



Tecnológico de Costa Rica

Escuela de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental

Licenciatura en Ingeniería Seguridad Laboral e Higiene Ambiental

Propuesta para proyecto de graduación:

Propuesta de un programa de producción más limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S.A.



Estudiante:

Ing. Fernanda Barrantes Valverde

I Cuatrimestre 2020



**`
Este obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional.`**

CONSTANCIA DE DEFENSA PÚBLICA DEL PROYECTO DE GRADUACIÓN

El presente Proyecto de Graduación titulado “Propuesta de un programa de producción más limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S.A.”, realizado en la empresa “Constructora Meco, S.A”, ha sido defendido públicamente ante el Tribunal Examinador integrado por los profesores Andrés Robles Ramírez y Gabriela Solano Brenes; como requisito para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

La orientación y supervisión del trabajo desarrollado por el estudiante, estuvo a cargo del la profesora asesora Ara Villalobos Rodríguez.

Se indica al final el nombre y firma de los miembros del Tribunal Examinador, el nombre y firma del profesor asesor, el nombre y firma del estudiante y por último la fecha de defensa.

ANDRES ROBLES
RAMIREZ
(FIRMA)

Firmado digitalmente por
ANDRES ROBLES RAMIREZ
(FIRMA)
Fecha: 2020.08.05 10:35:01
-06'00'

Andrés Robles Ramírez
Lector

ANA GABRIELA
SOLANO
BRENES (FIRMA)

Firmado digitalmente por
ANA GABRIELA SOLANO
BRENES (FIRMA)
Fecha: 2020.08.05
09:21:54 -06'00'

Gabriela Solano Brenes
Lectora

ARA LILLIANA
VILLALOBOS
RODRIGUEZ
(FIRMA)

Firmado digitalmente por
ARA LILLIANA VILLALOBOS
RODRIGUEZ (FIRMA)
Fecha: 2020.08.04 11:05:07
-06'00'

Ara Villalobos Rodríguez
Profesora Tutora
Representante de la Dirección

RESUMEN

El presente proyecto se llevó a cabo en los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S.A., ubicados en Santa Ana, San Rafael de Alajuela, Guápiles, Nicoya y Zona Sur, con el objetivo de diseñar un programa de Producción más Limpia (P+L) aplicado a los procesos desarrollados dentro de estos. A partir de la aplicación de encuestas, entrevistas, listas de verificación, metodologías como MET, ecomapas, ecobalances y FODA, se logró determinar que se generan aproximadamente un promedio de 4500kg de residuos sólidos anuales, dentro de los que se pueden mencionar aceite quemado, filtros, baterías, trapos sucios, cartón, plástico, chatarra. La empresa tiene establecidas acciones en pro del ambiente por lo que se tiene definidas algunas prácticas que caben dentro del ámbito de la producción más limpia. Por otro lado, se tienen deficiencias, por ejemplo, que no se controla ni el consumo de electricidad ni el consumo de agua, no se tiene una buena comunicación con los colaboradores y estos no reciben capacitaciones iniciales ni periódicas en el tema ambiental.

Para el presente estudio se consideraron los procesos de cambio de aceite, llantas y componentes en general, dentro de los que se encuentran repuestos, mangueras, pintura y soldadura.

Al realizar el análisis de la situación actual, se evidenció que el proceso productivo del cambio de aceite es el que genera mayor cantidad de residuos peligrosos por lo que se propone un programa de producción más limpia compuesto de una serie de procedimientos dentro de ellos producción de energía limpia, iluminación de los talleres, administración y manejo de residuos, 5S, capacitación, evaluación y seguimiento del programa.

Se logra demostrar la viabilidad del proyecto se instalación del sistema de paneles solares, evidenciando el ahorro que se obtendrá en los próximos 5 años.

PALABRAS CLAVES: Programa, producción más limpia, ambiente, producción.

SUMMARY

This project was carried out in the machinery and transport maintenance workshops of Constructora Meco, SA, located in Santa Ana, San Rafael de Alajuela, Guapiles, Nicoya and the South Zone, with the aim of designing a Cleaner Production program (P + L) applied to the processes developed within them.

From the application of surveys, interviews, checklists, methodologies such as MET, ecomap, ecobalances and SWOT, it is possible to determine that approximately an average of 4500kg of solid waste is generated annually, within which burned oil can be mentioned, filters, batteries, dirty rags, cardboard, plastic, scrap metal. The company has established actions in favor of the environment so it has defined practices that fit within the scope of cleaner production. On the other hand, there are deficiencies, for example, neither electricity consumption nor water consumption is controlled, there is not good communication with collaborators and they don't receive initial or periodic training on environmental issues.

For this study, the processes of changing oil, tires and components in general will be considered, among which are spare parts, hoses, paint and welding.

When carrying out the analysis of the current situation, it was evidenced that the production process of the oil change is the one that generates the greatest amount of hazardous waste, so a cleaner production program is proposed composed of a series of procedures within them production of clean energy, workshop lighting, waste management and administration, 5S, training, evaluation and program monitoring.

It is possible to demonstrate the viability of the project by installing the solar panel system, showing the savings that will be realized in the next 5 years.

KEY WORDS: Program, cleaner production, environment, production.

INDICE GENERAL

I.INTRODUCCIÓN	10
A. Identificación de la empresa	10
B. Planteamiento del problema	14
C. Justificación del proyecto	14
D. Objetivos del proyecto	17
E. Alcances y Limitaciones del Trabajo	18
II.MARCO TEÓRICO	19
III.METODOLOGIA	25
A. Tipo de investigación:	25
B. Población y muestra:	26
C. Operacionalización de variables:	28
D. Descripción de instrumentos o herramientas de investigación:	31
E. Plan de análisis	39
IV.ANÁLISIS DE LA SITUACION ACTUAL	42
A. Factores que evidencian la capacidad de producción más limpia de los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes	42
I. Aspectos positivos y negativos relacionados a requerimientos del programa de P+L identificados	43
II. Porcentaje de trabajadores que tienen conocimiento sobre la gestión ambiental empresarial	46
B. Situación actual sobre la gestión de los recursos y los residuos peligrosos dentro de los talleres	49
I. Cantidad de entradas y salidas de materias primas, insumos y recursos utilizados por proceso productivo.	49
II. Cantidad de recursos por proceso	50
III. Cantidad y tipo de desechos identificados. Áreas críticas	53
a. Ecobalances	54
b. Ecomapas	57
Matriz FODA del desempeño en materia ambiental de los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco.	60
V.CONCLUSIONES	63
VI.RECOMENDACIONES	64
VII.ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN	65
VIII.BIBLIOGRAFÍA	173

IX.ANEXOS	177
Anexo 1. Política ambiental de Constructora Meco.	177
X.APÉNDICES.....	178
Apéndice 1. Encuesta Higiénica	178
Apéndice 2. Lista de Verificación	179
Apéndice 3. Entrevista estructurada a la persona encargada de la gestión ambiental	179
Apéndice 4. Encuesta aplicada a los colaboradores	1791
Apéndice 5. Distribuciones de los kit de derrames.....	179
Apéndice 6. Contenidos de los kit de derrames	179
Apéndice 7. Diagrama de proceso del cambio de aceite.....	179
Apéndice 8. Diagrama de proceso del cambio de llantas	1796
Apéndice 9. Diagrama de proceso del cambio de componentes	1797
Apéndice 10. Diagrama de proceso del cambio de baterías	179
Apéndice 11 Diagrama de capacidades.....	179

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Valores Meco	11
Cuadro 2. Beneficios económicos, ambientales y sociales de la P+L	24
Cuadro 3. Distribución de muestra por taller	27
Cuadro 4. Operacionalización de variables del objetivo 1.....	28
Cuadro 5. Operacionalización de variables del objetivo 2	30
Cuadro 6. Operacionalización de variables del objetivo 3	31
Cuadro 7. Aspectos positivos y negativos relacionados a requerimientos del programa de P+L identificados	43
Cuadro 8. Distribución por taller de colaboradores con capacitación en temas ambientales	¡Error! Marcador no definido.
Cuadro 9. Resumen de eventos por proceso productivo	51
Cuadro 10. Matriz MET	51
Cuadro 11. Cantidad de recursos necesarios por taller	52
Cuadro 12. Cantidad de recursos.....	53
Cuadro 13. Cantidades y tipos de desechos por taller	53
Cuadro 14. Matriz FODA	63

ÍDICE DE FIGURAS

Figura 1. Antecedentes/historia de la empresa	12
Figura 2. Organigrama de la empresa	12
Figura 3. Centro formación técnica	13
Figura 4. Etapas para un programa de producción más limpia.....	21
Figura 5. Simbología del diagrama de procesos	35
Figura 6. Formato de Matriz MET.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 7. Modelo utilizado para la elaboración del ecobalance.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 8. Criterios para el estudio de factibilidad económica.....	38
Figura 9. Plan de análisis	40
Figura 10. Ecobalance de proceso de cambio de aceite	55
Figura 11. Ecobalance de proceso de cambio de llantas	56
Figura 12. Ecobalance de proceso de cambio de baterías	56
Figura 13. Ecobalance de proceso de cambio de componentes.....	57
Figura 14. Ecomapa para el taller de Guápiles	58
Figura 15. Ecomapa para el taller de San Rafael	60
Figura 16. Ecomapa para el taller de Zona Sur	60
Figura 17. Ecomapa para el taller de Nicoya	61
Figura 18. Ecomapa para el taller de Santa Ana.....	61

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Cantidades de personal con conocimiento del manejo adecuado de los residuos.....	48
Gráfico 2. Cantidades de colaboradores que realizan una separación adecuada de los residuos.....	49
Gráfico 3. Tendencia de los Servicios Públicos (\$/1000) en el 2019	53
Gráfico 4. Clasificación de los residuos generados	54

I. INTRODUCCIÓN

A. Identificación de la empresa

1. Visión / misión de la empresa.

Misión: Construimos, gestionamos y diseñamos infraestructura para el progreso y bienestar humano; con pasión, servicio y calidad.

Visión: Corporación multinacional con las mejores prácticas de clase mundial

Valores:

Cuadro 1. Valores Meco

Pasión	Disfrutamos intensamente nuestro trabajo. Nuestra pasión se manifiesta en nuestro compromiso personal con la calidad en todo lo que hacemos, y se refleja en la actitud con que nos relacionamos con nuestros públicos de interés.	Servicio al cliente	Analizamos las tendencias de la industria para conocer y entender las necesidades de nuestros clientes. Enfocamos nuestros recursos y habilidades en satisfacerlas plenamente.
Nuestra gente	Tratamos a todos nuestros compañeros y colaboradores con respeto, buscando el desarrollo integral, seguridad y bienestar de todos; sin discriminación alguna. Tratamos a los demás como deseamos ser tratados.	Trabajo en equipo	Trabajamos en equipo para lograr el crecimiento y eficiencia de la empresa. La colaboración y el respeto son fundamentales para el aprendizaje y crecimiento personal y organizacional
Excelencia Operacional	Planificamos y ejecutamos todos nuestros procesos con disciplina, excelencia, innovación y prontitud para lograr eficiencia dentro de las mejores prácticas de la industria.	Compromiso con la sostenibilidad	Gestionamos nuestras operaciones de forma sostenible y responsable, junto a trabajadores, proveedores y clientes en beneficio de la sociedad, el ambiente y el crecimiento del negocio.

Fuente: Constructora Meco, 2020

2. Antecedentes/historia de le empresa

El éxito de Constructora Meco es una mezcla de pasión y perseverancia que los fundadores Ángel Américo Cerdas-conocido como Meco- y su hijo Carlos Cerdas

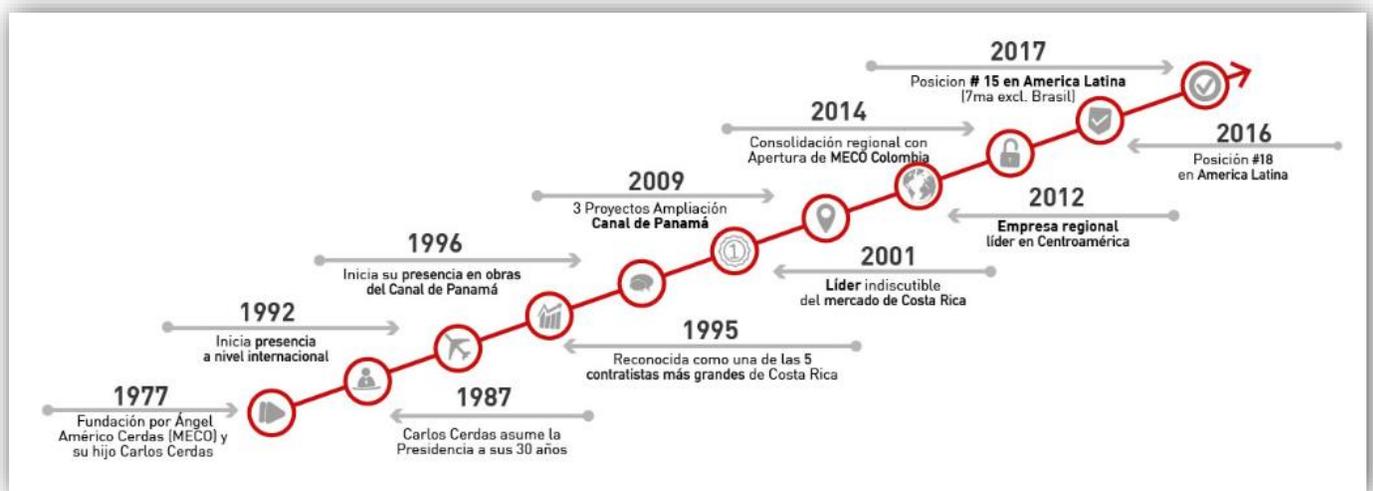
Araya lograron imprimir desde 1977. Gracias a su visión y brios, la empresa surgió retando a una de las peores crisis económicas de inicios de los años 90, cuando se lanzó a descubrir nuevos mercados: Nicaragua en 1992 y Panamá en 1996.

Esa misma visión la sigue transmitiendo Carlos Cerdas quien con su visión de expansión en Centroamérica llevó a Constructora Meco a obtener proyectos en Guatemala, Nicaragua, Honduras, Belice, El Salvador y por supuesto Costa Rica, donde hoy opera su sede corporativa.

En 1996, MECO inicio una fructífera relación con la Autoridad del Canal de Panamá que tras 21 años entregó más de \$432 millones en obras para los proyectos PAC3, PAC4 Y Represas de Borinquen, en la ampliación de una de las obras de ingeniería más importantes a nivel mundial.

Fue precisamente la relación con la Autoridad del Canal de Panamá, la que impulsó a la empresa a lograr que el Gobierno de Colombia adjudicara a Meco más de \$2000 millones en obras por las concesiones Cartagena-Barranquilla y Circunvalar de la Prosperidad en Colombia, Autopista Conexión Pacífico 3 y Proyecto Honda-Puerto Salgar-Giraedot. (Constructora Meco, 2020).

Figura 1. Antecedentes/historia de la empresa



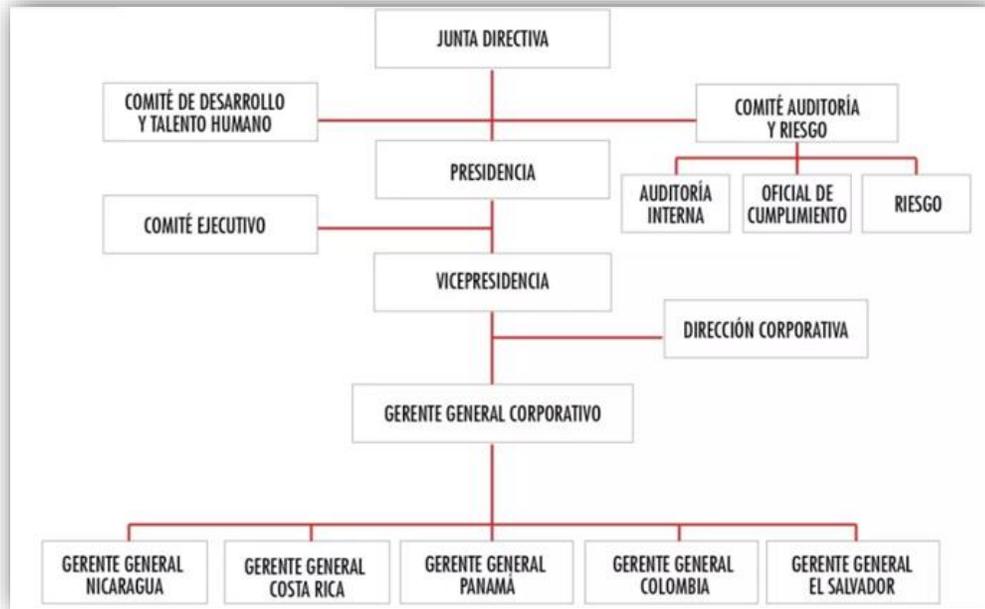
Fuente: Constructora Meco, 2020

3. Ubicación geográfica.

Constructora Meco está ubicada en Nicaragua, Panamá, Colombia, El Salvador y Costa Rica.

4. Organigrama de la organización

Figura 2. Organigrama de la empresa



Fuente: Constructora Meco, 2020

5. Cantidad de empleados

Actualmente Constructora Meco cuenta con aproximadamente 6 mil colaboradores, de los cuales 1600 se encuentran ubicados en Costa Rica.

6. Mercado.

La empresa se desarrolla en el mercado de la construcción

7. Proceso productivo y productos.

- **Proyectos Constructivos:** construcción de carreteras, puentes, viaductos, movimientos masivos de tierra, aeropuertos, tuberías de acueductos y aguas residuales, proyectos hidroeléctricos, energías renovables, obras marítimas, infraestructura turística, industrial, comercial y edificaciones.

- **Procesos Industriales:**

- **Asfalto:** se cuenta con 8 plantas de producción en la región; empleando equipos de punta, se mantiene a la vanguardia, de la mano con una constante capacitación.
- **Agregados:** cuenta con 22 plantas de trituración, equipadas con tecnología de punta. Meco se posiciona como líder en el mercado, tanto en capacidad instalada, como de volúmenes de venta y calidad del producto. Se produce de manera responsable y se apegan estrictamente a la legislación de cada país.
- **Concreto premezclado:** Se entrega a los clientes productos con un riguroso control de calidad, al poder optimizar el uso de agregados, aditivos y cemento con una producción totalmente automatizada. La flota de equipo responde con eficiencia y prontitud en el servicio, se cuenta con bombas telescópicas y estacionarias además de una flota de camiones mezcladores. Se ofrece asesoría técnica especializada según el tipo de obra, altos estándares de calidad en el producto, seguridad en el servicio, versatilidad y prontitud de entrega.
- **Maquinaria:** la unidad cuenta con 21 planteles y 2500 activos. Se dedica a mantener, coordinar y operar de manera responsable y eficiente los equipos, con el objetivo principal de tenerlos siempre disponibles para los proyectos y plantas industriales de Meco. Dentro de los servicios que brinda la unidad, se encuentra también el Centro de Formación Técnica:

Figura 3. Centro formación técnica



Fuente: Constructora Meco, 2020

B. Planteamiento del problema

La unidad de negocio denominada “Maquinaria” es la médula del funcionamiento de las otras áreas productivas de Constructora Meco, pues brinda servicio de alquiler y mantenimiento de maquinaria y otros vehículos a las demás áreas productivas de la empresa.

Los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes corresponden al 90% de esta unidad de negocio medular, en donde actualmente se manejan altos costos por concepto de pago de servicios públicos como electricidad y agua, generando un gasto financiero muy significativo año tras año; además se han detectado focos de desperdicio y poco aprovechamiento de la materia prima ocasionando que se generen grandes cantidades de residuos sólidos que a su vez no son tratados de manera que se asegure el tratamiento final adecuado para cada caso.

C. Justificación del proyecto

En Costa Rica, la protección y conservación del medio ambiente se ha convertido en un tema relevante para los sectores académicos y políticos durante los últimos años. Sin embargo, en el ámbito empresarial se tiene una gran desinformación con relación a la problemática ambiental, pues muchas empresas no reconocen el verdadero impacto de sus actividades hacia los sistemas ecológicos, incluso consideran que reducir el impacto ambiental de sus procesos y productos, afecta negativamente su competitividad y productividad. (Varela, 2009).

Esta posición se genera a partir de la existencia de un sinnúmero de barreras de información, capacitación y asistencia técnica, que vienen a obstaculizar las acciones que las empresas podrían ejecutar para producir en armonía con la naturaleza y considerar que el ambiente y la rentabilidad empresarial no se contraponen, sino que se potencian entre sí. En búsqueda de superar estas barreras las empresas requieren de la generación de nuevas destrezas, tecnologías y recurso humano con

conocimiento en temas como ciencia y tecnología ambiental, de manera que se pueda dar una transición desde el enfoque curativo tradicional, hacia el enfoque de prevención, y que de esta forma las acciones puedan acercarse cada vez más al desarrollo industrial sostenible. (Varela, 2009).

Es precisamente en la búsqueda por superar estas barreras que se puede destacar que dentro de sus valores Constructora Meco establece el Compromiso con la Sostenibilidad, en el que se refieren a este textualmente como “Gestionamos nuestras operaciones de forma sostenible y responsable, junto a trabajadores, proveedores y clientes en beneficio de la sociedad, el ambiente y el crecimiento del negocio.”, que a su vez se respalda con una política ambiental.

Sin embargo, al verificar los procesos y la gestión de los residuos generados dentro de la operación de los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes se logra identificar que no existe ningún tipo de control sobre estos, si bien es cierto, algunos de estos son tratados por medio de gestores, pero no se contabiliza la cantidad generada de residuos ni por proceso ni de manera general, al igual que el consumo de materias primas, insumos. Además, respecto a los consumos de electricidad y agua, se identifica un consumo elevado de ambos servicios en todos los talleres, consumo que está relacionado directamente a una mala utilización de los recursos.

Al no tenerse un buen control sobre la generación y el tratamiento de los desechos, la empresa está en riesgo de incumplir con Ley N° 8839 para la Gestión Integral de Residuos, que en el capítulo III establece que “todo generador o poseedor de residuos está obligado a gestionar los residuos en forma tal que estos no pongan en peligro la salud o el ambiente, o signifiquen una molestia”. Además, establece que “los productores de residuos deben reducir la generación de estos, y cuando esta no pueda ser evitada, minimizar la cantidad y toxicidad de los residuos a ser generados”.

Este proyecto busca hacer un aporte a la estructura del Sistema de Gestión Ambiental (SGA) existente en la compañía por medio de la propuesta de un Programa de Producción más Limpia (P+L), que considere todas las entradas y salidas de los procesos productivos de los talleres, para así definir mejoras en el control de las operaciones con las que se pueda implantar una estrategia preventiva, que a su vez permita obtener beneficios para reducir los riesgos tanto para los seres humanos como para el ambiente, y de igual manera mejorar la eficiencia global, por medio ahorro en materias primas, energía, reducción de cantidad de desechos y toxicidad de los mismos, además, mejorar los hábitos de consumo y producción, lo cual va a generar un impacto positivo en los costos.

D. Objetivos del proyecto

Objetivo general

Diseñar un programa de Producción más limpia (P+L) aplicado a los procesos desarrollados en los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S.A.

Objetivos específicos

- Determinar los factores que evidencien la capacidad de producción más limpia de los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S.A.
- Analizar la situación actual sobre la gestión de los recursos y los residuos peligrosos dentro de los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S.A.
- Diseñar un programa que incorpore los elementos requeridos para realizar una producción más limpia en los talleres de mantenimiento de maquinaria y transporte de Constructora Meco, S.A.

E. Alcances y Limitaciones del Trabajo

Alcances: El proyecto pretende entregar como producto final un programa de producción más limpia que sea aplicable a los procesos desarrollados en los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S.A. ubicados en Costa Rica. Se busca poder identificar los insumos, así como las cantidades consumidas, los residuos peligrosos generados a partir de las materias primas y de la operación misma, además de evaluar las prácticas ambientales ejecutadas actualmente.

Limitaciones: La empresa cuenta con pocos registros y documentación, además se tuvo dificultad para poder acceder a los recibos de pago de los servicios de agua y electricidad de los diferentes talleres. Por otro lado, el estudio de factibilidad se enfocará únicamente en el estudio financiero por cuestiones de tiempo y la restricción que se presentó para poder tener acceso a la información de la empresa.

II. MARCO TEÓRICO

A lo largo del tiempo, se han venido desarrollando actividades tanto domésticas como económicas industriales en las que se utilizan los recursos naturales y a partir de estas, se da la generación de residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial; el uso irracional de estos recursos aunado a la generación de residuos impacta sobre el suelo, el agua y la atmósfera, situación que contribuye negativamente al cambio climático. (Rueda, Vidal, Acosta, & Huerta, 2015).

En vista de lo anterior tanto la Organización de las Naciones Unidas (ONU) como los gobiernos que la componen han realizado esfuerzos para atender esta problemática y en el año 1989, aparece por primera vez el concepto de Producción más Limpia en el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

La producción más limpia (P+L) está definida por Villas y Sánchez (2016) como “la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada a los procesos, productos y servicios para aumentar la eficiencia global y reducir los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente”

La definición anterior es muy semejante a la ofrecida por el Centro Nacional de Producción Más Limpia (CNP+L), que la define como “una estrategia preventiva integrada y aplicada a procesos, productos y servicios a fin de aumentar la eficiencia y reducir los riesgos para los seres humanos y el ambiente” (CICR 2012).

La P+L surge a partir de la ingeniería de procesos como resultado del mejoramiento continuo de los mismos, y dirige sus esfuerzos hacia el uso eficiente de los recursos, disminuyendo la generación de subproductos provenientes de las actividades industriales y de servicios. (ONUDI, 2012,).

Ahora bien, enfocado a los procesos, la producción más limpia tiene dentro de su conceptualización la conservación de las materias primas, del agua y de la energía, la disminución o reemplazo de las materias primas tóxicas (considerando tanto toxicidad como cantidad), emisiones y de residuos que como destino final llegan al agua, a la atmósfera y al suelo. (Centro de Producción más Limpia Nicaragua, 2017)

Respecto a los productos, esta estrategia busca reducir todos los impactos durante el ciclo de vida del producto, considerando desde la extracción de las materias primas hasta el residuo final derivado de las mismas; fomentando diseños amigables acordes a las necesidades de los futuros mercados (Díaz Garay, B.; Noriega, M., 2017), además, introduce una concepción básica para el mejoramiento del desempeño de las empresas (Van Hoff et al. 2007).

Asimismo, la P+L consta de dos campos fundamentales: el diagnóstico y la formulación de alternativas, que se relacionan entre sí, pues el primero busca evidenciar la situación actual e identificar los puntos críticos de un proceso para lo que utiliza una serie de herramientas prácticas que conducen claramente a la formulación de alternativas (Soler, 2006).

Cabe mencionar que la P+L se enfoca en tres conceptos básicos: reciclar o reutilizar, reducir o mitigar y reducir o racionalizar los consumos (Van Hoff et al. 2008), esto se puede lograr mediante:

- Incorporación de buenas prácticas dentro de los procesos productivos. (Castrillón Mendoza, R., 2014)
- Reemplazo de materias primas e insumos de naturaleza tóxica por otros menos tóxicos y contaminantes tanto para humanos como para el medio ambiente. (Avellaneda, 2007).
- Sustitución de equipos y tecnologías por alternativas más eficientes. (Rueda, Vidal, Acosta, & Huerta, 2015)

- Reutilización de los materiales (CEGESTI, 2010)
- Reciclar la mayor cantidad de materiales posible, desde materia prima hasta residuos, tanto a nivel interno como externo. (Narváz, 2014).

Para su implementación, la P+L propone una serie de instrumentos y mecanismos de control convencionales, que permiten a las organizaciones identificar variables administrativas que implican costos económicos por pérdidas de insumos en los procesos o el poco aprovechamiento de estos, un excesivo consumo energético y del recurso hídrico, así como búsqueda de alternativas para tratar los residuos generados en los flujos de producción. (Musmani, 2015). Esta implementación se conforma de las siguientes etapas:

Figura 4. Etapas para un programa de producción más limpia.



Fuente: ONUDI, 2012

En la etapa denominada como “Planeamiento y organización”, se establece el compromiso por parte de la empresa, rubro que es indispensable para una implementación exitosa de la P+L. Además, comunica la iniciativa al personal y se definen las responsabilidades de cada uno. Las actividades comprendidas en esta fase son:

- Obtener el compromiso de la gerencia y del personal relacionado.
- Organizar el equipo de trabajo que actuará dentro del Programa de P+L.
- Definir claramente los objetivos del Programa de P+L.
- Identificar los posibles obstáculos y oportunidades de mejora para el desarrollo del programa. (Centro Nacional de Producción más Limpia de Honduras, 2009).

