

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción

**" PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA EL TALLER DE UNA
EMPRESA DE RECTIFICACIÓN DE MOTORES DE
COMBUSTIÓN INTERNA"**

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Examen Complexivo

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Presentado por:

Rodney Efraín Caamaño Reyes

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2016

AGRADECIMIENTO

A mi madre y mi Padre que hicieron posible mi educación y me guiaron en cada momento de mi vida.

A mis amigos que de una u otra manera colaboraron con la realización de este TFG.

DEDICATORIA

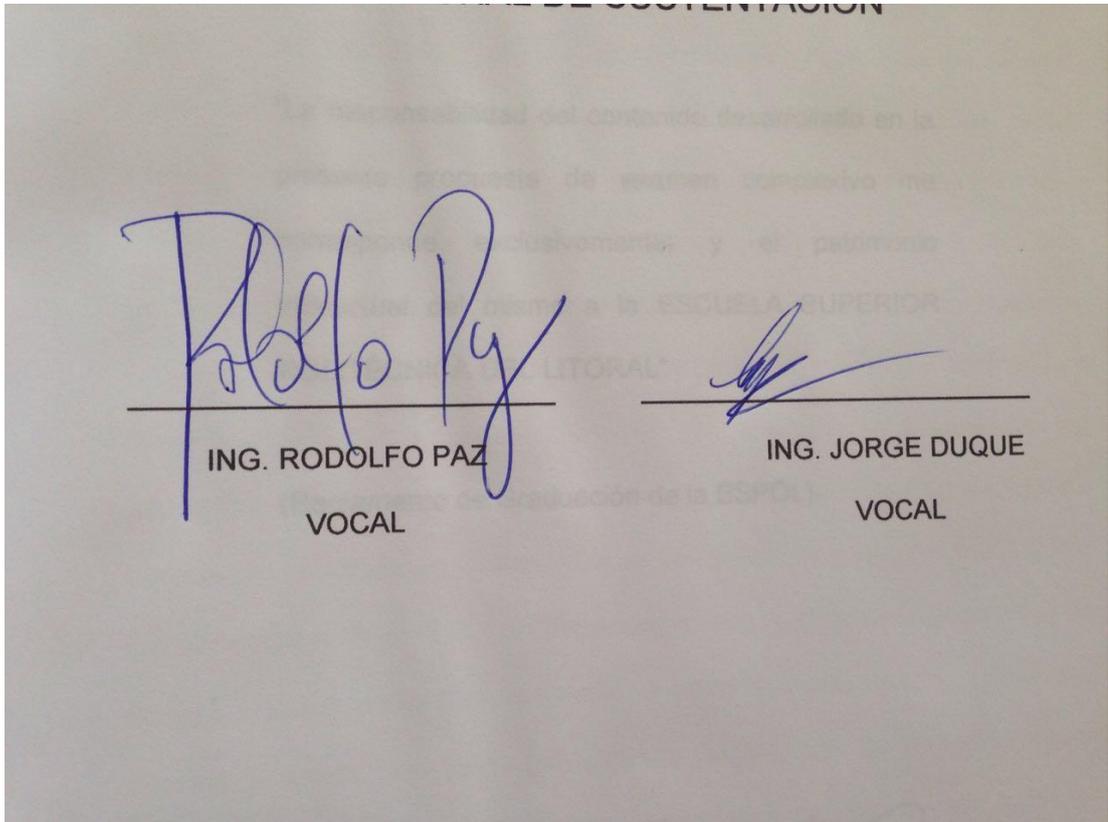
A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MI FAMILIA

A MIS AMIGOS

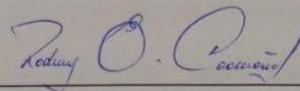
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente propuesta de examen complejo me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



Rodney Efraín Caamaño Reyes

RESUMEN

El presente Trabajo Final de Graduación (TFG) se lo realizó en un taller de rectificado de motores, y plantea la elaboración de un Plan de Manejo Ambiental (PMA) que integra una serie de medidas para que desarrolle buenas prácticas de operación. Se utilizó un enfoque de Producción Más Limpia (PML), como herramienta para evaluar los aspectos e impactos ambientales significativos a través de la metodología de cajas de procesos; en términos de prácticas comunes, estado de las instalaciones, emisiones y desechos generados, estableciéndose las entradas y salidas de las diferentes etapas del proceso de rectificación del motores. Del análisis de salidas de procesos se determinó que, los desechos sólidos y líquidos son los aspectos ambientales más importantes, principalmente la generación de virutas y lodos metálicos, residuos de corte agotado, aceites lubricantes usados y aguas residuales procedentes de limpieza de partes y piezas. Otros aspectos ambientales fueron identificados asociando cada actividad con posibles condiciones anómalas de operación, tales como fugas, salpicaduras y derrames, lo que permitió establecer aspectos críticos de generación de efluentes y desechos. Para complementar la identificación de aspectos e impactos ambientales, se realizó una sistematización entre cada paso del proceso y aspectos más generales, como: uso del agua, uso de energía, uso de productos químicos, uso de materias primas, almacenaje, efluentes, emisiones, desechos y riesgos de la actividad, con lo cual se

determinó aspectos relacionados con los usos de energía, almacenamiento de productos químicos, manejo de desechos peligrosos, vertidos de efluentes y riesgos sobre la higiene y seguridad laboral. Como parte del proceso de evaluación se realizó una prueba de significación de los aspectos ambientales, utilizando un método que identifica factores importantes que hay que considerar para atribuir significancia, tales como: legislación, puntos de vista de partes interesadas, quejas, si el aspecto está asociado a temas ambientales y si es significativo. La significancia se resume en una matriz en la cual sobre la base del ejercicio de clasificación inicial; los aspectos ambientales que se consideran significativos son evaluados para determinar el factor de significancia. De la evaluación realizada se concluyó que aspectos como desechos sólidos peligrosos dieron como resultado un valor de 6, por lo que fueron evaluados como significancia alta. Como resultado de la investigación se planteó esquemas de manejo de PML para aspectos como la iluminación del taller y el diseño de un decantador para el fluido de corte, por costos, tiempo de ejecución, facilidad de tomar acciones correctivas y menos impacto ambiental negativo generado, lo que los convierte en medidas viables de ejecutar. El cálculo de optimización de luminarias presentado, demuestra que utilizando un análisis fundamentado en PML se puede replicar para otros aspectos en el taller, logrando un ahorro económico, así como también de disminución de consumo y de beneficio para el ambiente. Para estos dos ejemplos se presentan los

cálculos correspondientes basados en conceptos ingenieriles. La identificación y evaluación realizada permitió elaborar un PMA que incluye medidas dirigidas a minimizar, a corto y mediano plazo, los impactos ambientales identificados, estableciendo buenas prácticas de operación, y de esta manera crear una conciencia ambiental tanto como empresa, así como a nivel individual personal. El PMA cuenta con 23 medidas distribuidas en temas como: Buenas Prácticas, Manejo de Desechos, Contingencias y Emergencias, Seguimiento y Monitoreo, Higiene y Seguridad Laboral y Capacitación; que fueron estructuradas en fichas ambientales que describen el nombre de cada medida, su objetivo, los posibles impactos ambientales negativos enfrentados, las acciones y procedimientos a desarrollar, indicadores verificables de aplicación, así como los resultados esperados.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	II
ÍNDICE GENERAL	V
ABREVIATURAS	VIII
SIMBOLOGÍA	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XII
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	
1. DESCRIPCIÓN ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	3
1.1. Descripción de la organización	3
1.1.1. Ubicación Geográfica	4
1.1.2. Clima y Meteorología	5
1.1.3. Topografía y Geomorfología	8
1.1.4. Calidad del aire	9
1.1.5. Calidad de Agua	9
1.1.6. Medio biótico	9
1.1.7. Medio socioeconómico	10
1.2. Descripción del proceso de rectificación de motores de combustión interna	10
1.2.1. Recepción del motor	11

1.2.2. Rectificación de cilindros	12
1.2.3. Rectificación de cigüeñales	13
1.2.4. Limpieza de cabezote	15
1.3. Materiales e insumos	16
1.3.1. Fluido de corte	16
1.3.2. Lubricantes	17
1.3.3. Camisas de hierro y repuestos	18

CAPÍTULO 2

2. EVALUACIÓN DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS	19
2.1. Elaboración de cajas de procesos indicando entradas y salidas (Aspectos Ambientales)	19
2.1.1. Análisis de salidas de procesos	22
2.2. Identificación de aspectos ambientales producto de condiciones anómalas	27
2.2.1. Aspectos derivados de condiciones anómalas	28
2.3. Identificación de aspectos ambientales complementarios	29
2.4. Prueba de significación de aspectos ambientales	34
2.5. Matriz de significación y descripción de los impactos medioambientales del proceso	35
2.6. Ejemplo de optimización de recursos en el taller de rectificado (PML)	37

2.6.1. Cálculo de la Optimización en Uso de Energía Eléctrica – Iluminación	37
2.6.2. Cálculo de decantador para fluido de corte	43
CAPÍTULO 3	
3. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	51
3.1. Objetivo del PMA	51
3.2. Alcance del PMA	52
3.3. Descripción de los tipos de medidas	52
3.4. Fichas de medidas ambientales	54
3.5. Resumen de Plan de Manejo Ambiental	57
CAPÍTULO 4	
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
4.1. Conclusiones	58
4.2. Recomendaciones	59
APÉNDICES	
BIBLIOGRAFÍA	

ABREVIATURAS

CTFE	Comisión Técnica de Determinación de Factores de Emisión de Gases de Efecto Invernadero
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología Hidrología
INER	Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables
PML	Producción Más Limpia
PMA	Plan de Manejo Ambiental
Ref.	Referencia
TFG	Trabajo final de grado

SIMBOLOGÍA

$A_{\text{clarificación}}$	Área de clarificación
A_{Espesado}	Área de espesado
A_{min}	Área de sedimentación mínima
C_0	Concentración Inicial
C_2	Concentración Crítica
C_u	Concentración última
CO_2	Dióxido de Carbono
$^{\circ}C$	Grados centígrados
E	Este
gl	Galones
gal/min	Galones por minuto
cm/min	Centímetro por minuto
H_0	Altura inicial de columna
H_u	Altura última
Kg	Kilogramo
Kg/día	Kilogramo por día
$Kg/m^2.día$	Kilogramo por metro cuadrado por día
kW	Kilovatio
N	Norte
NE	Noreste

NO	Noroeste
O	Oeste
Q	Caudal
$Q_{\text{clarificación}}$	Caudal de clarificación
m	Metro
mm	Milímetro
m/h	Metro por hora
m^3/min	Metro cúbico por minuto
m^3/seg	Metro cúbico por segundo
$\text{m}^3/\text{día}$	Metro cúbico por día
m/seg	Metro por segundo
$\text{m}^3/\text{m}^2.\text{día}$	Metro cúbico por metro cuadrado por día
mg/l	Miligramo por litro
MWh	Megavatio hora
%	Porcentaje
S	Sur
SE	Sureste
SO	Suroeste
t	Tiempo
tCO_2	Toneladas de Dióxido de Carbono
v	Velocidad de sedimentación
W	Vatio

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Estructura organizativa	3
Figura 1.2. Distribución de áreas de trabajo	4
Figura 1.3. Ubicación geográfica de la rectificadora	5
Figura 1.4. Distribución temporal de precipitaciones	6
Figura 1.5. Distribución temporal de temperatura	8
Figura 1.6. Área de Recepción de Motores	12
Figura 1.7. Rectificadoras de cilindros	13
Figura 1.8. Rectificadoras de cigüeñales	14
Figura 1.9. Prueba hidrostática	15
Figura 1.10. Diagrama de flujo de procesos	16
Figura 1.11. Fluidos de trabajo	18
Figura 2.1. Cajas de procesos	21
Figura 2.2. Trampa de agua-aceite	26
Figura 2.2. Cámara receptora	33
Figura 2.4. Gráfica de aspectos e impactos medioambientales del proceso	36
Figura 2.5. Esquema de las zonas de sedimentación	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Parámetros Meteorológicos estación Quevedo	6
Tabla 2	Velocidad media de viento por mes	7
Tabla 3	Composición en peso de lodos	23
Tabla 4	Registro de aspectos ambientales	28
Tabla 5	Matriz de valoración de la gravedad	35
Tabla 6	Datos de ensayo con columna de sedimentación	46
Tabla 7	Cálculos del área del decantador	50

INTRODUCCIÓN

El presente Trabajo Final de Graduación (TFG) se lo realizó en un taller de rectificado de motores, y plantea la elaboración de un Plan de Manejo Ambiental (PMA) que integra una serie de medidas para que el taller de rectificado de motores cumpla tanto con la normativa ambiental aplicable, así como con buenas prácticas de operación.

Para llegar a definir el PMA se realizó una evaluación bajo el marco de cumplimiento de buenas prácticas de la operación del taller y la revisión de normativa ambiental aplicable. En este taller se identificaron dos aspectos importantes, uno es el consumo de energía que puede ser optimizado a través de la redistribución de luminarias, y el otro es el reúso del fluido de corte que puede ser maximizado a través de la implementación de un decantador que permita remover la mayor cantidad de impurezas (sólidos suspendidos) de la corriente normal de aceite refrigerante; con lo cual la operación del taller de rectificado de motores será más eficiente en estos aspectos.

En el Capítulo I, Descripción de Actividades Productivas, se realiza una descripción de los procesos de reparación de los motores de combustión interna. Se realiza además la descripción de la organización.

Capítulo II, Evaluación de aspectos e impactos significativos, en esta sección se identifican los aspectos ambientales que son afectados por las

actividades de rectificación de partes y piezas de motores de combustión interna. Se utilizará la metodología de cajas de procesos (Producción Más Limpia, PML) para identificar las entradas y salidas de cada uno de los procesos principales. Una vez identificadas las acciones y los aspectos ambientales que se presume serán afectados, haciendo uso de una matriz de significación y descripción de los impactos medioambientales del proceso se obtendrá una caracterización cualitativa de los impactos ambientales. Una clara definición de su origen y alcance posibilitará la elaboración de medidas destinadas a la eliminación o al menos la atenuación de su impacto en el entorno. Además, en esta sección se evalúan los aspectos mencionados anteriormente reemplazo de luminarias y maximización en el tiempo de reúso del aceite refrigerante.

Capítulo III, Plan de Manejo Ambiental, en esta sección se establece medidas, que permitirán optimizar el uso de mecanismos de prevención, control y monitoreo, para minimizar los impactos sobre el ambiente que puedan causar las operaciones de reparación de motores de combustión interna.

Capítulo IV, Conclusiones y Recomendaciones, en este capítulo se recoge los criterios que se han obtenido en la elaboración de este documento.

CAPITULO 1

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

1.1 Descripción de la organización

La empresa en la que se realizó este trabajo, desde julio de 1994, brinda servicios de rectificación de motores estacionarios, vehiculares e industriales, para lo cual cuenta con 11 colaboradores. Para efectos de este informe y con el fin de preservar la confidencialidad de la información que se manejó, de ahora en adelante la denominaremos simplemente “La Rectificadora ABC”. En la figura 1.1 se establece la estructura organizativa de la Rectificadora.

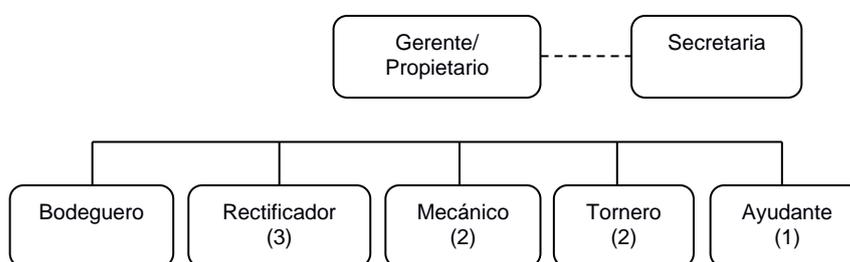


Figura 1.1 Estructura organizativa.

La Rectificadora se encuentra construida en 500 m² de terreno, distribuidos como se puede apreciar en la figura 1.2.

La infraestructura está construida de paredes de bloque, se encuentra completamente techada y sus pisos son de hormigón. Se establece que la construcción está en buenas condiciones.

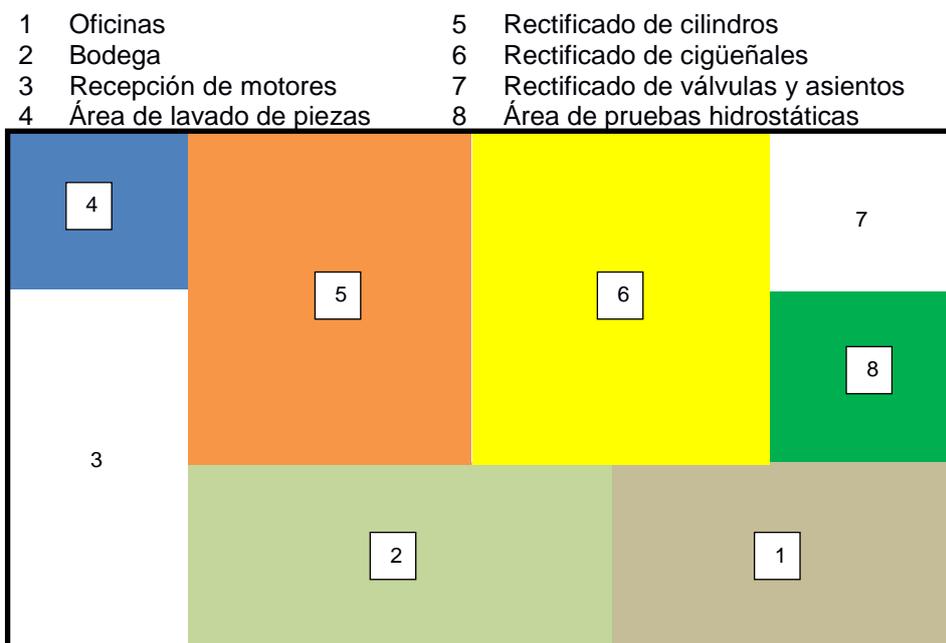


Figura 1.2 Distribución de áreas de trabajo.

1.1.1 Ubicación Geográfica

La Rectificadora, se encuentra ubicada en la parroquia urbana San Jacinto de Buena Fe, cantón Buena Fe, al norte de la provincia de Los Ríos. La figura 1.3 muestra la ubicación geográfica de la instalación.

La zona en estudio es un área de desarrollo comercial, rodeada por infraestructuras inmobiliarias. Limita al Norte con una comercializadora de productos naturales, al Sur con un edificio dedicado a la venta de repuestos, al Este con un terreno baldío y al Oeste con una calle secundaria.

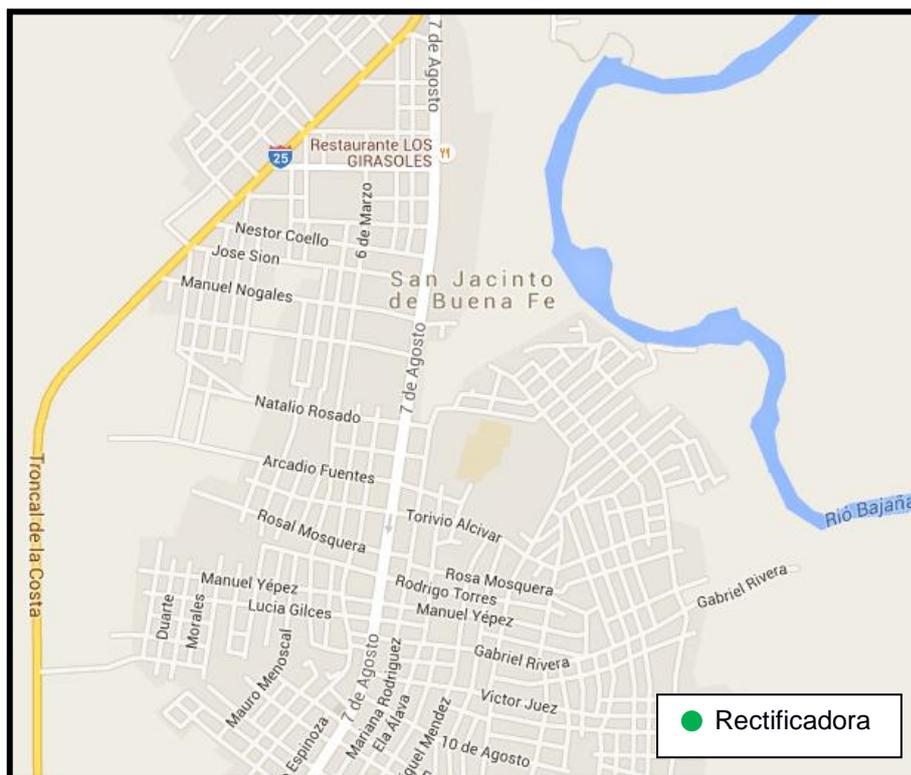


Figura 1.3 Ubicación geográfica de la Rectificadora.

