtuoso que irá creciendo y que permitirá hacer inversiones grandes luego de un tiempo.
- Para el caso 3, se ve que es necesario trabajar tanto en el proyecto de disminución de desperdicios de tablero, como en el proceso de gestión relacionado, ya que si bien se puede ahorrar materia prima, es importante gestionarla de una mejor manera para evitar que piezas útiles se acumulen y al final terminen botándose a la basura; es importante también el apoyo de los sistemas informáticos para este caso.

CAPÍTULO 5

5. PLAN DE CONTINUIDAD

Nombre del estudio de caso:	Disminución de la cantidad de pegante utilizado en el área de fórmica y mejoramiento de la productividad del área
Fecha de implantación:	Noviembre 2005
Responsable de la implementación:	Alejandro Maldonado
Costo total:	USD 1.750,00

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	Fecha de cumplimiento	Costo	Cumplimiento	
				SI	NO
1. Realizar balance de masa de pegante utilizado en el área de fórmica y establecer indicadores y plan de monitoreo.	Jefe de Producción	2005-09	200,00		
2. Investigar alternativas y costos de pistolas	Jefe de Producción	2005-10	50,00		
3. Realizar el estudio de viabilidad técnica, financiera y ambiental	Jefe de Producción	2005-10	100,00		
4. Conseguir proformas	Jefe de Producción	2005-10	50,00		
5. Comprar pistolas	Jefe de Adquisiciones	2005-11	500,00		
6. Instalarlas y entrenar al personal del área	Jefe de Mantenimiento	2005-11	100,00		
7. Monitoreo	Jefe de Producción	2006-01	100,00		
8. Diseñar un sistema que permita rodar las piezas para evitar que 2 personas realicen este trabajo	Jefe de Mantenimiento	2005-11	600,00		
9. Documentar proyecto	Jefe de Producción	2006-02	50,00		

Nombre del estudio de caso:	Mejorar el aprovechamiento de la máquina perforadora (punto a punto) y mejorar un sistema de seguimiento de la producción.
Fecha de implantación:	15 octubre 2005
Responsable de la implementación:	Carlos Maldonado
Costo total:	USD 7.000,00

ESTRATEGIA: Utilizar un sistema de identificación de piezas en producción con etiquetas de código de barras y programar la máquina Weeke para que realice su trabajo de acuerdo con cada una.

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	Fecha de cumplimiento	Costo	Cumplimiento	
				SI	NO
1. Definir parámetros y capacidad del proceso utilizando código de barras para cada pieza	Carlos Maldonado	2005-08-29			
2. Elaborar proformas de equipos de seguimiento	Carlos Maldonado	2005-09-19			
3. Comprar de equipos	Carlos Maldonado		7.000,00		
4. Elaborar un instructivo para cada etapa	Carlos Maldonado	2005-09-19			
5. Entrenar al personal encargado	Carlos Maldonado	2005-09-29			
6. Documentar el proyecto	Carlos Maldonado	2005-10-19			
7.					
8.					

Nombre del estudio de caso:	Creación del área de proyectos
Fecha de implantación:	Septiembre 2005
Responsable de la implementación:	Carlos Maldonado
Costo total:	USD 600,00

ESTRATEGIA: Lograr que exista en la empresa una cultura para el desarrollo de mejoras a través de proyectos debidamente elaborados y disponer del personal capacitado y preparado para su elaboración y ejecución.

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	Fecha de cumplimiento	Costo	Cumplimiento	
				SI	NO
1. Definición del responsable del área	Carlos Maldonado	2005-08-10			
2. Capacitación de la persona responsable	Carlos Maldonado	2005-09-19	600,00		
3. Diseño del área, objetivos, estrategias y planes de acción	Jefe Proceso	2005-09-19			
4. Aprobación de la planificación	Comité de gerencia	2005-09-19			
5. Ejecución del plan	Jefe Proceso				
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					

Nombre del estudio de caso:	Disminución de tiempos de proceso comercial
Fecha de implantación:	Fines de septiembre 2005
Responsable de la implementación:	Carlos Maldonado
Costo total:	10.600,00

ESTRATEGIA: Implementación de un sistema de venta por metro lineal que facilite el trabajo del área y mejore la estandarización de los productos en los pedidos contratados.