En la siguiente etapa denominada “Evaluación en Planta”, se lleva a cabo el reconocimiento de las distintas etapas del proceso productivo. Se identifican Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA). Con esta evaluación, se logra definir la situación general de la organización o proceso en estudio, los puntos críticos en el manejo de la energía, agua y materia prima, así como sus repercusiones financieras y ambientales (ONUDI, 2012). A partir de este análisis se derivan las principales recomendaciones de mejora. Las actividades comprendidas en esta etapa son:

- Recopilar los datos generales de la empresa (históricos de consumos, costos, etc.) y del proceso de producción (cantidad de materiales, residuos y emisiones en el flujo).
- Definir el diagrama de flujo del proceso: entradas y salidas.
- Llevar registros y mediciones de materias primas, consumos de agua y energía.
- Generar opciones de mejora del proceso.

El principal objetivo es definir las medidas para poder tratar el problema en la fuente. Dentro de estas medidas pueden incluirse modificaciones tanto del proceso de producción como del producto final. (ONUDI, 2012), es decir, la P+L abarca desde cambios sencillos y pequeños en los procedimientos operacionales que son de fácil e inmediata ejecución, hasta cambios de mayor atención e inversión, que implican la sustitución y/o modificación de materias primas e insumos y de equipos de producción más eficientes, entre otros. (Gobierno de Costa Rica, 2018).

En la fase tres o “Estudio de factibilidad” se llevan a cabo los análisis económicos, tecnológicos y ambientales de las oportunidades de mejora encontradas, para identificar cuáles son factibles. Las actividades por realizar en esta etapa son:

- Evaluación técnica, económica y ambiental: considerando cómo se ve afectada la producción, la calidad, el ambiente, los costos de inversión y beneficios a partir de estos elementos.
- Definición de recomendaciones.

- Selección de las medidas a tomar.

Para poder desarrollar este estudio, se deberá hacer una integración de toda la información recopilada a través de gráficos, tablas e indicadores donde se pueda visualizar fácilmente las oportunidades de mejora. (Quintero & Salichs, 2007).

La etapa final es la implementación del programa, en esta fase se concretan todas las recomendaciones establecidas. Para la implementación se requiere de lo siguiente (ONUDI, 2012):

- Establecer la fuente y el monto de los fondos destinados al proyecto
- Ejecutar las medidas recomendadas: asignación de recursos y determinación de los responsables de llevarlas a cabo.
- Monitorear y evaluar las medidas implementadas, mediante el uso de indicadores que permitan medir el desempeño, de auditorías internas y de reportes de seguimiento

Beneficios de la producción más limpia

La producción más limpia, comparada con las tecnologías de etapa final es costo-efectiva (Nicolás Wilson, 2015), pues estas primeras implican siempre un incremento de costos a los procesos. Al incrementar la eficiencia de los procesos y mejorar la calidad de los productos utilizados, se trabaja en la prevención de la contaminación, y a su vez en la reducción de costos. (Varela, 2009).

Esta estrategia permite obtener un mayor beneficio tanto ambiental como económico, pues tiene un enfoque hacia incentivar la reducción de la generación de desechos en su fuente de origen, disminuir su cantidad y aumentar la eficiencia en el manejo de los recursos. Por el contrario, el hecho de dejar el manejo de desechos hacia el final del proceso bien puede reducir el impacto ambiental, pero genera a la organización menores beneficios económicos. (Rueda, Vidal, Acosta, & Huerta, 2015)

La P+L trae consigo una serie de beneficios en el campo económico, ambiental y social, los mismos se resumen en el siguiente cuadro:

Cuadro 2. Beneficios económicos, ambientales y sociales de la P+L

Beneficios		
Económicos	Ambientales	Sociales
Optimización del proceso y ahorro de costos mediante reducción y uso eficiente de materias primas e insumos en general.	Uso racional y eficiente de los recursos	Se relaciona el ambiente, la comunidad y la economía
Ahorro en tarifas de energía, consumo de agua y materias primas	Reducción de desechos y emisiones	Mejoran las condiciones de salud y seguridad en el trabajo, disminuyendo con esto los riesgos asociados.
Reducción de residuos y por ende menores costos asociados a tratamiento y disposición final	Uso de productos amigables con el ambiente	Aumento de motivación de colaboradores
Recuperación de materiales de subproductos con un alto valor agregado	Prevención de la contaminación	Protección de la salud pública
Mejoramiento de la eficiencia operativa de los procesos	Procesos amigables con el ambiente	Mejoramiento de las relaciones con autoridades ambientales
Mejoramiento de la calidad de los productos y consistencia por operación en forma controlada y por ende más predecible	Contribución al mejoramiento ambiental del país.	Cumplimiento de normativas y legislación ambiental
Nuevas oportunidades y aumento de la competitividad para acceder a nuevos mercados más exigentes.	Conocimiento de riesgos ambientales	Proyección ambiental responsable de la empresa en la sociedad.
Mejoramiento de la imagen de la organización ante clientes, proveedores, comunidad, autoridades ambientales, etc.	Colaboración a la auto-renovación de los recursos naturales	Mejora de las relaciones de la empresa con la comunidad

Fuente: Adaptación de (Narváez, 2014) y (Varela, 2009)

Además de los ahorros por el uso eficiente de materias las primas, los costos de mano de obra evitados, el consumo más razonable recursos como energía y agua, disminución de los costos en mantenimiento y del tratamiento y el manejo de desechos, mejora de la productividad y disminución de la responsabilidad legal en el largo plazo para la limpieza de contaminantes. (Varela, 2009).

A esto se suma un ahorro por mejoramiento en la salud y seguridad de los trabajadores y la comunidad (Elizondo, 2012). Estos beneficios asociados a la producción más limpia tienen un efecto directo sobre el desempeño ambiental y la mejora de imagen

de la empresa. (Varela, 2009). Las técnicas de Producción más Limpia implican también beneficios económicos, ambientales, y sociales (OficinaVerde, 2014).

III. METODOLOGIA

A. Tipo de investigación:

Se considera que se trata de una investigación del tipo aplicada-descriptiva. La primera es utilizada cuando la persona investigadora aplica el conocimiento para resolver problemas de cuya solución depende el beneficio de individuos o comunidades mediante la práctica de alguna técnica particular (Landeau, 2007), dentro de sus características se puede mencionar que es un tipo de investigación que busca innovar, lograr incrementos en la calidad y mejorar los procesos y procedimientos.

Ahora bien, la investigación descriptiva, describe la situación predominante en el momento del estudio (Salkind, 1999), para esto mide, evalúa y recolecta información sobre numerosos temas.

- Fuentes primarias:
 - Registros de consumo de materias primas, electricidad y agua, subproductos, residuos peligrosos, costos de tratamiento de residuos actual.
 - Producción más Limpia: Paradigma de Gestión Ambiental de Bart Van Hoof, Néstor Monroy y Alex Saer.
 - Manual de Producción más Limpia de Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUUDI).
 - Sistema Nacional de Incentivos a la producción más limpia en Costa Rica de Irene Varela Rojas.
 - Siete Pasos para Implementar la Producción Más Limpia en su Organización (CEGESTI) de José Pablo Rojas.
 - Guía Técnica General de Producción Más Limpia del Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles.
- Fuentes secundarias:

- INTECO: Normas Técnicas de Costa Rica
 - INTE-ISO 14001:2004 Sistemas de gestión ambiental.
 - Ley general de Salud Ley N° 5395. Asamblea Legislativa de Costa Rica.
 - Ley Orgánica del Ambiente. Ley N° 7554. Asamblea Legislativa de Costa Rica.
 - Ley para la gestión integral de residuos. expediente N° 15.897. Asamblea Legislativa de Costa Rica.
- Fuentes terciarias:
 - Sitios Web de:
 - CEGESTI: Centro de Gestión Tecnológica e Informática Industrial.
 - ISO: Organización Internacional de Normalización.
 - ONUDI: Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial.
 - PNUMA: Programa de las Naciones Unidad para el Medio Ambiente.

B. Población y muestra:

Se trabajó con el personal de los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes ubicados en Santa Ana, Nicoya, San Rafael de Alajuela, Guápiles y Zona Sur.

Se realizó un muestreo estratificado, considerando cada taller como un estrato, donde se tiene una población “N” de colaboradores (el dato fue obtenido a partir de la información facilitada por la Gerencia de Maquinaria) y la muestra “n” fue determinada por medio del software STATS® 2.0. Una vez que se tuvieron ambos datos, se calculó la fracción constante ksh dividiendo la muestra “n” por la población “N” (Hernández Sampieri, et al, 2014), este resultado se multiplicó por la población de cada taller y así se obtuvo la cantidad de personal que debía ser encuestado en cada uno.

La elección de los colaboradores que serían encuestados se realizó por medio de la tómbola (Hernández Sampieri, et al, 2014), en papeles se escribieron los nombres

de los colaboradores, se depositaron en una caja de cartón, fueron mezclados y con ayuda de la Jefe Administrativa se fueron seleccionando al azar los colaboradores que serían encuestados con base en el valor “n” para cada taller, es necesario detallar que se tuvo el inconveniente de que dos de los elegidos estaban incapacitados para el momento de la encuesta, por lo que se sacaron dos nuevos nombres de la caja siguiendo la misma metodología.

La población total “N” es de 178 colaboradores, la muestra “n” fue de 122 encuestas, la cantidad de personal por taller así como la muestra a encuestaren cada uno se presenta en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Distribución de muestra por taller

Ubicación	Total colaboradores (N)	Muestra (n)	Población por taller (estrato)	Muestra
San Rafael	178	122	7	5
Nicoya			11	8
Guápiles			24	16
Santa Ana			127	87
Zona Sur			9	6
		$(n/N)=Ksh=$	0,69	122

Además, se efectuó una entrevista estructurada a la persona encargada de la gestión ambiental de la constructora, así como encuestas a los colaboradores de los diferentes talleres, en algunos casos por el tema de distancia y dificultad en el traslado las mismas se realizaron por teléfono y video llamadas.

C. Operacionalización de variables:

Objetivo 1. Determinar los factores que evidencien la capacidad de producción más limpia de los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S.A.

Cuadro 4. Operacionalización de variables del objetivo 1.

Variable	Conceptualización	Indicador	Instrumento-Método
Factores que evidencian la capacidad de producción más limpia de los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes.	Procesos y prácticas que son desarrollados actualmente en los talleres con respecto al uso de los recursos y los desechos generados a partir de estos.	Cantidad de aspectos positivos y negativos relacionados a los requerimientos de un programa de P+L para los talleres	⇒ Lista de verificación. ⇒ Observación no participativa. ⇒ Entrevista estructurada a la encargada de la gestión ambiental
		Porcentaje de trabajadores que tienen conocimiento sobre la gestión ambiental empresarial	⇒ Encuesta a los colaboradores del taller y administrativos.

Objetivo 2. Analizar la situación actual sobre la gestión de los recursos y los residuos peligrosos dentro de los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S.A.

Cuadro 5. Operacionalización de variables del objetivo 2

Variable	Conceptualización	Indicador	Instrumento-Método
Situación actual sobre la gestión de los recursos u los residuos peligrosos dentro de los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes	Recursos existentes en los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes que permiten describir los aspectos ambientales relacionados con los procesos de producción	Cantidad de entradas y salidas de materias primas, insumos y recursos utilizados en el proceso productivo.	⇒ Diagrama de proceso ⇒ Entrevista estructurada a la encargada de la gestión ambiental
		Cantidad de recursos que se utilizan durante los procesos productivos	⇒ Matriz MET
		Cantidad y tipo de desechos generados por áreas así como las áreas con mayor producción de desechos.	⇒ Ecomapa. ⇒ Ecobalance
		Fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de los procesos y prácticas	⇒ Matriz F.O.D.A.

Objetivo 3. Diseñar un programa que incorpore los elementos requeridos para realizar una producción más limpia en los talleres de mantenimiento de maquinaria y transporte de Constructora Meco, S.A.

Cuadro 6. Operacionalización de variables del objetivo 3

Variable	Conceptualización	Indicador	Instrumento-Método
<p>Programa que integre los elementos requeridos para realizar una producción más limpia en los talleres de mantenimiento de maquinaria y transporte</p>	<p>Los diferentes elementos necesarios para elaborar un programa de producción más limpia (modelo de integración que combine de la forma más eficaz y armoniosa posible, la protección del medio ambiente con el desarrollo productivo y social); constituido por la planificación, propuestas de soluciones ingenieriles y administrativas, implementación, supervisión y control del programa para conservar, mantener y mejorar la calidad del medio ambiente y reducir el uso de los recursos, para lo que se requiere la participación, responsabilidad y compromiso de la empresa.</p>	<p>Cantidad de alternativas de solución para la implementación de un Programa de Producción más Limpia.</p>	<p>⇒ Revisión Bibliográfica de implementaciones de programas de producción más limpia. ⇒ Guía Técnica General de Producción más Limpia. ⇒ Manual de Producción Más Limpia del Centro de Gestión Tecnológica e Informática Industrial (CEGESTI)</p>
		<p>Cantidad de componentes del programa.</p>	<p>⇒ Metodología ONUDI.</p>
		<p>Cantidad de actividades contempladas en el cronograma del programa.</p>	
		<p>Cantidad y clasificación de los componentes del Programa.</p>	<p>⇒ Estructura de división del trabajo (EDT).</p>
		<p>Cantidad de asignaciones de roles y responsabilidades de los involucrados.</p>	<p>⇒ Matriz de asignación de responsables.</p>
		<p>Inversión Inicial del proyecto, Valor Actual Neto, Tasa Interna de Retorno, Periodo de Recuperación</p>	<p>⇒ Estudio de factibilidad financiera</p>

D. Descripción de instrumentos o herramientas de investigación:

Herramientas del objetivo 1:

- *Lista de verificación:* conjunto de instrucciones simples utilizadas para recolección de datos, es una herramienta en la que los datos pueden ser compilados fácilmente y analizados automáticamente (Espinosas, 2013). Con esta se busca verificar la cantidad de medidas existentes relacionadas a la producción más limpia en los talleres, dentro de estas se mencionan el tipo de iluminación utilizada, los consumos de agua y electricidad, la cantidad y tipo de desechos generados en cada etapa del proceso productivo. La misma se adjunta en el apéndice 1.
- *Observación no participativa:* en esta la persona investigadora es poco visible, no interfiere en los roles y situaciones de trabajo, sino que se mantiene apartado y alejado de la actividad (McKernan, 2001). Lo que interesa realmente es observar de modo libre las conductas de los participantes. Por medio de esta, se va a obtener información actual de los procesos y para así poder determinar los factores existentes relacionados a la P+L, y con esto aplicar el programa de P+L en los procesos de los talleres. La información recolectada será un insumo importante para el desarrollo del FODA. En el apéndice 2 se adjunta un formato que servirá para ir anotando la información que se vaya captando en la observación que se realizará de los procesos de cambio de aceite, baterías, llantas y componentes en general en los cinco talleres en estudio.
- *Entrevista estructurada al encargado de la gestión ambiental:* se entiende por entrevista una conversación entre dos personas y que tiene un propósito definido, que en este caso es la obtención de información. Dicha entrevista se adjunta en el apéndice 3 y cuenta con preguntas abiertas con las que se pretende conocer los factores existentes de los procesos para implementar una producción más limpia en los talleres.

- *Encuesta a los colaboradores del taller y administrativos:* el fin de esta es recopilar datos como conocimientos, ideas y opiniones de los colaboradores y jefaturas de área. La encuesta se adjunta en el apéndice 4.

Herramientas del objetivo 2:

- *Diagrama de procesos:* Esta es una herramienta que representa de manera gráfica el flujo de cada uno de los procesos que se efectúan en la empresa. Para esta se utiliza la siguiente simbología:

Figura 5. Simbología del diagrama de procesos.

Operación	○
Transporte	➔
Espera	⏸
Almacenamiento	△
Inspección	▭
Operación e inspección	◻
Entrada de bienes	▽
Decisión	◇

Fuente: ISO 9000, 2019

- *Matriz MET:* según el Manual de Ecodiseño InEDIC, 2011, esta matriz es un método de análisis ambiental cualitativo o semi-cualitativo que se aplica para obtener una visión general de las entradas y salidas de cada etapa del ciclo de vida del producto e identificar los principales aspectos ambientales y las posibles opciones de mejora. La priorización de los aspectos ambientales se basa en el conocimiento ambiental, aunque la matriz MET requiere datos cuantitativos (Rocha, et al, 2011).

Se trata de una matriz de fácil desarrollo que permite analizar todas las etapas del ciclo de vida de un determinado producto o proceso (análisis

vertical) y los distintos aspectos ambientales relacionados a las etapas para obtenerlo. (Análisis horizontal). En la figura siguiente se presenta el formato a seguir para la confección de esta matriz.

Figura 6. Formato de Matriz MET

<p style="text-align: center;">M – Materiales</p> <p>Esta columna debe incluir información sobre las entradas y salidas de materia asociadas a cada una de las etapas del ciclo de vida del producto cerámico. Prestar una especial atención a las materias primas y auxiliares y partes que:</p> <ul style="list-style-type: none">- son utilizados en grandes cantidades;- generan elevadas cargas ambientales durante su proceso de producción u obtención;- no son renovables o son materiales escasos;- son incompatible entre sí;- No se usan de forma eficiente o no son reutilizables.
<p style="text-align: center;">E – Energía</p> <p>Esta columna debe contener información relativa a la demanda de energía:</p> <ul style="list-style-type: none">- Materiales que demandan una elevada cantidad de energía durante su proceso de producción;- Consumo de energía durante el proceso de fabricación;- Consumo de energía para el transporte, operación , mantenimiento y otros procesos asociados;- Emisiones a la atmósfera debido al consumo de energía.
<p style="text-align: center;">T – Materiales tóxicos y emisiones (incluyendo residuos)</p> <p>En esta columna deben incluirse las emisiones tóxicas al suelo, aire y agua, así como el consumo de materiales tóxicos.</p>

Fuente: Manual de Ecodiseño InEDIC, 2011

- *Ecomapa*: Los ecomapas pueden ser de varios tipos según sean las necesidades, son una herramienta de tipo cualitativo que ayuda a identificar las áreas productivas que presentan la mayor problemática en campo ambiental, para esto considera el consumo de electricidad y de agua, materia prima e insumos, así como aquellos sectores en los que se genera mayor

cantidad de emisiones al aire, efluentes de agua o bien residuos sólidos (Rodríguez, 2017). Para el desarrollo de esta herramienta se requiere contar con un plano de los talleres, deben ser definidos mediante una observación crítica y detallada aquellos sectores que representen grandes consumos de recursos, desorden en los procesos, desperdicios de materias primas, emisiones constantes, derrames u otros aspectos que generen un impacto ambiental negativo, así como ineficiencia en la producción. Después de esto, se procede a sintetizar los resultados y a ordenar las observaciones realizadas durante el análisis, teniendo como producto final un plano con la identificación de aquellas áreas o sectores que posteriormente servirán en la priorización y toma de decisiones. Si bien, toma en cuenta la observación realizada por el investigador, permite la participación de los colaboradores, de los supervisores y jefaturas de los talleres, esta se logrará mediante la encuesta aplicada y podría entablarse una conversación informal con algunos para recabar más información. (Rodríguez, 2017).

- *Ecobalance*: la metodología anterior permite identificar las áreas críticas en las que se concentran la mayor parte de los impactos ambientales o ineficiencias en la producción, pero no se cuantifican las cantidades de residuos, recursos consumidos o bien subproductos obtenidos. El ecobalance viene a cuantificar las cantidades de materias primas, energía, aditivos, residuos generados identificados en las áreas críticas. Teóricamente, en un proceso eficiente, todas las entradas deben convertirse en un producto final, de no ser así, deberán justificarse las pérdidas. Esto se aprecia más claramente en la siguiente figura de un modelo de ecobalances.

Figura 7. Modelo utilizado para la elaboración del ecobalance.



Para determinar la cantidad de materia prima aprovechable que no llega a ser utilizada totalmente en todo el proceso productivo, se compararán los consumos de materia prima Vs la materia prima utilizada en su totalidad. Por su parte serán documentadas las salidas en todas sus formas ya sea como producto final, subproducto, residuos sólidos, vertimientos o material reutilizable. En cuanto al consumo energético deben registrarse a manera de entradas la energía eléctrica utilizada (kWh) (Rodríguez, 2017), dato que se tomará de información proporcionada por el área contable de la empresa.

La aplicación de esta herramienta a los talleres permitirá generar indicadores que detallen el consumo de recursos y de materia prima que se requiere por proceso, así como la cantidad de contaminantes y subproductos generados. Al unir toda la información se va a obtener una línea base actualizada que permitirá hacer comparaciones de los rendimientos productivos actuales con los que se irán generando a partir de la implementación del programa.

- *Análisis FODA*: El análisis FODA, según Thompson, 2018, consiste en realizar una evaluación de los factores fuertes y débiles que, en conjunto,

diagnostican la situación interna de una organización, así como su evaluación externa, es decir, las oportunidades y amenazas.

Factores Internos:

- Fortalezas: Son funciones que la organización realiza de manera correcta, como ciertas habilidad y capacidades del personal, recursos considerados valiosos y la misma capacidad competitiva de la organización.
- Debilidades: Son factores que hacen vulnerable a la organización o simplemente una actividad que la empresa realiza en forma deficiente, lo que la coloca en una situación débil.

Factores Externos:

- Oportunidades: aquellos factores ambientales de carácter externo no controlables por la organización, pero que representan elementos potenciales de crecimiento o mejoría.
- Amenazas: representan la suma de las fuerzas ambientales no controlables por la organización, pero que representan fuerzas o aspectos negativos y problemas potenciales.

Herramientas del objetivo 3:

- *Revisión Bibliográfica de implementaciones de programas de producción más limpia:* El fin de realizar una revisión bibliográfica es informarse de lo que otros investigadores han logrado desarrollar en el área, lo que puede orientar a nuevas ideas acerca de su planteamiento y, para conocer los métodos de trabajo empleados en casos similares (Cegarra, 2004). Para esto, es necesaria una revisión exhaustiva para lograr una buena selección de las fuentes de información.
- *Guía Técnica General de Producción más Limpia:* Esta guía fue desarrollada por el Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles en Bolivia y la

embajada real de Dinamarca, es un instrumento de referencia para desarrollar el programa de producción más limpia para los talleres.

- *Manual de Producción Más Limpia del Centro de Gestión Tecnológica e Informática Industrial (CEGESTI)*: Este Manual fue desarrollado en el marco del proyecto “Fomentar las oportunidades de negocios sociales y ambientales en América Central y República Dominicana, mediante el acceso a los recursos financieros innovadores y asistencia técnica”, y forma parte de una serie de publicaciones que se derivan de la metodología propuesta por CEGESTI para asistir técnicamente a las empresas que emprenden proyectos de alto impacto social y ambiental, en temas específicos relacionados con la calidad y la gestión socio-ambiental de su desempeño (CEGESTI, 2010), este se tomará como guía para el desarrollo de la propuesta del programa de P+L que busca el proyecto.

- *Metodología ONUDI (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial)*: consiste en una metodología elaborada por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial y para su desarrollo tiene los siguientes objetivos:
 - Reconocer los beneficios económicos de la minimización de desechos
 - Categorizar los desechos y las emisiones en la empresa
 - Identificar los factores que influyen en la minimización de los desechos y las emisiones
 - Usar las hojas de trabajo para encontrar soluciones sistemáticas para sus problemas. (Solano & Valverde, 2015)

- *Estructura de división del trabajo (EDT)*: es una herramienta muy útil que da la facilidad de dividir un proyecto en partes manejables para que se logren identificar todos los elementos necesarios para completar el alcance

propuesto. Es un árbol jerárquico de elementos finales que se realizará o producirá durante el proyecto (Gido & Clements, 2007).

- *Matriz de asignación de responsables:* la idea de esta es visualizar mediante una tabla a las personas responsables de la realización de las tareas de la EDT. La matriz de asignación de responsables es de gran ayuda porque se identifica fácilmente quién es la persona responsable de cada elemento de trabajo (Gido & Clements, 2007).
- *Estudio de factibilidad financiera:* Estudio que se realiza con el fin de determinar y justificar el beneficio económico que tendrá el proyecto en una posterior de aplicación de las oportunidades de mejora propuestas. Para lo cual se calcularán los siguientes indicadores financieros:

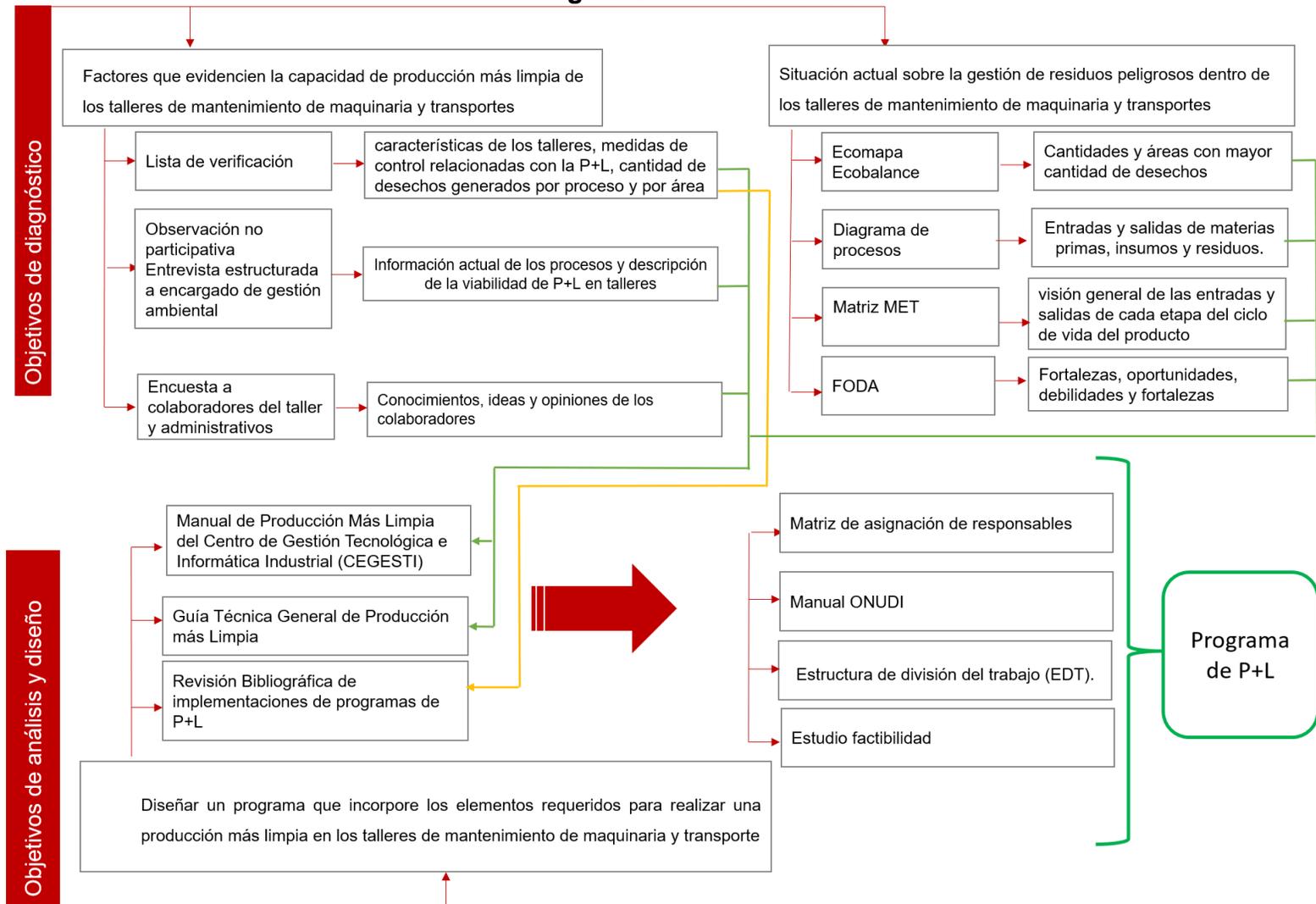
Figura 8. Criterios para el estudio de factibilidad económica

Criterios de Evaluación	Fórmula	
Valor Actual Neto	$VAN = -I_o + \sum_{n=1}^n \frac{Fn}{(1+K)^n}$	I_o = Inversión Inicial K = Costo de capital Fn = Flujo neto de efectivo anual
Tasa Interna de Retorno	$I_o = \sum_{n=1}^n \frac{Fn}{(1+TIR)^n}$	TIR = Tasa Interna de Retorno Fn = Flujo neto de efectivo anual I_o = Inversión Inicial
Periodo de Recuperación	$PR = \frac{I_o}{Fn}$	Fn = Flujo neto de efectivo anual I_o = Inversión Inicial
Costo Beneficio	$CB = \frac{VAN}{I_o}$	VAN = Valor Actual Neto I_o = Inversión Inicial
Índice de Deseabilidad	$ID = \frac{VPF}{I_o}$	VPF = Valor Presente de los Flujos I_o = Inversión Inicial

Fuente: Fernández, 2007

E. Plan de análisis

Figura 9. Plan de análisis



Para desarrollo del objetivo 1, que busca definir factores que evidencien la capacidad de producción más limpia de los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes, se hará uso de herramientas como la lista de verificación que permitirá identificar las características actuales de los talleres así como las medidas de control relacionadas con la P+L que se están implementando, así como las áreas que en las que se generan mayor cantidad de desechos según las características de los procesos identificadas. Por medio de la entrevista a la persona encargada de la gestión ambiental de la empresa y de la observación no participativa se obtendrá información actual de los procesos y descripción de la viabilidad de P+L en talleres. Estos datos serán incluidos en tablas de Excel que permitan tabular la información y graficar los resultados para poder ser analizados y posteriormente incluidos en una tabla en la que se dividan los aspectos positivos y negativos, para finalizar, con las encuestas a los colaboradores de los talleres tanto operativos como administrativos, se logrará definir el conocimiento que tienen en el tema ambiental, en las prácticas de la empresa además de sus ideas y opiniones al respecto, estos datos serán tabulados también en Excel y presentados como gráficos.