1.1.2 Clima y Meteorología

El clima existente en la zona del cantón Buena Fe se encuentra dentro de la Región Húmedo Tropical, de acuerdo con la clasificación contenida en el Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador (Cañadas, 1983).

Los datos de precipitación, humedad relativa, evaporación, heliofonía y nubosidad, velocidad y dirección del viento, fueron obtenidos de la estación meteorológica Quevedo, que se encuentra en el mapa de ubicación de la Red Nacional de Estaciones Hidrometeorológicas del Instituto Nacional de Meteorología Hidrología (INAMHI).

TABLA 1: Parámetros Meteorológicos Estación Quevedo

Temperatura máxima	35.8 °C
Temperatura media	23.0 °C
Temperatura mínima	17.5 °C
Pluviosidad media anual	2365 mm
Humedad relativa	89 %
Nubosidad media anual	8 octavos

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.

Precipitación

San Jacinto de Buena Fe tiene las características climáticas de la región costera, con una estación lluviosa típica de Enero a Mayo, y una estación seca de Junio a Diciembre. La figura 1.4 muestra la distribución temporal de precipitaciones por mes.

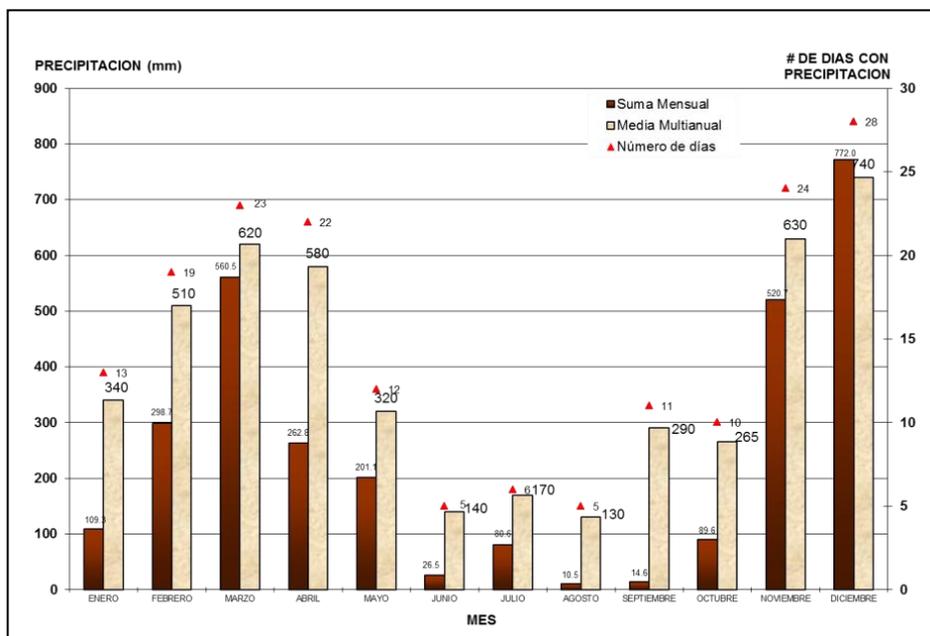


Figura 1.4 Distribución temporal de precipitaciones.

La pluviosidad media es del orden de 2365 mm/año, correspondiendo el 74% a la estación lluviosa y el 26% a la estación seca.

Características del Viento

En la época seca predominan los vientos con dirección NE, con velocidades de hasta 2.3 m/seg., y durante la época lluviosa, los vientos del SO con valores de entre 0 y 2.5 m/seg.

TABLA 2: Velocidad media de viento por mes

Mes	N (m/s)	NE (m/s)	E (m/s)	SE (m/s)	S (m/s)	SO (m/s)	O (m/s)	NO (m/s)	Calma %
Enero	1.0	1.5	1.5	1.7	1.6	1.8	2.0	1.3	10
Febrero	0.0	1.2	1.4	1.2	1.5	1.4	1.3	1.3	23
Marzo	0.0	1.3	1.0	1.1	0.0	1.3	1.0	1.0	30
Abril	1.0	1.3	1.0	1.5	1.3	1.5	0.0	1.5	51
Mayo	2.0	1.6	1.6	1.5	2.0	1.5	1.0	1.5	48
Junio	0.0	1.5	1.5	1.3	1.3	1.8	1.5	2.0	30
Julio	0.0	1.3	1.2	1.3	1.7	1.9	1.0	1.0	23
Agosto	1.3	2.3	1.9	2.1	2.6	2.5	1.5	2.3	2
Septiembre	1.0	1.8	1.5	1.4	2.1	2.5	1.0	1.0	27
Octubre	2.0	2.0	1.4	1.6	2.1	2.0	0.0	0.0	22
Noviembre	0.0	1.5	1.5	2.0	2.7	1.9	2.7	1.3	39
Diciembre	2.0	1.6	1.7	2.8	1.5	1.9	1.0	1.5	47

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.

Humedad Relativa

El área de estudio tiene un alto índice de evaporación y la humedad relativa registra valores promedios de 89%, incrementándose en la temporada lluviosa. Los valores máximos se registran durante los meses de febrero, marzo y abril, mientras que en diciembre y enero se presentan los valores mínimos.

Nubosidad y Heliofanía

La nubosidad media anual alcanza valores altos como de 7 y 8 octavos, sin embargo la luminosidad varía entre 1.5 y 2.4 horas.

Temperatura

En la zona de San Jacinto de Buena Fe la temperatura media anual es de 23° C, con tendencia a disminuir muy poco en la época seca. La figura 1.5 muestra la distribución temporal de temperatura.

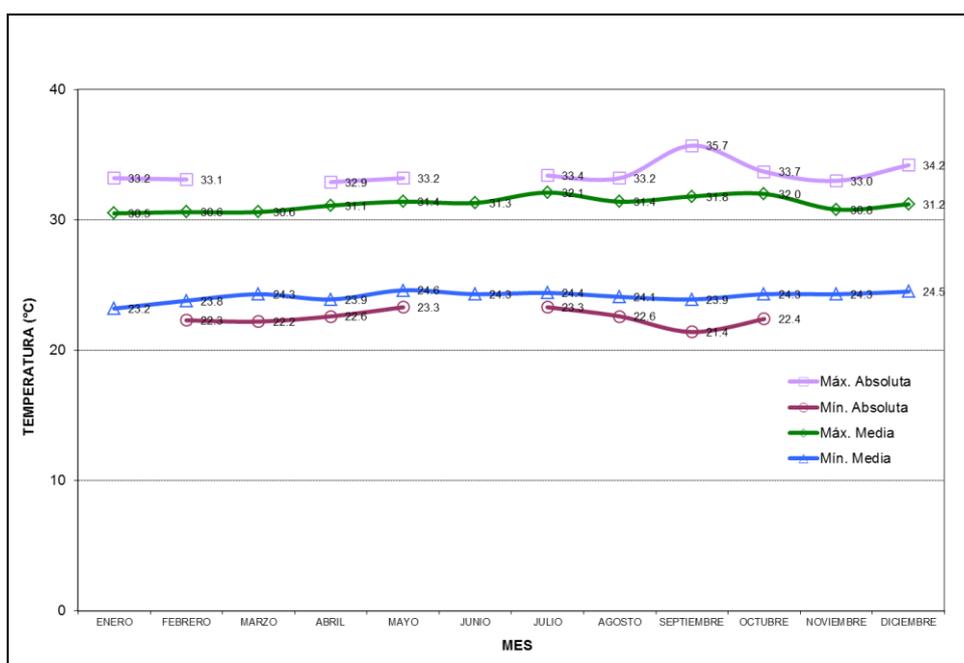


Figura 1.5 Distribución temporal de temperatura.

1.1.3 Topografía y Geomorfología

El relieve en la ciudad de Buena Fe es plano, para uso fácil en cultivos, por lo que en esta unidad geomorfológica se produce un

intenso desarrollo agrícola y ganadero, que se favorece por los materiales limo-arcillosos y espesores de suelo residual del orden de 3 a 5 m. Aparte de ello el factor climático y la fácil irrigación son factores primarios para la fuerte cobertura vegetal y la marcada ausencia de afloramientos de roca (Instituto Geográfico Militar, Mapas Geomorfológicos).

1.1.4 Calidad del aire

La Rectificadora no presenta ningún tipo de emisiones de fuentes fijas, debido al tipo de procesos con que cuenta, por lo tanto se presume que la calidad del aire en el sector no se ve afectada por esta actividad.

1.1.5 Calidad de Agua

El principal drenaje natural de la zona es el río Baba. La mayoría de las industrias utilizan el agua del río para sus actividades productivas, debiendo muchas de ellas proceder a ejecutar tratamientos adicionales al agua entregada previo a su empleo. En el Río Baba se realiza pesca artesanal, utilizando pequeñas embarcaciones.

1.1.6 Medio biótico

En general, como zona de consolidación urbanística, la zona de estudio está semi degradada por la intervención humana, principalmente por la actividad agrícola y ganadera, por lo tanto no cuenta con recursos bióticos, ni flora ni fauna, que puedan tener alta significación dentro de los aspectos relacionados con la

presencia de la Rectificadora. Sin embargo, la disposición de las descargas originadas por la actividad industrial tiene relación con la calidad biótica de un recurso hídrico de gran importancia como el río Baba, que es hacia donde los vertidos de la ciudad finalmente descargan.

1.1.7 Medio socioeconómico

La ciudad cuenta con los servicios básicos de agua potable, aguas servidas, energía eléctrica, recolección de basura, y teléfono. Los servicios médicos están constituidos por Subcentros de Salud y un conjunto de consultorios particulares. Los centros educativos más importantes son el Colegio Dr. José María Velasco Ibarra, Colegio Rosa Álava, Colegio Héroes del Cenepa y Colegio Juan Montalvo.

1.2 Descripción del proceso de rectificación de motores de combustión interna

Las piezas que forman el conjunto de un motor están sometidas a desgastes y deformaciones, esto es debido al rozamiento entre piezas y al calor que tienen que soportar. Para corregir estos desgastes y deformaciones se utiliza la técnica del rectificado que consiste en el mecanizado de las piezas, hasta igualar las superficies de contacto y darles un acabado que disminuya el rozamiento y favorezca la lubricación de las partes y piezas en movimiento.

El rectificado es una técnica de mecanizado similar al realizado por fresadoras y tornos. Se sustituyen las cuchillas o fresas por muelas

abrasivas, que consiguen un acabado superficial más fino y una medida final más exacta.

Para el rectificado de motores se utiliza una maquinaria específica, diseñada para el trabajo en las distintas piezas del motor. A continuación se describe los procesos que realiza la Rectificadora ABC.

1.2.1 Recepción del motor

La Rectificadora recibe los motores desarmados en tres partes; block, cigüeñal y cabezote. Se realiza una evaluación para determinar el desgaste de las partes, para lo cual se toman las medidas de las mismas. En la figura 1.6 se muestra el área de recepción de motores.

Posteriormente y de acuerdo a la marca y tipo del motor, se obtienen las medidas del motor de los catálogos del fabricante, se realiza una nota de previsión de repuestos, y con este documento se elabora la proforma de mano de obra y repuestos.

Aceptada la proforma de repuestos y mano de obra por parte del cliente se empieza a trabajar en la rectificación del motor.

Las piezas separadas son llevadas al área de limpieza, donde son lavadas con diesel en un tanque. De aquí se generan residuos líquidos, que son recolectados en tanques de 55 galones.



Figura 1.6 Área de Recepción de Motores.

1.2.2 Rectificación de cilindros

De acuerdo con la marca del motor, se obtiene la medida a que se debe rectificar, para esto se coloca el cilindro en la rectificadora, se centra y se devastan los cilindros con cuchillas.

El block del motor es introducido en las paralelas de la máquina, se procede a centrar los orificios de los cilindros del block, una vez centrado se continúa con la rectificación dependiendo del tipo de motor (4, 6, 8, 10 o 12 cilindros). Se procede al desbastado de los cilindros del motor con una herramienta de carbono (cuchilla) y finalmente se da el acabado superficial de los cilindros con un pulido utilizando piedras. Este proceso genera virutas metálicas. La figura 1.7 muestra los trabajos de rectificación de cilindros.



Figura 1.7 Rectificadoras de cilindros.

1.2.3 Rectificación de cigüeñales

Con los kilómetros recorridos y el paso del tiempo, el cigüeñal a fuerza de girar sobre sus cojinetes de apoyo, así como en las bielas, se produce un desgaste, que cuando es excesivo obliga a cambiar los cojinetes. Algunas veces se deforman los apoyos del cigüeñal o las muñequillas y, en este caso, se procede a su rectificado y a la colocación de nuevos cojinetes de diámetros minorados.

En este proceso lo más importante es el centrado o alineamiento del cigüeñal, una vez realizado esto se procede a desbastar con mucha precisión cada uno de los muñones con una piedra de corte en sentido horario perpendicularmente al cigüeñal, por ejemplo un

motor de 4 cilindros tiene 4 bielas y 5 bancadas, en total son 9 cojinetes sometidos al proceso de desbaste, las bielas son excéntricas por lo que es necesario darles un ángulo a cada uno de los puntos de apoyo del cigüeñal. En la figura 1.8 se muestra el trabajo de rectificación de cigüeñales.

En el caso de cigüeñales grandes es necesario utilizar contrapesos para poder balancear apropiadamente al mismo. En ciertos casos es necesario enderezar en frío, no todos los cigüeñales son posibles enderezar por este método debido al tipo de fundición con que fueron elaborados, entonces se recomienda al cliente llevarlo a un lugar en el que se realiza otro tipo de enderezado.



Figura 1.8 Rectificadoras de cigüeñales.

Maquinaria como las cepilladoras y pulidoras tienen un tanque de recirculación de fluidos de corte. Estos líquidos cuando han cumplido con su tiempo de utilidad, son recogidos en tanques.

1.2.4 Limpieza de cabezote

En esta área se procede al cambio de guías y asientos, de ser necesario se rectifican válvulas y asientos. Para comprobar que no existan fisuras en el cabezote, se realiza una prueba hidrostática, para lo cual se sellan todos los conductos del cabezote, y se inyecta fluido a 40 libras de presión. En la figura 1.9 se muestra los trabajos de prueba hidrostática.



Figura 1.9 Prueba hidrostática.

Si las fisuras son externas se procede a sellarlas con un perno cónico con hilo especial que se introduce en las fisuras. De este proceso se genera agua que se recoge en un separador de grasas y aceites.

Paralelamente al área de cabezote se encuentra un área de torno y soldadura, debido a que en muchas ocasiones los asientos que

vienen en el cabezote son necesarios extraerlos por soldadura. En el área de torno y soldadura se elaboran los asientos del cabezote.

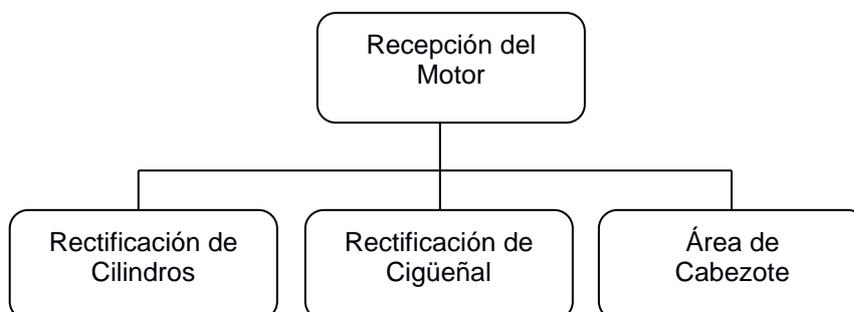


Figura 1.10: Diagrama de flujo de procesos

1.3 Materiales e insumos

Los grandes grupos de materiales e insumos en el taller de rectificación, básicamente lo componen las piezas metálicas en sí, y los sistemas de lubricación. Los metales utilizados varían desde acero hasta aleaciones específicas.

Respecto a los sistemas de lubricación, pueden existir en diferentes formas, la Rectificadora utiliza líquidos o fluidos de trabajo, que a continuación se describen con mayor detalle.

1.3.1 Fluido de Corte

Los fluidos de corte reducen la fricción en la interface de herramienta/sustrato y transfieren calor fuera de las herramientas y del material que está siendo procesado, reduciendo el tiempo de proceso del metal, aumentando la calidad de la mano de obra, y aumentando vida útil de la herramienta. La figura 1.11 muestra trabajos con fluidos de corte.

Los fluidos de corte se dividen en cuatro clases fundamentales: Aceites, Aceites solubles, Semisintéticos y Sintéticos.

La Rectificadora utiliza como líquido refrigerante un aceite soluble, que proporciona excelente enfriamiento, lubricación y protección contra el óxido, utilizado en una amplia gama de operaciones mecánicas. No contiene nitritos, silicones o metales pesados y es de fácil remoción con agua.

El fluido de corte o líquido refrigerante contiene un alto nivel de emulsificante, para lograr una alta eficiencia. Recomendado para operaciones de desbaste, donde se exigen emulsiones muy limpias y en forma estable, inclusive con aguas relativamente duras y con una proporción de dilución alta; agua-aceite de 20:1 a 40:1, esto permite que las líneas circulantes se mantengan limpias, a modo de que el flujo del refrigerante sea constante.

1.3.2 Lubricantes

Dentro de las materias primas utilizadas tenemos aceites para la lubricación de las máquinas.

Para guías horizontales en máquinas de tamaño pequeño o mediano, y como fluidos para sistemas hidráulicos máquinas de servicio moderado, recomiendan el uso de un lubricante de calidad "premium". Estos aceites están diseñados para usar en todas las combinaciones de materiales de guías: hierro fundido, acero y no-metálicos.

Los lubricantes de calidad "premium" están formulados a partir de aceites base de alta calidad y un sistema de aditivos equilibrado que proporciona propiedades de baja fricción, excelente protección contra la corrosión y resistencia a la espuma.



Figura 1.11 Fluidos de trabajo.

1.3.3 Camisas de hierro y repuestos

Las camisas de hierro fundido son otra materia prima utilizada en el proceso de rectificación de motores. Las camisas son introducidas a presión en los cilindros de los motores. En el caso de los motores a diesel las camisas que se colocan llevan en la parte inferior anillos de caucho (o rings) que da sujeción a la camisa para que no se deslice y a su vez evita que entre agua a la cámara.

La Rectificadora posee repuestos para motores a gasolina de las marcas Mazda, Nissan, Toyota, Mitsubishi, así también tiene una mayor cantidad de repuestos para carros americanos block, cigüeñal y brazos de biela, cabezote y válvulas.

CAPÍTULO 2

EVALUACIÓN DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS

Existen diversas herramientas ambientales que pueden ser utilizadas para evaluar los aspectos e impactos ambientales significativos de una actividad, permitiendo definir el estado ambiental de un proceso.

En el presente trabajo se utilizó un enfoque de Producción Más Limpia (PML) como herramienta para la evaluación de los aspectos e impactos ambientales significativos denominada caja de procesos.

PML es una estrategia preventiva utilizada en las empresas, aplicada a materias primas, insumos, productos, procesos y servicios, cuyo objetivo principal es minimizar la generación de residuos, prevenir su generación en el origen e incrementar la eficiencia en todos los campos, reduciendo riesgos para la salud humana y el ambiente.

2.1 Elaboración de cajas de procesos indicando entradas y salidas (Aspectos Ambientales)

Dibujar diagramas esquemáticos de los procesos, cajas de procesos, se consideró como la forma más adecuada para identificar los aspectos ambientales derivados de la rectificación de motores.

Cada caja de proceso proporciona información de los materiales y energía que entran y salen, se puede observar las distintas corrientes que se generan en el desarrollo de cada actividad, esto es el destino de los materiales que regresan al medioambiente en forma de emisiones, efluentes y residuos.

A continuación se muestran las cajas de procesos de la rectificación de motores con sus respectivas entradas y salidas.