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	Fecha de cumplimiento	Costo	Cumplimiento	
				SI	NO
1. Determinar el precio por metro lineal de cada tipo de producto	Carlos Maldonado e Iliana Ullauri	2005-07-30			
2. Determinar y contratar el catálogo de apoyo	Alejandro Maldonado y Andrea Maldonado	2005-09-15	5.000,00		
3. Determinar las demás herramientas de apoyo a la venta	Carlos Maldonado y Andrea Maldonado	2005-08-18			
4. Compra de las demás herramientas	Carlos Maldonado	2005-09-15	2.000,00		
5. Identificar perfil y competencias del personal de ventas para el nuevo proceso y diseñar el nuevo proceso. Determinación de ingresos	Carlos Maldonado	2005-07-29			
6. Contratación del personal nuevo	Carlos Maldonado	2005-09-01	3.000,00		
7. Capacitación del personal nuevo	Carlos Maldonado	2005-10-03	600,00		
8. Comunicar del cambio	Carlos Maldonado	2005-10-03			
9. Aplicar el sistema	Carlos Maldonado	2005-10-03			
10. Evaluar resultados	Carlos Maldonado	2005-11-19			
11. Monitorear indicadores	Carlos Maldonado	2005-12-19			

Nombre del estudio de caso:	Disminución de tiempo de proceso en emisión de ordenes de producción
Fecha de implantación:	Noviembre 2005
Responsable de la implementación:	Alejandro Maldonado
Costo total:	USD 5.600,00

ESTRATEGIA: Implementación del software Kitchen Draw y empate con el SIPRO

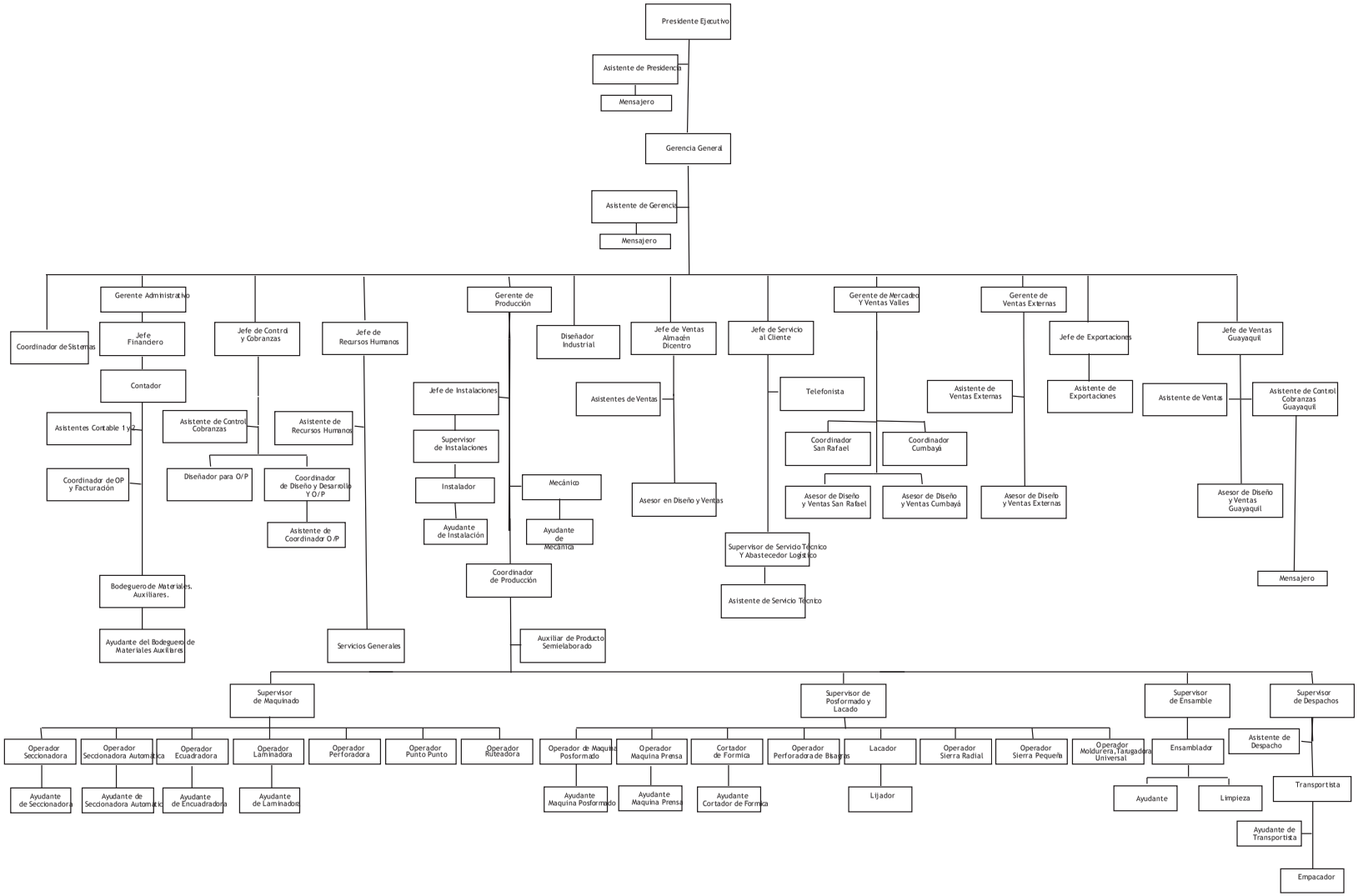
ACTIVIDAD	RESPONSABLE	Fecha de cumplimiento	Costo	Cumplimiento	
				SI	NO
1. Analizar prueba de empate con el SIPRO	Sofía Toapanta	29 julio 05	200,00		
2. Ajustes al Kitchen Draw y SIPRO	Sofía Toapanta /Cristian	29 julio 05	1.000,00		
3. Alimentar Kitchen Draw	Cristian Bernal	6 agosto 05	1.000,00		
4. Pruebas con datos reales	Cristian y Sofía	13 agosto 05	500,00		
5. Capacitación a diseñadores	Cristian	13 agosto 05	500,00		
6. Implementación	Cristian	Desde 16 ago.	2.000,00		
7. Monitoreo		Desde 16 Ago.	200,00		
8. Evaluación de resultados y seguimiento de indicadores	Cristian	Mensual	200,00		