En el segundo objetivo, por medio de un diagrama de procesos se identificará las entradas y salidas de materias primas, insumos y residuos de los procesos desarrollados en los talleres, además, con las metodologías del ecomapa y ecobalance, se podrá establecer las áreas de mayor generación de residuos y las cantidades y características de estos respectivamente, estos serán presentados en esquemas con su respectiva simbología para poder identificar de manera ágil y sencilla los puntos críticos de la operación de los talleres.

A su vez, los datos obtenidos se podrán comparar con los inventarios de materias primas que se utilizan para lograr definir el uso que se le está dando a la misma y verificar que las mismas sean utilizadas de la mejor manera y no haya desperdicio. Por otro lado, la matriz MET dará una visión general de las entradas y salidas de cada proceso, y para finalizar con base en los datos que se han obtenido con la

aplicación de las herramientas anteriores, se elaborará una matriz FODA, identificando las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas presentes y se analizarán entre sí.

Al unir la información obtenida a partir de las herramientas de los objetivos anteriores, se puede empezar a trabajar bajo los lineamientos de la Guía Técnica General de P+L y el Manual de Producción Más Limpia del Centro de Gestión Tecnológica e Informática Industrial (CEGESTI), en conjunto con la revisión bibliográfica de conceptos y de casos de implementación de estos programas en otros sitios, además de la definición de la estructura de división de trabajo, la matriz de responsabilidades y la propuesta de factibilidad económica podrá completarse el objetivo 3 y ofrecer la propuesta de programa de P+L para los talleres de la constructora.

IV. ANÁLISIS DE LA SITUACION ACTUAL

A. Factores que evidencian la capacidad de producción más limpia de los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes

Durante los recorridos realizados en las visitas a los talleres en estudio, se logra identificar algunas características físicas y de estructura consideradas de relevancia para el proyecto, pues detallan los talleres en los que se está trabajando el proyecto.

Los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes, en todas las zonas de estudio, son por lo general estructuras tipo galerón, dividido en bahías, existe una bahía destinada al cambio de aceite y de baterías, junto a esta hay otra para reparaciones y/o cambios de llantas, y otras para la atención de vehículos según el tipo: maquinaria, camiones pesados y vehículos livianos. Las distribuciones de cada uno de los planteles se pueden observar más adelante en las figuras 14, 15, 16, 17 y 18.

Se cuenta en cada uno de los talleres con un área destinada a oficina, en la que se encuentra el jefe o supervisor del taller, así como los asistentes de taller, que se encargan de incluir cada Orden de Mantenimiento (OM) al sistema y base de datos interna "Mecolink", en la que se lleva un tipo de expediente digital de cada activo.

En todos los talleres considerados para el estudio se realizan las mismas actividades, con la salvedad de que, si son averías muy complicadas, los equipos son trasladados al plantel central ubicado en Santa Ana para la reparación correspondiente, debido a que es en donde se tiene la mayor cantidad de técnicos.

Normalmente se tienen entre 5 y 10 vehículos en atención en los talleres periféricos y entre 20 y 30 en Santa Ana, número que aumenta los días de "salida" de proyectos y vacaciones masivas, pues se aprovecha para atender las averías menores y poder así mantener la flota al mayor porcentaje de utilización y disponibilidad posible.

En casos como el anteriormente descrito, en el que el número de vehículos a espera de atención aumenta, los mismos se mantienen en los patios de los planteles, estos son una loza de concreto o asfalto frente al galerón.

I. Aspectos positivos y negativos relacionados a requerimientos de un programa de P+L

Atendiendo al primer indicador del objetivo uno, tras la aplicación de la lista de verificación, la observación no participativa y la entrevista a la encargada del departamento de gestión ambiental de la compañía, se identifican los aspectos positivos y negativos relacionados a los requerimientos de un programa de P+L presentes en los talleres, los mismos se describen en el cuadro 7.

Cuadro 7. Aspectos positivos y negativos relacionados a requerimientos del programa de P+L

Aspectos positivos
<ol style="list-style-type: none"> 1. Se cuenta con una política ambiental establecida en la empresa, la misma se adjunta en el anexo 1. 2. En el proceso de cambio de aceite, antes de quitar los filtros estos son agujereados, se coloca una bandeja debajo en la que descarga el contenido de aceite, lo que permite que no se derrame el aceite sobre la superficie y se genere contaminación. 3. Se cuenta con una bodega especial para el almacenaje de filtros usados, así como tanquetas para el almacenamiento de aceite quemado. 4. El aceite recolectado en las bandejas se trasvasa a una tanqueta y los filtros se limpian con trapos y se almacenan en una bodega especial. 5. La pila donde se realiza el lavado de piezas está conectada directamente a una trampa de grasas. 6. Los residuos de manejo especial como las llantas, chatarra, aceite quemado y baterías son separados y almacenados. 7. El aceite y baterías se almacena en una bodega con diques para control de derrames y son dispuestos mediante Gestores Autorizados. 8. En el caso de aceite y baterías, las entregas se realizan por medio del SIGREP. El aceite es entregado a un gestor que lo refina para producir bases para aceites. 9. Se cumple con la normativa nacional vigente en materia ambiental, algunas de estas son: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Ley para la Gestión Integral de Residuos. N° 8839 ✓ Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales. N°33601 ✓ Reglamento sobre el Manejo de Residuos Sólidos Ordinarios 36093-S. ✓ Reglamento para la Declaratoria de Residuos de Manejo Especial 38272-S. ✓ Reglamento sobre llantas de desecho, N° 33745-S

- ✓ Reglamento para el manejo de los desechos peligrosos industriales, N° 27001 Ministerio de Salud de Costa Rica.

Aspectos positivos con oportunidad de mejora

1. El compromiso con la política no es de toda la población, ya que no es del todo conocida, pues según la información obtenida a partir de la entrevista a la persona encargada de la gestión ambiental de la empresa, no se comparte en la inducción.
2. Se cuenta con contenedores para el depósito de trapos sucios distribuidos por las áreas de trabajo, sin embargo, estos trapos no siempre son depositados en el contenedor identificado para ese fin, se encontraron algunos en basureros ordinarios.
3. Existe una indicación para que las trampas se limpien semanalmente, los residuos son almacenados en la bodega de peligrosos y tratados por medio de un gestor. Pero esta indicación no es cumplida a cabalidad, no se les da el mantenimiento indicado y en ocasiones, en especial cuando llueve se desbordan.
4. Los talleres tienen una parrilla que abarca todo el perímetro y dirige cualquier derrame hacia la trampa de grasas, que en ocasiones se ven deterioradas por el tránsito de camiones pesados y no se les da el mantenimiento requerido.
5. El acceso al sitio del SIGREP está condicionado a una persona por taller y a la encargada de gestión ambiental, por lo que, si esta persona se ausenta, no se puede despachar el residuo peligroso con el gestor.
6. La implementación de las medidas propuestas por el departamento ambiental no ha sido desarrollada por diversos motivos, uno de ellos es que este departamento está compuesto por una única persona y muchas veces no recibe el apoyo deseado por los encargados de las áreas productivas para el desarrollo de las actividades y oportunidades de mejora encontradas en las visitas a los diferentes talleres.
7. Todos los talleres cuentan con un stock en bodega de insumos claves para el desarrollo de las actividades, por ejemplo: aceite hidráulico, aceite de motor, aceite para cajas de cambios, todos almacenados en estantes, filtros de diésel, filtros de aceite, sin embargo, no tienen las hojas de seguridad de los productos, por lo que no tienen acceso a lo que se debe hacer en caso de derrame.
8. Los colaboradores de las áreas de cambio de baterías y aceites no reciben capacitación en temas ambientales, las prácticas actuales las hacen por seguir una directriz.
9. Se tiene un punto de separación de residuos reciclables, pero no se utiliza, se encuentra obstruido por piezas y herramientas, además no se tiene un programa de reciclaje.
10. En caso de algún derrame, se tienen kits para la contención de estos. Las distribuciones y contenidos de estos kits se detallan en los apéndices 8 y 9, pero no todo el personal sabe cómo utilizarlo.

Aspectos negativos

1. El almacenamiento de chatarra y llantas no es en un sitio protegido de la intemperie, la bodega para llantas no tiene suficiente espacio y se almacenan algunas afuera, la chatarra se acumula en uno de los patios del plantel Santa Ana.

2. En lugar de trabajar de manera preventiva, se trabaja de forma correctiva, es decir, si llega a presentarse algún evento adverso, la empresa va a hacer todo lo que esté a su alcance para corregir los daños causados al medio ambiente.
3. El lavado de piezas se realiza con agua potable y no existe una cultura de ahorro de este recurso.
4. Los pisos son de concreto, por lo que cuando hay un derrame el piso por ser de un material poroso absorbe gran cantidad de la sustancia.

De esta información descrita, se puede obtener que en su mayoría, los aspectos positivos corresponden a condiciones estructurales, es decir, los talleres tienen la infraestructura y condiciones para poder llevar a cabo prácticas de producción más limpia, cabe mencionar que estas condiciones existentes podrían ser mejoradas y adaptadas de ser necesario, también se logró identificar la anuencia a formar un equipo de producción más limpia, en el que estarían participando colaboradores de todos los estratos de la empresa. Sin embargo, los aspectos negativos están relacionados al comportamiento y prácticas de los colaboradores, que bien puede estar asociado a factores de trabajo como:

- ⇒ No existen procedimientos definidos en los que exista una asignación de responsables de la ejecución de las tareas por cada área.
- ⇒ Se tiene una programación deficiente de las tareas al trabajar de manera correctiva y no preventiva.
- ⇒ No hay capacitaciones periódicas en temas ambientales
- ⇒ No se ha hecho una evaluación de las posibles consecuencias por incumplimiento a la legislación ambiental.
- ⇒ A pesar de que se cuenta con una política definida de compromiso ambiental, a nivel de gerencias este compromiso no es notable, pues no se cuenta con un registro de aceptación de esta política, por lo que este compromiso no es adoptado como parte de las responsabilidades de cada puesto, además que no se tiene un presupuesto definido asignado al tema de ambiente, sino que la atención de temas relacionados se hace por emergencias y/o necesidades que se vayan presentando.

II. Porcentaje de trabajadores que tienen conocimiento sobre la gestión ambiental empresarial

De la muestra de 122 colaboradores, se obtuvo que un 100% de la población recibió una inducción cuando ingresó a laborar dentro de la empresa, sin embargo, solamente el 78% de los encuestados refiere haber recibido dentro de esta inducción algún tema relacionado al área ambiental. Al ver este dato se quiso ahondar en el tema y se hizo la consulta a la encargada de la gestión ambiental de la empresa (extraordinario a la entrevista inicial) del por qué se tiene ese 22% sin una inducción en temas ambientales y según lo indicado, dentro del formato de la inducción de nuevos ingresos no existe un apartado ambiental, sino que queda a criterio del coordinador de salud y seguridad de cada centro abarcar el tema; esta falta de información primaria a los colaboradores está directamente relacionada con que los mismos no conozcan de la existencia de una política ambiental en la que la empresa se compromete a cumplir los requisitos ambientales.

Ahora bien, según lo conversado con la encargada de la gestión ambiental en esta extensión a la primera entrevista, afirma que sí se dan capacitaciones en el campo del ambiente a los colaboradores y estos datos se reflejan de la siguiente manera después de aplicada la encuesta a los trabajadores de los talleres: solamente el 79% de los encuestados indica haber recibido capacitaciones en el tema ambiental durante el tiempo que han trabajado para la empresa, esto se traduce a 96 colaboradores.

Profundizando en el tema de la capacitación se logró identificar que de los 26 colaboradores que no han recibido ningún tipo de formación, 16 han ingresado en los últimos 3 meses y los 10 restantes no han estado presentes durante las visitas de la encargada de la gestión ambiental, durante las que se imparten estas capacitaciones. Cabe recalcar que las visitas son realizadas aproximadamente cada tres meses.

Analizando los datos de manera más puntual, tal como se evidencia en el cuadro 8, son los talleres ubicados en el GAM (San Rafael y Santa Ana) los que tienen el mayor porcentaje de colaboradores con capacitación, 100% y 80%

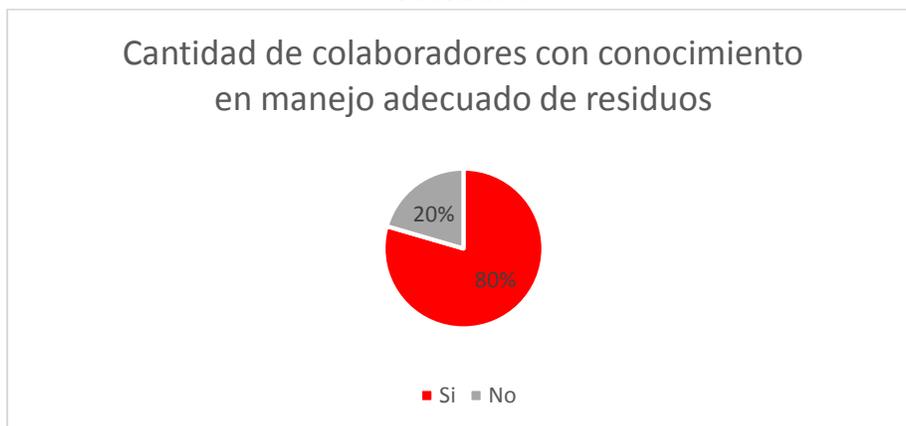
respectivamente, caso contrario a los trabajadores de los talleres periféricos, en donde Nicoya y Zona Sur están por debajo del 70% y Guápiles presenta un 75%, con estos datos se logra un alcance del 79% de los colaboradores capacitados en temas ambientales. Esto se debe básicamente a que para la encargada de la gestión ambiental es más fácil visitar los talleres más cercanos, pues su centro de trabajo se encuentra en las instalaciones de la Uruca.

Cuadro 8. Distribución por taller de colaboradores con capacitación en temas ambientales

Ubicación	Muestra	Respuestas positivas	% Respuestas positivas
San Rafael	5	5	100%
Nicoya	8	5	63%
Guápiles	16	12	75%
Santa Ana	87	70	80%
Zona Sur	6	4	67%
	122	96	79%

A la hora de evaluar el tema sobre el manejo de los residuos generados en los talleres, se obtuvo que el 80% de los encuestados tiene el conocimiento de cómo se debe hacer el manejo de los mismos, dato que está directamente relacionado con las capacitaciones que los colaboradores han recibido, con 1% por encima de la cantidad de trabajadores que indicaron haber recibido capacitaciones en el área ambiental, pues en esta se les explica la gestión y el manejo de residuos, en el gráfico siguiente, se detalla este resultado. Según la encargada de la gestión ambiental, esta diferencia porcentual se debe a que algunos colaboradores que vienen de otras empresas e ingresan a la empresa ya han recibido capacitaciones de esta índole y ponen en práctica su conocimiento.

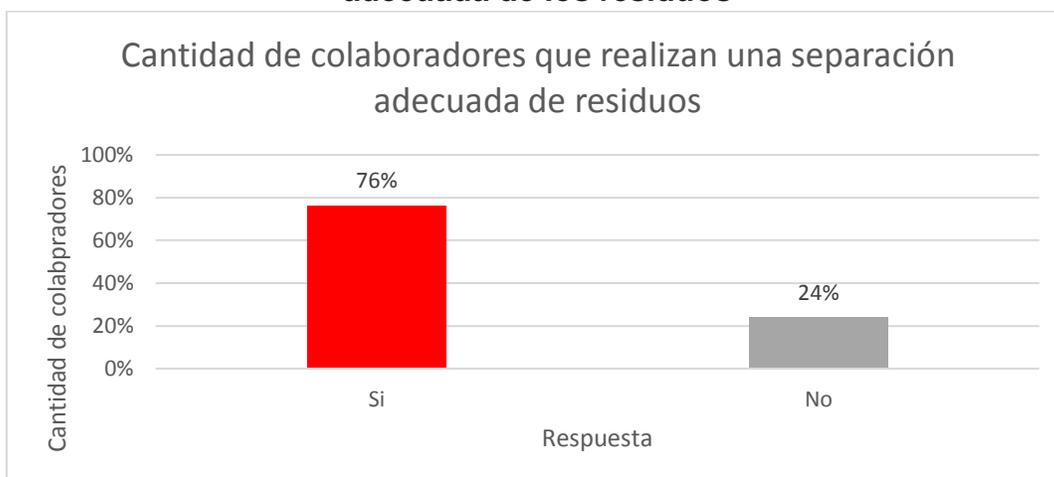
Gráfico 1. Cantidad de personal con conocimiento del manejo de los residuos



En cuanto a la separación adecuada de los residuos generados, en el gráfico 2 se muestra porcentualmente cuántos trabajadores aplican la separación de residuos según su tipo y clasificación. En este se puede observar que el 76% de los encuestados admitió realizar el proceso de separación adecuada, dato que es 4% menor a los que indicaron tener el conocimiento de cómo hacerlo, esta diferencia denota que en los colaboradores existe desinterés en el tema y a nivel de la constructora falta implementar campañas de culturización y concientización en el campo ambiental. Sin embargo, el dato sí coincide con los colaboradores que indicaron haber recibido capacitaciones en temas ambientales, y se logró comprobar que este es un tema contenido en esta capacitación. Esto se aprecia en el gráfico 2.

El tema de la separación de residuos que en apariencia sí se da en los talleres, se ve afectado por la falta de orden y organización de las áreas, pues como se mencionó antes, los puntos en los que se encuentran los contenedores para la separación de residuos están obstruidos, situación por la cual es indispensable organizar las áreas y definir los espacios para estos contenedores.

Gráfico 2. Cantidades de colaboradores que realizan una separación adecuada de los residuos



B. Situación actual sobre la gestión de los recursos y los residuos peligrosos dentro de los talleres

I. Cantidad de entradas y salidas de materias primas, insumos y recursos utilizados por proceso productivo.

Diagramas de procesos

Seguidamente se presenta un diagrama de proceso para cada una de las tareas que se desarrolla dentro de los talleres que tienen la mayor demanda de insumos y mayor producción de residuos, es importante hacer la observación de que en todos los talleres en estudio se llevan a cabo los mismos procesos.

Tal como se aprecia en el apéndice 7, según el diagrama de proceso del cambio de aceite se tiene en total 9 eventos de operación, 1 de espera y 3 de inspección, para los ítems de operación se requiere de insumos de un único uso y por otra parte se obtienen residuos de cuatro de los procesos de operación.

Tomando como base el diagrama de proceso del cambio de llantas, se identifican en total 5 eventos de operación, 1 de espera y 2 de inspección, siendo uno de los procesos clasificado como de operación el que requiere del insumo nuevo y otro en el que se genera el residuo. Este diagrama se adjunta en el apéndice 8.

Ahora bien, considerando el proceso de cambio de componentes como repuestos, mangueras, partes de chasis, se tienen 5 eventos de operación, 1 de espera y 2 de inspección, generalmente se obtienen residuos de 3 de estos eventos que sería durante el desmonte de la pieza dañada (chatarra), el agua residual del lavado de piezas y los empaques de los repuestos nuevos que se van a instalar (plástico y cartón). El diagrama se adjunta en el apéndice 9.

Por otro lado, en el proceso de cambio de baterías, tal como se presenta en el apéndice 10, de este se deriva el consumo de baterías nuevas y el desecho de baterías dañadas.

Cuadro 9. Resumen de eventos por proceso productivo

Proceso	Evento		
	Operación	Espera	Inspección
Cambio de aceite	9	1	3
Cambio de llantas	5	1	2
Cambio de componentes	5	1	2
Cambio de baterías	6	1	1

II. Cantidad de recursos por proceso

Con base en los diagramas presentados en los apéndices 7, 8, 9 y 10 se estableció para cada entrada los recursos necesarios y materia prima para cada uno de los procesos descritos, se logró construir una matriz MET, en la que se describen los materiales (M), la energía (E) y los materiales tóxicos o emisiones (T) de cada proceso, esta matriz se presenta en el cuadro 10. Los datos descritos en esta matriz, se obtuvieron a partir de la entrevista con la persona encargada de la gestión ambiental y de la observación de los procesos.

Cuadro 10. Matriz MET

M-Materiales	
Cambio de aceite	Aceite nuevo según especificaciones de cada vehículo, filtros, trapos, kit toma de muestras, bandejas (reutilizables), herramientas manuales, agua para lavado de piezas
Cambio de llantas	Llantas, parches, compresor de aire, "gusanillos", bomba de extracción, herramientas manuales

Cambio de componentes	Repuestos, mangueras, soldadura, pintura, agua para lavado de piezas
Cambio de baterías	Baterías nuevas según necesidad de cada vehículo, herramientas manuales
E-Energía	
Cambio de aceite	Consumo de energía eléctrica para utilizar equipos y herramientas, iluminación del área de trabajo.
Cambio de llantas	
Cambio de componentes	
Cambio de baterías	
T- Materiales tóxicos y emisiones (residuos)	
Cambio de aceite	Aceite quemado, filtros sucios, trapos contaminados, agua contaminada, recipientes para depósito de aceite quemado.
Cambio de llantas	Llantas dañadas, parches, "gusanillos"
Cambio de componentes	Chatarra, aceite, combustibles, puntas de soldadura, solventes, pintura, CO2, agua contaminada
Cambio de baterías	Baterías deterioradas

Una vez establecidos los materiales requeridos en cada proceso, con ayuda del departamento de compras y las jefaturas de cada área se obtiene la cantidad de insumos principales promedio mensual para cada taller, estas cantidades se adjuntan en el cuadro 11.

Cuadro 11. Cantidad de recursos necesarios por taller.

Residuo	Cantidades requeridas por mes				
	Santa Ana	San Rafael, Alajuela	Guápiles	Zona Sur	Nicoya
Filtros	150 unidades	20 unidades	30 unidades	15 unidades	30 unidades
Baterías	20 unidades	4 unidades	3 unidades	4 unidades	4 unidades
Aceite	45 estañones	6 estañones	17 estañones	13 estañones	11 estañones
Trapos	200 kg	55kg	100 kg	40 kg	30 kg
Llantas	30 unidades	6 unidades	8 unidades	10 unidades	10 unidades
Pintura	22 galones	0	0	0	0
Soldadura	100 kg	40 kg	30 kg	50 kg	50 kg

En cuanto al agua y la electricidad que se utiliza en los talleres, el área contable de la empresa facilitó un cuadro resumen con los montos que se pagaron por estos servicios públicos durante el 2019 en total por todos los talleres. Estos datos se adjuntan en el cuadro 12, donde se puede apreciar que a pesar de que se tiene una tarifa especial por parte de la CNFL, esto por tratarse de centros de producción, son montos muy altos los que se pagan mes a mes por concepto de electricidad. Para

ambos servicios se aprecia que los montos tienen picos en algunos meses, lo que puede estar relacionado a la cantidad de vehículos atendidos en esos meses. Por ejemplo en el mes de mayo se ve un aumento en el costo de la electricidad en comparación con los meses anteriores, lo que corresponde a la salida y paro de los proyectos por la Semana Santa, a partir del mes de julio, se ve un aumento importante en el costo de la electricidad y el agua que según indicó la gerencia de maquinaria, corresponde al pico más alto de proyectos a lo largo del país, por lo que las máquinas y vehículos se atienden de manera más frecuente para poder disponer de ellas a tiempo y en forma para cada uno de los proyectos.

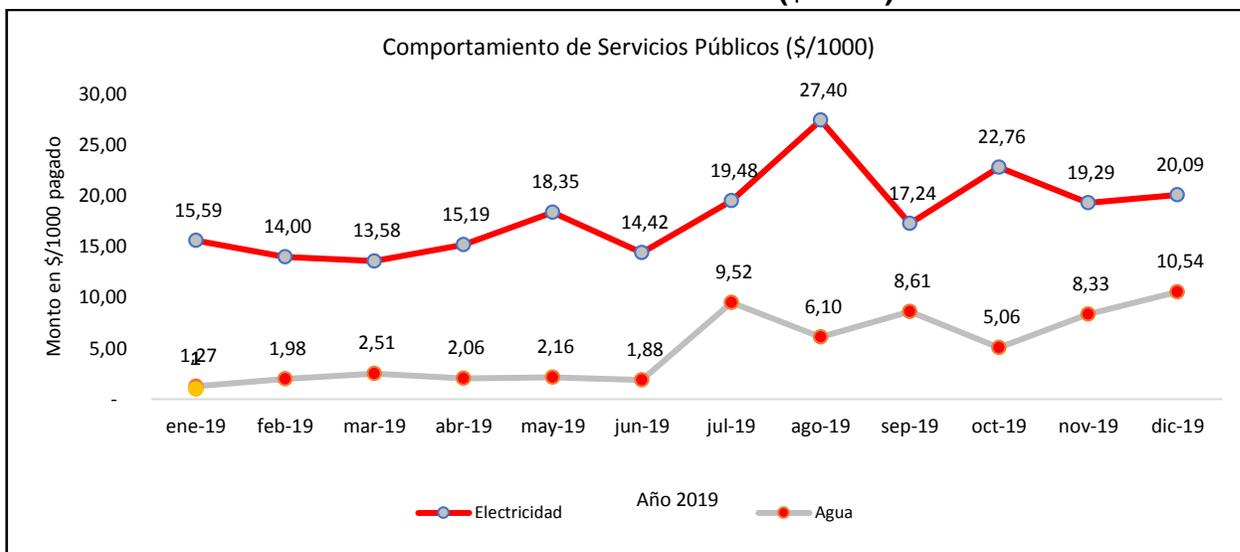
Cuadro 12. Cantidad de recursos

Mes	Servicio Público	
	Electricidad	Agua
ene-19	₡9 577 335,00	₡777 070,00
feb-19	₡8 549 336,60	₡1 211 302,80
mar-19	₡8 178 136,32	₡1 513 776,14
abr-19	₡9 101 515,41	₡1 232 393,75
may-19	₡10 833 615,06	₡1 277 144,68
jun-19	₡8 414 027,34	₡1 095 361,29
jul-19	₡11 172 724,66	₡5 458 377,99
ago-19	₡16 417 060,86	₡3 652 145,99
sep-19	₡10 066 721,97	₡5 025 935,17
oct-19	₡13 322 426,92	₡2 959 510,42
nov-19	₡10 916 797,38	₡4 714 674,74
dic-19	₡11 581 515,71	₡6 076 738,80
Promedio	₡10 677 601,10	₡2 916 202,65
Monto total	₡128 131 213,24	₡34 994 431,78

Fuente: Departamento contable Constructora Meco, 2020

En el gráfico 3 se aprecia el comportamiento de los servicios y se denota de mejor manera los meses en los que se ubican estos picos.

Gráfico 3. Tendencia de los Servicios Públicos (\$/1000) en el año 2019



Fuente: Departamento contable Constructora Meco, 2020

Este gráfico para una mejor distribución de los datos se encuentra en dólares/1000, para lo que se calculó el equivalente a dólares en cada mes y se dividió ese valor por mil, como se puede observar que el mayor monto cancelado de electricidad se dio en el mes de agosto y el menor en este servicio fue en junio, en cuando al agua, se logra observar que los meses de enero a junio se mantuvo estable, se presentan los mayores consumos en los meses de julio y diciembre. Que como se aclaró, corresponde a los meses de mayor actividad en proyectos y en el caso de diciembre al paro por fin de año.