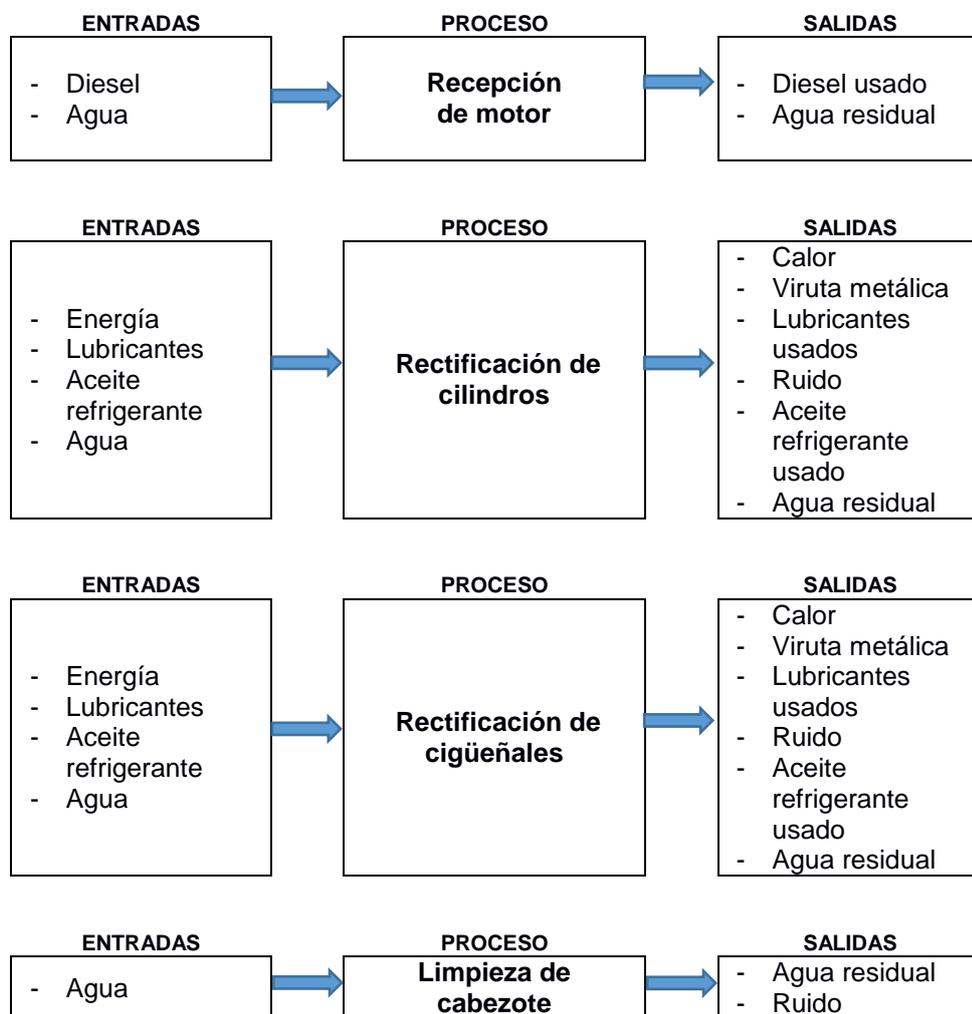


Figura 2.1 Cajas de procesos.

Con el balance de cajas de proceso se elaboró el inventario de impactos ambientales, ver Apéndice A.

2.1.1 Análisis de salidas de procesos

Del análisis de las cajas de procesos, se identifica que los desechos sólidos y líquidos son los aspectos ambientales más importantes derivados de cada uno de los procesos en la rectificación de motores. A continuación se realiza una descripción de cada uno.

Generación de Desechos

Desde el punto de vista de gestión de desechos los principales problemas detectados son la generación de virutas y los residuos de fluidos de corte, los cuales son manejados usualmente como sólidos, aunque pueden ser manejados también como líquidos.

- *Virutas y lodos metálicos*

Se componen del material excedente obtenido durante el procesado de las piezas. Se presentan convencionalmente en forma de virutas y lodos metálicos que presentan un grado variable de impregnación de fluido de corte.

Las virutas pueden resultar del material removido de la pieza original. Van acompañadas de una cantidad variable de fluido de corte que impregna su superficie o es arrastrado en los intersticios de su estructura.

La morfología de la viruta está influenciada directamente por el material trabajado, condiciones del proceso (velocidad, alimentación, geometría de las herramientas) y transferencia de calor (con o sin refrigerantes).

Además, la geometría de la viruta interactúa con el fluido de trabajo para definir el monto de fluido que se adhiere y por lo tanto influye el volumen de fluido extraído del sistema y la eficiencia de filtrado.

Lodos son generados en los procesos de mecanizado que emplean herramientas de geometría no definida. Su composición es una mezcla variable de pequeñas partículas metálicas arrancadas a la pieza, fluido de corte y material abrasivo. En este caso, no existe el concepto de arrastre como tal, y el fluido de corte es un componente más de la masa residual obtenida.

Los lodos generados se encuentran empapados en fluido de corte, en un porcentaje que puede llegar hasta el 50% del peso, y su tamaño medio de partícula es muy inferior a cualquier tipo de viruta (IHOBE, 1999). En la tabla 3 se presenta datos estimados de composición en peso de este tipo de residuos.

TABLA 3: Composición en peso de lodos

Contenido en metal	10 – 90%
Material abrasivo	2 – 75%
Contenido del fluido de corte:	
Acuoso	1 – 20%
Aceite de corte	15 – 50%

Fuente: Libro Blanco para la Minimización de Residuos y Emisiones, Mecanizado de Metal.

El impacto de este tipo de residuos en el sistema de suministro de fluido de corte supone en una primera instancia un aumento del consumo de fluido de corte y la necesidad de someter a los mismos a un correcto proceso de gestión.

- *Residuos de fluido de corte agotado*

Los fluidos de corte se transforman en residuos cuando su naturaleza física y química se degrada de tal manera que no pueden cumplir aquellas funciones básicas para las que fueron destinados en un principio: lubricar, refrigerar y limpiar el área de mecanizado.

De acuerdo con la información proporcionada por la Rectificadora ABC, el fluido de corte es cambiado cada dos meses.

- *Aceites lubricantes usados*

Como parte de la lubricación de los equipos y maquinarias de la Rectificadora, se generan aceites lubricantes usados. Estos aceites son recogidos en un tanque de 55 gl.

Generación de Aguas Residuales

- *Aguas de limpieza de partes y piezas*

Las partes de los motores son sometidos a una limpieza, que consiste en retirar los excedentes de aceites de su interior, con

diésel, y luego son sometidos a una limpieza con agua a presión, produciéndose como residuos agua con hidrocarburos.

Como sistema de pre-tratamiento de este efluente, la Rectificadora dispone de una trampa de agua-aceite que está compuesta de tres secciones. En la figura 2.2 se muestra el sistema agua-aceite de la Rectificadora.

Sección receptora: 0.40 x 0.55 m x 0.82 m de profundidad. Esta sección recolecta el agua de limpieza de motores, de las pruebas hidrostáticas de los motores a más del agua de la primera cámara que colecta las aguas de limpieza de pisos.

Segunda sección: En esta sección se observa menor cantidad de aceites y grasas, tiene como dimensiones 0.86 x 0.55 m x 0.82 m de profundidad.

Tercera sección: En esta cámara se completa la remoción de aceites y grasas, y sus dimensiones son 0.29 x 0.55 m x 0.43 m de profundidad.

De la trampa de aceites y grasas, el agua es conducida por un canal descargándose hacia el alcantarillado municipal.

La limpieza de la trampa de aceites y grasas se realiza aproximadamente una vez por semana, aunque no se lleva un registro de esto. Se separa la parte sólida en tanques de 55 gl., recogiendo aproximadamente 20 kg de sólidos mensualmente, de acuerdo con la información proporcionada por el personal de la Rectificadora.



Figura 2.2 Trampa de agua-aceite.

Emisiones

- *Calor*

La energía consumida durante el trabajo de remoción o forma, puede ser considerada un residuo energético o calor. El monto de calor generado por el proceso se encuentra mecánicamente relacionado con las entradas al sistema.

Generalmente el calor es ignorado como un problema, tanto del punto de vista medioambiental como operacional, a menos que éste afecte el comportamiento del equipo, genere deformaciones térmicas no aceptables en el trabajo, o reduzca la vida útil de la maquinaria. Ya que el calor generado en este tipo de procesos no es recuperable, como es el caso de los procesos de rectificación, por lo tanto no se considera este aspecto ambiental como de relevancia.

- *Ruido y vibraciones*

Se generan vibraciones como resultado del movimiento de los equipos, éste movimiento causa también ruido. Para evitar esto, los equipos de trabajo en metal se deben ubicar aislados del suelo, a través de sus montajes en sistemas de aislación.

En general, la Rectificadora tiene ubicados los equipos y maquinaria aislados del suelo o piso, mediante el uso de sistemas de montaje, los cuales limitan la transmisión de la vibración y ruido. El objetivo primordial de esto es evitar efectos sobre equipos y maquinarias adyacentes. Para atenuar ruido y vibraciones las superficies de montaje están acopladas a poca distancia, de modo que el soporte de la maquinaria o herramienta se encuentra asegurado y totalmente soportado alrededor de su circunferencia.

Para el caso de la Rectificadora, aspectos ambientales como el ruido han sido asociados a la higiene y seguridad laboral, orientado al tipo de protección con que deben contar los trabajadores.

2.2 Identificación de aspectos ambientales producto de condiciones anómalas

Como parte de la evaluación se realizó un análisis de cada uno de los pasos individuales con que cuenta el proceso de rectificación de motores, el cual consistió en describir las actividades de cada paso, lo que permitió establecer aspectos críticos de generación de efluentes y desechos, así como materiales e insumos, derivados de condiciones normales y anómalas durante los procesos de rectificado.

En el Apéndice B se adjunta el formulario 1, el cual describe los pasos individuales de procesos y de aspectos medioambientales y los aspectos que se pueden derivar de condiciones anómalas en las operaciones. La tabla 4, mostrada a continuación, describe la identificación de los aspectos ambientales de la rectificación de cilindros.

TABLA 4: Registro de aspectos ambientales

Pasos individuales del proceso	Ref.	Descripción de los pasos individuales del proceso	Aspectos	
			Condiciones normales	Condiciones anómalas
Rectificación de cilindros	REC02	Desbaste de cilindros; Esmerilado; Pulido	Uso de electricidad; Ruido; generación de viruta metálica (chatarra); Lubricantes y líquido refrigerante usados.	Fugas y salpicaduras de líquido refrigerante; Derrame de lubricante.

Fuente: El Autor

2.2.1 Aspectos derivados de condiciones anómalas

A continuación se realiza una evaluación de los aspectos ambientales más relevantes que derivan de condiciones anómalas identificadas en cada paso individual de los procesos de rectificación de motores.

- *Fugas y salpicaduras*

Independientemente de la naturaleza del fluido de corte, una de las vías más directas de acceso y contaminación del medio son las fugas, salpicaduras y derrames. A pesar de que a priori puede subestimarse su importancia debido a la baja intensidad con que se manifiestan, en todos los casos, su persistencia termina por

convertirlos en uno de los factores con mayor impacto medioambiental pero también, con mayor margen de mejora.

Las fugas en los sistemas de suministro de fluido de corte se deben habitualmente a fallos en el cumplimiento del plan de mantenimiento del sistema. Pueden producirse a lo largo de toda la extensión del circuito de flujo del aceite refrigerante, éste aspecto propicia que en ocasiones su existencia sea detectada visualmente cuando el impacto en el medio es un hecho consumado.

Las altas velocidades de mecanizado, sumado a la ausencia de tapas o resguardos de protección, facilitan las proyecciones de fluido de corte. Este fenómeno ocasiona que el entorno inmediato en las áreas de mecanizado de la Rectificadora, se encuentre sucio (IHOBE, 1999).

- *Derrames*

Durante el relevamiento de información, se pudo observar en el área de recepción de motores, pequeñas manchas de combustible diésel, que de acuerdo con los operadores, son producidas durante la manipulación de diésel, así como durante la limpieza de las piezas.

2.3 Identificación de aspectos ambientales complementarios

Para complementar el registro, se realizó una sistematización entre cada paso o actividad del proceso y aspectos más generales, tales como: Uso del agua, uso de energía, uso de productos químicos, uso de materias primas, almacenaje, efluentes, emisiones,

desechos y riesgos de la actividad; permitiendo de esta manera identificar la mayor cantidad de información posible del proceso de rectificación de motores. Ver Apéndice C.

Cabe mencionar que, aspectos como uso de agua, efluentes, emisiones y desechos fueron analizados en las secciones 2.1 y 2.2. A continuación, se describe los resultados del análisis realizado.

- *Uso de electricidad de diversas fuentes*

Para la operación de los equipos y maquinaria, así como para la iluminación de las distintas áreas que conforman el taller de rectificado, se utiliza energía eléctrica.

Un aspecto de importancia, tiene relación con los niveles de iluminancia de las áreas de trabajo de la Rectificadora. La Rectificadora tiene distribuidas 12 luminarias con arreglos de 5 lámparas fluorescentes T12 de 40W. Según lo estipulado en el Art. 56 del Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medioambiente de Trabajo (D.E. 2393), acorde con el tipo de trabajo realizado en la Rectificadora, se requieren 500 luxes como mínimo para realizar las actividades cotidianas para este tipo de industria.

Los niveles encontrados están por el orden de los 800 luxes, por lo que se considera que si bien se cumple con lo que establece el D.E. 2393, existe un exceso de iluminación y por ende un mayor consumo de energía, lo que se traduce en costos adicionales para la operación.

- *Almacenamiento de productos químicos*

La Rectificadora cuenta con un área de bodega general, en la cual se almacenan los diferentes elementos y productos químicos necesarios para prestar el servicio de rectificado.

La bodega está conformada por paredes de bloque, estructura principal de hormigón, y cubierta como el resto del taller.

Para el almacenamiento de los materiales se dispone de perchas metálicas. La bodega muestra deficiencias, de acuerdo con lo que establece la norma INEN 2266: Transporte, almacenamiento y manejo de productos químicos peligrosos, a saber:

- El personal que labora en la bodega no cuenta con el EPP adecuado.
- Al momento de la inspección no se contaba con las hojas de seguridad (MSDS) de los productos químicos almacenados.
- Falta de rótulos en toda el área, que adviertan de los peligros y riesgos.
- El piso de la bodega es de hormigón, pero no cuenta con un sumidero en caso de derrames.

- *Almacenamiento de desechos peligrosos*

Los desechos peligrosos generados en la instalación son almacenados en un espacio ubicado en el área de recepción de motores, por lo tanto no existe un área específica para el almacenamiento temporal para los desechos peligrosos que cumpla

con lo descrito en el Capítulo VI, GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS, DESECHOS PELIGROSOS Y/O ESPECIALES del Acuerdo Ministerial 061.

Para el almacenamiento general, se utilizan tambores metálicos de 55 gl. de capacidad, principalmente para el caso de los líquidos peligrosos como aceites usados y fluidos de corte agotados.

El área de almacenamiento no se encuentra identificada o rotulada y los desechos almacenados tampoco se encuentran identificados de acuerdo con norma. Adicionalmente no se cuenta con un registro de los desechos peligrosos generados.

La Rectificadora no cuenta con el registro generador de desechos peligrosos.

- *Vertido de efluentes*

Agua de limpieza de pisos, este residuo se genera solamente en las etapas de post-producción, durante la limpieza de las áreas afectadas por fugas y salpicaduras.

La limpieza del área se realiza en forma regular, en especial los días viernes que se utiliza agua para dejar el piso completamente limpio.

El sistema de pre-tratamiento del agua de limpieza (ver figura 2.3), cuenta con una cámara receptora de 1.00 x 0.56 m y 0.85 m de profundidad, la cual está conectada a la trampa de aceites y grasas principal.



Figura 2.3 Cámara receptora.

- *Riesgo para la Higiene y Seguridad Laboral*

Esta sección no únicamente se refiere al cumplimiento de la normativa legal propia y directa de los trabajadores del taller, sino que también se extiende a la evaluación del sitio de trabajo, esto es: infraestructura de las áreas de trabajo, ruido, iluminación, que fueron arriba evaluados.

La Rectificadora no cuenta con normas de higiene y seguridad laboral implementadas de conformidad con lo que establece el D.E. 2393.

Se pudo observar que algunos operarios por iniciativa propia utilizan EPP, tales como: botas, gafas, tapones auditivos y guantes. No existe señalización horizontal que delimiten las áreas de trabajo de los equipos.

2.4 Prueba de significación de aspectos ambientales

Para la definición de los impactos ambientales significativos se utilizó un método que identifica factores importantes que hay que considerar para atribuir significancia. Los criterios que se aplicó son: legislación, puntos de vista de partes interesadas, quejas, si el aspecto está asociado a temas ambientales y si es significativo.

La metodología aplicada contempla la formulación de preguntas tales como:

- a) ¿Podría el aspecto ambiental hacer que la organización falle en el cumplimiento con los requerimientos regulatorios actuales o futuros?
- b) ¿Es probable que el impacto ambiental de origen a reclamos o ponga a la organización bajo juicio público?
- c) ¿Han existido quejas, o requerimientos, verbal o escrita, de una parte interesada para observar algún aspecto o tema ambiental?
- d) ¿Está claramente asociado el aspecto o impacto identificado con cualquiera de los temas ambientales más serios a escala global?
- e) Si el aspecto identificado es cuantificable, ¿es significativa la cantidad empleada?

Si la respuesta a cualquiera de estas preguntas es "SI", entonces es probable que el aspecto ambiental tenga un impacto significativo sobre el medioambiente. Se asigna el valor de 1 a las respuestas "SI" y el valor 0 a las "NO". El valor del impacto será la sumatoria de

las respuestas afirmativas, siendo 5 el valor máximo. En el Apéndice D se adjunta la matriz de los aspectos ambientales.

2.5 Matriz de significación y descripción de los impactos medioambientales del proceso

Sobre la base del ejercicio de clasificación inicial, los aspectos ambientales que se consideran significativos son evaluados para determinar el factor de significancia.

El factor de significancia se evalúa al calcular el producto de la valoración del impacto con la valoración de la gravedad. Para estos efectos el valor de la gravedad se le asignará un valor entre 1 y 5, donde el 1 representa ningún o poco efecto ambiental y 5 representa un efecto ambiental desastroso. La tabla 5 muestra la valoración de la gravedad utilizada en el proceso de evaluación.

TABLA 5: Matriz de valoración de la Gravedad

VALORACIÓN	GRAVEDAD
1	Ningún o poco efecto ambiental
2	Efecto ambiental leve
3	Efecto ambiental moderado
4	Efecto ambiental serio
5	Efecto ambiental desastroso

Por ejemplo, en el proceso de recepción del motor, el aspecto ambiental almacenaje de residuos peligrosos tiene un puntaje del impacto de 3 y se estimó una gravedad del impacto de 2 (leve). Por lo tanto el riesgo ambiental sería $3 \times 2 = 6$.

La metodología de evaluación de riesgos debe fijar un nivel con respecto a la clasificación de significancia que permitirá que a todos los aspectos ambientales identificados se les designe como significativo o no. En el Apéndice E se adjunta la matriz de significación y descripción de los impactos medioambientales del proceso.

De la evaluación realizada se puede concluir que los aspectos considerados como desechos sólidos peligrosos dieron como resultado un valor de 9, éstos serán evaluados como significancia alta de acuerdo con la escala planteada. En la figura 2.4 se puede observar que el factor de riesgo está entre 2 y 6.

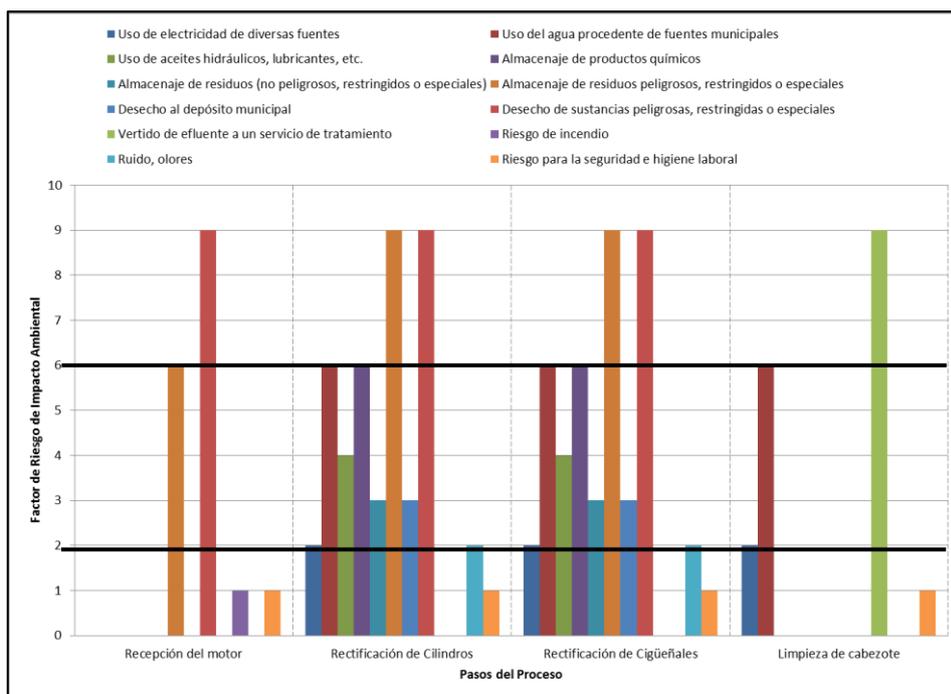


Figura 2.4: Gráfica de aspectos e impactos medioambientales del proceso.