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CENTRO ECUATORIANO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA, CEPL. *Curso Internacional de Consultores en Producción más Limpia.* Junio 2004. Quito-Ecuador
2. CENTRO ECUATORIANO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA, CEPL. *Programa de Especialistas en Producción más Limpia*. Octubre 2004 –Junio 2005. Quito-Ecuador.
3. Ramírez, J., *"Diagrama causa-efecto"* Artículos técnicos. Referencia de octubre de 2005. http://www.monografias.com/trabajos42/diagrama -causa-efecto/diagrama-causa-efecto2.shtml.
4. NOVOPAN DEL ECUADOR. *Productos y características*. Página web de la compañía. http://www.novopan.com.ec/mdf.htm.
5. CENTRO NACIONAL DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA Y TECNOLOGÍAS AMBIENTALES *¿Qué es PmL?.* Referencia de marzo de 2010. Medellín-Colombia. http://www.cnpml.org/html/que_es_pml.asp
6. Bermejo, R., *La gran Transición hacia la sostenibilidad: Principios y Estrategias de PmL.* Los Libros de la Catarata. 2005. Madrid-España
7. Blount, E., Clarimón, L. y Cortés, A., *Industria como Naturaleza: Hacia la Producción Limpia*. Los Libros de la Catarata. 2003. Madrid-España.
8. RED LATINOAMERICANA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA CPLATINNET. Artículos varios. Referencia de abril 2009. http://www.produccionmaslimpia-la.net/web/index.php?lang=1
9. KOLAR. *Maquinaria para madera*. Referencia abril 2010. Bs Aires-Argentina. http://www.metalurgicakolar.com.ar/maquinaria%20para%20madera/maquinaria_para_madera.html
10. TECNO LD. Máquinas para madera. Referencia junio 2009. Argentina. http://www.tecnold.com/escuadradoras-seccionadoras-verticales.htm