III. Cantidad y tipo de desechos identificados. Áreas críticas

Con base en los datos recopilados, se lograron identificar los desechos y las cantidades generadas en cada uno de los talleres evaluados, estas cantidades se muestran en el cuadro 13.

Cuadro 13. Cantidades y tipos de desechos por taller

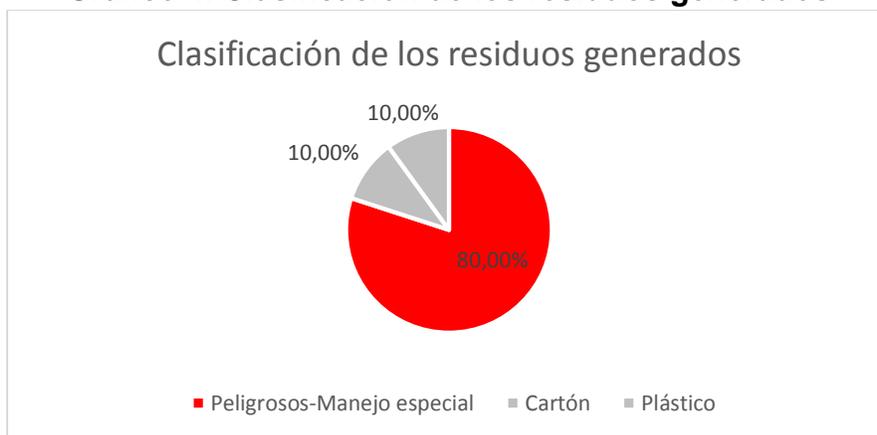
Residuo	Cantidades producidas por mes				
	Santa Ana	San Rafael, Alajuela	Guápiles	Zona Sur	Nicoya
Filtros	1179 kg	164 kg	446 kg	335 kg	221 kg
Baterías	980 kg	180 kg	140 kg	180 kg	180 kg
Cartón	50 kg	20 kg	20 kg	20 kg	20 kg

Aceite quemado	39 estañones (7705 kg)*	4 estañones (585 kg)*	15 estañones (2195 kg)*	11 estañones (1610 kg)*	9 estañones (1317 kg)*
Trapos sucios	198 kg	48 kg	93 kg	32 kg	24 kg
Llantas	380 kg	80 kg	102 kg	145 kg	145 kg
Plástico	12 kg	5 kg	4 kg	6 kg	6 kg
Chatarra	900 kg	100 kg	80 kg	110 kg	120 kg
Pintura	22 galones	0	0	0	0
Soldadura	100 kg	40 kg	30 kg	50 kg	50 kg

*Se calcula a partir de que un litro de aceite pesa aproximadamente 0,920kg y en un estañón se almacenan aproximadamente 159 litros.

Tomando como base los datos de la tabla anterior, se logró establecer una clasificación de los residuos generados en los talleres, llegando a definir tres grandes grupos: plástico, cartón y residuos peligrosos y/o de manejo especial, siendo estos últimos los de mayor generación con un 80%, seguidos de plástico y cartón, ambos con un 10%. Esta distribución porcentual de los residuos se aprecia en el gráfico 4.

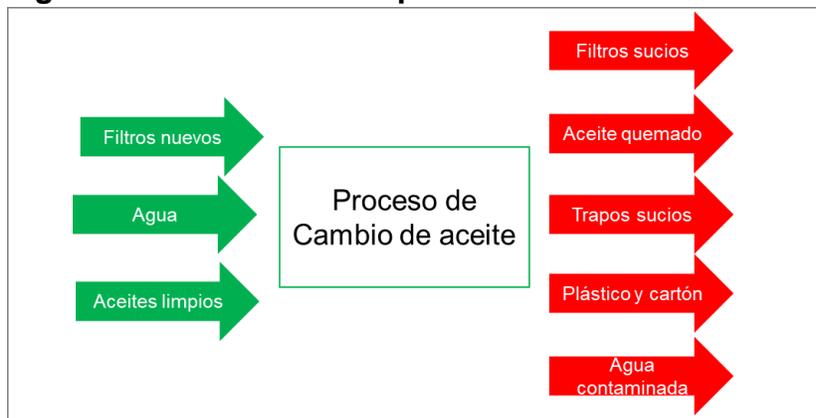
Gráfico 4. Clasificación de los residuos generados



a. Ecobalances

A la hora de elaborar los ecobalances para cada uno de los procesos descritos anteriormente, se obtiene una mejor visión de las materias primas de cada proceso, así como de los subproductos obtenidos una vez finalizado, a continuación, se detallará cada caso particular, sin embargo, cabe destacar que las cantidades obtenidas promedio de los residuos en cada taller se adjuntaron anteriormente en el cuadro 13.

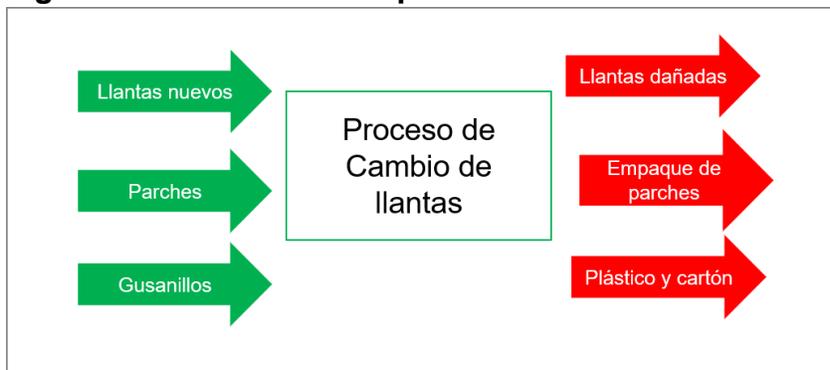
Figura 10. Ecobalance de proceso de cambio de aceite



Tal y como se aprecia en la figura 10, para el proceso de cambio de aceite, como insumos se requiere de tres filtros nuevos y la cantidad de aceite va a depender de cada vehículo, y como salidas se obtienen 3 filtros sucios, aceite quemado, trapos sucios, agua contaminada, plástico y cartones procedentes de los empaques de los filtros. De este proceso, se debe mencionar que el aceite quemado, trapos sucios y filtros son tratados por medio de un gestor autorizado, y el plástico y cartón es depositado en el basurero de ordinarios, debido a que los colaboradores no tienen la cultura de separarlos como material de reciclaje

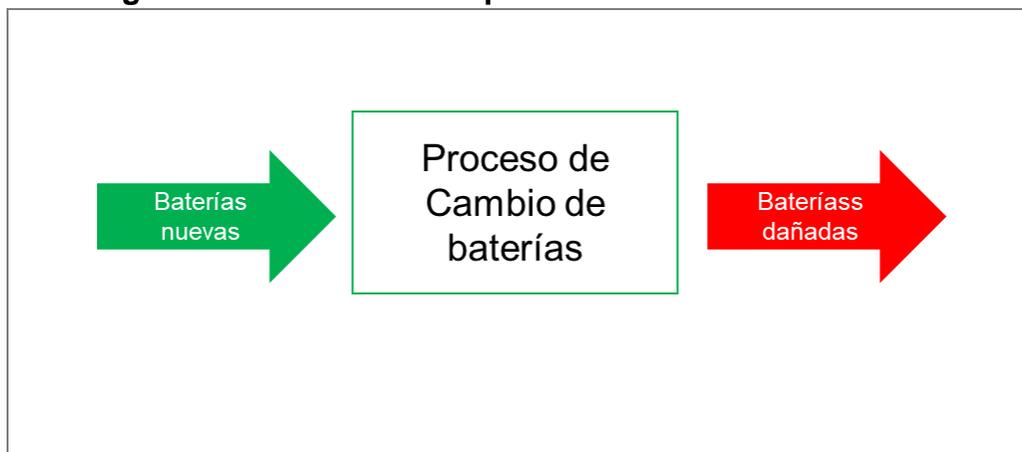
Haciendo referencia a los cambios de llantas, se consideró como insumos iniciales llantas nuevas, pero se incluyeron también los parches y “gusanillos” utilizados para la reparación de las mismas, como salidas de este proceso se obtienen las llantas dañadas, empaques de los parches que son de plástico y cartón, al igual que el caso anterior, el plástico y cartón no son tratados como material de reciclaje, por la falta de cultura de los colaboradores, las llantas que cumplen ciertas condiciones son enviadas al proveedor para reencauches y las que no cumplen son desechas por medio de éste. El ecobalance de este proceso se adjunta en la figura 11.

Figura 11. Ecobalance de proceso de cambio de llantas



El proceso de cambio de baterías es más sencillo y a su vez el proceso más eficiente, pues es el único que tiene un insumo necesario que es la batería nueva y un solo residuo, la batería dañada. En la figura 12 se adjunta en ecobalance de este procedimiento.

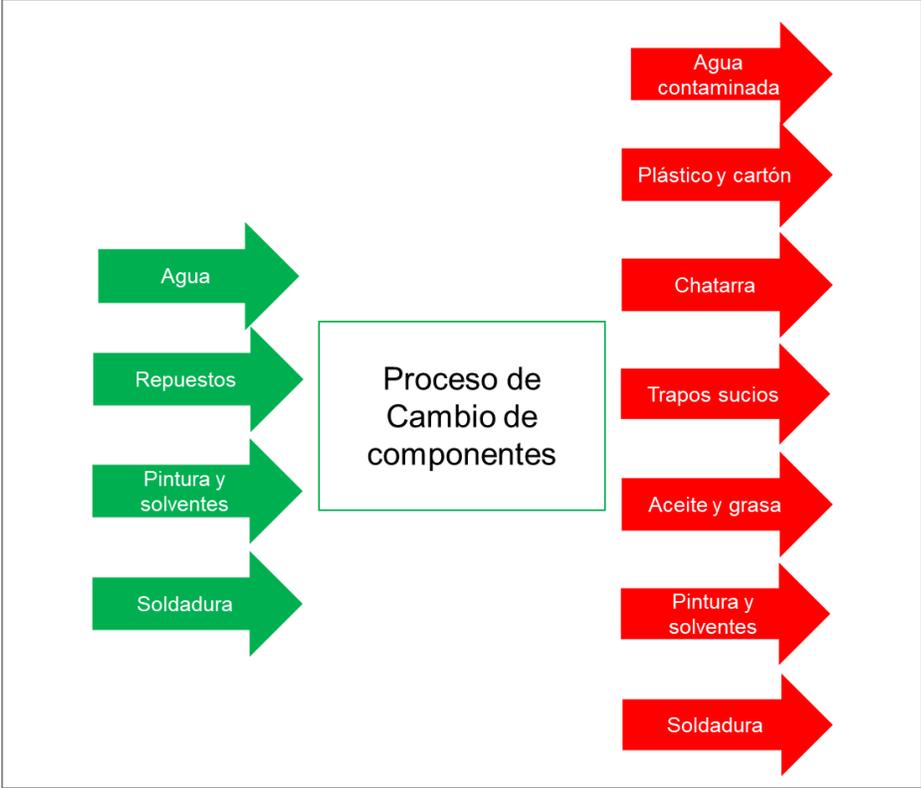
Figura 12. Ecobalance de proceso de cambio de baterías



Del proceso de cambio de componentes, se puede resaltar que los insumos para el desarrollo del proceso son agua, repuestos, pintura, solventes y soldadura, siendo los residuos de este proceso agua contaminada, plástico, cartón, chatarra, trapos sucios, en algunos casos aceite y grasa, restos de pintura, solventes y soldadura. El tratamiento que se da a los residuos es el mismo mencionado en párrafos anteriores, la pintura, solventes y soldadura no se tratan de ninguna manera, se tiene un depósito en la bodega central donde se ha venido almacenando este residuo en espera de que el departamento ambiental designe el procedimiento de disposición final de estos y la chatarra se acumula en estañones en los talleres y

después se traslada a uno de los patios ubicados en Santa Ana y de ahí se tiene conocimiento solo de que es vendida, pero no existe un registro de la cantidad ni el destino final, en cuanto al agua contaminada se trata por medio de trampas de grasa. En la siguiente figura se presenta el ecobalance de este proceso.

Figura 13. Ecobalance de proceso de cambio de componentes



b. Ecomapas

Según los ecomapas realizados, se logra determinar que las áreas que presentan la mayor producción de residuos es el área de Planificación y Control, debido a que es en esta área en la que se realizan los procesos de cambio de aceites, de llantas y baterías. Los ecomapas se adjuntan a continuación en las figuras 14, 15, 16, 17, 18, en estos se aprecia la distribución por cada taller.

Figura 14. Ecomapa para el taller de Guápiles

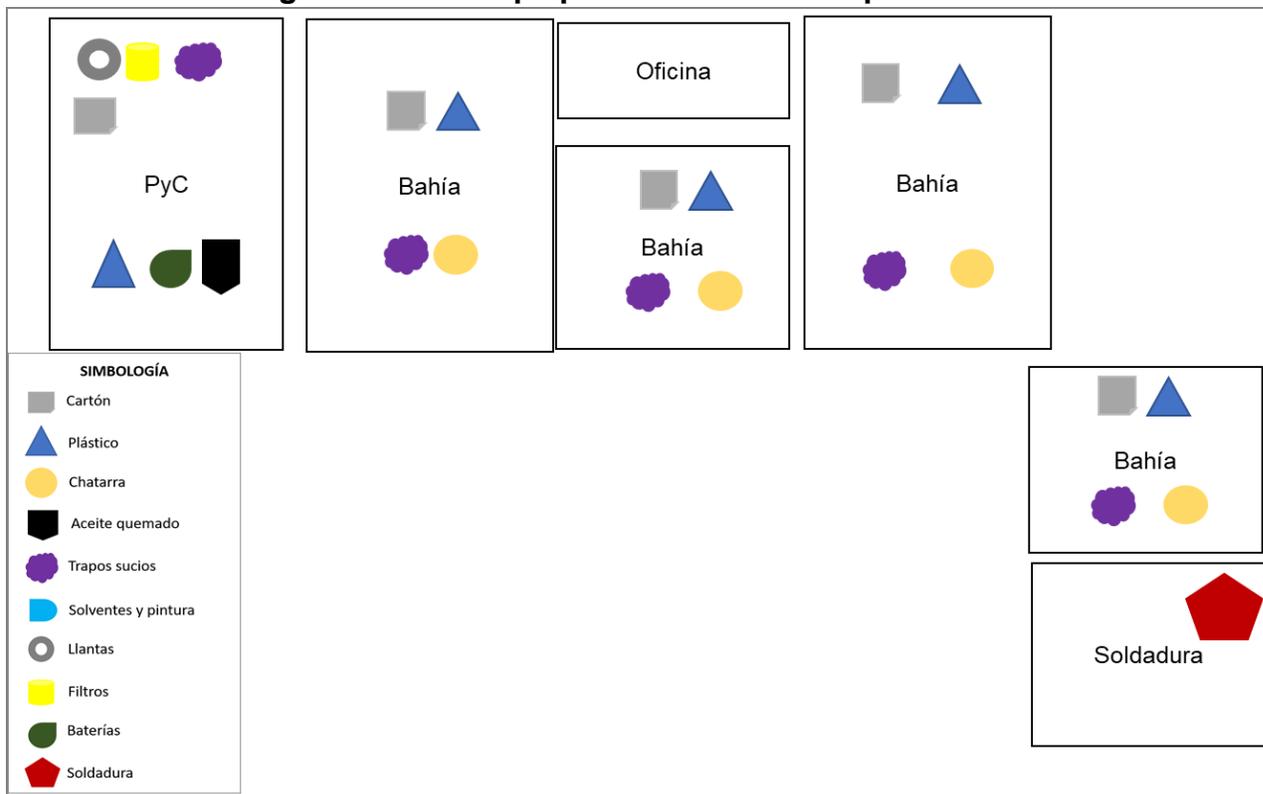


Figura 15. Ecomapa para el taller de San Rafael

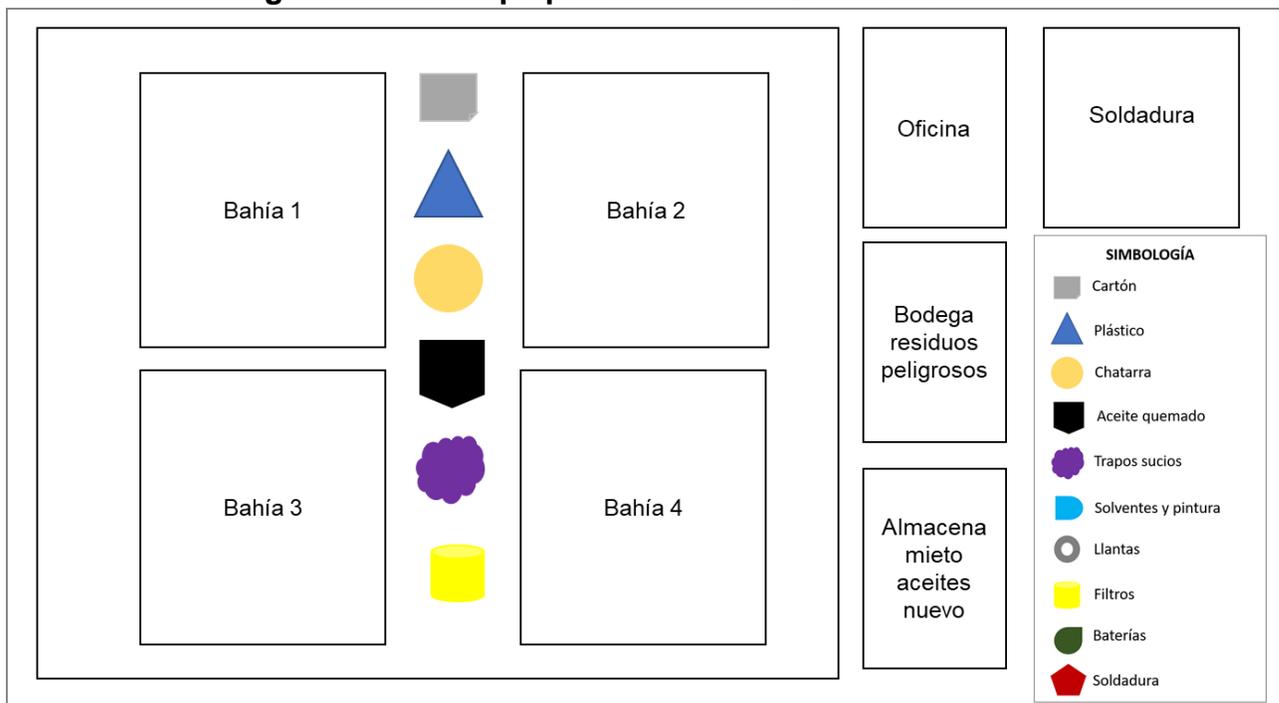


Figura 16. Ecomapa para el taller de Zona Sur

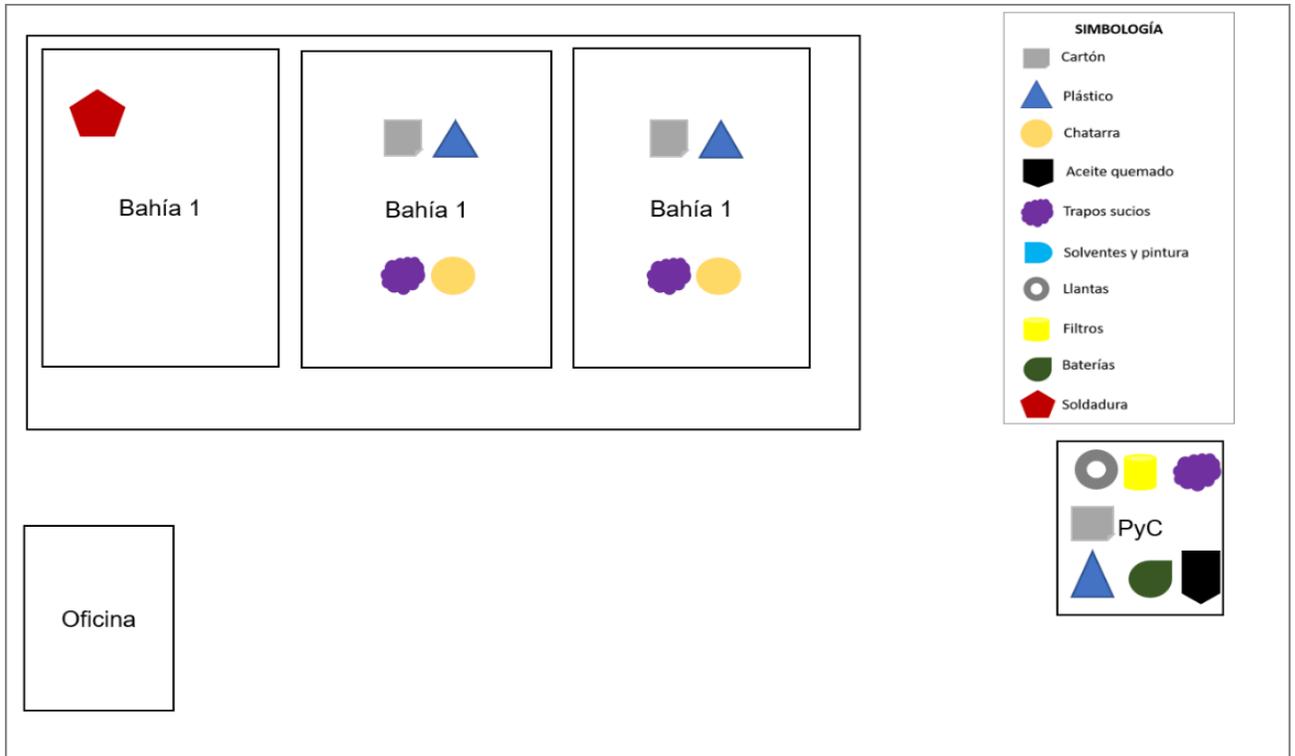


Figura 17. Ecomapa para el taller de Nicoya

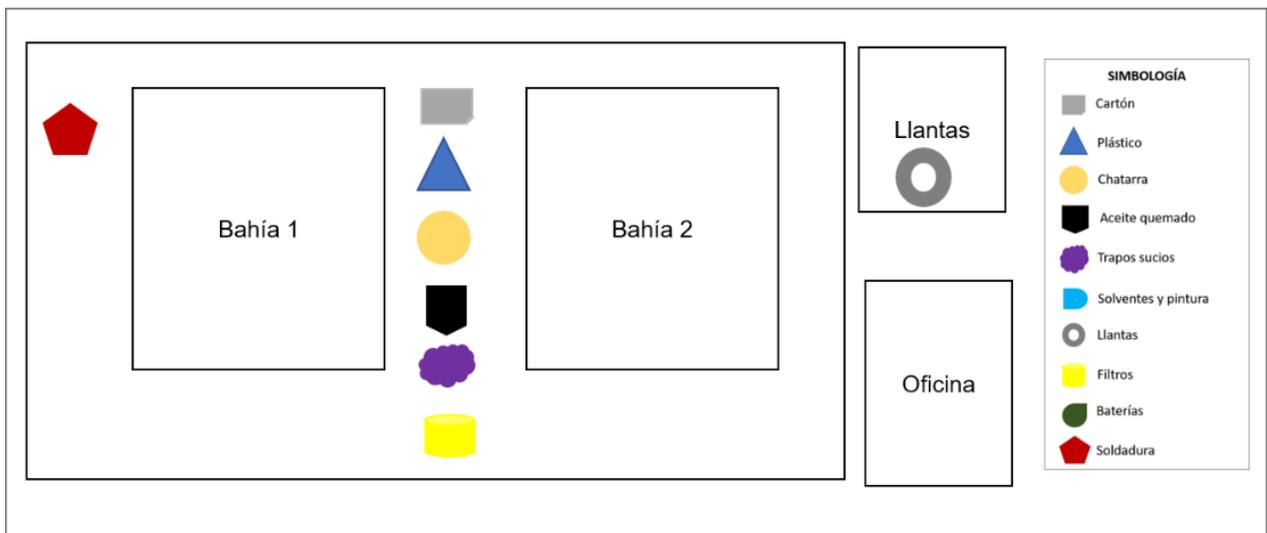
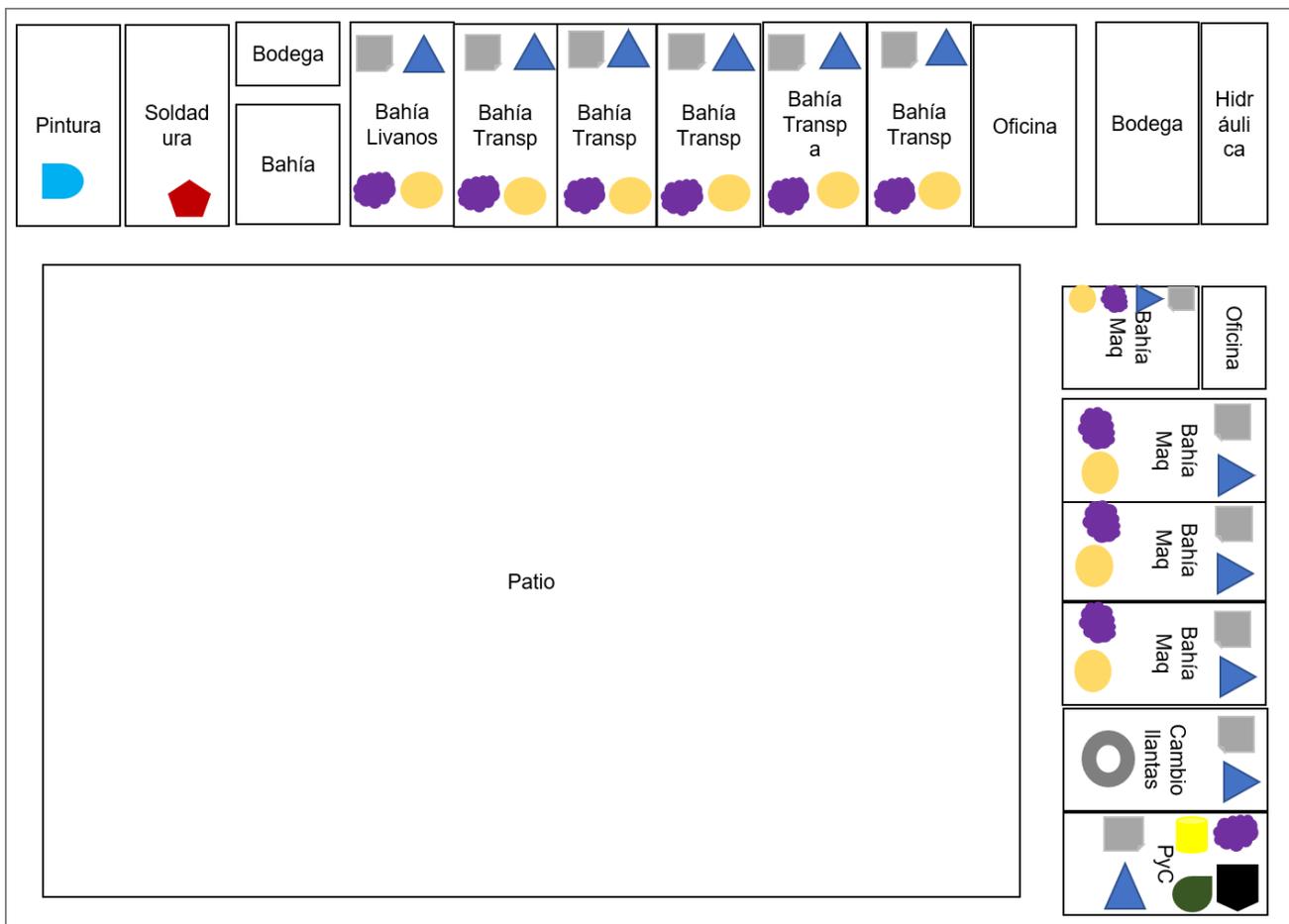


Figura 18. Ecomapa para el taller de Santa Ana



Como se logró observar en las figuras anteriores, en todas las bahías se tienen residuos de plástico, cartón, chatarra y trapos sucios como un residuo común, los solventes y pintura únicamente se generan en Santa Ana.