2.6 Ejemplo de optimización de recursos en el taller de rectificado (PML)

Dos de los aspectos ambientales identificados en la evaluación realizada y sobre los cuales se puede plantear esquemas de manejo de PML para optimizarlos, son:

- La importancia de contar con una buena iluminación en el taller de rectificado, considerando que el trabajo ejecutado por el personal es de precisión.
- La implementación de un decantador para remover impurezas (sólidos suspendidos) de la corriente normal del fluido de corte.

Se procede a valorar siguiendo las recomendaciones de PML, los dos aspectos mencionados que por costos, tiempo de ejecución, facilidad de tomar acciones correctivas y menos impacto ambiental negativo genera, y son los más viables de ejecutar.

2.6.1 Cálculo de la Optimización en Uso de Energía Eléctrica – Iluminación

Análisis y Conceptos Ingenieriles

De acuerdo con el Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables (INER), la optimización en uso de energía consiste en el ahorro y uso inteligente de la energía sin pérdidas ni desperdicios, utilizando la mínima energía y manteniendo la calidad de bienes y servicios, para conservar el confort. Desde el punto de

vista ingenieril, la eficiencia en el uso de la energía se establece como la energía útil de un proceso con respecto a la energía consumida, o bien:

$$\text{Eficiencia Energética} = \frac{\text{Energía Útil}}{\text{Energía Consumida}} \times 100$$

La iluminancia también conocida como nivel de iluminación, es la cantidad de luz, en lúmenes, por el área de la superficie a la que llega dicha luz (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2001). En el caso de la Rectificadora, se ha encontrado que existe el potencial de optimizar el uso de las luminarias, mediante su sustitución, debido a que los niveles de iluminancia se han determinado adecuados, y ligeramente superiores a 800 luxes. Para esto se ha empleado un equipo luxómetro KOBAN KL1330, rango de medición de 20 a 20000 luxes, con la capacidad requerida para el tipo de medición ejecutado.

Acorde con el tipo de trabajo realizado en la Rectificadora, se requieren 500 luxes como mínimo para realizar las actividades cotidianas para este tipo de industria; lo indicado, según lo estipulado el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medioambiente de Trabajo.

La sustitución de lámparas de iluminación en la Rectificadora, por lámparas que proporcionen una intensidad adecuada para el tipo de trabajo realizado en la Rectificadora, esto es mínimo 500 luxes (500 lm/m^2), tendrá como efecto una reducción en consumo energético, que repercutirá en beneficios económicos y ambientales.

La evaluación económica de los beneficios obtenidos, considera la reducción de costos atribuible al funcionamiento de las luminarias con nuevos parámetros (a determinarse), así como los costos de inversión que puedan resultar necesarios para la implementación. Es de especial interés la determinación del retorno de inversión para lo cual se empleará el período de retorno simple:

$$\text{Retorno Simple (años)} = \frac{\text{Costo de implementación}}{\text{Reducción de costos/año}}$$

Cálculos de la Optimización por Iluminación

- Situación Actual

Se tienen 12 luminarias con arreglos de 5 lámparas fluorescentes T12 de 40W con balasto de 8W (Ver Apéndice J). El tiempo de trabajo en la Rectificadora es de 40 horas semanales y 50 semanas al año, totalizando 2000 horas anuales. Entonces:

$$\begin{aligned} \text{Demanda (kW)}_{\text{actual}} &= \\ &= \frac{\text{No. de luminarias} \times \text{potencia de luminaria (W)}}{1000 \frac{\text{W}}{\text{kW}}} \end{aligned}$$

$$\text{Demanda (kW)}_{\text{actual}} = \frac{12 \text{ luminarias} \times 5 \times (40 + 8) \text{W}}{1000 \frac{\text{W}}{\text{kW}}}$$

$$\text{Demanda (kW)}_{\text{actual}} = 2.88 \text{ kW}$$

- Situación Optimizada

En este caso, se propone sustituir las luminarias con arreglos de 4 lámparas fluorescentes T12 de las mismas características. En primer lugar, se justifica que se cubre la luminancia del área de trabajo, de aproximadamente 200 m², en la siguiente forma:

$$\text{Luxes} = \frac{\text{No. de luminarias} \times \text{No. lámparas} \times \text{flujo luminoso(lumens)}}{\text{Área de trabajo (m}^2\text{)}}$$

$$\text{Luminancia (lux)}_{\text{actual}} = \frac{12 \times 5 \times 3000 \text{ lm}}{200 \text{ m}^2} = 900 \text{ lux}$$

$$\text{Luminancia (lux)}_{\text{optimizada}} = \frac{12 \times 4 \times 3000 \text{ lm}}{200 \text{ m}^2} = 720 \text{ lux}$$

Conocido que se mantendrán niveles de luminosidad adecuados, se procede a determinar la nueva demanda energética por iluminación.

$$\text{Demanda (kW)}_{\text{optimizada}} = \frac{12 \text{ luminarias} \times 4 \times (40 + 8)\text{W}}{1000 \frac{\text{W}}{\text{kW}}}$$

$$\text{Demanda (kW)}_{\text{optimizada}} = 2.30 \text{ kW}$$

Cálculo del Beneficio Económico

Empleando un costo de 9.33 centavos de dólar por kWh, se tiene lo siguiente:

- Situación Actual

$$\begin{aligned} \text{Costo por Demanda}_{\text{actual}} &= \\ &= \text{Demanda (kW)}_{\text{actual}} \times \frac{\text{horas}}{\text{año}} \times \text{costo por kWh} \end{aligned}$$

$$\text{Costo por Demanda}_{\text{actual}} = 2.88 \text{ kW} \times \frac{2000 \text{ h}}{\text{año}} \times 0.0933 \frac{\$}{\text{kWh}}$$

$$\text{Costo por Demanda}_{\text{actual}} = 537.4 \frac{\$}{\text{año}}$$

- Situación Optimizada

$$\text{Costo por Demanda}_{\text{optimizada}} = 2.30 \text{ kW} \times \frac{2000 \text{ h}}{\text{año}} \times 0.0933 \frac{\$}{\text{kWh}}$$

$$\text{Costo por Demanda}_{\text{optimizada}} = 429.18 \frac{\$}{\text{año}}$$

- Beneficio Económico

La inversión de esta mejora requiere la reposición de las luminarias de 5 lámparas por nuevas luminarias de 4 lámparas, lo cual podría hacerse simplemente retirando una lámpara; sin embargo, por razones estéticas se recomienda hacer un cambio completo por nuevas luminarias de 4 lámparas, lo cual se cotiza en aproximadamente 35 dólares por luminaria (incluido impuestos y mano de obra), esto es, $12 \times 35 = 420$ dólares.

El beneficio económico de optimizar la iluminación, en lo que respecta a consumo de electricidad, será:

$$\text{Beneficio} = \text{Costo por Demanda}_{\text{actual}} - \text{Costo por Demanda}_{\text{optimizada}}$$

$$\text{Beneficio} = 537.4 \frac{\$}{\text{año}} - 429.18 \frac{\$}{\text{año}}$$

$$\text{Beneficio} = 108.22 \frac{\$}{\text{año}}$$

Utilizando retorno simple, la inversión se recuperará en:

$$\text{Retorno Simple (años)} = \frac{\text{Costo de implementación}}{\text{Reducción de costos/año}}$$

$$\text{Retorno Simple (años)} = \frac{420 \$}{108.22 \frac{\$}{\text{año}}}$$

$$\text{Retorno Simple (años)} = 3.8 \text{ años}$$

- Cálculo del Beneficio Ambiental

Acorde con la Comisión Técnica de Determinación de Factores de Emisión de Gases de Efecto Invernadero (CTFE, 2013), el factor de emisión de gases de efecto invernadero en el Ecuador es 0.7108 t CO₂/MWh, o bien, 0.0007108 tCO₂/kWh. Conocido este dato, se realiza el siguiente cálculo:

Emisiones GEI evitadas =

$$= \text{Factor de Emisión} \times (\text{Demanda}_{\text{actual}} - \text{Demanda}_{\text{opt.}})$$

Emisiones GEI evitadas =

$$= 0.0007108 \frac{\text{t CO}_2}{\text{kWh}} \times (2.88 \text{ kWh} - 2.30 \text{ kWh})$$

Emisiones GEI evitadas =

$$= 0.0007108 \frac{\text{t CO}_2}{\text{kWh}} \times (2.88 \text{ kWh} - 2.30 \text{ kWh})$$

$$\text{Emisiones GEI evitadas} = 0.0004122 \text{ t CO}_2$$

O bien, se evita la emisión de 412 gramos de CO₂ equivalente al aire ambiente.

2.6.2 Cálculo de decantador para fluido de corte

Análisis y Conceptos Ingenieriles

El problema a resolver es la separación de impurezas, esto es los sólidos suspendidos, que se encuentran en la corriente normal del fluido de corte. Una remoción adecuada de los sólidos suspendidos se traducirá en un aumento de la vida útil del fluido de corte. Esto se puede conseguir a través de un proceso de sedimentación o decantación simple, mediante el cual se puede realizar la separación de partículas más densas que el fluido de corte, y que tengan velocidad de sedimentación tal, que permita que lleguen al fondo del tanque decantador, en un tiempo aceptable.

Se denomina sedimentación al proceso mediante el cual se asientan los sólidos suspendidos en un fluido, bajo la acción de la gravedad. La separación de los sólidos por gravedad se basa en la diferencia que existe entre los pesos específicos del líquido que es la fase continua y el de las partículas, las cuales constituyen la fase discreta.

Para determinar los parámetros de diseño del decantador se escogió la sedimentación tipo zonal, debido a que esta se presenta cuando la concentración de sólidos suspendidos excede un valor de 500 a 700 mg/l (Valencia, 1976), siendo la concentración de sólidos suspendidos del fluido de corte analizado en una muestra de laboratorio, de 930 mg/l.

Materiales y Métodos

Los parámetros de diseño del decantador aquí propuesto, se obtuvieron aplicando el método de ensayo con una columna de sedimentación, siendo éste el método más común de laboratorio.

La teoría de la sedimentación en suspensiones líquidas establece que el nivel de la interfase agua-sedimento variará con el tiempo transcurrido (Dick y Erwin, 1967), tal como se muestra en la figura 2.5. La velocidad de sedimentación irá disminuyendo a medida que las partículas sedimentadas pasen de una sedimentación tipo discreto a una sedimentación por compresión.

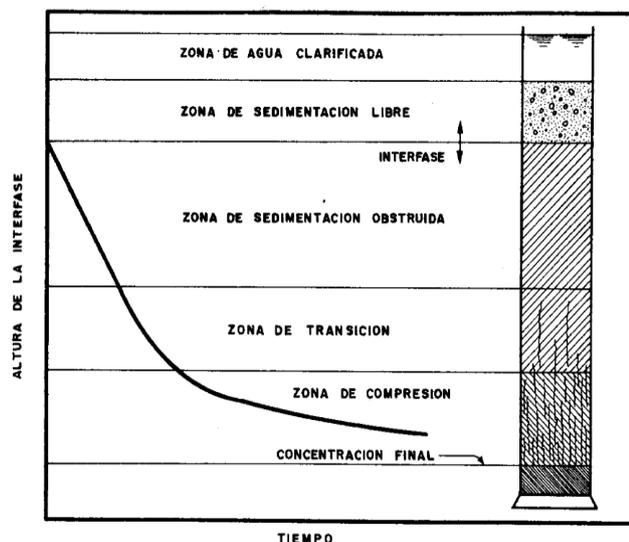


Figura 2.5: esquema de las zonas de sedimentación.

Para el ensayo de columna de sedimentación se utilizó una probeta de vidrio de 40 cm de altura. Con una cinta métrica se registró las variaciones del nivel de la interfase agua-sedimento y los tiempos fueron registrados con un cronómetro.

El procedimiento consistió en homogeneizar la muestra de fluido de corte que esté contenida en la columna antes de iniciar el registro del tiempo.

El ensayo consistió en registrar la variación de la altura de la interfase agua-sedimento con respecto al tiempo, lo cual permitió determinar la curva de sedimentación característica para el fluido analizado, así como los índices de diseño del decantador. La metodología de ensayo aplicada es referida por Metcalf y Eddy (1995).

A continuación se expone los datos del ensayo realizado.

TABLA 6: Datos de ensayo con columna de sedimentación.

Tiempo (min)	Altura de columna (cm)
0	38.1
5	30.2
10	24.6
15	20.3
20	16.8
25	14.5
30	12.7
35	11.4
40	10.7
45	10.2
50	9.9
55	9.7
60	9.7

Fuente: El Autor

Cálculo del área del sedimentador a partir de la gráfica altura de la columna (H_0) vs. tiempo (t).

Para la determinación de la gráfica de análisis de sedimentación se realizó lo siguiente. La gráfica de la curva de sedimentación se encuentra en el Apéndice I.

Se trazó dos tangentes a la curva H_0 vs. t , una correspondiente a la región de compresión y otra a la sedimentación libre. Luego se trazó una bisectriz del ángulo formado por ambas rectas, hacia la curva, lo cual dio como resultado el valor de la concentración crítica (C_2), la cual controla la capacidad de manipulación de los lodos en el decantador. Del punto de intersección de la directriz con la curva, cortamos el eje de las Y, para obtener la altura H_u en la gráfica, de igual manera se prolonga al eje X, para obtener el tiempo en el la sedimentación floculenta, cambia a sedimentación por compresión.

Con estos datos se procede a calcular el área del sedimentador, teniendo el caudal (Q), el tiempo (t_u), y la altura inicial de la columna de fluido en la probeta (H_0). Ver figura 2.6

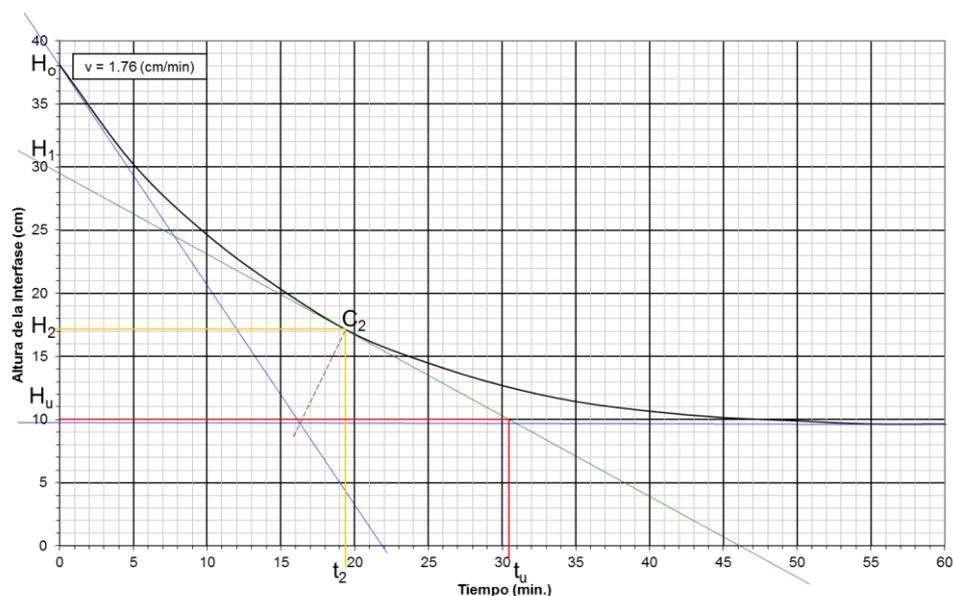


Figura 2.6: esquema de las zonas de sedimentación

Para determinar el tiempo t_u se siguió el siguiente procedimiento. Se trazó una línea horizontal a la profundidad H_u , altura en la cual todos los sólidos se encuentran a la concentración deseada para el fango del fondo del tanque, C_u . El valor de H_u se encuentra por medio de la siguiente expresión:

$$H_u = C_o * H_0 / C_u$$

Para el caso de estudio, al no tener una concentración deseada C_u para el lodo del tanque, se procedió a encontrar un área mínima para la sedimentación, de acuerdo a la siguiente metodología. La concentración de lodos C_u deseada producirá en el ensayo una

altura de lodos H_u que siempre es menor que H_2 , determinada anteriormente.

El tiempo t_u correspondiente a C_u siempre va a ser mayor o igual que t_2 , determinado anteriormente.

Por lo tanto el área mínima se producirá cuando $H_u = H_2$ y $t_u = t_2$. El valor de t_2 es directamente proporcional a la velocidad de sedimentación original.

Se procede a realizar el cálculo del área de sedimentación mínima mediante la siguiente expresión.

$$A_{\text{Espesado}} = Q \cdot t_u / H_o$$

$$A_{\text{min}} = Q \cdot t_2 / H_o$$

Donde A = Superficie necesaria para el espesado de los lodos.

Q = Caudal que entra en el tanque, m^3/s

H_o = Altura inicial de la interfase de la columna, m

t_u = Tiempo necesario para alcanzar la concentración de lodos deseados en el fondo del tanque, en segundos.

Para efectos del diseño del decantador se asumió una concentración última esperada C_u igual a 3500 mg/l . Con este valor se calcula la altura H_u mediante la siguiente fórmula.

$$H_u = H_o \cdot C_o / C_u$$

Con el valor de H_u se determina, de la curva de sedimentación, el valor de t_u donde se espera la concentración de sólidos última. Esto

permite calcular el área de espesado de los lodos utilizando la siguiente fórmula.

$$A_{\text{Espesado}} = Q * t_u / H_o$$

El caudal de clarificación se calcula multiplicando el caudal de entrada por la diferencia de la altura inicial menos la altura a la concentración crítica H_{c2} , dividiéndolo para la altura inicial de la columna H_o .

$$Q_{\text{clarificación}} = Q * (H_o - H_{c2}) / H_o$$

Esto permite calcular el área de clarificación del decantador, la cual está en función del caudal de agua clarificada y la velocidad de sedimentación obtenida de la gráfica de la curva de sedimentación.

$$A_{\text{clarificación}} = Q_{\text{clarificación}} / v$$

La carga de sólidos se determina dividiendo la cantidad de sólidos por día para el área de espesado de los lodos.

$$\text{Sólidos} = Q * C_o$$

$$\text{Carga de sólidos} = \text{Sólidos} / A_{\text{espesado}}$$

De acuerdo con los cálculos realizados, se requiere un área de espesado de lodos de 0.08 m^2 y un área de clarificación de 0.03 m^2 . El caudal de clarificación será de 0.14 gal/min . Se espera que con la implementación del decantador los recambios de fluido de corte sean llevados a cabo cada cuatro meses en lugar de cada dos como se lo realiza actualmente.

En la siguiente tabla se exponen los resultados obtenidos.

TABLA 7: Cálculos del área del decantador

Parámetro	Unidad	Resultado
H_o	m	0.38
H_{c2}	m	0.17
C_o	mg/l	930
Q	m^3/min	0.001
v	m/seg	1.76
C_u	mg/l	3500
H_u	m	0.10
t_u	min	30.5
A_{Espesado}	m^2	0.08
$Q_{\text{clarificación}}$	m^3/seg	0.000009
	gal/min	0.14
$A_{\text{clarificación}}$	m^2	0.03
Carga de sólidos	$Kg/m^2 \cdot \text{día}$	17

Fuente: El Autor

CAPÍTULO 3

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

La Evaluación Ambiental precedente, es la base que permite esbozar el Plan de Manejo Ambiental que se propone; la adopción de éstas medidas pretende minimizar a corto y mediano plazo los impactos ambientales identificados, establecer estrategias de producción más limpia, y crear una conciencia ambiental tanto como empresa, así como a nivel individual.

Las alternativas de PML se encuentran clasificadas en cinco categorías: Buenas prácticas, sustitución de materias primas e insumos, cambios en proceso, optimización de productos y mejoras tecnológicas; según su complejidad en lo referente a los costos de implementación y a las problemáticas encontradas en el diagnóstico; el PMA describe propuestas de buenas prácticas.

Es necesario puntualizar que todo PMA debe ser considerado en su funcionamiento como un sistema abierto, que puede ser modificado o adaptado a situaciones o requerimientos que se presenten en el futuro; o someterlo a ajustes establecidos y dispuestos por la autoridad respectiva, derivados del monitoreo y seguimiento.

3.1 Objetivo del PMA

Establecer criterios y estrategias, que logren optimizar el uso de mecanismos de prevención, control y monitoreo, para minimizar los impactos sobre el ambiente que causan las operaciones de la

Rectificadora, además de asegurar el cumplimiento de las leyes, reglamentos, ordenanzas y normas ambientales vigentes en el Ecuador.