ANEXOS

Anexo A: Organigrama Muepramodul



Anexo B: Distribución de Planta (Lay Out)

Anexo C: Memoria Técnica Estudio de Caso No. 1

MEMORIA TECNICA SHOW ROOM

Objetivo: Presentar alternativas de ahorro de energía sin disminuir el nivel de iluminación actual

De la visita a las instalaciones de HOGAR 2000 se puede observar que tienen adecuadamente instaladas las luminarias en la planta baja, con lámparas ahorradoras de luz y dicroicos, pero en la parte superior se tiene el techo en color negro, debido a esto el porcentaje de reflexión es sumamente bajo (menor a 10%).

Soluciones Propuestas:

Caso 1:

Cambio de cielo falso por un color claro, preferentemente blanco, solo cambiando el techo, se puede reducir el número de luminarias manteniendo el mismo nivel de iluminación, es decir se utilizaría las mismas lámparas.

$$NL = \frac{NI \times A}{LP \times cc \times cu}$$

Donde:

NL número de lámparas
NI nivel de iluminación
A Área
LP lúmenes por lámpara
cc coeficiente de conservación
cu coeficiente de utilización

Se ha calculado una relación de local tipo F, y con esto se obtiene cu para los siguientes porcentajes de reflactancia

80% techo, 50% paredes (techo blanco) cu = 0,46
30% techo, 30% paredes (techo negro) cu = 0,36

El número de lámparas actual es de 30, el área del local no cambia, el nivel de iluminación se mantendrá, solo varían los coeficientes de utilización

$$NL_1 = \frac{NI \times A}{LP \times cc \times cu_1} \qquad NL_2 = \frac{NI \times A}{LP \times cc \times cu_2}$$

dividiendo las ecuaciones anteriores se tiene:

$$\frac{NL_1}{NL_2} = \frac{cu_2}{cu_1}$$ Reemplazando $$\frac{30}{NL_2} = \frac{0.46}{0.33}$$

Resolviendo esta ecuación se tiene el nuevo número de lámparas NL2 de 23 lámparas de dos tubos fluorescentes de 40 W cada uno.

Por tanto el ahorro energético corresponde a las 7 lámparas menos por 80 W total 560 W.

Asumiendo que diariamente se tienen encendidas las lámparas 10 horas con promedio de 30 días al mes, mensualmente se ahorrará 168 kWh a $ 0,1/ kWh, da un ahorro de $16,8 mensual.

Nótese que la vida útil de estas lámparas es de 9.000 horas, bajo el supuesto anterior durarían 30 meses.

MES	INGRESO Ahorro energía	EGRESOS Cambio cielo raso	
		sin perfilería	con perfilería
0		-1300	-1700
1	16,8		
2	16,8		
3	16,8		
4	16,8		
30	16,8		
VAN	478,86		

Caso 2:

Cambio de cielo falso y cambio de luminarias, este caso parte del anterior, es decir se va a cambiar las 23 lámparas de 40 W por lámparas de menor potencia con balasto electrónico, estas lámparas tienen espejos y dos tubos fluorescentes de 32 W y su vida útil es de 20.000 horas.

Para este caso varía LP por ser lámparas diferentes, los coeficientes de utilización son los mismos, ya calculado con cielo raso claro (cu=0,46)

$$NL_1 = \frac{NI \times A}{LP_1 \times cc \times cu} \qquad NL_2 = \frac{NI \times A}{LP_2 \times cc \times cu}$$

dividiendo las ecuaciones anteriores se tiene:

$$\frac{NL_1}{NL_2} = \frac{LP_2}{LP_1}$$ Reemplazando los nuevos valores de LP que son:

LP_1 = 2.600 lúmenes (para lámparas de 40 W)

LP_2 = 2.950 lúmenes (para lámparas de 130 W)

$$\frac{23}{NL_2} = \frac{2950}{2600}$$

Se tiene que NL_2 = 20,27

El nuevo número de lámparas es 21 de 2 x 32 W, total 1.344 W.
El número original es 30 lámparas de 2 x 40 W total 2.400 W.
Por tanto el ahorro es de 1056 W, en un mes a un promedio de 10 horas diarias se tiene un ahorro de 316 kWh al mes que calculado a USD0,1/ kWh dan un ahorro mensual de USD 31,6