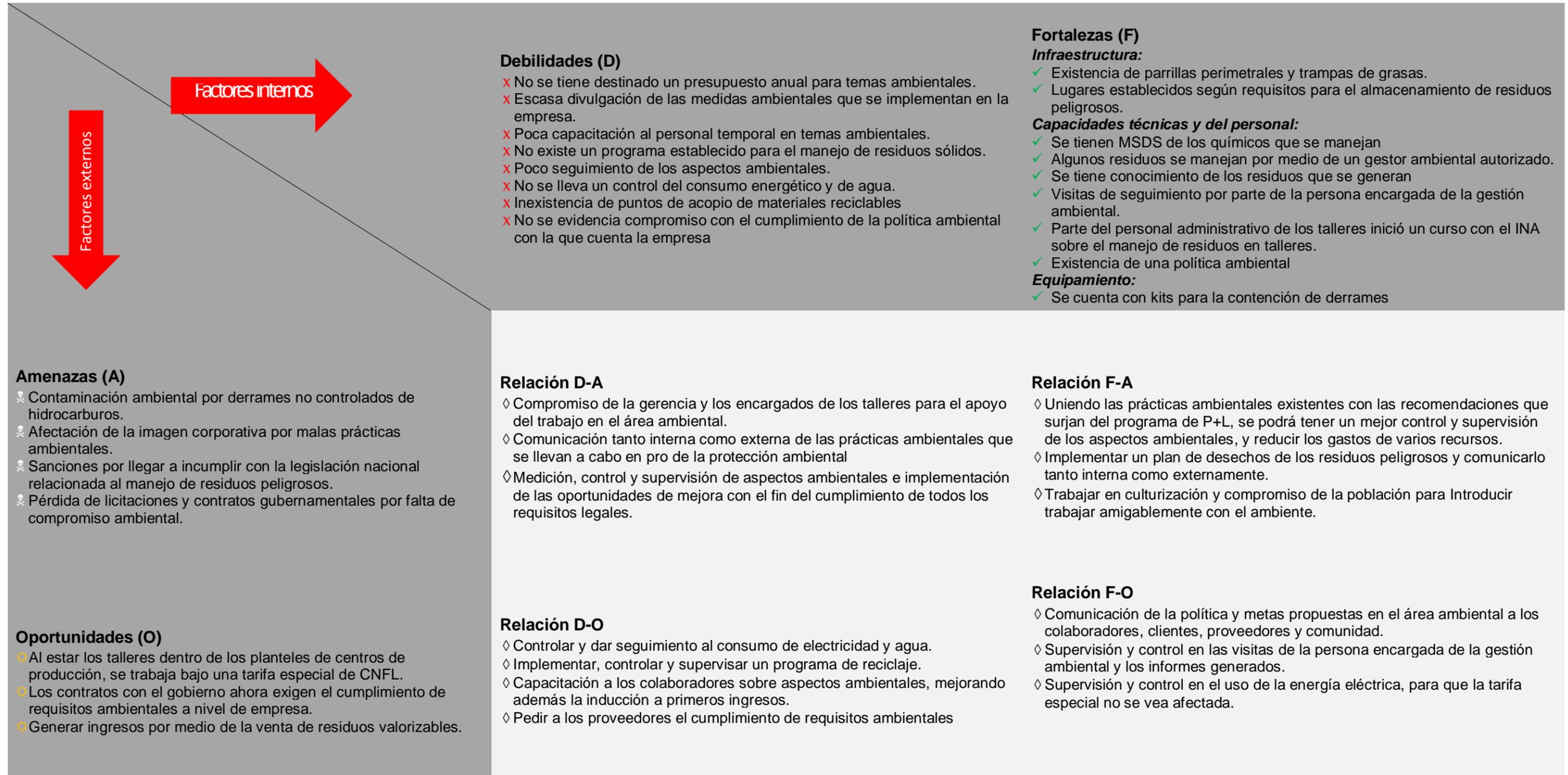
IV. Matriz FODA del desempeño en materia ambiental de los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco.

Esta herramienta se construyó con base en los datos recolectados durante la aplicación de la entrevista a la persona encargada de la gestión ambiental, las listas de verificación, las observaciones no participativas y la encuesta aplicada a los colaboradores operativos y administrativos. Dichos datos se clasificaron en fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.

En esta herramienta se logra identificar que los talleres tienen dentro de sus procedimientos un total de 10 debilidades y 11 fortalezas, que, al ser parte de los factores internos, es la empresa misma quien como organización determina si estas permanecen, se mejoran o se eliminan según corresponda para cada caso, pues es de estos que depende el bienestar de la operación.

Por otro lado, considerando los factores externos, es decir las oportunidades y amenazas encontradas, se describen 6 amenazas y 4 oportunidades, que al no depender directamente de empresa pueden afectar o no la organización, pero a su vez esta puede determinar si las aprovecha para mejorar las condiciones que se tienen. La matriz FODA, se adjunta en la figura 15.

Quadro 14. Matriz FODA



V. CONCLUSIONES

- ⇒ Tanto los talleres de mantenimiento como la constructora poseen metas establecidas en el ámbito de la protección del medio ambiente, este es un punto importante para la empresa, pues como se mencionó en los valores empresariales, se define como uno de estos el compromiso con la sostenibilidad y además cuentan con una política ambiental, variables que ofrecen una base para la implementación del programa de P+L, sin embargo, al verificar la información se determina que en la práctica estas variables no son aplicadas, por lo que el compromiso está en papel.
- ⇒ Se evidencia que existe poca comunicación con los colaboradores, pues en la inducción no se trata el tema ambiental y no se ofrecen muchas capacitaciones en este tema. Además, no se aprovecha la plataforma interna Mecolink como un medio de interacción empresa-colaborador, en la que se comparta información de acciones y actividades ejecutadas en pro del medio ambiente.
- ⇒ Los procesos desarrollados dentro de los talleres contemplan ciertas medidas de P+L, por ejemplo, la existencia de trampas de grasa y rejillas perimetrales, contención de aceite quemado, tratamiento de algunos residuos con un gestor autorizado, pero a por desconocimiento y falta de capacitación los colaboradores no aprovechan dichas condiciones.
- ⇒ A pesar de que se puede obtener un beneficio a partir de residuos valorizables como papel, cartón y plástico, no se cuenta con un programa de reciclaje que invite a separar los residuos según su tipo para ser dispuestos.

VI. RECOMENDACIONES

- ⇒ Tomar las medidas requeridas para lograr el cumplimiento de la política y el valor organizacional que se tiene con el medio ambiente por parte de todos los colaboradores de la empresa. De manera que, por medio de auditorías internas, la persona encargada de la gestión ambiental de la constructora verifique el cumplimiento y se atiendan todas las oportunidades de mejora señalados en las visitas de seguimiento.

- ⇒ Capacitar a los colaboradores desde que inician sus labores en la constructora por medio de una inducción que contemple el tema ambiental, así como capacitaciones periódicas en temas como el mantenimiento preventivo de equipos, reducción de residuos sólidos, entre otros, con el fin de crear conciencia y una cultura amigable con el ambiente

- ⇒ Ya que se cuenta con instalaciones e instrumentos que van de la mano con un programa de producción más limpia, se debe procurar el buen aprovechamiento de estas, por medio de un procedimiento en el que se designen responsabilidades a los colaboradores y a su vez vaya acompañado de un programa de capacitaciones.

- ⇒ Proponer un programa de reciclaje, donde se establezca un centro de acopio en cada taller que permita la separación de los residuos por tipo, se lleve un control de entradas y salidas en una bitácora y además se capacite a la totalidad de la población.

- ⇒ Desarrollar e implementar un programa de P+L, que permita reducir el impacto ambiental.

- ⇒ Para poder enfocar puntos críticos, para evidenciar etapas de holgura y de sobre capacidad se recomienda realizar un diagrama de capacidades, para esto se puede tomar como base el formato adjunto en el apéndice 11.

VII. ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN

A continuación, se presenta la propuesta del Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S.A.

**Programa de
Producción más
Limpia para los
talleres de
mantenimiento
de maquinaria
y transportes
de
Constructora
Meco, S.A**



	<p align="center">Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.</p>	<p align="right">Página 2</p>
<p align="center">Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde</p>		<p align="right">Mayo, 2020</p>

I.	DISPOSICIONES GENERALES	10
A.	Introducción.....	10
B.	Objetivos	12
	Objetivo general	12
	Objetivos específicos.....	12
C.	Alcances	13
D.	Limitaciones	13
E.	Metas	13
F.	Asignación de responsables	14
G.	Asignación de recursos.....	15
H.	Actividades contempladas	16
II.	COMPROMISO DE GERENCIAS Y JEFTURAS.....	18
III.	USO RESPONSABLE DE LOS RECURSOS	19
A.	Alternativa para la producción de energía limpia.....	19
1.	Objetivo general.....	19
2.	Alcance	19
3.	Generalidades	19
4.	Estudio de factibilidad económica.....	24
B.	Alternativa de mejora de la iluminación en talleres	45
1.	Objetivo general.....	5
2.	Alcance	45
3.	Generalidades	45
4.	Implementación del cambio.....	47
5.	Costo de la implementación del cambio de lámparas.....	47
C.	Aprovechamiento del recurso hídrico en talleres	54
1.	Objetivo general.....	54
2.	Alcance del procedimiento	54
3.	Responsables del procedimiento.....	54

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 3
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

4.	Generalidades	55
5.	Registro de consumo	56
D.	Administración y control de los residuos generados	59
1.	Objetivo general	59
2.	Alcance del procedimiento	59
3.	Responsables del procedimiento	59
4.	Generalidades	60
5.	Programa de Gestión Integral de Residuos para los talleres	62
6.	Separación de residuos	66
7.	Orden y limpieza	68
1.	Objetivo general	68
2.	Alcance del procedimiento	68
3.	Responsables del procedimiento	68
4.	Generalidades	69
5.	Implementación del programa	70
6.	Evaluación del programa	78
IV.	CAPACITACIONES PARA EL PROGRAMA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA. ..	81
1.	Objetivo general	81
2.	Alcance del procedimiento	81
3.	Responsables del procedimiento	81
4.	Generalidades	81
5.	Temas de capacitación	82
6.	Seguimiento y determinación de éxito de las capacitaciones	84
V.	SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL PROGRAMA	1055
1.	Objetivo general	105
2.	Alcance del procedimiento	105
3.	Responsables del procedimiento	105
4.	Generalidades	105

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 4
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

5.	Indicadores	106
VI.	MEJORA CONTINUA DEL PROGRAMA	109
1.	Objetivo general.....	109
2.	Alcance del procedimiento	109
3.	Responsables del procedimiento	109
4.	Generalidades	109
5.	Implementación	110
VII.	CONCLUSIONES DEL PROGRAMA	113
VIII.	RECOMENDACIONES DE PROGRAMA	115
IX.	BIBLIOGRAFÍA.....	117

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 5
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Responsables de la implementación del programa de producción más limpia.....	14
Cuadro 2. Recursos necesarios para el programa	15
Cuadro 3. Actividades contempladas	16
Cuadro 4. Mantenimientos del sistema.....	22
Cuadro 5. Datos base para análisis financiero	25
Cuadro 6. Consumos y ahorro proyectados	26
Cuadro 7. Valores del VAN y TIR obtenidos	27
Cuadro 8. Ventajas y desventajas de las lámparas LED	46
Cuadro 9. Costo de instalación de nuevas lámparas en los talleres.....	48
Cuadro 10. Responsables de la implementación del procedimiento de aprovechamiento del recurso hídrico.....	55
Cuadro 11. Registro anual de consumos de agua en talleres	56
Cuadro 12. Registro de consumos de agua en por persona	57
Cuadro 13. Responsables de la implementación del procedimiento para la administración y manejo de los residuos.	60
Cuadro 14. Generación de Residuos	62
Cuadro 15. Identificación de debilidades y desafíos desde la jerarquización de los residuos.....	63
Cuadro 16: Programa de residuos por parte de las personas o entidades generadoras.....	65
Cuadro 17 Seguimiento y monitoreo anual	65
Cuadro 18. Responsables de la implementación del procedimiento de 5 S.....	69
Cuadro 19. Significado acciones programa 5S.....	70
Cuadro 20. Horario de limpieza.....	75
Cuadro 21. Temas de capacitación.....	82
Cuadro 22. Indicadores de medición de cumplimiento de procedimientos	

	<p align="center">Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.</p>	<p align="center">Página 6</p>
	<p align="center">Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde</p>	<p align="center">Mayo, 2020</p>

..... 106

Cuadro 23. Comparación de costos por consumo de energía eléctrica.....107

Cuadro 24. Comparación de costos por consumo de agua107

Cuadro 25. Registro de control de residuos sólidos108

Cuadro 26. Formato matriz FODA111

	<p align="center">Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.</p>	<p align="center">Página 7</p>
	<p align="center">Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde</p>	<p align="center">Mayo, 2020</p>

ÍNDICE DE ESQUEMAS

Esquema 1. Línea base del programa de producción más limpia	12
Esquema 2. Proceso de funcionamiento del sistema de paneles solares	20
Esquema 3. Definición de acciones según la frecuencia de uso de los objetos.....	71
Esquema 4. Clasificación de objetos en el área de descarte.....	72
Esquema 5. Ciclo de mejora continua que se utilizará.....	1101

	<p align="center">Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.</p>	<p align="right">Página 8</p>
	<p align="center">Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde</p>	<p align="right">Mayo, 2020</p>

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Etapas para un programa de producción más limpia.....	16
Figura 2. Panel solar que será instalado	23
Figura 3. Inversores que serán instalados.....	24
Figura 4. Distribución de la instalación del sistema de paneles solares en los techos de los talleres de Santa Ana	24
Figura 5. Jerarquía en Manejo de los residuos.....	61
Figura 6. Asignación de colores según tipo de residuo	66
Figura 7. Orden de colocación de los contenedores para la separación de residuos	67
Figura 8. Tarjeta roja.....	73
Figura 9. Pizarra informativa	77

	<p align="center">Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.</p>	<p align="center">Página 9</p>
	<p align="center">Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde</p>	<p align="center">Mayo, 2020</p>

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Consumo de agua en producción.....	57
Gráfico 2. Consumo de agua por persona	58

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 10
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

I. DISPOSICIONES GENERALES

A. Introducción.

Se define producción más limpia (P+L) por el Centro Nacional de Producción Más Limpia (CNP+L) como “una estrategia preventiva integrada y aplicada a procesos, productos y servicios a fin de aumentar la eficiencia y reducir los riesgos para los seres humanos y el ambiente” (CICR 2012).

Para el caso del actual programa, basado en los procesos productivos que se llevan a cabo en los talleres, se busca la utilización de las materias primas y recursos de una manera óptima, además de la correcta disposición y reducción de los residuos generados a partir de la operación.

Políticas de calidad y ambiente

◇ Política de calidad

La constructora se compromete a:

- Construir obras optimizando el presupuesto, calidad y tiempos de entrega.
- Proveer los materiales agregados, concreto y asfalto de calidad, con excelente servicio al cliente y a precios competitivos.
- Cumplir los requisitos suscritos con las partes interesadas.
- Cumplir los requisitos legales y reglamentos aplicables a los productos y servicios de la organización.
- Adoptar integralmente un enfoque a procesos y un pensamiento basado en el riesgo como parte del mejoramiento continuo en nuestro sistema integrado de gestión.

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 11
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

◇ Política ambiental

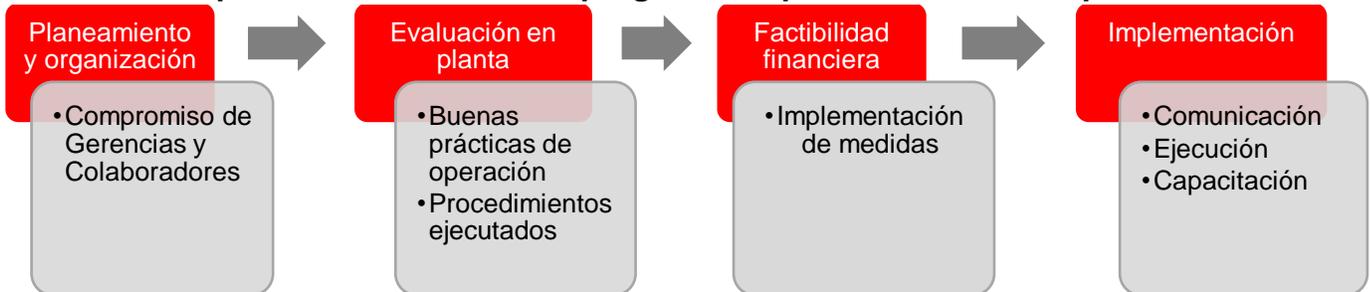
La constructora se compromete a:

- Identificar, implementar y mantener los controles de aspectos ambientales necesarios y requeridos para la construcción de obras de infraestructura, extracción y producción de agregados, y producción de concretos premezclados, según corresponda.
- Cumplir con los objetivos y compromisos ambientales definidos en el instrumento ambiental correspondiente, para la protección del entorno ambiental de nuestras obras
- Cumplir los requisitos legales y otros requisitos necesarios, de acuerdo con el marco local de cada una de nuestras operaciones, y las obligaciones establecidas por las partes interesadas.
- Realizar la mejora continua del sistema de gestión ambiental para hacer efectivo el desempeño ambiental en las actividades y procesos constructivos y de producción, de acuerdo con los planes de gestión de obra
- Promover la participación en todos los niveles de cada operación, para mantener el cumplimiento de los compromisos ambientales por medio de la divulgación, disposición e implementación de esta política a todas las partes interesadas.

El programa de producción más limpia, seguirá la línea que presenta el siguiente esquema:

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 12
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

Esquema 1. Línea base del programa de producción más limpia



B. Objetivos

Objetivo general

Optimizar los procesos de operación de los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco orientados a una producción más limpia.

Objetivos específicos

- Evaluar las condiciones de infraestructura, equipos y capacidades para que sean acordes al desarrollo de un Programa de Producción más Limpia.
- Proponer medidas de control ingenieriles y administrativas que permitan la adaptación de las instalaciones y condiciones actuales para el desarrollo de un Programa de Producción más Limpia aplicable a los talleres de mantenimiento y transportes.
- Proponer un programa de capacitación para los colaboradores tanto operativos como administrativos de los talleres de manera que todos conozcan y apliquen el Programa de Producción más Limpia.

	<p align="center">Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.</p>	<p align="center">Página 13</p>
	<p align="center">Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde</p>	<p align="center">Mayo, 2020</p>

C. Alcances

El programa de Producción más Limpia propuesto busca ofrecer medidas ingenieriles y administrativas con las que se logre la utilización de las materias primas y recursos de una manera óptima, además de la correcta disposición y reducción de los residuos generados a partir de la operación de los talleres de mantenimiento y transportes.

A su vez, dentro del contenido está considerada la capacitación de todo el personal de los talleres, desde los conocimientos básicos hasta la implementación de las medidas propuestas.

D. Limitaciones

Como limitaciones puede mencionarse el factor económico, pues no se tiene un presupuesto asignado para la implementación de las medidas contempladas dentro del programa. Para obtener un presupuesto se deberá presentar a la gerencia el estudio de viabilidad y costos estimados de cada propuesta para que ésta decida la cantidad de dinero y el plazo en que sería asignado, además del recurso humano con que se podrá contar para el desarrollo de dicha propuesta.

Además, el programa será diseñado con base en las condiciones actuales, por lo que al momento de la implementación del programa estas podrían haber cambiado y este no ser aplicable en su totalidad y eventualmente requerirá adaptaciones.

Se hace la aclaración de que la propuesta de producción de energía limpia se basa en los consumos de Santa Ana, ya que como se detalló en el análisis de situación actual, es de este taller del que se tiene el detalle de consumo anual del año anterior, pues el departamento contable de la empresa únicamente compartió un resumen de consumos totales de todos los talleres.

E. Metas

Se ha establecido como metas de este programa:

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 14
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

- Reutilizar y/o reciclar al menos el 75% los subproductos que se generan en la empresa.
- Reducción del 45% de los residuos que son enviados a relleno sanitario.
- Destinar un porcentaje 2% del ahorro obtenido tras la implementación para el mantenimiento del programa.
- Capacitar al 100% del personal de los talleres en temas de producción más limpia.
- Control del 100% de los consumos de agua, electricidad y materias primas.
- Alcance del 80% de la implementación del procedimiento de 5´S que se propone.

F. Asignación de responsables

Cuadro 1. Responsables de la implementación del programa de producción más limpia.

Actividad	Responsable				
	Gerente Maquina	Jefatura taller	Encargado taller	Gestor ambiente	Coord. SST
Comunicación de la implementación del programa de producción más limpia	E-A	E-A	E-A	E-A-D	E-A-D
Definición, validación, divulgación de la Política de Ambiente y de Calidad	A			E-D	D
Asignación de los recursos humanos, materiales y económicos necesarios para la implementación del programa	A-E			S-D	S-D
Seguimiento de la implementación del programa de producción más limpia.	E			S-D	S-D
Participación en la implementación del programa	E	E	E	E-D	E-D
Verificación del cumplimiento de los procedimientos establecidos dentro del programa	E			E-D	E-D

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 15
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

Actividad	Responsable				
	Gerente Maquina	Jefatura taller	Encargado taller	Gestor ambiente	Coord. SST
Apoyo técnico de la operación y ejecución de los procesos desarrollados en los talleres, así como la solución eventuales situaciones	A-E	E	E	E-D	S-D
Verificar las alternativas propuestas en el plan con jefaturas	A	E	E	E-D	S-D
Liderar la adecuada comunicación entre todas las partes	A			E-D	S-D
Realizar evaluaciones junto con el Gestor Ambiental, para verificar la efectividad del programa.	A			E-D	E-D

Aprueba
 Supervisa
 Ejecuta
 Documenta

G. Asignación de recursos.

Cuadro 2. Recursos necesarios para el programa

Económicos	Materiales	Tiempo	Humanos
<ul style="list-style-type: none"> Presupuesto para la implementación del programa, aprobado por gerencia. (aproximadamente \$200,000.00) 	<ul style="list-style-type: none"> Infraestructura disponible Herramientas 	<ul style="list-style-type: none"> Se estima un plazo de 2 años para la implementación del Programa en su totalidad 	<ul style="list-style-type: none"> De 2 a 4 colaboradores de apoyo que dividan su tiempo de labores destinando al menos 12 horas semanales para el desarrollo de actividades relacionadas con el programa Jefaturas Gestor ambiental Al menos un colaborador por taller que se dedique tiempo completo a la implementación del programa Gerencias

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 16
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

H. Actividades contempladas

Para la implementación del programa, se deben seguir las etapas descritas en la Figura 1 adjunta a continuación.

Figura 1. Etapas de implementación de un programa de producción más limpia.



Fuente: ONUDI, 2012

En el cuadro 3, se detallan las actividades que comprende cada etapa, así como el periodo en que se estaría llevando cabo cada una.

Cuadro 3. Actividades contempladas

Etapa	Actividad	Sub actividad	Periodo 2020											
			04	05	06	07	08	09	10	11	12			
Planeamiento y organización	Análisis situación actual	Encuestas, entrevistas, recolección de datos	✓											
	Entrega del programa	Presentación de la propuesta a la empresa		✓	✓									
	Revisión	Revisión por parte de los responsables												



**Programa de Producción más Limpia para los talleres de
mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora
Meco, S. A.**

Página | 17

Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde

Mayo, 2020

	Aprobación	Visto bueno por parte de los responsables				✓								
Evaluación en planta	Evaluación de las medidas y condiciones actuales	Chequeo de las condiciones actuales y posibilidades de adaptación a nuevas medidas					✓							
Estudio de factibilidad	Valoración de posibilidades económicas	Revisión de presupuestos y prioridades						✓						
Implementación	Puesta en marcha	Comunicación a colaboradores							✓	✓				
		Contactos estratégicos							✓	✓				
		Asignación de presupuesto								✓	✓			
		Implementación de controles								✓	✓			
		Capacitación general								✓	✓			
	Evaluación	Evaluación de medidas implementadas											✓	
		Evaluación de capacitaciones impartidas											✓	
	Seguimiento por parte de los responsables de cada actividad de manera trimestral, el control debe llevarse en bitácoras.	Inspecciones mensuales												✓
Control de oportunidades de mejora y cumplimiento de fechas													✓	

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 18
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

II. COMPROMISO DE GERENCIAS Y JEFATURAS

Para plasmar el compromiso de las gerencias y jefaturas con el programa de producción más limpia, se presenta el siguiente formato:

	Código y título	Revisión	Versión
	CPPML.001 Compromiso con el Programa de Producción más limpia	Junio 2020	01
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	
María Fernanda Barrantes Valverde			

Fe de compromiso

El suscrito, _____, cedula de identidad _____, (estado civil), (profesión), vecino de _____, en mi calidad de (puesto) de la sociedad denominada Constructora Meco, S.A., asumo la responsabilidad y adquiero el compromiso de implementar y hacer cumplir todos los requerimientos que indica este Programa de Producción más limpia, con el objetivo de trabajar bajo medidas y prácticas amigables con el ambiente, de manera que se desarrollen los procedimientos sin comprometer el mismo.

Atentamente,

(Nombre)

(Puesto)

Constructora Meco, S.A

	<p align="center">Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.</p>	<p align="right">Página 19</p>
	<p align="center">Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde</p>	<p align="right">Mayo, 2020</p>

III. USO RESPONSABLE DE LOS RECURSOS

Para la implementación del Programa de Producción más limpia es importante iniciar con las mejoras de las requeridas de la infraestructura con la que se cuenta, es por esto que a continuación se presentan algunas alternativas de mejoras.

A. Alternativa para la producción de energía limpia

La propuesta de producción de energía limpia consiste en la instalación de un sistema de paneles solares en los techos del taller Santa Ana como un plan piloto, mismo que podría más adelante ser adaptado a los demás talleres. A continuación, se adjunta el procedimiento para la producción de energía limpia.

1. Objetivo general

Proporcionar una medida de ahorro en el costo por consumo de energía eléctrica en los talleres de maquinaria y transportes ubicados en Santa Ana.

2. Alcance

Esta alternativa se basa en los consumos de energía eléctrica del taller ubicado en Santa Ana, por medio de la propuesta de producción de energía limpia.

3. Generalidades

Se entiende por energía solar la que aprovecha los rayos provenientes del sol para generar calor o electricidad. Se trata de recurso inagotable, indefinidamente renovable y por su capacidad puede generar energía de una manera limpia y eficiente (GoSolar, 2017)

El sistema es técnicamente sencillo, la luz solar es captada por medio de células fotovoltaicas (528 paneles solares marca Jinko Solar 320-340 watts) instalados en el techo, estos reciben la luz solar y por medio del sistema fotovoltaico hace la conversión a voltaje en corriente directa (DC). Esta corriente es enviada a un inversor (marca ABB, uno de 26,7 y dos de 60 Kw) donde la corriente es

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 20
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

transformada de directa a alterna (AC) o continua (CC) por medio de transistores de potencia o tiristores.

De los inversores, ya como CA o CC, la energía llega a un transformador donde se convierte de 480 a 240 voltios, pasa por un medidor de generación de máxima demanda y llega a la red Meco al cuarto eléctrico. Las fichas técnicas de estos instrumentos se adjuntan en el anexo 1.

Este proceso de funcionamiento se describe en el siguiente esquema

Esquema 2. Proceso de funcionamiento del sistema de paneles solares



	<p align="center">Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.</p>	<p align="center">Página 21</p>
	<p align="center">Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde</p>	<p align="center">Mayo, 2020</p>

Ventajas del sistema:

- ✓ Ahorro de dinero al disminuir el costo del servicio público de electricidad, ya que la factura de electricidad se calcula como la diferencia entre la cantidad de electricidad que inyecta de su sistema solar y la cantidad que importa de la red.
- ✓ Cuando se requiere más electricidad de la que está produciendo, el sistema trae la cantidad necesaria directamente de la red.
- ✓ El sistema estará siempre conectado con la red de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz, de modo que en las noches o bajo condiciones de clima adversas, automáticamente este podrá utilizar energía de la red siempre que lo necesite (GoSolar, 2017). Por razones de seguridad establecidas por las empresas de servicios públicos en caso de que la energía eléctrica deje de funcionar, su sistema solar está diseñado para apagarse.
- ✓ Sistema de instalación sencilla y en un tiempo aproximado de tres meses.
- ✓ Garantía de un año
- ✓ Mantenimiento semestral con un costo de \$3000 si se trata de un mantenimiento preventivo.
- ✓ Aporte activo a la reducción de la contaminación, es una energía amigable con el ambiente.
- ✓ Vida útil de 25 años en los paneles y de por vida los inversores (salvo que se quemen por daños en la tarjeta electrónica por picos de voltaje, fallo de fábrica o exceso de polvo).

Cuidados y mantenimiento

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 22
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

Este sistema al no contener partes móviles requiere de poco mantenimiento, por esto se programan visitas semestrales además de control remoto desde las oficinas y sistema del proveedor de manera que si el sistema tiene un desempeño inferior se genera una alerta y se corrige el error. (GoSolar, 2017).

Se trabaja con dos tipos de mantenimiento, preventivo y correctivo, los mismos se describen en el siguiente cuadro.