3.2 Alcance del PMA

El presente PMA es aplicable a los procesos, operaciones y actividades que desarrolla la Rectificadora ABC que se encuentra ubicada en el cantón Buena Fe.

3.3 Descripción de los tipos de medidas

Medidas de Prevención y Mitigación

Las medidas de prevención y mitigación ambiental tienen por objeto evitar o disminuir los efectos adversos del proyecto o de actividades específicas.

Plan de manejo de desechos

Los desechos normales o peligrosos, dispuestos inadecuadamente, poseen riesgos de contaminación de recursos tales como el suelo, agua o aire. El manejo adecuado de los desechos que se generan en la Rectificadora es importante para cumplir con regulaciones ambientales aplicables a la empresa.

El Manejo de Desechos Sólidos Normales y Peligros está basado en la Norma de Calidad Ambiental para el Manejo y Disposición Final de Desechos Sólidos No Peligrosos, establecida en el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria.

Plan de monitoreo y seguimiento

El monitoreo ambiental está conformado por un conjunto de acciones organizadas, en tiempos y recursos cuyos objetivos son verificar que las condiciones ambientales se encuentren dentro de los límites permisibles durante las operaciones de la Rectificadora. Dentro de este contexto, existe un nivel de ejecución de las medidas y otro de control de su cumplimiento. El primer nivel, de ejecución, es responsabilidad de la Rectificadora. Por otra parte, es necesario llevar un control de los impactos que se producen, con la finalidad de verificar que éstos no alcancen niveles que estén más allá de los límites de sostenibilidad.

El monitoreo y seguimiento tiene por objeto contar con una serie histórica de datos para poder comparar la evolución de los parámetros en el tiempo e identificar los posibles agentes endógenos y exógenos, para proceder entonces a establecer medidas correctivas. Para cumplir con esta tarea, el Plan de Monitoreo a través de las auditorías periódicas será de mucha utilidad.

Plan de Higiene y Seguridad Laboral

La higiene y seguridad laboral es el conjunto de normas de prevención y control que se debe implementar a fin de evitar la ocurrencia de riesgos a enfermedades y accidentes.

Es obligación de la Rectificadora adoptar medidas de higiene y seguridad y de mantener programas que tiendan a lograr una adecuada salud física y mental de todo su personal, esto implica la

implementación de procedimientos, materiales y equipos que permitan realizar los trabajos de rectificado dentro de los rangos de seguridad establecidos en el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo.

Plan de Contingencia

La implementación del plan de contingencia permitirá una respuesta ágil y efectiva, durante un evento de emergencia, y permitirá reducir los daños o consecuencias que se produjeran.

El plan establece las directrices generales que el personal de la Rectificadora deberá seguir en caso de una emergencia.

Plan de Capacitación

La educación y capacitación del personal de una empresa es primordial para el éxito de los planes y logros de los objetivos.

El plan de capacitación es de suma importancia, y por lo tanto es de esperar que el personal tenga un buen nivel de preparación sobre el medio ambiente y las actividades que desarrollan, puesto que ellos son los primeros llamados a minimizar los posibles impactos que genere la operación de la Rectificadora.

3.4 Fichas de medidas ambientales

Para cada medida contemplada se ha elaborado un formato de ficha temática, indicando lo siguiente:

- Nombre de la medida

- Objetivo de medida
- Posibles impactos ambientales negativos enfrentados
- Actividad
- Acciones y procedimientos a desarrollar
- Documentos de referencia
- Indicadores verificables de aplicación
- Resultados esperados
- Etapa de ejecución de la actividad
- Responsable de la ejecución
- Costo total de la medida

Las fichas ambientales se encuentran en el Apéndice F, como ejemplo a continuación se muestra una ficha.

A. MEDIDA No. 1

Buenas prácticas.

B. OBJETIVO.

Reducir el consumo de aceites refrigerantes con la finalidad de prolongar su tiempo de vida útil.

C. POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS ENFRENTADOS.

Generación de desechos.

D. ACTIVIDAD No. 1

Revisión de aceites refrigerantes.

Acciones y procedimientos a desarrollar

- Revisar la concentración de aceites refrigerantes mezclados con agua, en coordinación con el proveedor del aceite refrigerante y el fabricante de la máquina, para establecer acciones de disminución de su consumo.
- Mantener el refrigerante y su sumidero libre de impurezas, para disminuir su consumo por efecto de recambios.
- Revisar el listado de aceites refrigerantes que se utilizan en las actividades de rectificado, a fin de verificar características similares que permitan la sustitución por un solo producto.
- Evitar compras innecesarias y en exceso de materias primas e insumos.

Documentos de referencia

Manual de operación de equipo.

Indicadores verificables de aplicación

Comparativo de aceites refrigerantes.

Registro de limpieza y mantenimiento de sumideros.

Resultados esperados

Disminución de recambio y uso de aceites refrigerantes.

Etapa de ejecución de la actividad

Operación.

Responsable (s) de la ejecución

Propietario.

Costo total de la medida

Costo directo nulo.

3.5 Resumen de Plan de Manejo Ambiental

El PMA que es el producto principal de esta evaluación, cumple con los objetivos propuestos en el numeral 3.1 del presente documento.

El resumen del PMA contempla cada aspecto ambiental identificado, así como las acciones o procedimientos que se requiere para la implementación de cada medida propuesta, indica además la temporalidad de ejecución de cada medida, así como su costo asociado.

El resumen del PMA se encuentra en el Apéndice G.

CAPÍTULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

La evaluación de la información levantada determinó que los impactos ambientales de mayor significancia son aquellos derivados del manejo de desechos peligrosos, tanto líquidos como sólidos.

Se planteó esquemas de manejo de PML para dos de los aspectos ambientales identificados en la evaluación realizada con la finalidad de optimizarlos. Se escogió aspectos como la iluminación del taller y el diseño de un decantador para el fluido de corte, por costos, tiempo de ejecución, facilidad de tomar acciones correctivas y menos impacto ambiental negativo generado, lo que los convierte en medidas viables de ejecutar.

El cálculo de optimización de luminarias presentado en la sección 2.6.2 demuestra que utilizando un análisis fundamentado en PML se puede replicar para otros aspectos en el taller, logrando un ahorro económico, así como también de disminución de consumo y de beneficio para el ambiente.

Se establece que implementando el diseño de decantador propuesto, se logrará eliminar las impurezas de la corriente del fluido de corte, maximizando su reúso, extendiendo el tiempo de

reposición, esto es recambios de fluido de corte cada cuatro meses en lugar de cada dos como se lo realiza actualmente.

Las medidas del PMA están dirigidas a que el taller cumpla con buenas prácticas de operación.

El PMA cuenta con 23 medidas distribuidas en temas como: Buenas Prácticas, Manejo de Desechos, Contingencias y Emergencias, Seguimiento y Monitoreo, Higiene y Seguridad Laboral y Capacitación, que deberán ser desarrolladas por la Rectificadora.

El costo de implementación del PMA es de cinco mil ochocientos veintidós 00/100 Dólares de los Estados Unidos de América.

4.2 Recomendaciones

Se recomienda que la implementación de las medidas del PMA sea ejecutada en los tiempos establecidos, para que se logre una mejor operación del taller de rectificación.

Se sugiere dar prioridad a la construcción del decantador para los fluidos de corte, medida que permitirá mejorar la disminución del consumo del aceite refrigerante.

Mediante el uso de la herramienta de PML se puede replicar la optimización de otros recursos, desarrollando beneficios económicos y ambientales para el taller, tal como se llevó a cabo con el análisis de las luminarias.

APÉNDICE A

Formulario 1: Balance de Cajas de Procesos

APÉNDICE B

FORMULARIO 1: DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE PROCESOS Y DE ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES

Sitio:		Rectificadora		
Proceso Principal		Rectificación de motor		
Pasos individuales del proceso	Ref.	Descripción de los pasos individuales del proceso	Aspectos	
			Condiciones normales	Condiciones anómalas
Recepción de motor	REC01	Se les realiza una toma de medidas para contrastar con los datos del fabricante y establecer el nivel de desgaste de cada pieza. Las piezas son sometidas a un lavado con diésel	Diesel usado. Desechos sólidos impregnados con combustible.	Derrame de diesel; riesgo de incendio.
Rectificación de cilindros	REC02	Desbaste de cilindros; Esmerilado; Pulido	Uso de electricidad; Ruido; generación de viruta metálica (chatarra); Lubricantes y líquido refrigerante usados.	Fugas y salpicaduras de líquido refrigerante; Derrame de lubricante.
Rectificación de cigüeñales	REC03	Rectificado de apoyos del cigüeñal; Control de alineación de los apoyos y muñequillas	Uso de electricidad; Ruido; Generación de viruta metálica (chatarra); lubricantes y líquido refrigerante usados.	Fugas y salpicaduras de líquido refrigerante; Derrame de lubricante.
Limpieza de cabezote	REC04	Para verificar fisuras en el cabezote se realiza una prueba hidrostática.	Uso de energía; Generación de agua.	Descarga de agua residual sin tratamiento preliminar.

APÉNDICE C

**FORMULARIO 2: MATRIZ DE LAS
ACTIVIDADES DE PROCESOS Y DE
ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES**

Sitio	Rectificadora ABC				
Proceso	Rectificación de motor				
Ref. de los aspectos	Aspectos generales	Pasos del Proceso			
		1	2	3	4
WU	Uso del Agua				
WU01	Uso del agua procedente de fuentes municipales	x	x	x	x
WU02	Uso de agua procedente de cursos de agua en los alrededores				
WU03	Otros usos del agua				
EU	Uso de energía				
EU01	Uso de gas natural (sin incluir el uso para transporte)				
EU02	Uso de petróleo (sin incluir el uso para transporte)				
EU03	Uso de carbón (sin incluir el uso para transporte)				
EU04	Uso de carburantes fósiles (sin incluir el uso para transporte)				
EU05	Uso de combustible para transporte				
EU06	Uso de energía de origen hidráulico				
EU07	Uso de energía de origen eólico				
EU08	Uso de energía de origen solar				
EU09	Uso de electricidad de diversas fuentes		x	x	x
EU10	Uso de otras energías				
CU	Uso de productos químicos				
CU01	Uso de productos químicos restringidos				
CU02	Uso de productos químicos ácidos (no listados en los productos químicos restringidos)				

Sitio	Rectificadora ABC				
Proceso	Rectificación de motor				
Ref. de los aspectos	Aspectos generales	Pasos del Proceso			
		1	2	3	4
CU03	Uso de productos químicos básicos (no listados en los productos químicos restringidos)				
CU04	Uso de disolventes (no listados en los productos químicos restringidos)				
CU05	Uso de aceites hidráulicos, lubricantes, etc.	x	x	x	
CU06	Uso de otros productos químicos				
RU	Uso de materias primas				
RU01	Uso de materias primas (peligrosas, especiales o restringidas)				
RU02	Uso de materias primas (no peligrosas, especiales o restringidas)				
RU03	Uso de material de embalaje (no incluido en RU01 o 02)				
RU04	Uso de material de oficina (no incluido en RU01, 02 o 03)				
RU05	Uso de material de construcción (no incluido en RU01, 02, 03 o 04)				
RU06	Uso de otras materias primas (no incluido en RU01, 02, 03, 04 o 05)		x	x	
ST	Almacenaje en el sitio de operaciones				
ST01	Almacenaje de productos químicos		x	x	
ST02	Almacenaje de materias primas				
ST03	Almacenaje de sustancias peligrosas, restringidas o especiales				

Sitio	Rectificadora ABC				
Proceso	Rectificación de motor				
Ref. de los aspectos	Aspectos generales	Pasos del Proceso			
		1	2	3	4
ST04	Almacenaje de residuos (no peligrosos, restringidos o especiales)		x	x	
ST05	Almacenaje de residuos peligrosos, restringidos o especiales	x	x	x	
ST06	Otro tipo de almacenaje				
EW	Efluentes al agua				
EW01	Vertido de efluente a un servicio de tratamiento				x
EW02	Vertido controlado a ríos de efluente tratado				
EW03	Vertido controlado a ríos de efluente no tratado				
EW04	Vertido no controlado a ríos de efluente tratado				
EW05	Vertido no controlado a ríos de efluente no tratado				
EW06	Vertido de efluente peligroso, restringido o especial				
EW07	Otros vertidos				
EA	Emisiones al aire				
EA01	Emisión de gases/calor del proceso dentro del propio proceso (no por el canal de humos)				
EA02	Emisiones de gases/calor de combustión (sin incluir NOx, SOx, macropartículas)				
EA03	Emisión de NOx				
EA04	Emisión de SOx				
EA05	Emisión de CO2				
EA06	Emisión de materia de macropartículas (cenizas)				
EA07	Emisión de polvo o materias primas dentro del propio proceso				

Sitio	Rectificadora ABC				
Proceso	Rectificación de motor				
Ref. de los aspectos	Aspectos generales	Pasos del Proceso			
		1	2	3	4
EA08	Emisión de compuestos orgánicos volátiles (COV)				
EA09	Emisión de sustancias peligrosas, restringidas o especiales (no COV)				
EA10	Emisiones del transporte				
EA11	Otras emisiones				
DL	Desechos al terreno				
DL01	Desecho al depósito municipal		x	x	
DL02	Desecho al depósito del sitio				
DL03	Desecho al proceso de incineración				
DL04	Desecho al proceso de reciclaje, recuperación o reutilización				
DL05	Desecho de sustancias peligrosas, restringidas o especiales	x	x	x	
DL06	Contaminación del suelo previa (real o potencial)				
DL07	Otros desechos				
OT	Otros				
OT01	Vibraciones				
OT02	Ruido, olores		x	x	
OT03	Impacto visual (incluidas las luces)				
OT04	Otros				
AB	Riesgo de actividad anómala				
AB01	Riesgo de incendio o explosión	x			
AB02	Riesgo de derrame, filtración o vertido incontrolado				
AB03	Riesgo de derrame, etc., de sustancias peligrosas, restringidas o especiales				

Sitio	Rectificadora ABC				
Proceso	Rectificación de motor				
Ref. de los aspectos	Aspectos generales	Pasos del Proceso			
		1	2	3	4
AB04	Riesgo para la seguridad e higiene laboral	x	x	x	x
AB05	Otras irregularidades				

APÉNDICE D

MATRIZ DE LOS ASPECTOS AMBIENTALES

Pasos del proceso	Aspecto o Impacto identificado	Legal	Quejas	Interesados	Asociado a temas ambientales	Cuantificable	Significativo	Valor del Impacto
Recepción del motor	Almacenaje de residuos peligrosos, restringidos o especiales	SI	NO	NO	SI	SI	SI	3
	Desecho de sustancias peligrosas, restringidas o especiales	SI	NO	NO	SI	SI	SI	3
	Riesgo de incendio o explosión	SI	NO	NO	NO	NO	NO	1
	Riesgo para la seguridad e higiene laboral	SI	NO	NO	NO	NO	NO	1
Rectificación de Cilindros	Uso del agua procedente de fuentes municipales	NO	NO	NO	SI	SI	SI	2
	Uso de electricidad de diversas fuentes	NO	NO	NO	SI	SI	NO	2
	Uso de aceites hidráulicos, lubricantes, etc.	NO	NO	NO	SI	SI	SI	2
	Almacenaje de productos químicos	SI	NO	NO	SI	SI	SI	3
	Almacenaje de residuos (no peligrosos, restringidos o especiales)	SI	NO	NO	SI	SI	SI	3
	Almacenaje de residuos peligrosos, restringidos o especiales	SI	NO	NO	SI	SI	SI	3
	Desecho al depósito municipal	SI	NO	NO	SI	SI	NO	3
	Desecho de sustancias peligrosas, restringidas o especiales	SI	NO	NO	SI	SI	SI	3
	Ruido, olores	SI	NO	NO	SI	NO	NO	2
	Riesgo para la seguridad e higiene laboral	SI	NO	NO	NO	NO	NO	1
Rectificación de Cigüeñales	Uso del agua procedente de fuentes municipales	NO	NO	NO	SI	SI	SI	2
	Uso de electricidad de diversas fuentes	NO	NO	NO	SI	SI	NO	2
	Uso de aceites hidráulicos, lubricantes, etc.	NO	NO	NO	SI	SI	SI	2
	Almacenaje de productos químicos	SI	NO	NO	SI	SI	SI	3
	Almacenaje de residuos (no peligrosos, restringidos o especiales)	SI	NO	NO	SI	SI	SI	3
	Almacenaje de residuos peligrosos, restringidos o especiales	SI	NO	NO	SI	SI	SI	3
	Desecho al depósito municipal	SI	NO	NO	SI	SI	NO	3
	Desecho de sustancias peligrosas, restringidas o especiales	SI	NO	NO	SI	SI	SI	3
	Ruido, olores	SI	NO	NO	SI	NO	NO	2
	Riesgo para la seguridad e higiene laboral	SI	NO	NO	NO	NO	NO	1

Pasos del proceso	Aspecto o Impacto identificado	Legal	Quejas	Interesados	Asociado a temas ambientales	Cuantificable	Significativo	Valor del Impacto
Limpieza de cabezote	Uso del agua procedente de fuentes municipales	NO	NO	NO	SI	SI	SI	2
	Uso de electricidad de diversas fuentes	NO	NO	NO	SI	SI	NO	2
	Vertido de efluente a un servicio de tratamiento	SI	NO	NO	SI	SI	SI	3
	Riesgo para la seguridad e higiene laboral	SI	NO	NO	NO	NO	NO	1

APÉNDICE E

MATRIZ DE SIGNIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS MEDIOAMBIENTALES DEL PROCESO

Proceso Principal			Rectificación de motores				
Pasos del proceso	Aspecto o Impacto identificado	No. de ref.	Descripción de los Impactos	Directo o Indirecto	Valoración del Impacto	Valoración de la Gravedad	Factor de Significación
Recepción del motor	Almacenaje de residuos peligrosos, restringidos o especiales	ST05	Las partes de los motores son sometidos a una limpieza que consiste en retirar los excedentes de aceites de su interior utilizando diesel. Los residuos líquidos generados, son colectados y almacenados en tanques de 55 galones.	Directo	3	2	6
	Desecho de sustancias peligrosas, restringidas o especiales	DL05	La empresa no ha realizado la gestión de entrega y eliminación de los desechos peligrosos a un gestor ambiental autorizado.	Directo	3	3	9
	Riesgo de incendio	AB01	El combustible diesel es inflamable y existe riesgo de incendio por accidentes.	Indirecto	1	1	1
	Riesgo para la seguridad e higiene laboral	AB04	Riesgo de incendio por accidentes. Podría afectar la seguridad laboral.	Indirecto	1	1	1
Rectificación de Cilindros	Uso del agua procedente de fuentes municipales	WU01	Se utiliza agua en la preparación de la emulsión del fluido de corte.	Directo	2	3	6
	Uso de electricidad de diversas fuentes	EU09	Se requiere de electricidad para energizar las máquinas. Reducción de recursos no renovables.	Indirecto	2	1	2
	Uso de aceites hidráulicos, lubricantes, etc.	CU05	Se utiliza lubricante como fluido para los sistemas hidráulicos de las máquinas. Se utiliza aceite soluble para el enfriamiento de las herramientas de corte y piezas a ser tratadas.	Directo	2	2	4
	Almacenaje de productos químicos	ST01	El almacenamiento de productos químicos se lo realiza en un área específica, pero no cumple con las condiciones técnicas exigidas en la norma INEN 2266.	Directo	3	2	6
	Almacenaje de residuos (no peligrosos, restringidos o especiales)	ST04	Para el almacenamiento de los desechos no peligrosos, se utiliza recipientes plásticos con capacidad aproximada para 5 galones. Los recipientes no se encuentran rotulados y no disponen de tapa. Se cuenta además con un recipiente, tanque metálico de 55 galones de capacidad donde son recolectados los desechos de los recipientes individuales. Las virutas metálicas resultan del material removido de la pieza original son almacenados en tanques de 55 galones de capacidad para luego ser recicladas.	Directo	3	1	3
	Almacenaje de residuos peligrosos, restringidos o especiales	ST05	Los lodos tienen una composición de pequeñas partículas metálicas arrancadas a la pieza, fluido de corte y material abrasivo. Los desechos sólidos peligrosos como los lodos, son almacenados en canecas plásticas sin rotulación. Los aceites, lubricantes y líquidos refrigerante o de corte, son almacenados en un tanque metálicos con capacidad para 55 galones sin rotular.	Directo	3	3	9
	Desecho al depósito municipal	DL01	Los desechos no peligrosos son recolectados por el servicio municipal y trasladados hasta el relleno sanitario del cantón.	Directo	3	1	3
	Desecho de sustancias peligrosas, restringidas o especiales	DL05	La empresa no ha realizado la gestión de entrega y eliminación de los desechos peligrosos a un gestor ambiental autorizado.	Directo	3	3	9
	Ruido, olores	OT02	Baja exposición al ruido por parte de los operarios, se observó que no utilizan protección auditiva.	Directo	2	1	2
	Riesgo para la seguridad e higiene laboral	AB04	El personal no cuenta con equipo de protección personal.	Directo	1	1	1