Como estas lámparas tienen 20.000 horas de vida útil

MES	**INGRESO** Ahorro energía	**EGRESOS**	
0		cambio cielo raso	-1700
		compra lámparas	-1428
		mano de obra	-200
1	31.68		
2	31.68		
3	31.68		
4	31.68		
66	31.68		
VAN	1869.33	**total egresos**	-3328

Caso 3:

Cambio de cielo falso y cambio de luminarias, Igual que en el caso 2 se cambiarán 23 lámparas con fluorescentes de 40 W por lámparas ahorradoras de energía DULUX que vienen dos focos fluorescentes de 13 W. y su vida útil es de 10.000 horas.

Para este caso varía LP por ser lámparas diferentes, los coeficientes de utilización son los mismos, ya calculado con cielo raso claro (cu=0,46)

Igual que en el caso 2, se tienen nuevos valores de NL
LP_1 = 2.600 lúmenes (para lámparas de 40W)
LP_2 = 800 lúmenes (para lámparas de 130W)

$$\frac{NL_1}{NL_2} = \frac{LP_2}{LP_1}$$ Reemplazando $$\frac{23}{NL_2} = \frac{800}{2600}$$

De donde se tiene que $NL_2 = 74,75$

El nuevo número de lámparas es 21 de 2 x 13W, total 1.924 W.

El número original es 30 lámparas de 2 x 40W total 2.400 W.

Por tanto el ahorro es de 476W, en un mes a un promedio de 10 horas diarias se ahorraría en el mes 142,8 kWh, calculado a USD 0,1/ kWh se tiene un ahorro de USD 14,28

Como estas lámparas tienen una vida útil de 10.000 durarían 33 meses.

MES	**INGRESO** Ahorro energía	**EGRESOS**	
0		cambio cielo raso	-1700
		74 lámparas	-2220
		Mano de obra cambio lámparas	-500
1	14,28		
2	14,28		
3	14,28		
4	14,28		
33	14,28		
VAN	445,54	**total egresos**	-4420

MEMORIA TECNICA PLANTA INDUSTRIAL

Objetivo: Presentar alternativas de ahorro de energía en planta industrial.

En la planta industrial, es posible tomar varias acciones para ahorro de energía.

En la iluminación exterior de la planta se puede cambiar las lámparas de mercurio exteriores por lámparas de vapor de sodio de alta presión cuya eficiencia lumínica es mayor, su vida útil similar, utilizando lámparas de 150 W. se tendrá un

ahorro energético de 1.400W (100W por 13 lámparas) con un promedio de 12 horas diarias daría 468 kWh de ahorro en el mes.

En la nave industrial que no tiene translúcidos es necesario ponerlos, con lo que se ahorraría energía de 8 lámparas de 4 fluorescentes de 40 W cada una en un mes con promedio de 8 horas diarias, 22 días por mes, se tendría 225,3 kWh en un mes. Asumiendo que en el año un 30 de esta energía se debe utilizar debido a días sombríos quedaría el ahorro efectivo 157,7 kWh.

En la sección administrativa, es recomendable cambiar las lámparas existentes por fluorescentes de alta eficiencia, con lo que se reduciría el número de lámparas manteniendo el mismo nivel lumínico o se mantendría el número de lámparas pero mejoraría la iluminación.

En cualquier caso se reduciría la potencia total de esta área. Manteniendo el mismo número de lámparas se bajaría 8 W por cada tubo fluorescente el ahorro en esta área sería de kWh al mes (8 W*36 tubos)

Con estos tres puntos se tendría un ahorro aproximado de 752 kWh al mes es decir 9.024 kWh / año

MES	**INGRESO** Ahorro energía	**EGRESOS**	
0		luminarias exteriores Vapor de So	-910
		Lámparas en oficinas	-1224
		translucidos	-780
		mano de obra inst. eléctrica	
1	75.2		
2	75.2		
3	75.2		
4	75.2		
66	75.2		
VAN	4448.55	**total egresos**	-2914

Observaciones:

En la mayoría de industrias el mayor consumo de energía eléctrica se debe a los motores de inducción existentes, por lo que, sería importante realizar mediciones y hacer un estudio de corrección de factor de potencia, que podría llevar a un ahorro energético, en este caso el beneficio primordial es la calidad de energía.