Cuadro 4. Mantenimientos del sistema

Mantenimiento preventivo (\$3000)	Mantenimiento correctivo
Tiene un costo de \$3000 y consta de: <ol style="list-style-type: none"> 1. Se verifica limpieza el 100% 2. Conectores MC4 en buen estado y ajustados 3. Cambio de amarras de los conectores 4. Revisión de flexos 5. Revisión de series o streams conectados a respectiva serie principal. 6. Verificación de tuberías libres de agua. 7. Resocar MPPT (entrada de cables a la protección). 8. Limpieza de extremos de placas electrónicas de los inversores. 9. Prueba de aislamiento para verificar que no existe un circuito entre fase y tierra. 10. Medición de voltajes de entrada Vs salida 11. Monitoreo del sistema por medio de programa AuroraVision 	Se verifican las fallas y daños que provocan que el sistema no funcione al 100% y no esté inyectando a la red. Los costos varían <ol style="list-style-type: none"> 1. Costo de reponer un panel \$84,15 2. Costo de reponer un inversor de 27,5 Kw \$3300 3. Costo de reponer un inversor de 60 Kw \$2315. 4. Costo por otros repuestos es variable.

Fuente: GoSolar, 2020

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 23
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

Es las figuras 2, 3 y 4 adjuntas a continuación, se presentan los paneles e inversores a utilizar, además de la distribución de colocación de estos en los techos.

Figura 2. Panel solar que será instalado



Fuente: GoSolar, 2020

	<p align="center">Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.</p>	<p align="right">Página 24</p>
	<p align="center">Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde</p>	<p align="right">Mayo, 2020</p>

Figura 3. Inversores que serán instalados

Inversor de 60Kw

Inversor de 27,6Kw



Fuente: GoSolar, 2020

Figura 4. Distribución de la instalación del sistema de paneles solares en los techos de los talleres de Santa Ana



Fuente: GoSolar, 2020

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 25
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

4. Estudio de factibilidad económica

Para la implementación del sistema de paneles solares, es necesario valorar la factibilidad del proyecto, razón por la cual presenta el financiero correspondiente.

El proveedor GoSolar indica que el costo del proyecto es de \$160,000.00, la vida útil del sistema es de 25 años (300 meses) y se presupuesta que cada mantenimiento semestral tiene un costo de \$3000, siempre y cuando sea preventivo y no exista una avería que requiera de mayor inversión.

Los datos base con los que se trabajará se adjuntan en el cuadro 6.

Cuadro 5. Datos base para análisis financiero

Concepto	Monto
Inversión inicial	\$160,000.00
Tipo cambio	₡565,04 (22-06-2020)
Equivalencia a colones	₡90,406,400.00
Vida útil (meses)	300
Depreciación mensual	₡301,354.67

En el anexo 2, se adjunta una factura donde se aprecia el comportamiento del consumo de los talleres Santa Ana durante el 2019. Asimismo, en el apéndice 1 se adjunta la proyección del consumo de electricidad y el ahorro con la inversión en el sistema de paneles, tomando como base los consumos del año 2019 y proyectando el consumo y los costos hasta el 2025, el rubro de mantenimiento se calculó dividiendo el costo anual de \$6000 (según el tipo de cambio mencionado en el cuadro 6, equivale a ₡3,390,240.00 anuales) por 12 meses.

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 26
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

Además para poder hacer la proyección para los próximos años se considera la información publicada por el Banco Central de Costa Rica, donde según la sesión de La Junta Directiva del Banco Central de Costa Rica (BCCR), en la sesión del 29 de enero de 2020, en el Programa Macroeconómico 2020-2021, esta reafirmó su compromiso con preservar una inflación baja y estable, y mantuvo la meta de inflación en $3\% \pm 1$ punto porcentual, por lo que se trabajará sobre un aumento del 3% para la proyección del consumo y ahorro posterior a la instalación del sistema de paneles solares. En el anexo 3, se adjunta un cuadro donde se resumen las principales variables macroeconómicas publicadas por el BCCR.

Ahora bien, haciendo un resumen de consumos y proyecciones calculadas, se presenta el siguiente cuadro, en el que se aprecian los costos por consumo energético, el costo del proyecto por año y el ahorro esperado después de la implementación del sistema de paneles solares.

Cuadro 6. Consumos y ahorro proyectados

AÑO	Costo por consumo energético	Costo del proyecto	Ahorro después de inversión
2021	₡47 135 035,29	₡3 912 961,66	₡43 222 073,63
2022	₡48 549 086,35	₡4 020 862,82	₡44 528 223,52
2023	₡50 005 558,94	₡4 132 001,03	₡45 873 557,91
2024	₡51 505 725,71	₡4 246 473,38	₡47 259 252,33
2025	₡53 050 897,48	₡4 364 379,90	₡48 686 517,58

Tal como se aprecia, con el avance de los años se proyecta un aumento del monto por consumo de electricidad, mismo comportamiento que se presenta en el ahorro que se tendría.

Este análisis se adjunta en el apéndice 2, donde se presenta el flujo de caja calculado según los datos mencionados en el cuadro 5 y el registro de consumo proyectado hasta el año 2023. Se adjunta además la proyección de la depreciación en el apéndice 3.

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 27
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

Por otro lado, en el cuadro 8 se presentan los valores obtenidos para el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR)

Cuadro 7. Valores del VAN y TIR obtenidos

VAN	¢227 029 356,98
TIR	88%

El VAN obtenido es de ¢227 029 356,98, valor que equivale a más del doble de la inversión total del proyecto, y convierte a este en un proyecto sumamente atractivo y viable, además se obtuvo un TIR del 88%. Se trabajó con una tasa nominal del 15%

Con estos resultados, se determina que el proyecto del sistema de generación de energía limpia a partir de la instalación de paneles solares en los talleres de Santa Ana es un proyecto viable, que además del ahorro que se obtendrá, se trabajará en armonía con el ambiente.

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 28
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

Apéndice 1. Proyección de consumo eléctrico y ahorro con la implementación el sistema de paneles solares

Proyección de consumo eléctrico y ahorro con la implementación el sistema de paneles solares 2021

	ene-21	feb-21	mar-21	abr-21	may-21	jun-21
Consumo de energía 2019						
Costo por consumo mensual	€3 456 428,11	€3 170 324,60	€2 721 017,54	€3 169 958,59	€3 683 943,42	€3 147 456,90
KwH consumidos por mes	28 782,00	26 400,00	21 120,00	25 200,00	27 120,00	23 360,00
Costo por KwH	€82,44	€82,44	€82,44	€82,44	€82,44	€82,44
Instalación de paneles						
Depreciación	€301 354,67	€301 354,67	€301 354,67	€301 354,67	€301 354,67	€301 354,67
Costos mantenimiento						
Mantenimiento (por mes)	€299 725,47	€299 725,47	€299 725,47	€299 725,47	€299 725,47	€299 725,47
Total costos	€601 080,14	€601 080,14	€601 080,14	€601 080,14	€601 080,14	€601 080,14
Ahorro después de inversión	€2 855 347,98	€2 569 244,46	€2 119 937,40	€2 568 878,45	€3 082 863,29	€2 546 376,76

	jul-21	ago-21	sep-21	oct-21	nov-21	dic-21	Monto total
Consumo de energía 2019							
Costo por consumo mensual	€4 116 262,45	€5 269 956,48	€4 484 864,62	€4 779 432,42	€4 565 882,62	€4 569 507,53	€47 135 035,29
KwH consumidos por mes	26 080,00	26 160,00	23 840,00	26 160,00	25 120,00	25 120,00	304 462,00
Costo por KwH	€82,44	€82,44	€82,44	€82,44	€82,44	€82,44	€989,31
Instalación de paneles							
Depreciación	€301 354,67	€301 354,67	€301 354,67	€301 354,67	€301 354,67	€301 354,67	€3 616 256,04
Costos mantenimiento							
Mantenimiento (por mes)	€299 725,47	€299 725,47	€299 725,47	€299 725,47	€299 725,47	€299 725,47	€3 596 705,62
Total costos	€601 080,14	€601 080,14	€601 080,14	€601 080,14	€601 080,14	€601 080,14	€7 212 961,66
Ahorro después de inversión	€3 515 182,32	€4 668 876,34	€3 883 784,48	€4 178 352,29	€3 964 802,48	€3 968 427,39	€39 922 073,63

Proyección de consumo eléctrico y ahorro con la implementación el sistema de paneles solares 2022

	ene-22	feb-22	mar-22	abr-22	may-22	jun-22
Consumo de energía 2019						
Costo por consumo mensual	€3 560 120,96	€3 265 434,34	€2 802 648,06	€3 265 057,35	€3 794 461,73	€3 241 880,61
KwH consumidos por mes	28 782,00	26 400,00	21 120,00	25 200,00	27 120,00	23 360,00
Costo por KwH	€84,92	€84,92	€84,92	€84,92	€84,92	€84,92
Instalación de paneles						
Depreciación	€301 354,67	€301 354,67	€301 354,67	€301 354,67	€301 354,67	€301 354,67
Costos mantenimiento						
Mantenimiento (por mes)	€308 717,23	€308 717,23	€308 717,23	€308 717,23	€308 717,23	€308 717,23
Total costos	€610 071,90	€610 071,90	€610 071,90	€610 071,90	€610 071,90	€610 071,90
Ahorro después de inversión	€2 950 049,05	€2 655 362,44	€2 192 576,16	€2 654 985,45	€3 184 389,82	€2 631 808,71

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 29
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

	jul-22	ago-22	sep-22	oct-22	nov-22	dic-22	Monto total
Consumo de energía 2019							
Costo por consumo mensual	€4 239 750,33	€5 428 055,18	€4 619 410,55	€4 922 815,40	€4 702 859,10	€4 706 592,75	€48 549 086,35
KwH consumidos por mes	26 080,00	26 160,00	23 840,00	26 160,00	25 120,00	25 120,00	304 462,00
Costo por KwH	€84,92	€84,92	€84,92	€84,92	€84,92	€84,92	€1 018,99
Instalación de paneles							
Depreciación	€301 354,67	€301 354,67	€301 354,67	€301 354,67	€301 354,67	€301 354,67	€3 616 256,04
Costos mantenimiento							
Mantenimiento (por mes)	€308 717,23	€308 717,23	€308 717,23	€308 717,23	€308 717,23	€308 717,23	€3 704 606,78
Total costos	€610 071,90	€610 071,90	€610 071,90	€610 071,90	€610 071,90	€610 071,90	€7 320 862,82
Ahorro después de inversión	€3 629 678,43	€4 817 983,27	€4 009 338,65	€4 312 743,49	€4 092 787,20	€4 096 520,85	€41 228 223,52

Proyección de consumo eléctrico y ahorro con la implementación el sistema de paneles solares 2023

	ene-23	feb-23	mar-23	abr-23	may-23	jun-23
Consumo de energía 2019						
Costo por consumo mensual	€3 666 924,59	€3 363 397,37	€2 886 727,51	€3 363 009,07	€3 908 295,58	€3 339 137,03
KwH consumidos por mes	28 782,00	26 400,00	21 120,00	25 200,00	27 120,00	23 360,00
Costo por KwH	€87,46	€87,46	€87,46	€87,46	€87,46	€87,46
Instalación de paneles						
Depreciación	€301 354,67	€301 354,67	€301 354,67	€301 354,67	€301 354,67	€301 354,67
Costos mantenimiento						
Mantenimiento (por mes)	€317 978,75	€317 978,75	€317 978,75	€317 978,75	€317 978,75	€317 978,75
Total costos	€619 333,42	€619 333,42	€619 333,42	€619 333,42	€619 333,42	€619 333,42
Ahorro después de inversión	€3 047 591,17	€2 744 063,95	€2 267 394,09	€2 743 675,65	€3 288 962,16	€2 719 803,61

	jul-23	ago-23	sep-23	oct-23	nov-23	dic-23	Monto total
Consumo de energía 2019							
Costo por consumo mensual	€4 366 942,84	€5 590 896,83	€4 757 992,87	€5 070 499,86	€4 843 944,87	€4 847 790,53	€50 005 558,94
KwH consumidos por mes	26 080,00	26 160,00	23 840,00	26 160,00	25 120,00	25 120,00	304 462,00
Costo por KwH	€87,46	€87,46	€87,46	€87,46	€87,46	€87,46	€1 049,56
Instalación de paneles							
Depreciación	€301 354,67	€301 354,67	€301 354,67	€301 354,67	€301 354,67	€301 354,67	€3 616 256,04
Costos mantenimiento							
Mantenimiento (por mes)	€317 978,75	€317 978,75	€317 978,75	€317 978,75	€317 978,75	€317 978,75	€3 815 744,99
Total costos	€619 333,42	€619 333,42	€619 333,42	€619 333,42	€619 333,42	€619 333,42	€7 432 001,03
Ahorro después de inversión	€3 747 609,42	€4 971 563,41	€4 138 659,45	€4 451 166,44	€4 224 611,45	€4 228 457,11	€42 573 557,91

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 30
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

Proyección de consumo eléctrico y ahorro con la implementación el sistema de paneles solares 2024

	ene-24	feb-24	mar-24	abr-24	may-24	jun-24
Consumo de energía 2019						
Costo por consumo mensual	₡3 776 932,32	₡3 464 299,29	₡2 973 329,33	₡3 463 899,34	₡4 025 544,44	₡3 439 311,14
KwH consumidos por mes	28 782,00	26 400,00	21 120,00	25 200,00	27 120,00	23 360,00
Costo por KwH	₡90,09	₡90,09	₡90,09	₡90,09	₡90,09	₡90,09
Instalación de paneles						
Depreciación	₡301 354,67	₡301 354,67	₡301 354,67	₡301 354,67	₡301 354,67	₡301 354,67
Costos mantenimiento						
Mantenimiento (por mes)	₡327 518,11	₡327 518,11	₡327 518,11	₡327 518,11	₡327 518,11	₡327 518,11
Total costos	₡628 872,78	₡628 872,78	₡628 872,78	₡628 872,78	₡628 872,78	₡628 872,78
Ahorro después de inversión	₡3 148 059,54	₡2 835 426,51	₡2 344 456,55	₡2 835 026,56	₡3 396 671,66	₡2 810 438,36

	jul-24	ago-24	sep-24	oct-24	nov-24	dic-24	Monto total
Consumo de energía 2019							
Costo por consumo mensual	₡4 497 951,12	₡5 758 623,74	₡4 900 732,66	₡5 222 614,85	₡4 989 263,22	₡4 993 224,25	₡51 505 725,71
KwH consumidos por mes	26 080,00	26 160,00	23 840,00	26 160,00	25 120,00	25 120,00	304 462,00
Costo por KwH	₡90,09	₡90,09	₡90,09	₡90,09	₡90,09	₡90,09	₡1 081,05
Instalación de paneles							
Depreciación	₡301 354,67	₡301 354,67	₡301 354,67	₡301 354,67	₡301 354,67	₡301 354,67	₡3 616 256,04
Costos mantenimiento							
Mantenimiento (por mes)	₡327 518,11	₡327 518,11	₡327 518,11	₡327 518,11	₡327 518,11	₡327 518,11	₡3 930 217,34
Total costos	₡628 872,78	₡628 872,78	₡628 872,78	₡628 872,78	₡628 872,78	₡628 872,78	₡7 546 473,38
Ahorro después de inversión	₡3 869 078,34	₡5 129 750,95	₡4 271 859,88	₡4 593 742,07	₡4 360 390,44	₡4 364 351,47	₡43 959 252,33

Proyección de consumo eléctrico y ahorro con la implementación el sistema de paneles solares 2025

	ene-25	feb-25	mar-25	abr-25	may-25	jun-25
Consumo de energía 2019						
Costo por consumo mensual	₡3 890 240,29	₡3 568 228,27	₡3 062 529,21	₡3 567 816,32	₡4 146 310,78	₡3 542 490,47
KwH consumidos por mes	28 782,00	26 400,00	21 120,00	25 200,00	27 120,00	23 360,00
Costo por KwH	₡92,79	₡92,79	₡92,79	₡92,79	₡92,79	₡92,79
Instalación de paneles						
Depreciación	₡301 354,67	₡301 354,67	₡301 354,67	₡301 354,67	₡301 354,67	₡301 354,67
Costos mantenimiento						
Mantenimiento (por mes)	₡337 343,65	₡337 343,65	₡337 343,65	₡337 343,65	₡337 343,65	₡337 343,65
Total costos	₡638 698,32	₡638 698,32	₡638 698,32	₡638 698,32	₡638 698,32	₡638 698,32
Ahorro después de inversión	₡3 251 541,97	₡2 929 529,94	₡2 423 830,89	₡2 929 118,00	₡3 507 612,45	₡2 903 792,15

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 31
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

	jul-25	ago-25	sep-25	oct-25	nov-25	dic-25	Monto total
Consumo de energía 2019							
Costo por consumo mensual	€4 632 889,66	€5 931 382,45	€5 047 754,64	€5 379 293,30	€5 138 941,12	€5 143 020,98	€53 050 897,48
KwH consumidos por mes	26 080,00	26 160,00	23 840,00	26 160,00	25 120,00	25 120,00	304 462,00
Costo por KwH	€92,79	€92,79	€92,79	€92,79	€92,79	€92,79	€1 113,48
Instalación de paneles							
Depreciación	€301 354,67	€301 354,67	€301 354,67	€301 354,67	€301 354,67	€301 354,67	€3 616 256,04
Costos mantenimiento							
Mantenimiento (por mes)	€337 343,65	€337 343,65	€337 343,65	€337 343,65	€337 343,65	€337 343,65	€4 048 123,86
Total costos	€638 698,32	€638 698,32	€638 698,32	€638 698,32	€638 698,32	€638 698,32	€7 664 379,90
Ahorro después de inversión	€3 994 191,33	€5 292 684,12	€4 409 056,31	€4 740 594,97	€4 500 242,79	€4 504 322,65	€45 386 517,58

Apéndice 2. Resumen financiero del proyecto

Ítem	Año 0	2021	2022	2023	2024	2025
Costo por consumo anual		€47 135 035,29	€48 549 086,35	€50 005 558,94	€51 505 725,71	€53 050 897,48
Depreciación		€316 256,04	€316 256,04	€316 256,04	€316 256,04	€316 256,04
Mantenimiento anual		€3 596 705,62	€3 704 606,78	€3 815 744,99	€3 930 217,34	€4 048 123,86
Costos totales		€3 912 961,66	€4 020 862,82	€4 132 001,03	€4 246 473,38	€4 364 379,90
Ahorro después de la inversión		€43 222 073,63	€44 528 223,52	€45 873 557,91	€47 259 252,33	€48 686 517,58
Inversión inicial	€90 406 400,00					
Recuperación de la inversión						€88 825 119,80
Flujo de efectivo nominal	€90 406 400,00	€43 222 073,63	€44 528 223,52	€45 873 557,91	€47 259 252,33	€48 686 517,58
Recuperación nominal		€90 090 143,96	€89 773 887,92	€89 457 631,88	€89 141 375,84	€88 825 119,80
Flujo real	-€90 406 400,00	€86 493 438,34	€82 472 575,52	€78 340 574,49	€74 094 101,11	€69 729 721,22
VAN		€227 029 356,98				
TIR		88%				

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 32
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

Apéndice 3. Proyección de la depreciación.

Año	Depreciación	Saldo
		₪90 406 400,00
2021	₪3 616 256,04	₪86 790 143,96
2022	₪3 616 256,04	₪83 173 887,92
2023	₪3 616 256,04	₪79 557 631,88
2024	₪3 616 256,04	₪75 941 375,84
2025	₪3 616 256,04	₪72 325 119,80
2026	₪3 616 256,04	₪68 708 863,76
2027	₪3 616 256,04	₪65 092 607,72
2028	₪3 616 256,04	₪61 476 351,68
2029	₪3 616 256,04	₪57 860 095,64
2030	₪3 616 256,04	₪54 243 839,60
2031	₪3 616 256,04	₪50 627 583,56
2032	₪3 616 256,04	₪47 011 327,52
2033	₪3 616 256,04	₪43 395 071,48
2034	₪3 616 256,04	₪39 778 815,44
2035	₪3 616 256,04	₪36 162 559,40
2036	₪3 616 256,04	₪32 546 303,36
2037	₪3 616 256,04	₪28 930 047,32
2038	₪3 616 256,04	₪25 313 791,28
2039	₪3 616 256,04	₪21 697 535,24
2040	₪3 616 256,04	₪18 081 279,20
2041	₪3 616 256,04	₪14 465 023,16
2042	₪3 616 256,04	₪10 848 767,12
2043	₪3 616 256,04	₪7 232 511,08
2044	₪3 616 256,04	₪3 616 255,04
2045	₪3 616 256,04	₪0,00

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 33
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

Anexo 1. Instrumentos del sistema de paneles solares

⇒ Paneles solares Jinko Solar 320-340 watts

www.jinkosolar.com


Eagle 72P-V

320-340 Watt

POLY CRYSTALLINE MODULE

Positive power tolerance of 0-12%

ISO9001-2008-ISO14001-2004-OHSAS18001 certified factory
IEC61215-IEC61730 certified products.



(5BB)



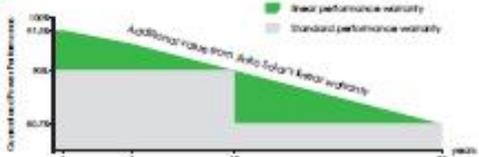
KEY FEATURES

- 
System Voltage:
 The maximum voltage is promoted to 1500V and the module strings are extended by 50% which reduces the overall system BCS.
- 
5 Busbar Solar Cell:
 5 busbar solar cell adopts new technology to improve the efficiency of modules, offers a better aesthetic appearance, making it perfect for rooftop installation.
- 
High Power Output:
 Polycrystalline 72-cell module achieves a power output up to 340Wp.
- 
PID RESISTANT:
 Eagle modules pass PID test, limited power degradation by PID test is guaranteed for mass production.
- 
Low-light Performance:
 Advanced glass and surface texturing allow for excellent performance in low-light environments.
- 
Severe Weather Resilience:
 Certified to withstand wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).
- 
Durability against extreme environmental conditions:
 High salt mist and ammonia resistance certified by TÜV NORD.
- 
Temperature Coefficient:
 Improved temperature coefficient decreases power loss during high temperatures.



LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

12 Year Product Warranty + 25 Year Linear Power Warranty



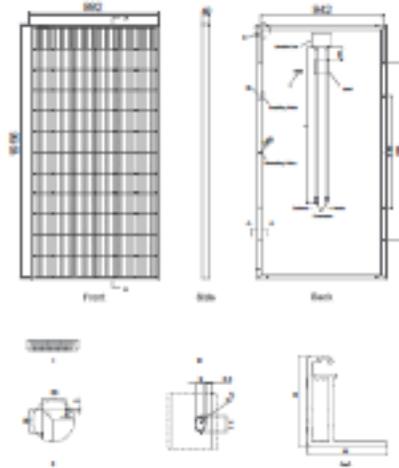








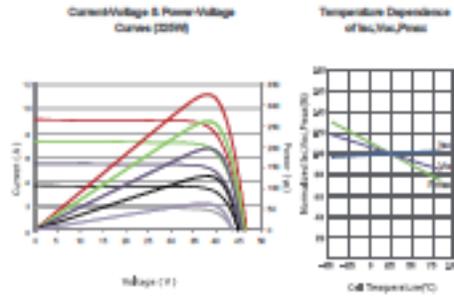
Engineering Drawings



Packaging Configuration

(Two pallets=One stack)
27pc/pallet, 54pc/stack, 648pc/40HQ Container

Electrical Performance & Temperature Dependence



Mechanical Characteristics

Cell Type	Poly-crystalline 157x157mm (6 inch)
No. of cells	72 (6x12)
Dimensions	1956x992x40mm (77.01x39.05x1.57 inch)
Weight	22.5 kg (49.6 lbs)
Front Glass	3.2mm, Anti-reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP67 Rated
Output Cables	TUV 1x4.0mm ² , Length: 1200mm or Customized Length

SPECIFICATIONS

Module Type	JKM320PP-72-V		JKM325PP-72-V		JKM340PP-72-V		JKM345PP-72-V		JKM360PP-72-V	
	STC	NOCT								
Maximum Power (Pmax)	320Wp	337Wp	325Wp	341Wp	330Wp	345Wp	335Wp	349Wp	340Wp	353Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	37.4V	34.7V	37.6V	35.0V	37.8V	35.2V	38.0V	35.6V	38.2V	35.9V
Maximum Power Current (Imp)	8.56A	8.82A	8.86A	8.88A	8.74A	8.94A	8.82A	8.99A	8.91A	7.05A
Open-circuit Voltage (Voc)	46.4V	43.0V	46.7V	43.2V	46.9V	43.6V	47.2V	43.8V	47.5V	44.0V
Short-circuit Current (Isc)	8.05A	7.35A	8.10A	7.40A	8.14A	7.45A	8.18A	7.50A	8.22A	7.88A
Module Efficiency STC (%)	16.49%		16.75%		17.01%		17.26%		17.52%	
Operating Temperature(°C)					-40°C~+85°C					
Maximum system voltage					1500VDC (IEC)					
Maximum series fuse rating					30A					
Power tolerance					0~+3%					
Temperature coefficients of Pmax					-0.38%/°C					
Temperature coefficients of Voc					-0.21%/°C					
Temperature coefficients of Isc					0.06%/°C					
Nominal operating cell temperature (NOCT)					45°C					

STC: ☀ Irradiance 1000W/m² 🌡 Cell Temperature 25°C ☁ AM=1.5

NOCT: ☀ Irradiance 800W/m² 🌡 Ambient Temperature 20°C ☁ AM=1.5 🌬 Wind Speed 1m/s

* Power measurement tolerance ± 3%

The company reserves the final right for explanation on any of the information presented hereby. JKM320-340PP-72-V-A2-EN

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 35
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

⇒ Inversor de 27,6 Kw



SOLAR INVERTERS

ABB string inverters

TRIO-20.0/27.6-TL-OUTD

20 to 27.6 kW



TRIO-20.0/27.6-TL-OUTD outdoor string inverter

The dual input section containing two independent Maximum Power Point Tracking (MPPT), allows optimal energy harvesting from two sub-arrays oriented in different directions.

The TRIO features a high speed and precise MPPT algorithm for real power tracking and improved energy harvesting.

High efficiency at all output levels
Flat efficiency curves ensure high efficiency at all output levels guaranteeing consistent and stable performance across the entire input voltage and output power range.

This device has an efficiency rating of up to 98.2%.

The very wide input voltage range makes the inverter suitable for installations with reduced string size.

The TRIO 20.0/27.6 commercial inverter offers more flexibility and control to installers who have large installations with varying aspects or orientations.