Sitio		Rectificadora					
Proceso Principal		Rectificación de motores					
Pasos del proceso	Aspecto o Impacto identificado	No. de ref.	Descripción de los Impactos	Directo o Indirecto	Valoración del Impacto	Valoración de la Gravedad	Factor de Significación
Rectificación de Cigüeñales	Uso del agua procedente de fuentes municipales	WU01	Se utiliza agua en la preparación de la emulsión del fluido de corte.	Directo	2	3	6
	Uso de electricidad de diversas fuentes	EU09	Se requiere de electricidad para energizar las máquinas. Reducción de recursos no renovables.	Indirecto	2	1	2
	Uso de aceites hidráulicos, lubricantes, etc.	CU05	Se utiliza lubricante como fluido para los sistemas hidráulicos de las máquinas. Se utiliza aceite soluble para el enfriamiento de las herramientas de corte y piezas a ser tratadas.	Directo	2	2	4
	Almacenaje de productos químicos	ST01	El almacenamiento de productos químicos se lo realiza en un área específica, pero no cumple con las condiciones técnicas exigidas en la norma INEN 2266.	Directo	3	2	6
	Almacenaje de residuos (no peligrosos, restringidos o especiales)	ST04	Para el almacenamiento de los desechos no peligrosos, se utiliza recipientes plásticos con capacidad aproximada para 5 galones. Los recipientes no se encuentran rotulados y no disponen de tapa. Se cuenta además con un recipiente, tanque metálico de 55 galones de capacidad donde son recolectados los desechos de los recipientes individuales. Las virutas metálicas resultan del material removido de la pieza original son almacenados en tanques de 55 galones de capacidad para luego ser recicladas.	Directo	3	1	3
	Almacenaje de residuos peligrosos, restringidos o especiales	ST05	Los lodos tienen una composición de pequeñas partículas metálicas arrancadas a la pieza, fluido de corte y material abrasivo. Los desechos sólidos peligrosos como los lodos, son almacenados en canecas plásticas sin rotulación. Los aceites, lubricantes y líquidos refrigerante o de corte, son almacenados en un tanque metálicos con capacidad para 55 galones sin rotular.	Directo	3	3	9
	Desecho al depósito municipal	DL01	Los desechos no peligrosos son recolectados por el servicio municipal y trasladados hasta el relleno sanitario del cantón.	Directo	3	1	3
	Desecho de sustancias peligrosas, restringidas o especiales	DL05	La empresa no ha realizado la gestión de entrega y eliminación de los desechos peligrosos a un gestor ambiental autorizado.	Directo	3	3	9
	Ruido, olores	OT02	Baja exposición al ruido por parte de los operarios, se observó que no utilizan protección auditiva.	Directo	2	1	2
Riesgo para la seguridad e higiene laboral	AB04	El personal no cuenta con equipo de protección personal.	Directo	1	1	1	
Limpieza de cabezote	Uso del agua procedente de fuentes municipales	WU01	Para comprobar que no existan fisuras en el cabezote, se realiza una prueba hidrostática, para lo cual se sellan todos los conductos del cabezote, y se inyecta fluido a 40 lb. de presión.	Directo	2	3	6
	Uso de electricidad de diversas fuentes	EU09	Se requiere de electricidad para energizar las máquinas. Reducción de recursos no renovables.	Indirecto	2	1	2
	Vertido de efluente a un servicio de tratamiento	EW01	Previo a la descarga del agua de la prueba hidrostática, ésta pasa a través de una trampa de aceites y grasas. Se realiza una limpieza semanal de la trampa de aceites y grasas, aunque no se registran las fechas. Se separa la parte líquida en tanques de 55 gl. y se saca luego los sólidos que se envían al tacho de basura.	Directo	3	3	9
	Riesgo para la seguridad e higiene laboral	AB04	El personal no cuenta con equipo de protección personal.	Directo	1	1	1

APÉNDICE F
FICHAS AMBIENTALES

MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

A. MEDIDA No. 1

Buenas prácticas.

B. OBJETIVO.

Reducir el consumo de aceites refrigerantes con la finalidad de prolongar su tiempo de vida útil.

C. POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS ENFRENTADOS.

Contaminación de agua.

D. ACTIVIDAD No. 1

Revisión de aceites refrigerantes.

Acciones y procedimientos a desarrollar

- Revisar la concentración de aceites refrigerantes mezclados con agua, en coordinación con el proveedor del aceite refrigerante y el fabricante de la máquina, para establecer acciones de disminución de su consumo.
- Mantener el refrigerante y su sumidero libre de impurezas, para disminuir su consumo por efecto de recambios.
- Revisar el listado de aceites refrigerantes que se utilizan en las actividades de rectificado, a fin de verificar características similares que permitan la sustitución por un solo producto.
- Evitar compras innecesarias y en exceso de materias primas e insumos.

Documentos de referencia

Manual de operación de equipo.

Indicadores verificables de aplicación

Comparativo de aceites refrigerantes.
Registro de limpieza y mantenimiento de sumideros.

Resultados esperados

Disminución de recambio y uso de aceites refrigerantes.

Etapas de ejecución de la actividad

Operación.

Responsable (s) de la ejecución

Propietario.

Costo total de la medida

Costo directo nulo.

A. MEDIDA No. 1

Buenas prácticas.

B. OBJETIVO.

Evitar pérdidas de aceites refrigerantes por efecto de fugas y salpicaduras.

C. POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS ENFRENTADOS.

Contaminación de agua.

D. ACTIVIDAD No. 2

Aplicación de aceites refrigerantes.

Acciones y procedimientos a desarrollar

- Instalación de protectores contra salpicaduras o encapsulado de equipos.
- Adecuada aplicación del aceite refrigerante, al punto de trabajo.
- Inspección y mantenimiento periódico de empaques, mangueras, juntas de mangueras, bridas, prensaestopas, válvulas y otras piezas que tienden a presentar fugas.

Documentos de referencia

Manual de operación de equipo.

Indicadores verificables de aplicación

Procedimiento de trabajo.
Registro de mantenimiento.

Resultados esperados

Disminuir las pérdidas por salpicaduras y fugas.

Etapas de ejecución de la actividad

Operación.

Responsable (s) de la ejecución

Propietario.

Costo total de la medida

US\$ 240

A. MEDIDA No. 1

Buenas prácticas.

B. OBJETIVO.

Disminuir los consumos de materiales e insumos.

C. POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS ENFRENTADOS.

Contaminación de agua. Consumo de energía.

D. ACTIVIDAD No. 3

Disminución de consumo de insumos.

Acciones y procedimientos a desarrollar

- Reducir la limpieza excesiva y enjuague entre las diversas fases del proceso.
- Revisar y reparar fugas en tuberías.
- Concienciar mediante charlas a los empleados el ahorro de agua.
- Mantener cerradas las llaves de agua cuando no estén siendo utilizadas.
- Devolver al proveedor los envases usados.
- Evitar el uso excesivo de insumos o materias primas. Verificar la dosificación de insumos.
- Disminuir el consumo de energía, mediante:
 - Estudiar el consumo eléctrico por área para poder establecer objetivos de reducción.
 - Desconectar los equipos de la toma de corriente, cuando existan períodos de tiempo largos en los que no se trabaja.
 - Mantener apagados los interruptores de luz en áreas sin utilizar.
 - Realizar campañas de concienciación sobre el ahorro energético.

Documentos de referencia

Planillas de servicios básicos. Control de existencias.

Indicadores verificables de aplicación

Procedimientos de trabajo. Registros de mantenimiento. Planillas de servicios básicos.

Resultados esperados

Disminuir consumos.

Etapas de ejecución de la actividad

Operación.

Responsable (s) de la ejecución

Propietario.

Costo total de la medida

Costo nulo.

A. MEDIDA No. 2

Construcción de reservorio decantador de aceites lubricantes refrigerantes.

B. OBJETIVO.

Disminuir la contaminación de aceites refrigerantes, maximizando su reúso.

C. POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS ENFRENTADOS.

Contaminación de agua.

D. ACTIVIDAD No. 1

Construcción de reservorio decantador de aceites lubricantes refrigerantes.

Acciones y procedimientos a desarrollar

- El reservorio debe ser de fácil desmonte, limpieza y acceso.
- Las esquinas del sumidero deben ser redondeadas para impedir la acumulación de impurezas.
- El reflujos de los aceites refrigerantes desde el punto de aplicación al depósito no debe ser impedido por superficies horizontales.
- Se calculó que el reservorio debe tener un área de espesado de 0,08 m², para obtener una carga de sólidos de 17 Kg/m².día. El cálculo para el diseño de decantador se encuentra en la sección 2.6.2.

Documentos de referencia

Norma de calidad de agua.

Indicadores verificables de aplicación

Memorias técnicas del reservorio.

Resultados esperados

Disminución de recambios de aceites refrigerantes.

Etapas de ejecución de la actividad

Operación.

Responsable (s) de la ejecución

Propietario.

Costo total de la medida

US\$ 1100

A. MEDIDA No. 3

Orden y Limpieza.

B. OBJETIVO.

Evitar paralizaciones innecesarias y accidentes laborales.

C. POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS ENFRENTADOS.

Riesgos de accidentes laborales.

D. ACTIVIDAD No. 1

Revisión de áreas de trabajo.

Acciones y procedimientos a desarrollar

- Designar un área para el almacenamiento de materiales e insumos. Se recomienda el uso de casilleros o armarios, en razón de los bajos volúmenes de insumos y herramientas que se utilizan.
- Los operarios deberán recoger y retornar todos los materiales y herramientas a sus áreas designadas, una vez concluido su uso.
- Mantener los pisos libres de vertidos para evitar caídas.
- No sobrepasar la capacidad de carga de las áreas de almacenamiento.
- Mantener libre de obstáculos las rutas de evacuación y elementos del sistema contra incendios (extintores, mangueras, etc.).

Documentos de referencia

Mapa de distribución de áreas.
Registro fotográfico.

Indicadores verificables de aplicación

Registro de inspecciones.
Registros fotográficos.

Resultados esperados

Mejor ambiente de trabajo en los distintos procesos de rectificado.

Etapas de ejecución de la actividad

Operación.

Responsable (s) de la ejecución

Propietario.

Costo total de la medida

US\$ 120

A. MEDIDA No. 4

Manejo de desechos líquidos.

B. OBJETIVO.

Evitar descargas de agua fuera de norma hacia el alcantarillado municipal.

C. POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS ENFRENTADOS.

Contaminación de agua.

D. ACTIVIDAD No. 1

Mejorar trampa de aceites y grasas.

Acciones y procedimientos a desarrollar

- Aumentar un 30% la capacidad de la primera cámara de la trampa de aceites y grasas, para que recolecte todas las descargas, de modo que sirva de tanque de homogenización, esto aumentará el tiempo de retención del agua y se obtendrá una mejor remoción de los sólidos en suspensión.
- Realizar la limpieza semanal de la trampa de aceites y grasas.
- Inspeccionar periódicamente los sistemas de drenaje (canales y cunetas) para evitar obstrucciones.
- Se deberá establecer procedimientos internos para el mantenimiento de los sistemas de drenaje, lo cual incluye separadores agua-aceite.

Documentos de referencia

Norma de calidad de agua.

Indicadores verificables de aplicación

Registro de limpieza y mantenimiento de trampas de aceites y grasas, y sistema de drenaje interno.

Registro fotográfico.

Resultados esperados

Descargas de agua cumpliendo con parámetros de calidad de agua.

Etapas de ejecución de la actividad

Operación.

Responsable (s) de la ejecución

Propietario.

Costo total de la medida

US\$ 180

A. MEDIDA No. 5

Manejo de desechos sólidos.

B. OBJETIVO.

Evitar la contaminación de los desechos comunes con aceites, grasas o combustibles.

C. POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS ENFRENTADOS.

Contaminación de suelo y agua.

D. ACTIVIDAD No. 1

Segregar los desechos.

Acciones y procedimientos a desarrollar

- Todo desecho sólido (trapos, cartones, papeles, franelas, guaiques, fundas, etc.) que estuviere impregnados con hidrocarburos (aceites, grasas, combustible, etc.), deben ser separados de los residuos considerados comunes.
- Se deberá contar con un recipiente para la colección de los desechos comunes en el área de rectificado.
- Señalizar el sitio de almacenamiento de desechos comunes.
- Capacitar al personal acerca del adecuado manejo de los desechos.
- Implementar procedimientos escritos, para la manipulación y almacenamiento temporal de estos desechos.

Documentos de referencia

Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos.

Indicadores verificables de aplicación

Registros fotográficos.

Resultados esperados

Adecuada gestión de desechos.

Etapas de ejecución de la actividad

Operación.

Responsable (s) de la ejecución

Propietario.

Costo total de la medida

Costo nulo.

A. MEDIDA No. 5

Manejo de residuos sólidos

B. OBJETIVO.

Reciclar materiales metálicos como chatarra.

C. POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS ENFRENTADOS.

Contaminación de suelo.

D. ACTIVIDAD No. 2

Reciclaje de chatarra.

Acciones y procedimientos a desarrollar

- Recolectar y comercializar por separado los aceros normales y aceros finos.
- Comercializar como chatarra los productos fuera de especificación (piezas defectuosas).
- El reciclaje debe ser realizado con empresas autorizadas por la autoridad ambiental de aplicación.

Documentos de referencia

Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos.

Indicadores verificables de aplicación

Registros de entrega recepción de los materiales.
Registros fotográficos.

Resultados esperados

Adecuada gestión de residuos.

Etapas de ejecución de la actividad

Operación.

Responsable (s) de la ejecución

Propietario.

Costo total de la medida

Costo nulo.

A. MEDIDA No. 6

Manejo de desechos líquidos peligrosos

B. OBJETIVO.

Evitar contaminación por aceites usados.

C. POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS ENFRENTADOS.

Contaminación de suelo y agua.

D. ACTIVIDAD No. 1

Capacitación y procedimiento.

Acciones y procedimientos a desarrollar

- Capacitar y concienciar al personal acerca del adecuado manejo de los residuos de aceites usados (lubricantes y refrigerantes).
- Implementar procedimientos escritos, para la manipulación y almacenamiento temporal de estos residuos.

Documentos de referencia

Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y Criterios de Remediación para Suelos Contaminados.

Indicadores verificables de aplicación

Registros de generación de desechos peligrosos.
Registro de capacitación.
Registros fotográficos.

Resultados esperados

Adecuada gestión de residuos.

Etapas de ejecución de la actividad

Operación.

Responsable (s) de la ejecución

Propietario.

Costo total de la medida

US\$ 120

MANEJO DE DESECHOS

A. MEDIDA No. 1

Manejo de desechos sólidos comunes.

B. OBJETIVO.

Evitar contaminación por una inadecuada disposición de desechos comunes.

C. POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS ENFRENTADOS.

Contaminación de suelo.

D. ACTIVIDAD No. 1

Generación.

Acciones y procedimientos a desarrollar

- Caracterizar los desechos que se generan en las diferentes áreas.
- Analizar los procesos donde sea posible ahorrar o reutilizar materiales, optimizando o mejorando sus operaciones.
- Establecer registros de los desechos que se generan, lo cual debe incluir: origen, cantidad, tipo de desecho, método de disposición. En el apéndice H se incluye el formato para el registro.
- El ahorro de papel (hojas, sobres, etc.) y su reutilización, es una de las prácticas ambientales más comunes.

Documentos de referencia

Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos.

Indicadores verificables de aplicación

Registro de generación de desechos. Registros fotográficos.

Resultados esperados

Reducir los desechos que van hacia el relleno sanitario.

Etapas de ejecución de la actividad

Operación.

Responsable (s) de la ejecución

Todo el personal.

Costo total de la medida

Costo internalizado o nulo.

A. MEDIDA No. 1

Manejo de desechos sólidos comunes.

B. OBJETIVO.

Evitar contaminación por una inadecuada disposición de desechos comunes.

C. POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS ENFRENTADOS.

Contaminación de suelo.

D. ACTIVIDAD No. 2

Manipulación y almacenamiento.

Acciones y procedimientos a desarrollar

- Los recipientes utilizados en el almacenamiento de desechos deberán estar provistos de funda y tapa, para evitar que éstos se encuentren al descubierto y en contacto con el medio.
- Los recipientes se utilizarán estrictamente para el tipo de desechos a almacenar, por lo que no se puede mezclar desechos comunes con desechos peligrosos.
- Los recipientes deberán ser inspeccionados periódicamente para evitar el escape de líquidos a través de las paredes o del fondo.
- Se debe destinar un área específica para el almacenamiento de desechos.
- El área deberá estar cubierta y su piso permitir una limpieza fácil, así como a su acceso.
- El área de almacenamiento debe estar rotulada.

Documentos de referencia

Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos.

Indicadores verificables de aplicación

Registro de generación de desechos.

Resultados esperados

Disponer los desechos comunes de acuerdo a norma.

Etapa de ejecución de la actividad

Operación.

Responsable (s) de la ejecución

Todo el personal.

Costo total de la medida

US\$ 130

A. MEDIDA No. 1

Manejo de desechos sólidos comunes.

B. OBJETIVO.

Evitar contaminación por una inadecuada disposición de desechos comunes.

C. POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS ENFRENTADOS.

Contaminación de suelo.

D. ACTIVIDAD No. 3

Disposición final.

Acciones y procedimientos a desarrollar

- Los desechos deben ser entregados en fundas cerradas al servicio de recolección del cantón en los sitios y horarios que se disponga.
- Cuando las operaciones de carga de los recipientes de almacenamiento originen el derrame de basuras, estas deberán ser recogidas de manera inmediata.

Documentos de referencia

Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos.

Indicadores verificables de aplicación

Registro de generación de desechos.
Registro fotográfico.

Resultados esperados

Disponer los desechos comunes de acuerdo a norma.

Etapas de ejecución de la actividad

Operación.

Responsable (s) de la ejecución

Todo el personal.

Costo total de la medida

Costo internalizado o nulo.

A. MEDIDA No. 2

Manejo de desechos peligrosos.

B. OBJETIVO.

Garantizar el cumplimiento de la Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos peligrosos.

C. POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS ENFRENTADOS.

Contaminación de suelo.

D. ACTIVIDAD No. 1

Recipientes.

Acciones y procedimientos a desarrollar

- Los desechos peligrosos deberán ser almacenados en recipientes con cierre hermético.
- Los recipientes deberán estar debidamente identificados y rotulados.
- Se recomienda el uso de recipientes metálicos con tapa, con una capacidad de 200 litros (55 galones). Uno para aceites lubricantes, uno para aceites refrigerantes, uno para sólidos y uno para lodos.
- Se evitará el almacenamiento en un mismo recipiente de diferentes tipos de desechos que pudieran reaccionar.
- Se recomienda colocar los recipientes sobre pallets, para facilitar la inspección y determinar si existen fugas o derrames.

Documentos de referencia

Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos peligrosos.

Indicadores verificables de aplicación

Registro de generación de desechos peligrosos.

Resultados esperados

Disponer los desechos peligrosos de acuerdo a norma.

Etapas de ejecución de la actividad

Operación.

Responsable (s) de la ejecución

Todo el personal.

Costo total de la medida

US\$ 60

A. MEDIDA No. 1

Manejo de desechos peligrosos.

B. OBJETIVO.

Garantizar el cumplimiento de la Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos peligrosos.

C. POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS ENFRENTADOS.

Contaminación de suelo y agua.

D. ACTIVIDAD No. 2

Área de almacenamiento.

Acciones y procedimientos a desarrollar

- Deberá estar claramente identificada mediante rótulos, de acuerdo a las características de los desechos a almacenar.
- Deberá ser de fácil acceso para su inspección en caso de fugas.
- El área deberá ser ventilada y estar protegida de la lluvia.
- Su drenaje deberá estar conectado a un sumidero y no se conectará al sistema de aguas lluvias o servidas.
- El piso no deberá permitir infiltraciones.
- Los desechos deberán estar identificados mediante etiquetas.
- Se deberá contar con un extintor en un lugar visible y debidamente señalado.

Documentos de referencia

Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos peligrosos.
Norma INEN 2266. Transporte y almacenamiento de productos químicos.

Indicadores verificables de aplicación

Registros fotográficos.

Resultados esperados

Disponer los desechos peligrosos de acuerdo a norma.

Etapas de ejecución de la actividad

Operación.

Responsable (s) de la ejecución

Propietario.

Costo total de la medida

US\$ 250

A. MEDIDA No. 1

Manejo de desechos peligrosos.