En la planta industrial se debe realizar un estudio de reubicación de algunas luminarias, localizadas sobre máquinas, e igualmente con los interruptores que encienden grupos de lámparas de tal modo que se encienda adecuadamente.

ANEXO D: Evaluación de Cumplimiento Legal

Resumen de las obligaciones legales ambientales

Licencias o permisos ambientales

Autoridad de Control: Municipio del Distrito Metropolitano de Quito

Licencias o permisos	Número del documento	Plazo de validez
Patente Municipal	3232508	Mayo 2005

Normas relativas al uso de determinados productos como Cl_2, aceites de generadores, anti-espumantes, maderas, asbesto, agrotóxicos, etc.:

Materia Prima o Insumo	Ley, norma o reglamento	Artículos
Madera		

Normas que aplican:

Ley Forestal y de Conservación de Areas Naturales y Vida Silvestre. Ley No. 74. RO No. 64 del 24 de Agosto de 1981.

Normas ambientales de localización y aspectos estéticos

Autoridad de Control: Municipio del Distrito Metropolitano de Quito

Normas relativas a las actividades permitidas de acuerdo con la localización, a la altura de edificios, fachada, áreas verdes, líneas de fábrica, distancia mínima de recursos hídricos, de vecinos, horarios de trabajo, etc.

Aspecto	Ley, norma o reglamento	Artículos
Actividades en el local	NAU 2002	
Volumen de Producción Autorizado	-	
Horario de Trabajo	CODIGO DE TRABAJO	
Altura de los edificios	NAU 2002	
Línea de Fábrica	NAU 2002	
Fachadas		

Normas que aplican:

Constitución Política de la República del Ecuador

Normas de Arquitectura y Urbanismo, NAU 2002 del 22 de noviembre del 2002.

Uso del Recurso Agua

Fuente de Captación	Autoridad de Control	Volumen máximo autorizado (m^3/día)	Uso
Compañía de Agua – Red	EMPRESA AGUA POTABLE	NO INDICA	Actividades domesticas-sanitarias Cortina de agua (lacado)

Efluentes Líquidos

Efluentes Líquidos Industriales

Autoridad de Control: Dirección de Medio Ambiente, Distrito Metropolitano de Quito

Cuerpo receptor autorizado: Alcantarillado

Tratamiento o medidores exigidos: NINGUNO A LA FECHA

Parámetros	Unidad	Valores Límite	Plazo de Cumplimento	Período Evaluación	Período Reporte
Caudal		4.5 l/s			
PH	-	5 - 9			
Temperatura	^{O} C	35			
Sólidos sedimentables	ml/l	10			
Sólidos Suspendidos	mg/l	150			
DQO	mg/l O_2	259			
DBO_5	mg/l O_2	148			
Aceites y grasas		50			

Efluentes Líquidos Sanitarios

Autoridad de Control: Dirección de Medio Ambiente, Distrito Metropolitano de Quito

Cuerpo Receptor autorizado: ALCANTARILLADO

Tratamiento o medidores exigidos:

Parámetros de Control	Unidad	Concentración Límite	Plazo de Cumplimento
Caudal			
Temperatura	ºC	20°	
Sólidos Suspendidos	mg/l		
DBO_5 (20 ºC)	mg/l O_2		
Coliformes Totales	NMP/100 ml	No detectable	
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	No detectable	

Normas que aplican:

ORDENANZA METROPOLITANA No. 12: Sustitutiva del cap.III, Tit.V. Prevención y control de contaminación producida por descargas líquidas industriales y emisiones a la atmósfera. (R.O.226-1999/07/05)

ORDENANZA METROPOLITANA No.31: Anexo, Valores máximos permisibles para descargas líquidas y emisiones atmosféricas. (RO No. 74-2000/05/10)