Highlights

- True three-phase bridge topology for DC/AC output converter
- Transformerless topology
- Each inverter is set on specific grid codes which can be selected in the field
- Detachable wiring box to allow an easy installation
- Wide input voltage range
- Integrated string combiner with different options of configuration which include DC and AC disconnect switch in compliance with international standards (S2, S13, -S23, -S2F and -S2X versions)
- Natural convection cooling for maximum reliability
- Outdoor enclosure for unrestricted use under any environmental conditions
- Capability to connect external sensors for monitoring environmental conditions
- Availability of auxiliary DC output voltage (24 V, 300 mA)
- VSN300 WiFi Logger Card enables wireless access to Aurora Vision with DC input channel monitoring
- Lifetime free of charge access to Aurora Vision



PRODUCT FLYER FOR TRIO-20.0/27.6-TL-OUTD ABB SOLAR INVERTERS

ABB string inverters

TRIO-20.0/27.6-TL-OUTD

20 to 27.6 kW



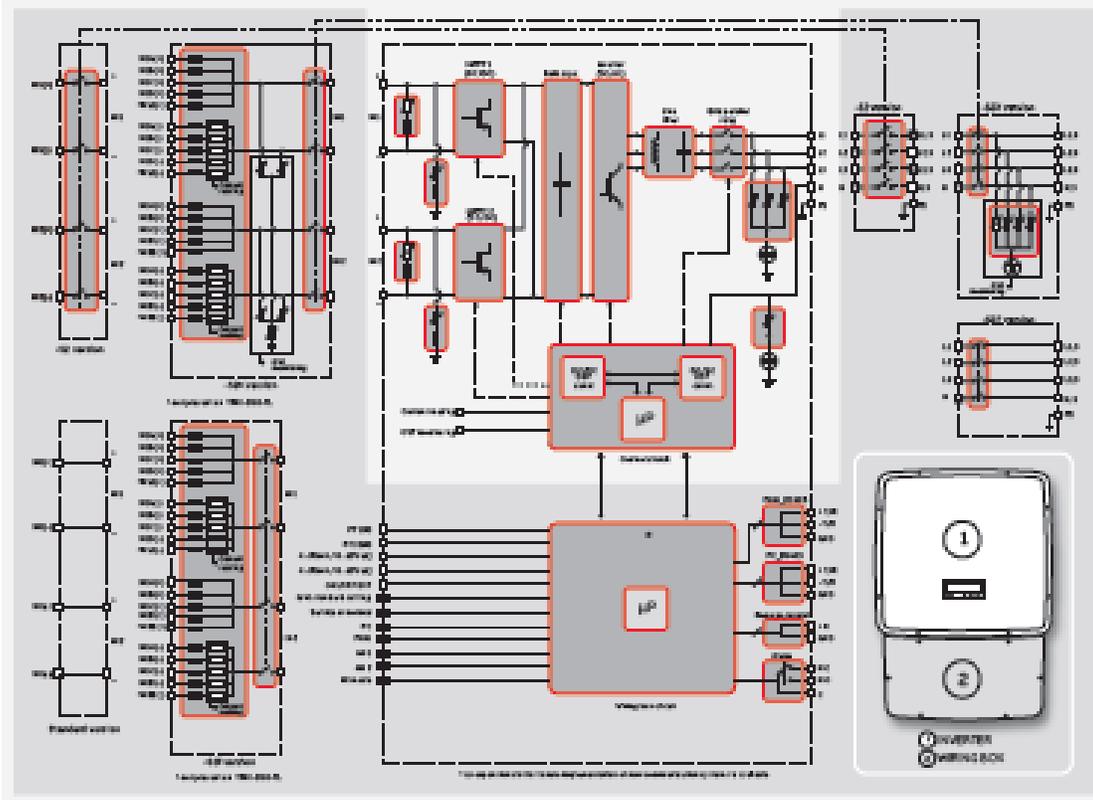
Technical data and types

Type code	TRIO-20.0-TL-OUTD	TRIO-27.6-TL-OUTD
Input side		
Absolute maximum DC input voltage (V_{max})	1000 V	
Start-up DC input voltage (V_{min})	400 V (adj. 250...800 V)	
Operating DC input voltage range ($V_{min}...V_{max}$)	0.7 x V_{max} ...800 V (min. 200 V)	
Rated DC input voltage (V_{dc})	600 V	
Rated DC input power (P_{dc})	20700 W	26600 W
Number of independent MPPT	2	
Maximum DC input power for each MPPT ($P_{max,MPPT}$)	10300 W	13300 W
DC input voltage range with parallel configuration of MPPT at P_{dc}	440...800 V	
DC power limitation with parallel configuration of MPPT	Linear derating from max to null (800 V at V_{max} 800 V)	
DC power limitation for each MPPT with independent configuration of MPPT at P_{dc} , max. unbalance example	12000 W (400 V at V_{max} 800 V) the other channel P_{dc} = 12000 W	16000 W (800 V at V_{max} 800 V) the other channel P_{dc} = 16000 W
Maximum DC input current (I_{max}) / for each MPPT ($I_{max,MPPT}$)	80.0 A / 28.0 A	64.0 A / 28.0 A
Maximum input short-circuit current for each MPPT	30.0 A	
Number of DC input pairs for each MPPT	1 (4 in -800, -800, -811, -812 versions)	
DC connection type	PV quick fit connector * / Screw terminal block on Standard and -811 versions	
Input protection		
Remote polarity protection	Yes, from limited current source	
Input overvoltage protection for each MPPT - varistor	Yes, 4	
Input overvoltage protection for each MPPT - plug in modular surge arrester (-810, -811 and -812 versions)	-811, Type 2	
Photovoltaic array isolation control	-811, -812, Type 2+3	
DC switching for each MPPT (version with DC switch)	According to local standard	
Fuse rating (versions with fuses)	40 A / 1000 V	
Output side		
AC grid connection type	Three-phase 3W3N or 4W3N	
Rated AC power (P_{ac} @cosφ1)	20000 W	27600 W
Maximum AC output power ($P_{ac,max}$ @cosφ1)	20000 W **	30000 W **
Maximum apparent power (S_{ac})	20000 VA **	30000 VA **
Rated AC grid voltage (V_{ac})	600 V	
AC voltage range	330...480 V †	
Maximum AC output current ($I_{ac,max}$)	33.0 A	48.0 A
Contributory fault current	36.0 A	
Rated output frequency (f)	50 Hz / 60 Hz	
Output frequency range ($f_{min}...f_{max}$)	47...63 Hz / 57...63 Hz **	
Nominal power factor and adjustable range	† 0.998, adj. 1.0 with P_{ac} < 20.0 kW, 1.0 with max 30.0 kW	
Total current harmonic distortion	† 0.998, adj. 1.0 with P_{ac} < 20.0 kW, 1.0 with max 30.0 kW	
AC connection type	Screw terminal block, cable gland P436	
Output protection		
Anti-islanding protection	According to local standard	
Maximum external AC overcurrent protection	60.0 A	60.0 A
Output overvoltage protection - varistor	4	
Output overvoltage protection - plug in modular surge arrester (-810 version)	4 (Type 2)	
Operating performance		
Maximum efficiency (η_{max})	98.2%	
Weighted efficiency (EURO/CBC)	98.0% / 98.0%	
Feed in power threshold	40 W	
Night consumption	† 0.6 W	
Communication		
Wired local monitoring	RS-485 Modbus, 485 (opt.)	
Remote monitoring	Modbus with Logger Card (opt.), Modbus Data Logger (opt.)	
Wireless local monitoring	Modbus with Logger Card (opt.)	
User interface	Graphic display	



PRODUCT FLYER FOR TRIO-20.0/27.6-TL-OUTD ABB SOLAR INVERTERS

ABB TRIO-20.0/27.6-TL-OUTD string inverter block diagram



Technical data and types

Type code	TRIO-20.0-TL-OUTD	TRIO-27.6-TL-OUTD
Environmental		
Ambient temperature range	-25...+40°C / -13...104°F with derating above 40°C/104°F	
Relative humidity	0...100% condensing	
Sound pressure level, typical	50 dBA @ 1 m	
Maximum operating altitude without derating	2000 m / 6560 ft	
Physical		
Environmental protection rating	IP65	
Cooling	Natural	
Dimension (H x W x D)	2085 mm x 702 mm x 298 mm / 82.1" x 27.6" x 11.8"	
Weight	~ 70.0 kg / 154.3 lbs (Standard version)	~ 75.0 kg / 165.4 lbs (Standard version)
Mounting system	Rail bracket	
Safety		
Isolation level	Transformerless	
Marking	CE (50 Hz only), RoHS	
Safety and EMC standard	EN 50078, IEC/EN 60504-1, IEC/EN 60509-2, AS/NZS 3100, AS/NZS 60950.1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-3, EN 60900-2-12, EN 60900-2-13, EN 60900-2-14, CEI 0-21, CEI 0-28, DIN V VDE V 0528-1-1, VDE-AR-N 4105, GB/T 3, C10/31, EN 50438 (not for all national appendices), BS 1363, BS 613, BS 643, IEC 603, BS 4777, BS EN 60900-2-1, MSA, IEC 61215, IEC 61216, Conduits 30/3003, VDE 2024	
Grid standard (check your sales channel for availability)	CEI 0-21, CEI 0-28, DIN V VDE V 0528-1-1, VDE-AR-N 4105, GB/T 3, C10/31, EN 50438 (not for all national appendices), BS 1363, BS 613, BS 643, IEC 603, BS 4777, BS EN 60900-2-1, MSA, IEC 61215, IEC 61216, Conduits 30/3003, VDE 2024	
Available products variants		
Standard	TRIO-20.0-TL-OUTD-400	TRIO-27.6-TL-OUTD-400
with DC/AC switch	TRIO-20.0-TL-OUTD-S2-400	TRIO-27.6-TL-OUTD-S2-400
with DC/AC switch and fuse	TRIO-20.0-TL-OUTD-S2F-400	TRIO-27.6-TL-OUTD-S2F-400
with DC/AC switch, fuse and surge arrester	TRIO-20.0-TL-OUTD-S2SA-400	TRIO-27.6-TL-OUTD-S2SA-400
with DC/AC switch, fuse and 1 DC surge arrester Type 1 + 2	TRIO-20.0-TL-OUTD-S2S1-400	TRIO-27.6-TL-OUTD-S2S1-400
with DC/AC switch, fuse and 2 DC surge arrester Type 1 + 2	TRIO-20.0-TL-OUTD-S2S2-400	TRIO-27.6-TL-OUTD-S2S2-400

* The AC voltage range may vary depending on specific country grid standard
 * The frequency range may vary depending on specific country grid standard
 * Please refer to the document "String Inverters - Product manual appendix" available at www.abb.com for information on the quick-RT connector brand and model used in the inverter

* Limited to 20000W according to country specific regulations
 * Limited to 2700W according to country specific regulations
 * Due to country specific regulations this value is limited to 2000VA/30000VA. Remarks: Features not explicitly listed in the present data sheet are not included in the product



Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.

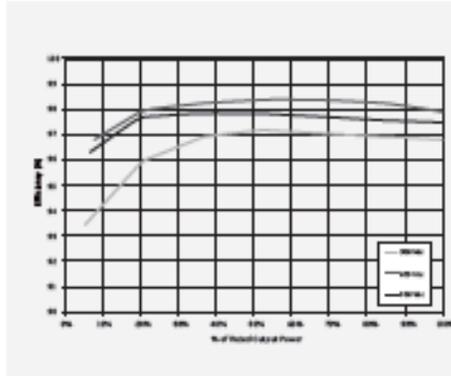
Página | 38

Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde

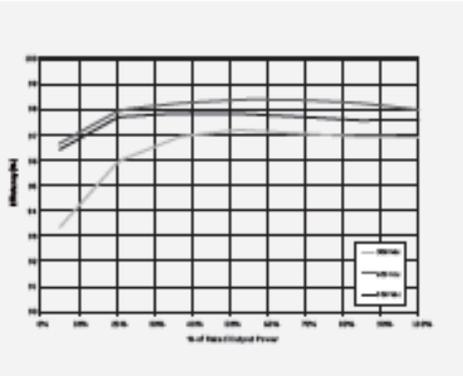
Mayo, 2020



Efficiency curves of TRIO-20.0-TL-OUTD



Efficiency curves of TRIO-27.6-TL-OUTD



For more information please contact your local ABB representative or visit:

www.abb.com/solarinverters
www.abb.com

We reserve the right to make technical changes or modify the contents of this document without prior notice, with regard to purchase orders, we agreed particulars shall prevail. ABB AC does not accept any responsibility whatsoever for potential errors or possible lack of information in this document.

We reserve all rights in this document and in the subject matter and illustrations contained therein. Any reproduction, disclosure to third parties or utilization of its contents – in whole or in parts – is forbidden without prior written consent of ABB AC. Copyright © 2019 ABB. All rights reserved.



ECO00009_01 Rev 1.05 05 2019

	<p>Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.</p>	<p>Página 39</p>
	<p>Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde</p>	<p>Mayo, 2020</p>

⇒ Inversor de 60 Kw



SOLAR INVERTERS

ABB string inverters

TRIO-TM-60.0-US-480



The TRIO-TM-60.0 is ABB's latest three-phase string solution for cost efficient large decentralized photovoltaic systems for both commercial and utility applications.

CS TRIO-TM-60.0 outdoor string inverter

The new addition to the TRIO family, now with three independent MPPT and a total power rating of 60 kW, has been designed to maximize the ROI in large systems with all the advantages of a decentralized configuration for both rooftop and ground-mounted installations.

Modular design

The TRIO-TM-60.0 has a modular design to guarantee maximum flexibility, in configuring the inverter into the available versions. The separate and configurable AC and DC compartments increase the ease of installation and maintenance with their ability to remain separately wired from the inverter module inside the system.

The TRIO comes with the most complete wiring box configurations available including up to 15 DC inputs with fast connectors, string protection fuses, AC and DC switches and type II AC and DC surge arresters.

Design flexibility

The double-stage conversion topology offers the advantage of a wide input voltage range for maximum flexibility of system design. The TRIO-TM comes with a forced air cooling system, designed for simple and fast maintenance, allowing a maximum flexibility of plant design. The inverter can be mounted at any angle in between horizontal and vertical. Embedded multi communication interfaces (WLAN, Ethernet, RS485) combined with a Sunspec compliant Modbus

protocol (RTU/TCF) allows the inverter to be easily integrated with any third-party monitoring and control systems.

Thanks to the built-in Web User Interface (WUI) the installer can commission the inverter wirelessly and change advanced parameters by using any standard WLAN enabled device (smartphone, tablet or PC). Integrated logging capability allows remote monitoring of the plant without the need of an additional external. Remote firmware updates of the inverter system and components available via Aurora Vision.

Highlights

- 3 independent MPPT
- Transformerless inverter
- Double-stage topology for a wide input range
- Large set of specific grid codes available which can be selected directly in the field
- Separate AC and DC compartments are available in different configurations
- Vertical and horizontal installations and any angle in between
- 60 kW with 480 Vac of output voltage
- Wireless access to embedded user interfaces
- Ethernet daisy chain enabled
- Modbus TPC/RTU Sunspec compliant
- Remote monitoring and firmware updates via Aurora Vision (Logger free)



PRODUCT FLYER FOR TRIO-TM-60.0-US-480 ABB SOLAR INVERTERS

ABB string inverters
TRIO-TM-60.0-US-480



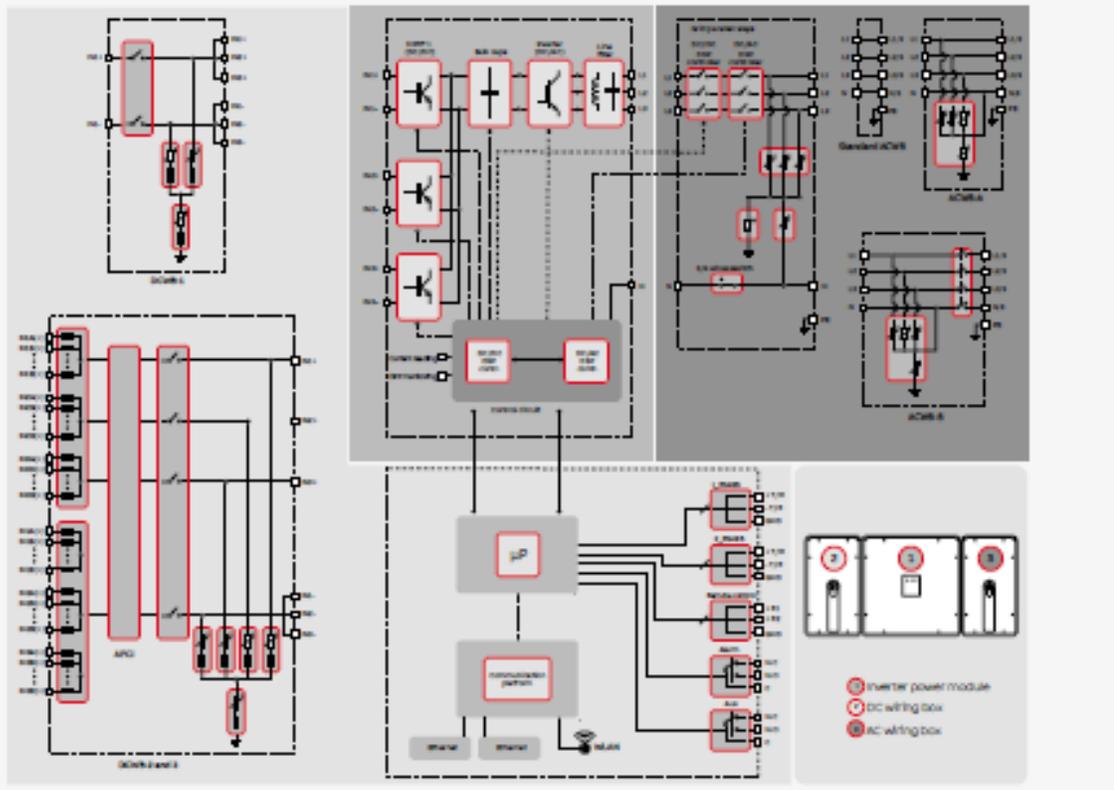
Technical data and types

Type code	TRIO-TM-60.0-480
Input side	
Absolute maximum DC input voltage ($V_{max,abs}$)	1000 V
Start-up DC input voltage (V_{min})	420...700 V (Default 500 V)
Operating DC input voltage range ($V_{min,op} - V_{max,op}$)	0.7x V_{max} ...950 V (min 360 V)
Rated DC input voltage (V_{in})	720 Vdc
Rated DC input power (P_{in})	61800 W
Number of independent MPPT	3
Maximum DC input power for each MPPT ($P_{max,mppt}$)	21000
MPPT input DC voltage range ($V_{min,mppt} - V_{max,mppt}$) at P_{in}	570-800 Vdc
Maximum DC input current (I_{max}) for each MPPT	36 A
Maximum input short circuit current for each MPPT	55 A (165 A with of parallel MPPT)
Number of DC inputs pairs for each MPPT	5
DC connection type	Input lugs (DCWB-1), Conduit entry (DCWB-2) and PV quick fit connector # (DCWB-3)
Input protection	
Reverse polarity protection	Yes, from limited current source
Input over voltage protection for each MPPT - varistor	Yes, 1 for each MPPT
Input over voltage protection for each MPPT - plug in modular surge arrester	Type 2 (on DCWB-2 or 3 only)
Photovoltaic array isolation control	List the US standard
DC switch rating for each MPPT (version with DC switch)	60 A / 1000 V for each MPPT (180 A in case of parallel MPPT)
Fuse rating (version with fuses)	15 A / 1000 V
Output side	
AC grid connection type	Three-phase (3W+PE or 4W+PE)
Rated AC power (P_{ac} @ $\cos\phi=1$)	60000 W
Maximum AC output power (P_{max} @ $\cos\phi=1$)	60000 W
Maximum apparent power (S_{max})	60000 VA
Rated AC grid voltage (V_{out})	480 V
AC voltage range	422...528 V [±]
Maximum AC output current ($I_{out,max}$)	77 A
Contributory fault current	92 A
Rated output frequency (f)	60 Hz
Output frequency range ($f_{min} - f_{max}$)	57...63 Hz [±]
Nominal power factor and adjustable range	> 0.995, 0...1 Inductive/capacitive with maximum S_{max}
Total current harmonic distortion	<3%
Maximum AC cable	AWG 3/0 without AC Switch, AWG 1/0 with AC Switch (ACWB-B)
AC connection type	Screw terminal block, cable gland PG42
Output protection	
Anti-islanding protection	IEEE 1547
Maximum external AC overcurrent protection	100 A
Output overvoltage protection - varistor	Yes
Output overvoltage protection - plug in modular surge arrester	Type 2 (ACWB-A and ACWB-B)
Operating performance	
Maximum efficiency (η_{max})	98.5%
Weighted efficiency (CEC)	98.0%
Communication	
Embedded communication interfaces	2 x RS485, 2 x Ethernet (RJ45), WLAN (IEEE802.11 b/g/n@2.4Ghz)
Communication protocol	Modbus RTU/TCP (Sunspec compliant), Aurora protocol
Remote monitoring services	Standard level access to Aurora Vilion monitoring Cloud
Advanced features	Integrated Web User Interfaces, Embedded logging and direct transferring of data to cloud
Environmental	
Ambient temperature range	-25...+60°C (-13...140 °F) with derating above 45 °C (113 °F)
Relative humidity	4%... 100% condensing
Sound pressure level, typical	75 dB(A) @1 m
Maximum operating altitude	2000m / 6561ft



PRODUCT FLYER FOR TRIO-TM-60.0-US-480 ABB SOLAR INVERTERS

ABB TRIO-TM-60.0-US-480 string inverter block diagram



Technical data and types

Type code	TRIO-TM-60.0-480
Physical	
Environmental protection rating	Type 4X
Cooling	Forced air
Dimension (H x W x D)	28.5 x 58.7 x 12.4 in (725 x 1491 x 315 mm)
Weight	95 kg / 209 lbs overall, 66 kg / 145 lbs electronic compartment, 15 kg / 33 lbs AC wiring box (full option), 14kg / 31 lbs DC wiring box (full optional)
Mounting system	Vertical or horizontal support
Safety	
Isolation level	Transformerless
Marking	TUV
Safety and EMC standard	UL 1741, Rule 21, IEC60364-4-410, UL 1699B, UL 62109-1:2014, UL 508 (Type 4X), IEEE 1547, IEEE 1547.1, CSA C22.2 107.1-01-2001, CSA TIL M-07, FCC Part 15 Sub-part B Class B Limited
Available product variants	
Inverter power module	TRIO-TM-60.0-US-480-POWER MODULE
DC wiring box options	
Touch-safe fuse holder 15 strings, DC switch, AFD, SPD type II, conduit entry	DCWB-2-TRIO-TM-60.0-US-480
15 quick input connections, fuses, DC switch, AFD, SPD type II	DCWB-3-TRIO-TM-60.0-US-480
AC wiring box options	
AC terminal block, Switch, SPD type II, conduit entry	ACWB-S-TRIO-TM-60.0-US-480

*1 The AC voltage range may vary depending on specific country grid standard
 *2 The frequency range may vary depending on specific country grid standard
 *3 Please refer to the document "String Inverters - Product manual appendix" available at www.abb.com/powerline for information on the quick fit connector brand and model used

In the inverter
 *4 Maximum number of strings is under overloading
 Remark: Features not specifically listed in the present data sheet are not included in the product

	<p align="center">Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.</p>	<p align="right">Página 42</p>
<p align="center">Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde</p>		<p align="right">Mayo, 2020</p>



For more information please contact your local ABB representative or visit:

www.abb.com/solarinverters
www.abb.com

We reserve the right to make technical changes or modify the contents of this document without prior notice. With regard to purchase orders, the agreed particulars shall prevail. ABB AG does not accept any responsibility whatsoever for potential errors or possible lack of information in this document.

We reserve all rights in this document and in the subject matter and illustrations contained therein. Any reproduction, disclosure to third parties or utilization of its contents – in whole or in parts – is forbidden without prior written consent of ABB AG. Copyright © 2017 ABB. All rights reserved.



TUV Rheinland

0 00



800.00669 EN, US (Rev. A 10/18/2018)



	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 43
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

Anexo 2. Factura consumo eléctrico 2019.

F-00	C-5		Compañía Nacional de Fuerza y Luz, S.A. <small>Cédula Jurídica 3-101-0009636</small>		NISE 493187	
FACTURA	71232118		COMERCIAL (T.G)			
FACTURA ELECTRONICA No.		00300001010001701605				
CLAVE NUMERICA		50616012000310100004600300001010001701605150949736				
NOMBRE		CONSTRUCTORA MECO S.A.		NÚMERO CÉDULA 3101035078		
DIRECCIÓN EXACTA		APDO.875-1150 POZOS, STA ANA				
PROVINCIA		SAN JOSÉ		CANTÓN SANTA ANA		
				DISTRITO POZOS		
DATOS DEL SERVICIO						
TIPO DE SERVICIO	CONSTANTE	SUB ESTACIÓN	CIRCUITO	LOCALIZACIÓN	NÚMERO DE MEDIDOR	
ENERGÍA	80	ELECTRIONA	1803 MONTANA	8011406800	939199	
DEPOSITO DE GARANTIA	COSTO POR kWh DEL ALUMBRADO PÚBLICO	CONSUMO LEIDO (kWh)	FECHA FACTURACIÓN ACTUAL	FECHA FACTURACIÓN ANTERIOR	FECHA DE PRÓXIMA FACTURACIÓN	
¢ 216,345.00	¢ 3.51	21840	14-01-2020	13-12-2019	13-02-2020	
CONSUMO EN ENERGÍA (kWh)			MÁXIMA DEMANDA (kW)			
CONSUMO DIARIO (kWh)	COSTO DEL kWh	LECTURA ACTUAL	LECTURA ANTERIOR	IMPORTE FACTURADO	DEMANDA MÁX. FACTURADA	
683	¢ 77.51	30794	30521	¢ 1,675,185.00	75.6	
					COSTO DEL kW	
					¢ 12,134.23	
					LECTURA ACTUAL	
					101.69	
					LECTURA ANTERIOR	
					100.74	
					IMPORTE FACTURADO	
					¢ 907,755.00	
ENERGÍA (kWh)		FACTOR DE POTENCIA (%)				
RAZÓN ESTIMACIÓN	DEMANDA MÁX. FACTURADA (kW)	kVA MÁXIMOS	FACTOR POTENCIA (%)	MÍNIMO REQUERIDO	RECARGO POR BAJO FP	
NO ESTIMADA	75.6	.379	92.81	90	¢ 0.00	
HISTÓRICO DE CONSUMO						
MES/AÑO	ENERGÍA (kWh)	DEMANDA (kW)	FACTOR DE POTENCIA (%)	FACTOR DE CARGA (%)	DÍAS FACTURADOS	IMPORTE FACTURADO
02-2019	26400	86.08	93.27	42.60	30	¢ 2,988,335.00
03-2019	21120	84.16	92.66	36.06	29	¢ 2,564,820.00
04-2019	25200	79.20	93.20	42.77	31	¢ 2,987,990.00
05-2019	27120	83.20	84.47	45.27	30	¢ 3,472,470.00
06-2019	23360	72.56	88.14	44.71	30	¢ 2,966,780.00
07-2019	26080	77.20	84.05	45.41	31	¢ 3,358,305.00
08-2019	26160	86.56	88.74	43.42	29	¢ 3,487,635.00
09-2019	23840	74.96	92.15	44.17	30	¢ 3,111,395.00
10-2019	26160	78.16	87.67	43.58	32	¢ 3,412,830.00
11-2019	25120	77.36	91.51	45.10	30	¢ 3,314,680.00
12-2019	25120	77.84	91.60	44.82	30	¢ 3,321,180.00
01-2020	21840	75.00	92.81	37.62	32	¢ 3,027,610.00
PROMEDIO	24,793	79.41	90.02	42.96		¢ 3,167,835.83
FACTURACIÓN						
CÓD	DETALLE	IMPORTE	MES AL COBRO			
1	ENERGÍA	¢ 1,675,185.00	ENERO 2020			
2	DEMANDA	¢ 907,755.00	SUBTOTAL POR PAGAR			
CVG	COSTO VARIABLE GENERACION	¢ 16,620.00	¢ 3,027,610.00			
CVD	COSTO VARIABLE GENERACION DEMANDA	¢ 9,030.00	FECHA VENCIMIENTO			
6	ALUMBRADO PÚBLICO	¢ 76,660.00	30-01-2020			
IVG	IMPUESTO VALOR AGREGADO	¢ 339,115.00	IMPUESTO DE VENTAS			
CV6	COSTO VARIABLE POR ALUMBRADO PÚBLICO	¢ 875.00	¢ 0.00			
TRB	TRIBUTOS BOMBEROS	¢ 2,370.00	MIS(MS) PENDIENTES			
			0			
			A la fecha de emisión de la factura			
			¢ 3,027,610.00			
			CARGO POR CANCELACIÓN			
			¢ 80,585.00			
	VALOR EMISIÓN :	¢ 3,027,610.00	SÍ CALIFICA ADIÉR DEL VENCIMIENTO, DE LE COMRA EN LA PROGRAMAS ACTUACIÓN UNICAR O PORNIDA			
	SALDO ACTUAL :	¢ 3,027,610.00				
AUTORIZADA MEDIANTE RESOLUCIÓN N° DGT-R-03-2019 - SAN JOSE, A LAS OCHO HORAS VEINTICINCO MINUTOS DEL DIA VEINTE DE JUNIO DE DOS MIL DIECINUEVE						
APOYAMOS LA MOVILIDAD ELÉCTRICA: A SU DISPOSICIÓN CARGADORES RÁPIDOS PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN SUC. ESCAZÚ, PASO ANCHO, CFIA Y PRÓX. SUC. GUADALUPE.						
Si tiene alguna consulta, sugerencia o queja sobre su servicio eléctrico o facturación puede comunicarse al: 800-ENERGÍA (800-363-7442) whatsapp 8319-5273 800energia@cnfl.go.cr www.cnfl.go.cr Agencia Virtual https://agenciavirtual.cnfl.go.cr		Averías Eléctricas y de Alumbrado Público 1026	Descargue nuestra APP CNFL en su celular Google play App Store	Redes Sociales facebook.com/cnfl twitter.com/cnfl instagram/cnflcr		

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 44
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

Anexo 3. Principales variaciones macroeconómicas del Banco Central de Costa Rica

Principales variables macroeconómicas

	Promedio 2014-2018	2019	Proyecciones	
			2020	2021
PIB (miles de mill de ₡)	31.154	36.280	38.285	40.754
Tasas de crecimiento (%)				
PIB real	3,6	2,1	2,5	3,0
Ingreso Nacional Disponible Bruto Real	3,6	2,0	2,5	3,1
Tasa de desempleo ^{1/}	9,6	11,4		
Inflación (meta)				
Variación interanual de IPC (%)	1,9	1,5	3,0 (± 1,0 p.p.)	
Balanza de Pagos (% PIB)				
Cuenta corriente	-3,4	-2,5	-2,2	-2,2
Cuenta comercial	-9,7	-7,6	-7,2	-6,9
Cuenta financiera	-3,5	-4,7	-1,8	-2,5
Pasivos de inversión directa	-5,2	-4,1	-4,0	-4,0
Saldo RIN (% PIB)	13,3	14,5	13,2	13,0
Sector Público Global Reducido (% PIB) ^{2/}				
Resultado Financiero	-5,0	-5,6	-5,3	-5,1
Gobierno Central	-5,7	-7,0	-5,9	-5,7
Resto SPNF	1,3	1,7	1,0	1,0
BCCR	-0,6	-0,3	-0,4	-0,4
Deuda Gobierno Central (% PIB) ^{3/}	53,2	58,5	61,0	62,6
Agregados monetarios y crediticios (Variación %) ^{4/}				
Liquidez total (M3)	8,9	6,0	6,2	6,3
Riqueza financiera total	11,2	7,8	7,4	7,8
Crédito al sector privado	9,4	0,8	4,9	7,3
<i>Moneda nacional</i>	12,5	3,1	7,5	11,1
<i>Moneda extranjera</i>	5,6	-3,0	0,5	0,5

	<p align="center">Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.</p>	<p align="center">Página 45</p>
	<p align="center">Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde</p>	<p align="center">Mayo, 2020</p>

B. Alternativa de mejora de la iluminación en talleres

Respecto al tema de iluminación en talleres, se presenta la siguiente alternativa de mejora y ahorro en el consumo de energía.