B. OBJETIVO.

Garantizar el cumplimiento de la Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos peligrosos.

C. POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS ENFRENTADOS.

Contaminación de suelo y agua.

D. ACTIVIDAD No. 3

Disposición final.

Acciones y procedimientos a desarrollar

- Los desechos peligrosos deberán ser entregados a gestores ambientales autorizados para ejecutar el transporte y disposición final de los desechos peligrosos.
- La rectificadora debe registrarse como generador de desechos peligrosos.
- Se deberá llevar un inventario de los desechos peligrosos generados registrando los tipos, cantidades y fecha de ingreso al área de almacenamiento temporal. Ver apéndice H.
- Se deberá realizar la declaración anual de los desechos peligrosos.
- Se recomienda que todo material o insumo (sustancia química) que llegara a caducarse, sea devuelto a su proveedor para que este disponga adecuadamente de la misma.

Documentos de referencia

Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos peligrosos.

Indicadores verificables de aplicación

Registro generador de desechos peligrosos. Licencia ambiental del gestor ambiental que presta el servicio de transporte y eliminación de desechos peligrosos. Manifiesto único de transporte y eliminación de desechos peligrosos. Certificados de destrucción de desechos peligrosos. Declaración anual de desechos peligrosos. Registros fotográficos.

Resultados esperados

Disponer los desechos peligrosos de acuerdo a norma.

Etapas de ejecución de la actividad

Operación.

Responsable (s) de la ejecución

Propietario.

Costo total de la medida

US\$ 750

PLAN DE CONTINGENCIA

A. MEDIDA No. 1

Manejo de contingencias.

B. OBJETIVO.

Proveer un sistema efectivo de detección y aviso para controlar accidentes, incendios o derrames.

C. POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS ENFRENTADOS.

Accidentes laborales y de terceros.

D. ACTIVIDAD No. 1

Implementar procedimiento.

Acciones y procedimientos a desarrollar

- Dar la voz de alarma.
- Identificar el origen del problema.
- Organizar el equipo de contención.
- Aislar el área.
- Iniciar las labores de control.
- Evaluar los daños y las pérdidas.
- Reportar el incidente.

Documentos de referencia

Reglamento de seguridad y salud de los Trabajadores y mejoramiento del medio Ambiente de trabajo.

Indicadores verificables de aplicación

Registros de capacitación. Registro de simulacros. Registros fotográficos.

Resultados esperados

Minimizar los riesgos que puedan afectar al hombre y su medio ambiente.

Etapas de ejecución de la actividad

Operación.

Responsable (s) de la ejecución

Propietario.

Costo total de la medida

US\$ 350

A. MEDIDA No. 1

Manejo de contingencias.

B. OBJETIVO.

Proveer un sistema efectivo de detección y aviso para controlar accidentes, incendios o derrames.

C. POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS ENFRENTADOS.

Accidentes laborales y de terceros.

D. ACTIVIDAD No. 2

Emergencia.

Acciones y procedimientos a desarrollar

- Establecer una ruta de evacuación y punto de encuentro, que permita a los trabajadores evacuar todos los lugares de trabajo rápidamente.
- Se recomienda que el espacio libre en puertas y pasos previstos como ruta de evacuación sea igual o mayor que 800 mm.
- Las vías y rutas de evacuación deberán permanecer libres de obstáculos y desembocar en una zona de seguridad o punto de encuentro.

Documentos de referencia

Reglamento de seguridad y salud de los Trabajadores y mejoramiento del medio Ambiente de trabajo.

Indicadores verificables de aplicación

Registros de capacitación.
Registro de simulacros.
Registros fotográficos.

Resultados esperados

Minimizar los riesgos que puedan afectar al hombre y su medio ambiente.

Etapa de ejecución de la actividad

Operación.

Responsable (s) de la ejecución

Propietario.

Costo total de la medida

US\$ 180

PLAN SEGUIMIENTO Y MONITOREO

A. MEDIDA No. 1

Monitoreo y seguimiento.

B. OBJETIVO.

Verificar el cumplimiento de las descargas con las normas de calidad ambiental.

C. POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS ENFRENTADOS.

Contaminación de suelo y agua.

D. ACTIVIDAD No. 1

Monitoreo de descargas de aguas residuales.

Acciones y procedimientos a desarrollar

- Realizar un muestreo y análisis trimestral de las descargas de agua residuales.
- Parámetros de análisis: pH, temperatura, aceites y grasas, sólidos en suspensión y demanda bioquímica de oxígeno.
- El análisis debe ser realizado por un laboratorio acreditado por el Organismo de Acreditación Ecuatoriano (OAE).

Documentos de referencia

Norma de calidad de agua.

Indicadores verificables de aplicación

Informe de resultados de laboratorio.
Registros fotográficos.

Resultados esperados

Descarga en cumplimiento con los parámetros estipulados en la norma.

Etapa de ejecución de la actividad

Operación.

Responsable (s) de la ejecución

Propietario.

Costo total de la medida

US\$ 480

A. MEDIDA No. 1

Monitoreo y seguimiento.

B. OBJETIVO.

Generar información que permita conocer el grado de implementación de las medidas ambientales.

C. POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS ENFRENTADOS.

Generación de desechos.

Higiene y seguridad.

Capacitación.

D. ACTIVIDAD No. 2

Elaboración de registros.

Acciones y procedimientos a desarrollar

- Se adjunta en el apéndice H los formatos de los registros que se deberán implementar.

Documentos de referencia

Plan de Manejo Ambiental.

Indicadores verificables de aplicación

Registros.

Resultados esperados

Fortalecer la implementación del PMA.

Etapas de ejecución de la actividad

Operación.

Responsable (s) de la ejecución

Propietario.

Costo total de la medida

US\$ 20

PLAN HIGIENE Y SEGURIDAD DE LOS TRABAJADORES

A. MEDIDA No. 1

Cumplimiento de normas.

B. OBJETIVO.

Promover la observancia de las disposiciones sobre prevención de riesgos profesionales, establecidas en el D.E. 2393.

C. POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS ENFRENTADOS.

Accidentes laborales.

D. ACTIVIDAD No. 1

Condiciones generales.

Acciones y procedimientos a desarrollar

- Todo el personal debe someterse a un examen médico ocupacional anual.
- Identificar las actividades de riesgo que deben contar con procedimientos de seguridad específicos.
- Verificar las condiciones de trabajo diariamente, con la finalidad de minimizar sus riesgos.
- Contar con un botiquín de primeros auxilios con medicinas e insumos en perfecto estado.
- Implementar charlas semanales sobre normas elementales de higiene y seguridad laboral.
- Capacitar en primeros auxilios a los trabajador, esto permitirá atender emergencias.

Documentos de referencia

Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente del Trabajo.

Indicadores verificables de aplicación

Exámenes de laboratorio. Registro de charlas. Registros fotográficos.

Resultados esperados

Prevenir accidentes.

Etapa de ejecución de la actividad

Operación.

Responsable (s) de la ejecución

Propietario.

Costo total de la medida

US\$ 480

A. MEDIDA No. 1

Cumplimiento de normas.

B. OBJETIVO.

Proteger al personal de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud en su actividad diaria laboral.

C. POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS ENFRENTADOS.

Accidentes laborales.

D. ACTIVIDAD No. 2

Dotar de equipo de protección personal (EPP).

Acciones y procedimientos a desarrollar

- La utilización de equipo de protección personal es de carácter obligatorio.
- Dotación mínima recomendada de EPP:
 - Gafas de protección para los ojos, en las actividades donde se realice desbaste de material que puedan causar proyección de sólidos y líquidos.
 - Protección auditiva en actividades que generen niveles de ruido \geq a 75 decibeles.
 - Proveer guantes a los trabajadores, de acuerdo al caso.
 - Utilizar de forma permanente en toda la instalación, botas de seguridad de media caña, con suela de seguridad a prueba de aceites, protección metálica en las puntillas.
 - Dotar de ropa adecuada al tipo de trabajo a realizar.
- Capacitar a los trabajadores sobre el uso correcto del EPP.
- Ningún empleado deberá utilizar cadenas, anillos, etc., durante las actividades laborales.

Documentos de referencia

D.E. 2393.

Indicadores verificables de aplicación

Registro de entrega de EPP.

Resultados esperados

Prevenir accidentes.

Etapas de ejecución de la actividad

Operación.

Responsable (s) de la ejecución

Propietario.

Costo total de la medida

US\$ 1122

A. MEDIDA No. 2

Demarcación de áreas de trabajo.

B. OBJETIVO.

Sectorizar y organizar los ambientes de trabajo.

C. POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS ENFRENTADOS.

Accidentes laborales.

D. ACTIVIDAD No. 1

Demarcación de áreas de trabajo.

Acciones y procedimientos a desarrollar

- Señalización horizontal por equipo.
- La distancia mínima entre las partes fijas o móviles más salientes de equipos independientes, nunca será inferior a 800 milímetros.
- Instalación de señalización vertical por área de trabajo de acuerdo con norma INEN 439.
- Se recomienda que los rótulos tengan dimensiones de 200 x 400 mm.
- Los materiales de los rótulos serán resistentes en las condiciones normales de uso y montados sobre las paredes del taller.
- Los rótulos deberán ser ubicados de tal forma que no se desprendan o se caigan por algún tipo de intervención.
- Capacitar al personal sobre la existencia, situación y significado de la señalización de seguridad empleada en el taller.

Documentos de referencia

D.E. 2393.

Indicadores verificables de aplicación

Registro fotográfico.

Resultados esperados

Mejoramiento de las condiciones de trabajo.

Etapas de ejecución de la actividad

Operación.

Responsable (s) de la ejecución

Propietario.

Costo total de la medida

US\$ 240

PLAN DE CAPACITACIÓN

A. MEDIDA No. 1

Dictado de charlas.

B. OBJETIVO.

Concientizar al personal sobre la importancia del cuidado y conservación del medio ambiente.

C. POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS ENFRENTADOS.

Contaminación de suelo y agua. Accidentes laborales.

D. ACTIVIDAD No. 1

Charlas de concienciación.

Acciones y procedimientos a desarrollar

- Las charlas tendrán una duración de 60 minutos.
- Los temas a tratar deberán ser concretos, prácticos y de fácil comprensión, se recomienda:
 - Normas de higiene y seguridad.
 - Manejo EPP.
 - Riesgos en el trabajo.
 - Primeros auxilios.
 - Respuesta ante emergencias.
 - Manejo de desechos.
 - Orden y limpieza.
 - Uso responsable de agua y energía.
- Se recomienda la implementación de afiches.
- Se llevará un registro de charlas, donde se detallará la fecha, el tema tratado, los nombres del personal y las observaciones si las hubiere. Ver Apéndice H.

Documentos de referencia

PMA.

Indicadores verificables de aplicación

Registro de capacitación. Registros fotográficos.

Resultados esperados

Fortalecer el conocimiento del PMA.

Etapas de ejecución de la actividad

Operación.

Responsable (s) de la ejecución

Propietario.

Costo total de la medida

US\$ 800

APÉNDICE G
RESUMEN DE PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

No	Aspecto Ambiental	Medida Propuesta	Acciones y Procedimientos a ejecutar	Efecto Esperado	Responsable	Ejecución		Costo Estimado	Observaciones
						Momento	Frecuencia		
1	Manejo de desechos	Buenas Prácticas - Revisión de aceites refrigerantes	Revisar la concentración de aceites refrigerantes mezclados con agua, en coordinación con el proveedor del aceite refrigerante y el fabricante de la máquina, para establecer acciones de disminución de su consumo.	Disminución de recambio y uso de aceites refrigerantes.	Propietario	Inmediato	Una sola vez	Nulo	La degradación del fluido da lugar a una reducción de la capacidad de lubricar y de transferir calor fuera del sistema. Si el efecto de la emulsión del aceite refrigerante se reduce rápidamente, la calidad de las piezas elaboradas disminuye y el desperdicio de piezas aumenta. Por lo que es de suma importancia la revisión de los aceites refrigerantes
			Mantener el refrigerante y su sumidero libre de impurezas, para disminuir su consumo por efecto de recambios.		Operario	Inmediato	Diario		
			Revisar el listado de aceites refrigerantes que se utilizan en las actividades de rectificado, a fin de verificar características similares que permitan la sustitución por un solo producto.		Propietario	Inmediato	Una sola vez		
			Evitar compras innecesarias y en exceso de materias primas e insumos.		Propietario	Inmediato	Permanente		
2	Manejo de aguas residuales	Buenas Prácticas - Aplicación de aceites refrigerantes.	Instalación de protectores contra salpicaduras o encapsulado de equipos.	Disminuir las pérdidas por salpicaduras y fugas.	Propietario	Inmediato	Una sola vez	Nulo	Los equipos, sus resguardos y demás dispositivos deben ser inspeccionados y sometidos a las actividades de mantenimiento establecidos por el fabricante, o que aconseje el buen funcionamiento de las mismas, tendiente a
			Adecuada aplicación del aceite refrigerante, al punto de trabajo.		Operario	Inmediato	Permanente		
			Inspección y mantenimiento periódico de empaques, mangueras, juntas de mangueras, bridas, prensaestopas, válvulas y otras piezas que tienden a presentar fugas.		Operario	Inmediato	Permanente		

No	Aspecto Ambiental	Medida Propuesta	Acciones y Procedimientos a ejecutar	Efecto Esperado	Responsable	Ejecución		Costo Estimado	Observaciones
						Momento	Frecuencia		
3	Manejo de agua	Buenas Prácticas - Disminución de consumo de insumos.	Reducir la limpieza excesiva y enjuague entre las diversas fases del proceso.	Disminuir el consumo de agua.	Operario	Inmediato	Permanente	Nulo	Básicamente la normalización de procedimientos de trabajos, sumado a capacitaciones de los operarios, ayuda a evitar despilfarros importantes de recursos.
			Revisar y reparar fugas en tuberías.		Operario	Inmediato	Permanente		
			Concienciar mediante charlas a los empleados el ahorro de agua.		Propietario	Inmediato	Permanente		
			Mantener cerradas las llaves de agua cuando no estén siendo utilizadas.		Todo el personal	Inmediato	Permanente		
	Manejo de desechos	Buenas Prácticas - Disminución de consumo de insumos.	Devolver al proveedor los envases usados de productos químicos.	Disminuir la generación de desechos.	Propietario	Inmediato	Permanente	Nulo	Se recomienda que se adopte como práctica solo el recambio de producto, esto es entregar al proveedor los envases vacíos por llenos.
			Evitar el uso excesivo de insumos o materias primas.		Operario	Inmediato	Permanente		
			Verificar la dosificación de insumos.		Operario	Inmediato	Permanente		
	Consumo de energía	Buenas Prácticas - Disminución de consumo de insumos.	Disminuir el consumo de energía, mediante:	Disminuir el consumo de energía	Propietario	Inmediato	Mensualmente	Nulo	Se prioriza la prevención de la contaminación a través del ahorro de energía, agua y materia prima.
			- Estudiar el consumo eléctrico por área para establecer objetivos de reducción.						
			- Desconectar los equipos de la toma de corriente, cuando existan períodos de tiempo largos en los que no se trabaja.						
			- Mantener apagados los interruptores de luz en áreas sin utilizar.						
			- Realizar campañas de concienciación sobre el ahorro energético.		Propietario	Inmediato	Mensualmente		
4	Manejo de agua y de desechos	Construcción de reservorio decantador de	El reservorio debe ser de fácil desmonte, limpieza y acceso. Las esquinas del sumidero	Disminuir la contaminación de aceites	Propietario	Inmediato	Una sola vez	US\$ 1100	Se calculó que el reservorio debe tener un

No	Aspecto Ambiental	Medida Propuesta	Acciones y Procedimientos a ejecutar	Efecto Esperado	Responsable	Ejecución		Costo Estimado	Observaciones	
						Momento	Frecuencia			
	peligrosos	aceites lubricantes refrigerantes.	deben ser redondeadas para impedir la acumulación de impurezas. El reflujó de los aceites refrigerantes desde el punto de aplicación al depósito no debe ser impedido por superficies horizontales.	refrigerantes, maximizando su reúso.					área de espesado de lodos de 0.08 m ² , un área de clarificación de 0.14 m ² , para obtener una carga de sólidos de 17 Kg/m ² .día.	
5	Seguridad laboral	Orden y Limpieza.	Designar un área para el almacenamiento de materiales e insumos. Se recomienda el uso de casilleros o armarios, en razón de los bajos volúmenes de insumos y herramientas que se utilizan.	Evitar paralizaciones innecesarias y accidentes laborales.	Propietario	Inmediato	Una sola vez	US\$120		
			Recoger y retornar todos los materiales y herramientas a sus áreas designadas, una vez concluido su uso.			Operarios	Inmediato			Permanente
			Evitar la acumulación de desechos en las áreas de trabajo.			Operarios	Inmediato			Permanente
			Mantener los pisos libres de vertidos para evitar caídas.			Operarios	Inmediato			Permanente
			Informar la avería de equipos y herramientas.			Operarios	Inmediato			Permanente
			No sobrepasar la capacidad de carga de las áreas de almacenamiento.			Operarios	Inmediato			Permanente
			Mantener libre de obstáculos las rutas de evacuación y elementos del sistema contra incendios (extintores, mangueras, etc.).			Todo el personal	Inmediato			Permanente
6	Manejo de agua	Mejorar trampa de aceites y grasas.	Aumentar un 30% la capacidad de la primera cámara de la trampa de aceites y grasas, para que recolecte todas las descargas, de modo que sirva de tanque de homogenización, esto aumentará el tiempo de retención del agua y se obtendrá una mejor remoción	Evitar descargas de agua fuera de norma hacia el alcantarillado municipal.	Propietario	Inmediato	Una sola vez	US\$120	La trampa de aceites y grasas instalada, responde a un diseño estándar, habiendo revisado los caudales de agua se estima	

No	Aspecto Ambiental	Medida Propuesta	Acciones y Procedimientos a ejecutar	Efecto Esperado	Responsable	Ejecución		Costo Estimado	Observaciones
						Momento	Frecuencia		
			de los sólidos en suspensión. Realizar la limpieza semanal de la trampa de aceites y grasas. Inspeccionar periódicamente los sistemas de drenaje (canales y cunetas) para evitar obstrucciones. Se deberá establecer procedimientos internos para el mantenimiento de los sistemas de drenaje, lo cual incluye separadores agua-aceite.		Operarios Operarios Propietario	Inmediato Inmediato Inmediato	Semanal Semanal Una sola vez		que con la medida propuesta se obtendrá una notable mejora.
7	Manejo de desechos	Segregación de desechos.	Todo desecho sólido (trapos, cartones, papeles, franelas, guaipes, fundas, etc.) que estuviere impregnados con hidrocarburos (aceites, grasas, combustible, etc.), deben ser separados de los residuos considerados comunes. Se deberá contar con un recipiente para la colección de los desechos comunes en el área de rectificado. Señalar el sitio de almacenamiento de desechos comunes. Capacitar al personal acerca del adecuado manejo de los desechos. Implementar procedimientos escritos, para la manipulación y almacenamiento temporal de estos desechos.	Evitar la contaminación de los desechos comunes con aceites, grasas o combustibles.	Operarios Propietario Propietario Propietario Propietario	Inmediato Inmediato Inmediato Inmediato Inmediato	Permanente Una sola vez Una sola vez Mensualmente Mensualmente	Nulo	Se prevé que la implementación de esta medida puede ser realizada durante el primer mes.
8	Manejo de desechos	Reciclaje de chatarra.	Recolectar y comercializar por separado los aceros normales y aceros finos. Comercializar como chatarra los productos fuera de especificación (piezas defectuosas). El reciclaje debe ser realizado con empresas autorizadas por la autoridad ambiental de aplicación.	Adecuada gestión de residuos.	Propietario	Inmediato	Permanente	Nulo	Si no se dispone de empresas autorizadas, será necesaria la consulta a la autoridad para establecer quienes pueden prestar este servicio.