Otros Efluentes Líquidos (aguas pluviales, refrigeración, etc.):

Autoridad de Control: Dirección de Medio Ambiente, Distrito Metropolitano de Quito

Especificación del efluente: AGUA DE LLUVIA

Cuerpo Receptor autorizado: ALCANTARILLA

Parámetros de Control	Unidad	Concentración Límite	Plazo de Cumplimento
Caudal			
Temperatura	ºC	20°	
Sólidos Suspendidos	mg/l		

Re-uso de efluentes: NO APLICA

Emisiones Atmosféricas:

Emisiones generadas en Procesos Fijos de Quema de Combustibles

NO APLICA

Emisiones de solventes u otros materiales volátiles

Autoridad de Control: Dirección de Medio Ambiente, Distrito Metropolitano de Quito

Tratamiento o medidas exigidos: Recolección manual de desechos de laca y envío al relleno sanitario

Sustancia	Unidad de medida	Valores Límite	Plazo de Cumplimento	Período Evaluación
Lodos de procesos	kg/m^3	0		

Emisión de olores NO APLICA

Emisiones Sonoras (Ruidos para el Exterior):

Autoridad de Control: Dirección de Medio Ambiente, Distrito Metropolitano de Quito

Locales de medición del ruido: PLANTA

Período/ Frecuencia	Zonificación	Valores Límite (dB)	Factor de Corrección (dB)	Período Medición/ Reporte
Diurno		65		ND
Nocturno		55		ND

Normas que aplica:

Reglamento para la prevención y control de la contaminación ambiental originada por la emisión de ruidos. R.O.#560 del 12 de noviembre de 1990

Residuos Sólidos

Lodos de Procesos o de Plantas de Tratamiento de Efluentes y otros residuos pastosos

Autoridad de Control: Dirección de Medio Ambiente, Distrito Metropolitano de Quito

No.	Origen detallada	Clasificación /Indicador de la clasificación	Control exigido
1	AREA LACADO		

Otras exigencias:

Exigencias de Manejo y Tratamiento de Lodos:

Autoridad de Control: Dirección de Medio Ambiente, Distrito Metropolitano de Quito

No.	Tratamiento	Eficiencia Exigida	Control exigido
1	No existe ningún tipo de tratamiento		

Transporte de Lodos:

Autoridad de Control: Dirección de Medio Ambiente, Distrito Metropolitano de Quito

No.	Responsabilidad por el Transporte	Forma de Transporte autorizada	Necesidad de Manifiesto de Residuos	Validez de la licencia para Transporte
1	EMPRESA MUNICIPAL DE ASEO	SI	NO	

Destino Final de los Lodos:

Autoridad de Control:

No.	Destino Final del Lodo	Responsable	Licencia Ambiental o Permiso
1	RELLENO SANITARIO	EMPRESA MUNICIPAL DE ASEO	

Formas de Destino final comúnmente empleadas: Relleno sanitario convencional,

Residuos del Proceso Industrial

Autoridad de Control:

Nº	Descripción	Normas para tratamiento y almacenamiento	Normas para transporte	Normas para Destino Final
1	Desechos de aglomerado y triplex			
2	Polvillo			

Normas que aplica:

ORDENANZA METROPOLITANA No. 100: Barrido, entrega, recolección, transporte, transferencia y disposición final de los residuos sólidos urbanos domésticos, comerciales, industriales y biológicos del 1 de octubre del 2003.

Residuos del comedor NO APLICA

Residuos Administrativos y de Barrido NO APLICA

Especificación	Normas para Almacenamiento	Normas para Transporte	Normas para Destino Final
Materiales de oficina			

Se debería clasificar los desechos de oficina en material reciclable y no reciclable

Otros residuos peligrosos generados en la planta

Identificación	Normas para almacenamiento	Normas para transporte	Normas para destino Final
Lámparas de mercurio	NINGUNA		
Pilas y Baterías	NINGUNA		
Embalajes de Insecticidas u otros productos tóxicos	NO SE USA		
Llantas usadas			
Aceites usados	NINGUNA		
Residuos de pinturas	NINGUNA		
Ropas, wypes o utensillos contaminados	NINGUNA		