No	Aspecto Ambiental	Medida Propuesta	Acciones y Procedimientos a ejecutar	Efecto Esperado	Responsable	Ejecución		Costo Estimado	Observaciones
						Momento	Frecuencia		
9	Manejo de desechos	Manejo de desechos líquidos peligrosos - Capacitación y procedimiento.	Capacitar y concienciar al personal acerca del adecuado manejo de los residuos de aceites usados (lubricantes y refrigerantes).	Evitar contaminación por aceites usados.	Propietario	Inmediato	Mensualmente	US\$ 120	La capacitación le permitirá al personal conocer de qué forma debe conducirse en sus labores en el manejo de estos desechos peligrosos.
			Implementar procedimientos escritos, para la manipulación y almacenamiento temporal de estos residuos.		Propietario	Inmediato	Una sola vez		

PLAN DE MANEJO DE DESECHOS

No	Aspecto Ambiental	Medida Propuesta	Acciones y Procedimientos a ejecutar	Efecto Esperado	Responsable	Ejecución		Costo Estimado	Observaciones
						Momento	Frecuencia		
1	Manejo de desechos	Manejo de desechos sólidos comunes - Generación	Caracterizar los desechos que se generan en las diferentes áreas.	Reducir los desechos que van hacia el relleno sanitario.	Propietario	Inmediato	Una sola vez	Nulo	En el apéndice H se incluye un formato para el registro.
			Analizar los procesos donde sea posible ahorrar o reutilizar materiales, optimizando o mejorando sus operaciones.		Propietario	Inmediato	Permanente		
			Establecer registros de los desechos que se generan, lo cual debe incluir: origen, cantidad, tipo de desecho, método de disposición.		Propietario	Inmediato	Permanente		
			El ahorro de papel (hojas, sobres, etc.) y la reutilización del mismo, es una de las prácticas ambientales más comunes.		Personal administrativo	Inmediato	Permanente		
2	Manejo de desechos	Manejo de desechos sólidos comunes - Manipulación y almacenamiento.	Los recipientes utilizados en el almacenamiento de desechos deberán estar provistos de funda y tapa, para evitar que éstos se encuentren al descubierto y en contacto con el medio.	Evitar contaminación por una inadecuada disposición de desechos comunes.	Propietario	Inmediato	Permanente	US\$ 130	El taller de rectificadado está totalmente cubierto y sus pisos son de hormigón, por lo que se recomienda el área de recepción de motores, el cual cuenta con espacio suficiente para la colocación de los recipientes.
			Los recipientes se utilizarán estrictamente para el tipo de desechos a almacenar, por lo que no se puede mezclar desechos comunes con desechos peligrosos.		Operarios	Inmediato	Permanente		
			Los recipientes deberán ser inspeccionados periódicamente para evitar el escape de líquidos a través de las paredes o del fondo.		Operarios	Inmediato	Permanente		
			Se debe destinar un área específica para el almacenamiento de desechos.		Propietario	Inmediato	Una sola vez		
			El área deberá estar cubierta y su piso permitir una limpieza fácil, así como a su acceso.		Propietario	Inmediato	Una sola vez		
			El área de almacenamiento		Propietario	Inmediato	Una sola vez		

No	Aspecto Ambiental	Medida Propuesta	Acciones y Procedimientos a ejecutar debe estar rotulada.	Efecto Esperado	Responsable	Ejecución		Costo Estimado	Observaciones
						Momento	Frecuencia		
3	Manejo de desechos	Manejo de desechos sólidos comunes - Disposición final.	Los desechos deben ser entregados en fundas cerradas al servicio de recolección del cantón en los sitios y horarios que se disponga. Cuando las operaciones de carga de los recipientes de almacenamiento originen el derrame de basuras, estas deberán ser recogidas de manera inmediata.	Evitar contaminación por una inadecuada disposición de desechos comunes.	Operario	Inmediato	Permanente	Internalizado	
4	Manejo de desechos	Manejo de desechos peligrosos - Recipientes	Los desechos peligrosos deberán ser almacenados en recipientes con cierre hermético.	Garantizar el cumplimiento de la Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos peligrosos.	Propietario	Inmediato	Permanente	US\$ 60	Se recomienda que disponer de un recipiente para aceites lubricantes, uno para aceites refrigerantes, uno para sólidos y uno para lodos.
			Los recipientes deberán estar debidamente identificados y rotulados.		Propietario	Inmediato	Permanente		
			Se recomienda el uso de recipientes metálicos con tapa, con una capacidad de 200 litros (55 galones).		Propietario	Inmediato	Una sola vez		
			Se evitará el almacenamiento en un mismo recipiente de diferentes tipos de desechos que pudieran reaccionar.		Operarios	Inmediato	Permanente		
			Se recomienda colocar los recipientes sobre pallets, para facilitar la inspección y determinar si existen fugas o derrames.		Propietario	Inmediato	Una sola vez		
5	Manejo de desechos	Manejo de desechos peligrosos - Área de almacenamiento	Deberá estar claramente identificada mediante rótulos, de acuerdo a las características de los desechos a almacenar.	Garantizar el cumplimiento de la Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos peligrosos.	Propietario	Inmediato	Una sola vez	US\$ 250	Para el almacenamiento de los desechos peligrosos se recomienda tomar como referencia la norma INEN 2266: Transporte y almacenamiento de productos químicos.
			Deberá ser de fácil acceso para su inspección en caso de fugas.						
			El área deberá ser ventilada y estar protegida de la lluvia.						
			Su drenaje deberá estar conectado a un sumidero y no se conectará al sistema de aguas lluvias o servidas.						

No	Aspecto Ambiental	Medida Propuesta	Acciones y Procedimientos a ejecutar	Efecto Esperado	Responsable	Ejecución		Costo Estimado	Observaciones
						Momento	Frecuencia		
			El piso no deberá permitir infiltraciones. Los desechos deberán estar identificados mediante etiquetas.						
			Se deberá contar con un extintor en un lugar visible y debidamente señalizado.						
6	Manejo de desechos	Manejo de desechos peligrosos – Disposición final	Los desechos peligrosos deberán ser entregados a gestores ambientales autorizados para ejecutar el transporte y disposición final de los desechos peligrosos.	Garantizar el cumplimiento de la Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos peligrosos.	Propietario	Inmediato	Semestral	US\$ 250	
			La Rectificadora debe registrarse como generador de desechos peligrosos.		Propietario	Inmediato	Una sola vez		
			Se deberá llevar un inventario de los desechos peligrosos generados registrando los tipos, cantidades y fecha de ingreso al área de almacenamiento temporal.		Propietario	Inmediato	Permanente		
			Se deberá realizar la declaración anual de los desechos peligrosos.		Propietario	Inmediato	Anual		
			Se recomienda que todo material o insumo (sustancia química) que llegara a caducarse, sea devuelto a su proveedor para que este disponga adecuadamente de la misma.		Propietario	Inmediato	Permanente		

PLAN DE CONTINGENCIA

No	Aspecto Ambiental	Medida Propuesta	Acciones y Procedimientos a ejecutar	Efecto Esperado	Responsable	Ejecución		Costo Estimado	Observaciones
						Momento	Frecuencia		
1	Seguridad laboral	Plan de contingencia – Procedimiento	Implementar procedimiento	Proveer un sistema efectivo de detección y aviso para controlar accidentes, incendios o derrames	Propietario	Inmediato	Permanente	US\$ 350	
2	Seguridad laboral	Plan de contingencia – Emergencia	Establecer una ruta de evacuación y punto de encuentro, que permita a los trabajadores evacuar todos los lugares de trabajo rápidamente.	Minimizar los riesgos que puedan afectar al hombre y su medio ambiente.	Propietario	Inmediato	Una sola vez	US\$ 180	
			Se recomienda que el espacio libre en puertas y pasos previstos como ruta de evacuación sea igual o mayor que 800 mm.		Propietario	Inmediato	Una sola vez		
			Las vías y rutas de evacuación deberán permanecer libres de obstáculos y desembocar en una zona de seguridad o punto de encuentro.		Todo el personal	Inmediato	Permanente		

PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

No	Aspecto Ambiental	Medida Propuesta	Acciones y Procedimientos a ejecutar	Efecto Esperado	Responsable	Ejecución		Costo Estimado	Observaciones
						Momento	Frecuencia		
1	Manejo de agua	Monitoreo y seguimiento - Monitoreo de descargas de aguas residuales	Realizar un muestreo y análisis trimestral de las descargas de agua residuales. Parámetros de análisis: pH, temperatura, aceites y grasas, sólidos en suspensión y demanda bioquímica de oxígeno. El análisis debe ser realizado por un laboratorio acreditado por el Organismo de Acreditación Ecuatoriano (OAE).	Verificar el cumplimiento de las descargas con las normas de calidad ambiental.	Propietario	Inmediato	Trimestral	US\$ 480	Se recomienda el monitoreo trimestral de las descargas con la finalidad de obtener una data para verificar que las medidas propuestas son acordes con la realidad del taller de rectificación.
2	Manejo de agua Manejo de desechos Seguridad laboral	Monitoreo y seguimiento - Monitoreo de descargas de aguas residuales	Elaboración de registros.	Generar información que permita conocer el grado de implementación de las medidas ambientales.	Propietario	Inmediato	Una sola vez	US\$ 20	Se adjunta en el Apéndice H los formatos de los registros que se deberán implementar.

PLAN DE HIGIENE Y SEGURIDAD DE LOS TRABAJADORES

No	Aspecto Ambiental	Medida Propuesta	Acciones y Procedimientos a ejecutar	Efecto Esperado	Responsable	Ejecución		Costo Estimado	Observaciones
						Momento	Frecuencia		
1	Seguridad laboral	Cumplimiento de normas - Condiciones generales	Todo el personal debe someterse a un examen médico ocupacional anual, con la finalidad de establecer enfermedades profesionales.	Prevenir accidentes	Propietario	Inmediato	Anual	US\$ 480	Se recomienda realizar el análisis de riesgo por puesto de trabajo. Se deberá establecer una estructura para el manejo de los riesgos laborales, en razón de que el número de personas es menor a 15 no es posible conformar un comité paritario.
			Identificar las actividades de riesgo que deben contar con procedimientos de seguridad específicos.		Propietario	Inmediato	Una sola vez		
			Verificar las condiciones de trabajo diariamente, con la finalidad de minimizar los riesgos laborales.		Todo el personal	Inmediato	Diario		
			Contar con un botiquín de primeros auxilios con medicinas e insumos en perfecto estado que permita brindar la atención inmediata en caso de un accidente.		Propietario	Inmediato	Permanente		
			Implementar charlas semanales sobre normas elementales de higiene y seguridad laboral.		Propietario	Inmediato	Semanal		
			Capacitar en primeros auxilios a los trabajador, esto permitirá atender emergencias en forma inmediata.		Propietario	Inmediato	Mensual		
2	Seguridad laboral	Cumplimiento de normas – Dotar de EPP	La utilización de equipo de protección personal es de carácter obligatorio. Dotación mínima recomendada de EPP: - Gafas de protección para los ojos, en las actividades donde se realice desbaste de material que puedan causar proyección de sólidos y líquidos. - Protección auditiva en actividades u operaciones que generen niveles de ruido mayores a 75 decibeles. - Proveer guantes a los	Prevenir accidentes	Propietario	Inmediato	Permanente	US\$ 1122	

No	Aspecto Ambiental	Medida Propuesta	Acciones y Procedimientos a ejecutar	Efecto Esperado	Responsable	Ejecución		Costo Estimado	Observaciones
						Momento	Frecuencia		
			<p>trabajadores, de acuerdo al caso. Los guantes deberán cubrir hasta la mitad del antebrazo.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Utilizar de forma permanente en toda la instalación, botas de seguridad de media caña, con suela de seguridad a prueba de aceites, protección metálica en las puntillas. - Dotar de ropa adecuada al tipo de trabajo a realizar. 						
			Capacitar a los trabajadores sobre el uso correcto del EPP, así como de su cuidado y conservación.		Propietario	Inmediato	Mensual		
			Ningún empleado deberá utilizar cadenas, anillos, aretes, etc., durante las actividades laborales.		Operarios	Inmediato	Permanente		
3	Seguridad laboral	Demarcación de áreas de trabajo	<p>Establecer señalización horizontal por equipo. Instalación de señalización vertical por área de trabajo de acuerdo con norma INEN 439.</p> <p>Se recomienda que los rótulos tengan dimensiones de 200 x 400 mm. Los materiales de los rótulos serán resistentes en las condiciones normales de uso y montados sobre las paredes del taller. Los rótulos deberán ser ubicados de tal forma que no se desprendan o se caigan por algún tipo de intervención.</p> <p>Capacitar al personal sobre la existencia, situación y significado de la señalización de seguridad empleada en el taller.</p>	Sectorizar y organizar los ambientes de trabajo	Propietario	Inmediato	Una sola vez	US\$ 240	Para la señalización horizontal, la distancia mínima entre las partes fijas o móviles más salientes de equipos independientes, nunca será inferior a 800 milímetros. Se recomienda que esta medida sea implementada durante el primer trimestre.

PLAN DE CAPACITACIÓN

No	Aspecto Ambiental	Medida Propuesta	Acciones y Procedimientos a ejecutar	Efecto Esperado	Responsable	Ejecución		Costo Estimado	Observaciones
						Momento	Frecuencia		
1	Manejo de agua Manejo de desechos Seguridad laboral	Dictado de charlas	<p>Las charlas tendrán una duración de 60 minutos.</p> <p>Los temas a tratar deberán ser concretos, prácticos y de fácil comprensión.</p> <p>Se recomienda la siguiente temática de las charlas de concienciación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Normas de higiene y seguridad. - Manejo del equipo de protección personal. - Riesgos en el trabajo. - Primeros auxilios. - Respuesta ante emergencias. - Manejo de desechos. - Orden y limpieza. - Uso responsable de agua y energía. <p>Se recomienda la implementación de afiches.</p> <p>Se llevará un registro de charlas, donde se detallará la fecha de la charla, el tema tratado, los nombres del personal y las observaciones si las hubiere.</p>	Concientizar al personal sobre la importancia del cuidado y conservación del medio ambiente, así de higiene y seguridad laboral.	Propietario	Inmediato	Mensual	US\$ 800	La rectificadora deberá establecer que otros temas son de interés para la capacitación de su personal. En el apéndice H se adjunta formato para registro de las charlas.

TOTAL PMA

Cinco mil ochocientos veintidós 00/100 Dólares de los Estados Unidos de América

US\$ 5822

APÉNDICE H
FORMATOS DE REGISTRO

FORMATO DE REGISTRO DE DERRAMES

Empresa:

Fecha:

Hora:

Sustancia derramada:

Volumen derramado (Gl):

Area de proceso:

Causa del derrame:

Descripción de incidente:

Superficie Afectada:

Cantidad de material contaminado (kg):

Acción correctiva:

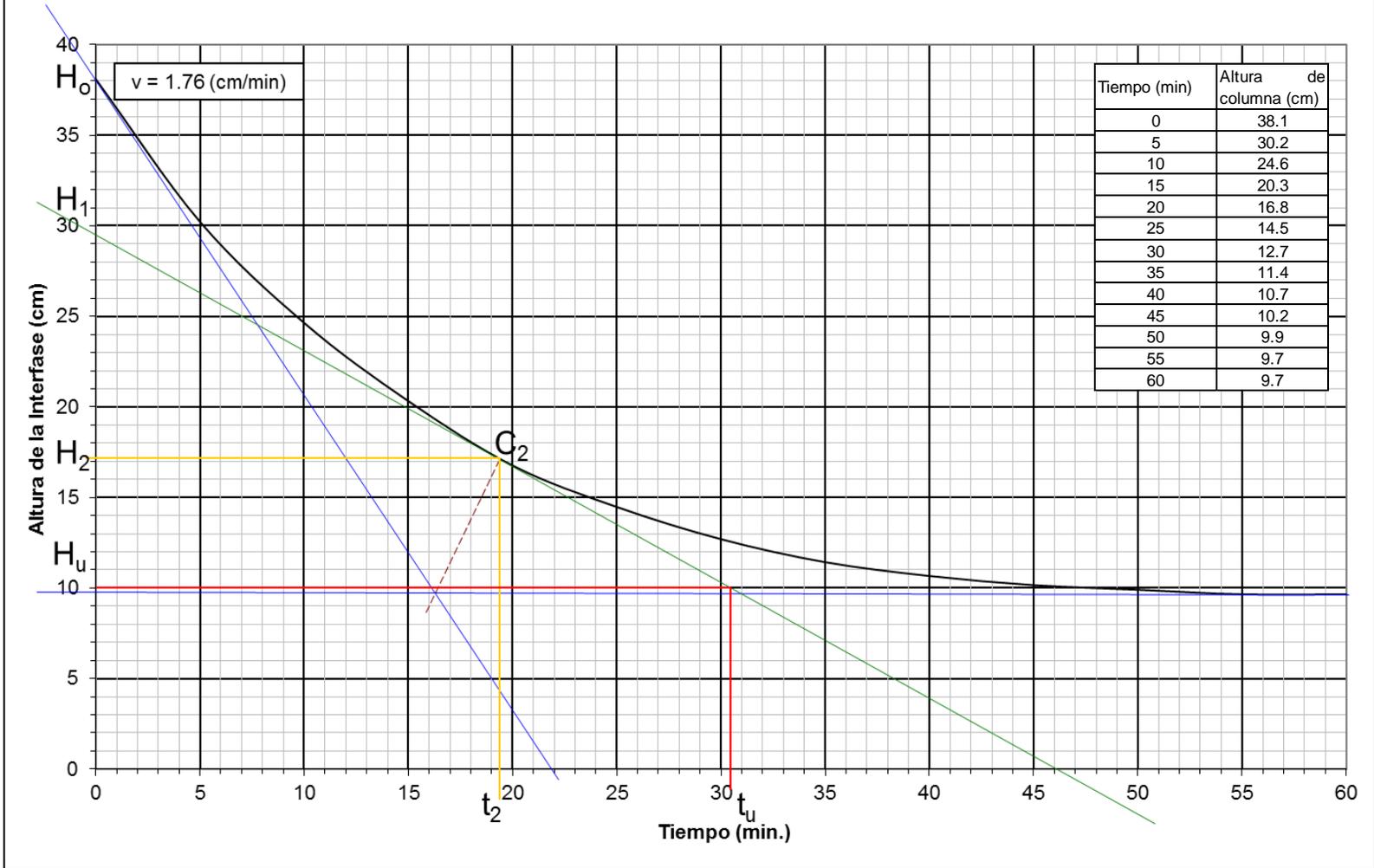
Limpieza realizada por:

APÉNDICE I

GRÁFICA DE CURVA DE SEDIMENTACIÓN DE

FLUIDO DE CORTE

Curva de Sedimentación



APÉNDICE J

HOJA TÉCNICA DE LUMINARIAS

Hoja de datos gama de productos

Datos técnicos

Descripción del producto	Datos eléctricos	Datos Fotométricos				Dimensiones y peso		Temp. y condiciones de funcionamiento	Duración de vida		Datos adicionales del producto
	Potencia nominal	Índice de reproducción cromática Ra	Flujo luminoso a 25 °C	Temperatura de color	Tono de luz (denominación)	Diámetro del tubo	Long. con casq pero sin pitones/conexión	Temperatura ambiente máx. flujo luminoso	Vida útil	Duración	Casquillo (denominación estándar)
L SA 20 W/640	20.00 W	≥60	1200 lm	4000 K	Blanco Frio	38 mm	590,00 mm	25,0 °C	4000 h	10000 h ¹⁾	G13
L SA 40 W/640	40.00 W	≥60	3000 lm	4000 K	Blanco Frio	38 mm	1200,00 mm	25,0 °C	4000 h	10000 h ¹⁾	G13
L SA 65 W/640	65.00 W	≥60	4800 lm	4000 K	Blanco Frio	38 mm	1500,00 mm	25,0 °C	4000 h	10000 h ¹⁾	G13

Descripción del producto	Elimin. residuos conf. directiva RAEE	Capacidades	Certificados & Normas	
		Apto para interiores	Consumo de energía	Clase de eficiencia energética
L SA 20 W/640	Sí	Sí	25 kWh/1000h	B
L SA 40 W/640	Sí	Sí	48 kWh/1000h	A
L SA 65 W/640	Sí	Sí	76 kWh/1000h	A

¹⁾ Funcionamiento ECO/EBP

BIBLIOGRAFÍA

- 1 COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE. Guía para el control y prevención de la contaminación industrial. Taller metalmecánico. Santiago de Chile, 2001
- 2 VALENCIA, M., División de Ingeniería Universidad del Valle – Cali – Colombia, 1976
- 3 INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA. Guía Técnica de Eficiencia Energética en Iluminación. Oficinas. Madrid, 2001
- 4 LETAYF J., GONZÁLEZ C. Seguridad, Higiene y Control Ambiental, 1994
- 5 IHOBE. Libro blanco para la minimización de residuos y emisiones. Mecanizado del metal. Gobierno Vasco, 1999
- 6 IHOBE. Identificación y Evaluación de Aspectos Ambientales, Gobierno Vasco, 2009
- 7 METCALF & EDDY. Ingeniería de Aguas Residuales. Tratamiento, Vertido y Reutilización, 3ª ed. McGraw-Hill, New York, 1995
- 8 SOCIEDAD ALEMANA DE COOPERACIÓN TÉCNICA (GTZ) TUV ARGE – MEX. Manual de minimización, tratamiento y disposición. Concepto de Manejo de Residuos Peligrosos e Industriales. Metalmecánica. México, 1997