1. Objetivo general

Proporcionar una medida de ahorro en el consumo de energía eléctrica a partir del cambio de luminarias que se utilizan en los talleres de maquinaria y transportes.

2. Alcance

Esta alternativa busca disminuir el costo por consumo eléctrico de los talleres, por medio de la propuesta de cambio de luminarias.

3. Generalidades

A pesar de que por las características que tiene la estructura constructiva de los talleres en general (galerones abiertos), y se aprovecha en gran medida la luz natural siempre y cuando sea posible, en los momentos en que se requiere de iluminación artificial, como en trabajos nocturnos y cuando las condiciones del clima no lo permiten, se tienen instaladas para la iluminación artificial bombillas incandescentes de luz amarilla.

Se propone emigrar de las lámparas actuales a lámparas de tecnología LED, estas según el sitio Tecnología y Educación en una publicación de 2012, se definen por sus siglas en inglés como Light Emitting Diode, que traduciendo al español quiere decir Diodo Emisor de Luz o Diodo Luminoso, este consiste en un material semiconductor capaz de emitir una radiación electromagnética en forma de Luz.

A continuación, en el cuadro 13, se detallan algunas ventajas y desventajas de la utilización de este tipo de lámparas.

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 46
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

Cuadro 8. Ventajas y desventajas de las lámparas LED

Ventajas	Ambientales	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Por normativa deben cumplir la normativa CE y ROHS («Restriction of Hazardous Substances») Restricción de sustancias peligrosas según directiva 2002/95/CE. ✓ No contienen mercurio ni otros metales pesados. ✓ Al ser más eficientes producen menos emisiones de CO2 ✓ No generan tanto calor. ✓ Menor contaminación lumínica, ya que la luz que emite el LED siempre va direccionada. ✓ Menor necesidad de materias primas para lámparas de sustitución, debido a su durabilidad. ✓ No se genera radiación Infrarroja ni Ultravioleta.
	Económicas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Menor consumo que las lámparas tradicionales, se estiman reducciones que van desde el 65% versus los fluorescentes, más del 80% versus halógenas e incandescentes y el 50% versus las de bajo consumo. ✓ Amortizaciones bastante rápidas (menos de 3 años) ✓ Elevada durabilidad (de 15.000 hasta 50.000 horas) ✓ Mantenimiento del Flujo Luminoso sobre el 70% original durante su vida útil. ✓ Encendido inmediato, no hay pérdidas de tiempo. ✓ Ajuste de la iluminación a las necesidades del local, tanto en cantidad como en intensidad. ✓ No requiere sustitución del portalámparas existente, solamente se adapta la conexión. ✓ Tras su instalación no requiere de la cubierta protectora, ya que la mayoría de los LEDs están fabricados de Aluminio y plástico. ✓ Ciclo de vida prolongado
	Diseño	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Máxima flexibilidad en el diseño (variedad de tamaños) ✓ Requieren de menor cantidad de componentes. ✓ Amplia gama de tonos desde los 3000K hasta los 7500K

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 47
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

	<ul style="list-style-type: none"> ✓ El arranque es inmediato. ✓ Mejora la eficiencia del sistema al emplearse Luz directa ✓ Los LEDs no tienen problemas de encendido en ambientes fríos ✓ Protección ante vibraciones. ✓ Direccionalidad de los LEDs que minimiza la dispersión de luz ✓ La regulación es total, sin cambio de color.
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> x Después de exponerse a 65° la mayoría de los LED se dañan x Requieren una elevada disipación térmica, si bien generan menos calor que las convencionales, el que genera es muy importante disiparlo. x El precio en comparación con las convencionales es bastante elevado.

Fuente: Alromar energías de futuro, 2020

4. Implementación del cambio

Con el fin de evitar el desperdicio o el desecho de lámparas en buen estado, se propone ir haciendo los cambios paulatinamente en un taller a la vez, de manera que incluso las lámparas retiradas de un taller sirvan como repuesto para sustituir las que se vayan dañando en los otros, hasta que se dañen todas las que se tengan en posesión.

Las lámparas en buen estado serán almacenadas en cajas de cartón debidamente identificadas en un estante asignado en la bodega para evitar daños por golpes, asimismo, en otro estante y en cajas identificadas se almacenarán las lámparas dañadas para ser retiradas por el gestor designado.

5. Costo de la implementación del cambio de lámparas

La ficha técnica de las lámparas que se están recomendando se adjunta en el anexo 4. Además, en el anexo 5 se adjunta una cotización por las primeras 20 lámparas

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 48
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

que serían instaladas en el taller de maquinaria de Santa Ana. Cada una tiene un costo de ₡253,555.50 + IV, lo que equivale a ₡5,730,354.30.

En el siguiente cuadro se adjunta un presupuesto de lo que costaría la implementación del cambio de lámparas en todos los talleres.

Cuadro 9. Costo de instalación de nuevas lámparas en los talleres

Taller	Cantidad total de lámparas	Costo total
Santa Ana	50	₡12,677,775.00
Nicoya	22	₡5,578,221.00
San Rafael	15	₡3,803,332.50
Guápiles	20	₡5,071,110.00
Zona Sur	20	₡5,071,110.00
Total	126	₡32,201,548.50 + IV

Tal como se observa, la implementación de este procedimiento en todos los talleres supera los 30 millones de colones, motivo por el cual el cambio será paulatino con un plazo de aproximadamente 3-4 meses cada cambio, se negociará con el proveedor una orden de compra por el total de lámparas y que sea entregado y facturado en tramos según la necesidad, esto para mantener y asegurar el precio de estas.



Anexo 4. Ficha técnica de propuesta para cambio de lámparas



PROJECT NAME: _____ CATALOG NUMBER: _____
 NOTES: _____ FIXTURE SCHEDULE: _____

Page: 1 of 4

BAYMAX™ LED LINEAR HIGHBAY FIXTURE BLHT SERIES



BLHT115USD4810



BLHT150USD4815



BLHT235USD4820



FEATURES:

- High Efficacy LED boards with dual copper cladding for thermal dissipation
- 1-10V Dimming standard
- Optional Occupancy Sensor, Wire guard, lensed door
- Housing has rear side access door for easy field access of control gear
- Operating Temp: -4°F to 104°F
- Suitable for continuous row mounting

CONSTRUCTION:

- 22 Ga. Steel Housing, post painted
- Std. 80+ MIPD reflector
- Class II UL listed Dimming drivers
- 120-277V Universal Voltage (contact MaxLite for other voltages needed)
- Standard V-Hook included
- Standard Knock outs at ends and rear
- Features MaxLite's "Thermal/ Lumen Balanced Light Engines" – MaxLite engineered low drive rates allow cooler operating temperatures. This translates as less thermal heat sinking needed, while allowing more LED's to be used, resulting in more lumen output. Cooler LED's perform correspondingly longer than harder driven hot LED's.

CONTROL:

- Optional Occupancy sensing with Daylight Harvesting set points, selectable delays and operating profiles (MSV)
- Optional On/Off Occupancy Sensing (MSO)

PRODUCT DESCRIPTION:

MaxLite's BayMax™ LED Linear High Bay Fixture with optional bi-level controls offers a classic fluorescent linear high bay housing with LM80-tested LED strips that resemble fluorescent tubes when lit. The same size and shape as a T8 fluorescent fixture, and improved with exceptional 100+ LPW output, the 115-watt performance- and value-optimized fixture replaces a 250-watt fluorescent high bay, while the 150W & 235W models are 400W HID equivalent fixture. All fit standard fluorescent accessories. The fixtures are constructed of sheet steel for heat sink and thermal control and a specular reflector for higher lumens.

IESNA TM-21-11 FOR L70 LIFETIME		
PART NUMBER	LED LIFETIME TO L70 AT 25°C AMBIENT	DRIVER LIFETIME AT OPERATING AMBIENT
BLHT115USD4810	85,000 Hours*	Contact MaxLite for latest information
BLHT150USD4815	107,000 Hours	
BLHT235USD4820	110,000 Hours	

ORDERING INFORMATION

ORDER NUMBER	MOD. EL.	WATTS (NOMINAL)	DESCRIPTION	DELIVERED LUMENS	CCT
74229	BLHT115USD4810	115	BayMAX LED HighBay Linear Fixture - 115W	12,430	5000K
74171	BLHT150USD4815	150	BayMAX LED HighBay Linear Fixture - 150W	17,130	
74457	BLHT235USD4820	235	BayMAX LED HighBay Linear Fixture - 235W	25,300	

OPTIONS	
ORDERING PART NUMBER SUFFIX	DESCRIPTION
MSV	Bi-Level Occupancy Sensor with Daylight Harvesting
MSO	On/Off Occupancy Sensor
EM	Battery Back Up Power Supply
D27**	Modular Fixture Drop - 277/480V 18/5 leads

NOTES:

- * Lens is clear acrylic standard
- ** For use of modular fixture drop in 480v requires ordering of 480v Stepdown transformer





Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.

Página | 50

Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde

Mayo, 2020



BAYMAX LED LINEAR HIGHBAY FIXTURE
BLHT SERIES

Page: 2 of 4

SPECIFICATIONS:

ITEM	SPECIFICATION	BLHT115USD4810	BLHT150USD4815	BLHT235USD4820
GENERAL PERFORMANCE	Spacing Criteria	1.25(0° – 180°) / 1.25(90° – 270°)	1.30(0° – 180°) / 1.30(90° – 270°)	1.25(0° – 180°) / 1.25(90° – 270°)
	Lumens Delivered	12,430*	17,130*	25,300*
	Battery Back Up Output (Avg. Im)	1416	1368	1272
	Efficacy (lm/W)	116	114	106
	CR	>83	>83	>84
	Beam Angle	109.9°(V) / 96.44°(H)	97.1°(V) / 109.8°(H)	96.1°(V) / 110.1°(H)
	Color Temperature (CCT)	5000K		
ELECTRICAL	Power Consumption	116.5W	149.8W	237W
	Input Voltage	120-277Vac		
	Power Factor	> 99@120V; > 99@277V		
PHYSICAL	Dimensions	48" x 10" x 3.1"	48" x 15.9" x 3.1"	48" x 20" x 3.1"
	Weight	12.5 lbs	15 lbs	21 lbs
CERTIFICATION	Certification	UL 8750 and 1598, LM79, DLC		
	Material Usage	RoHS compliant; no mercury		
	Environment	Indoor / Damp		
	LED Class	UL Listed: LM-80		
	Warranty	7 Years - See Warranty Certificate for details		

* Preliminary output data, contact MaxLite for LM-79

	BI-LEVEL OCC. SENSOR	ON/OFF OCC. SENSOR
Sensor Load	Max 600W	Max 600W
Dimming Levels	0/ 5/ 10/ 20/25/ 33/ 50% selectable	NA – 100% on, 0% off
Ambient Light Level	Selectable Ambient Light Levels (3 levels)	NA – Motion activated only
Time Delay	Selectable Time delay (1 min to 30 min)	Fixed 15 sec. to 30min.
Type	Omni-directional quad element pyroelectric	PIR
Optics	Standard: Conical / 8-15' Install Hts / 2x Ht beam width	Fixed width lens, with field adjustable sensitivity to reduce beam size
Sensor Rating	120-277V / Wet Listed	120-277V / Dry Listed
Operating Temperature	0°C (32°F) to 40°C (104°F), 50-60Hz	0°C (32°F) to 40°C (104°F), 50-60Hz

ACCESSORIES (ORDER SEPARATELY)		
ORDER CODE	ITEM NUMBER	DESCRIPTION
71827	MLF-BL4DF	Door Frame & Lens** for BUHT115 Linear HB Fixture
72063	MLF-BL4DFWG	Door Frame & Flat Wire Guard - BUHT115 Linear HB Fixture
72049	MLF-BL4DFWGL	Door Frame, Lens** & Wire Guard- BUHT115 Linear HB Fixture
71826	MLF-BL6DF	Door Frame & Lens** for BUHT150 Linear HB Fixture
72054	MLF-BL6DFWG	Door Frame & Wire Guard - BUHT150 Linear HB Fixture

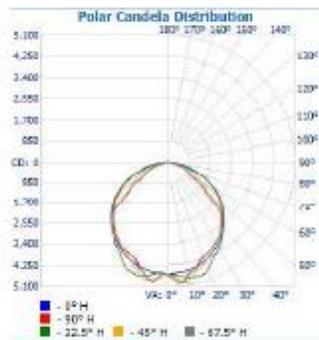
ACCESSORIES (ORDER SEPARATELY)		
ORDER CODE	ITEM NUMBER	DESCRIPTION
72050	MLF-BL6DFWGL	Door Frame, Lens** & Wire Guard - BUHT150 Linear HB Fixture
72447	MLF-BL8DF	Door Frame & Lens** for BUHT235 Linear HB Fixture
72448	MLF-BL8DFWGL	Door Frame, Lens** & Wire Guard - 8-Lamp T8
72887	MLF-BL8DFWG	Flat Wire Guard for 8-Lamp T8 ML Linear High Bay Fixture
71119	MLCHK3Q	Cable Hanging Kit for Linear Highbay Fixtures (20)
75324	BLHTD277480-12/5	Fixture Drop - 277/480V 18/5 leads

** For frosted lens, please contact MaxLite

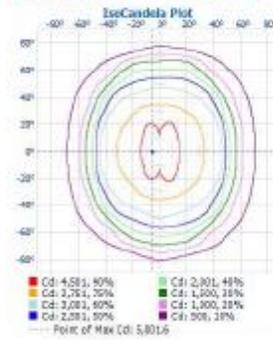


BAYMAX LED LINEAR HIGHBAY FIXTURE
BLHT SERIES

BLHT115USD4810

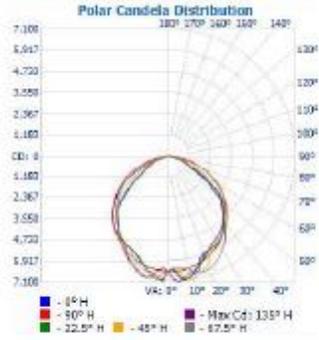


ISOFOOTCANDLE PLOT:

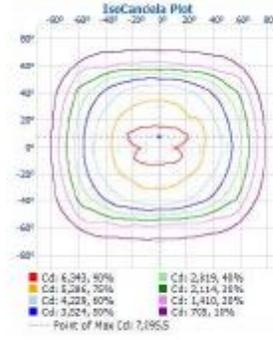


BLHT150USD4815

POLAR CANDELA DISTRIBUTION:

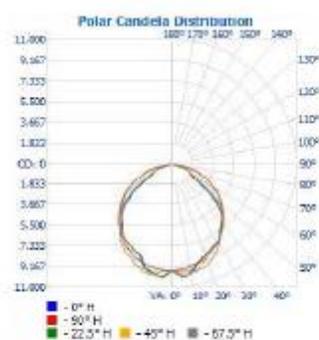


ISOFOOTCANDLE PLOT:

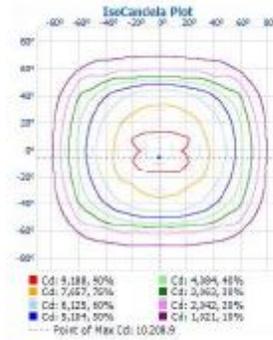


BLHT235USD4820

POLAR CANDELA DISTRIBUTION:



ISOFOOTCANDLE PLOT:

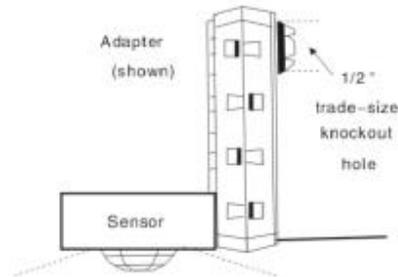
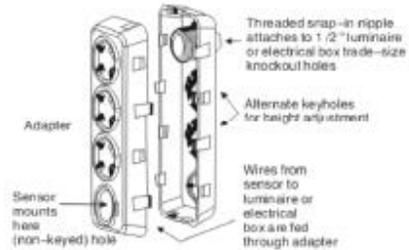
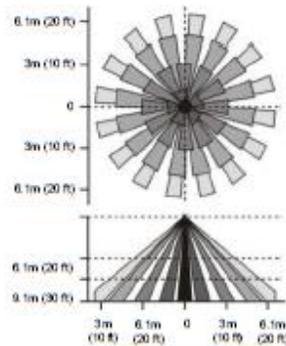




BAYMAX LED LINEAR HIGHBAY FIXTURE
BLHT SERIES

MSO SENSOR OPTION:

- On/Off PIR motion
- Beam: 30°Ht x 20° Width

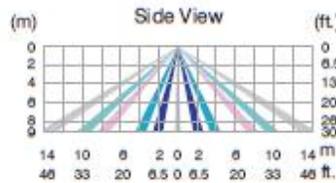
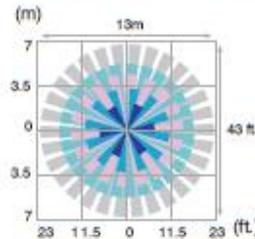


MSV SENSOR OPTION:

- Bi-level PIR motion
- Beam: 30°Ht x 45° Width
- Daylight harvesting
- 7 Pre-set scenes on/Dim/off



Top View @ 4.5m/15 ft.



	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 53
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

Anexo 5. Proforma del costo de las luminarias propuestas.

		Luminactive S.R.L info@grupo5-cr.com Cédula Jurídica N° 3-102-705382 • Tel: (506) 2249-0776 • San José, Ciudad Colón, Costa Rica	
---	---	---	---

FACTURA PROFORMA										
<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">MET. PAGO:</td> <td>Contado</td> </tr> <tr> <td>N°:</td> <td>048-16</td> </tr> </table>	MET. PAGO:	Contado	N°:	048-16	
MET. PAGO:	Contado									
N°:	048-16									
CLIENTE	Meco									
DIRECCIÓN	San José, Costa Rica									
ARTICULO	CANT.	DESCRIPCIÓN	PRODUCTO	Precio Unitario	Precio Total					
	20	BLHT150USD4815	BAYMAX LED HIGHBAY LINEAR 150W 120-277V 0-10V DIMMING WIDE DIST.	€ 253,555.50	€ 5,071,110.00					
Observaciones Tiempo de entrega: 15 días hábiles a partir de la fecha de la orden de compra contra disponibilidad de inventario				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">SUBTOTAL</td> <td style="text-align: right;">€ 5,071,110.00</td> </tr> <tr> <td>I.V</td> <td style="text-align: right;">€ 659,244.30</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td style="text-align: right;">€ 5,730,354.30</td> </tr> </table>	SUBTOTAL	€ 5,071,110.00	I.V	€ 659,244.30	TOTAL	€ 5,730,354.30
SUBTOTAL	€ 5,071,110.00									
I.V	€ 659,244.30									
TOTAL	€ 5,730,354.30									

OFERTA VALIDA POR 8 DIAS RECIBIDO POR _____

Forma de pago: 50% contra pedido y 50% contra entrega
 Para facturas de credito, devengara un interes del 4% mensual una vez vencida la factura en los terminos establecidos.

Cuentas Bancarias
 Banco: BAC San José
 Cédula Jurídica: 3-101-665833
 Nombre: Interactive Lightning S.A.
 Cuenta Dólares: 918242751
 Cuenta Cliente Dólares: 10200009182427515
 Cuenta Colones: 918242280
 Cuenta Cliente Colones: 10200009182422802

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 54
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

C. Aprovechamiento del recurso hídrico en talleres

	Código y título	Revisión	Versión
	PMARH.001 Procedimiento para mayor aprovechamiento del recurso hídrico en talleres	Junio 2020	01
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	
María Fernanda Barrantes Valverde			

1. Objetivo general

Proporcionar una medida de ahorro en el costo por consumo de agua en los talleres de maquinaria y transportes de Constructora Meco.

2. Alcance del procedimiento

El siguiente procedimiento busca optimizar el consumo de agua en los talleres de maquinaria y transportes de Constructora Meco.

3. Responsables del procedimiento

La implementación del procedimiento está segregada en responsabilidades que se dividen de la siguiente manera:

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 55
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

Cuadro 10. Responsables de la implementación del procedimiento de aprovechamiento del recurso hídrico.

Actividad	Responsable				
	Gerente Maquina	Jefatura taller	Encargado taller	Gestor ambiente	Coord. SST
Comunicación de la implementación del procedimiento	E-A	E-A	E-A	E-A-D	E-A-D
Coordinación con departamento de compras para la coordinación de la revisión y mantenimiento de los medidores actuales.	A			E-D	D
Asignación de los recursos necesarios para la implementación del programa: presupuesto.	A-E			D	D
Seguimiento y supervisión de la implementación del procedimiento	E			E-D	E-D
Participación en la implementación del procedimiento	E	E	E	E-D	E-D
Verificación del cumplimiento de los procedimientos establecidos dentro del programa	E			E-D	E-D

Aprueba Supervisa Ejecuta Documenta

4. Generalidades

Con el fin de llevar un mejor control y seguimiento del consumo de agua en los talleres, se implementará registrar los datos tomados mensualmente del medidor de cada taller, de manera que sea posible identificar cuáles lugares son los de mayor consumo, ya que por el poco interés en el tema ambiental y sobre cargo únicamente en la persona encargada de esta gestión no se ha venido registrando el dato, con esto se pretende analizar a detalle las actividades que pueden estar provocando picos de consumo.

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 56
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

5. Registro de consumo

Para este registro se propone el formato del cuadro 10, que al irse completando irá proporcionando los datos con los que se llenará el formato propuesto en el cuadro 11 y los gráficos 1 y 2, en estos se verán reflejado el consumo mes a mes por cada taller tanto en las labores de producción como el equivalente al consumo por persona.

Estos cuadros se completarán mes a mes por la persona designada como responsable en cada taller y serán parte de una bitácora denominada “Bitácora de consumo de agua en talleres” que administrará el departamento ambiental de la empresa y que irá actualizando mes a mes.

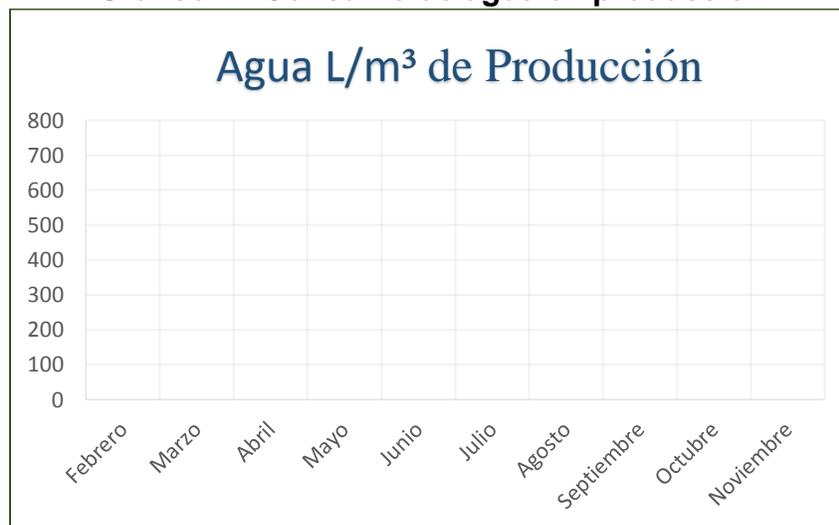
Cuadro 11. Registro anual de consumos de agua en talleres

Control de consumo de agua anual						
Mes	Taller					L/m ³ Producción
	Santa Ana	Nicoya	San Rafael	Guápiles	Zona Sur	
Enero						
Febrero						
Marzo						
Abril						
Mayo						
Junio						
Julio						
Agosto						
Septiembre						
Octubre						
Noviembre						
Diciembre						
TOTAL=	0	0				

Cuadro 12. Registro de consumos de agua en por persona

Mes	Litros por Persona Mensual	Diario Promedio
Enero		
Febrero		
Marzo		
Abril		
Mayo		
Junio		
Julio		
Agosto		
Septiembre		
Octubre		
Noviembre		
Diciembre		

Gráfico 1. Consumo de agua en producción



	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 58
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

Gráfico 2. Consumo de agua por persona



Además de este control, se implementarán otras medidas para crear conciencia en los colaboradores y disminuir el desperdicio, esto a través de capacitaciones donde se hará énfasis en la importancia del cuidado del ambiente y los beneficios que se obtienen a partir de este cuidado.

Se colocarán en las áreas de trabajo rótulos informativos con las siguientes leyendas:

- 💧 Recuerde cerrar bien la llave.
- 💧 Utilice solamente la cantidad de agua necesaria.
- 💧 Cada gota cuenta.

Estos rótulos serán en dimensiones de 20cm x 15cm confeccionados en acrílico y serán colocados con ayuda del personal de mantenimiento en las pilas ubicadas en los talleres y en los lavamanos de los baños, se propone colocar únicamente un rótulo por pila e irlos rotando cada dos meses.

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 59
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

D. Administración y control de los residuos generados

Respecto al tema de administración de los residuos generados y el tratamiento de estos, se presenta el siguiente procedimiento para asegurar un buen manejo de residuos.

	Código y título	Revisión	Versión
	PAMR.001 Procedimiento para la administración y manejo de los residuos	Junio 2020	01
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	
María Fernanda Barrantes Valverde			

1. Objetivo general

Facilitar un procedimiento para el buen manejo de los residuos generados en los talleres de maquinaria y transportes.

2. Alcance del procedimiento

El siguiente procedimiento busca garantizar la correcta disposición de los residuos generados en los procesos desarrollados dentro de los talleres de maquinaria y transportes.

3. Responsables del procedimiento

La implementación del procedimiento está segregada en responsabilidades que se dividen de la siguiente manera:

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 60
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

Cuadro 13. Responsables de la implementación del procedimiento para la administración y manejo de los residuos

Actividad	Responsable				
	Gerente Maquina	Jefatura taller	Encargado taller	Gestor ambiente	Coord. SST
Comunicación de la implementación del procedimiento	E-A	E-A	E-A	E-A-D	E-A-D
Coordinación con departamento de compras para la compra de los implementos necesarios	A			E-D	D
Asignación de los recursos necesarios para la implementación del programa: presupuesto.	A-E			D	D
Seguimiento y supervisión de la implementación del procedimiento	E			E-D	E-D
Participación en la implementación del procedimiento	E	E	E	E-D	E-D
Coordinación del apoyo técnico de la operación y ejecución del procedimiento.	A			E-D	S-D
Coordinación de la limpieza y el mantenimiento de los talleres	A			E-D	S-D

Aprueba Supervisa Ejecuta Documenta

4. Generalidades

Antes de presentar el procedimiento, es necesario definir algunos términos, los mismos se enlistan a continuación:

Residuo sólido: es todo aquel material desechado tras su vida útil, y que por lo general por sí solos carecen de valor económico. Estos residuos por lo general son producto de materiales utilizados en la fabricación de bienes de consumo. (Inforeciclaje, 2020).

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 61
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

Residuos sólidos peligrosos: corresponden a los residuos derivados de todos los productos químicos tóxicos, materiales radiactivos, biológicos y de partículas infecciosas. (Inforeciclaje, 2020).

La gestión integral de residuos: es un conjunto de acciones regulatorias, operativas, financieras, administrativas, educativas, de planificación, monitoreo y evaluación para el manejo de los residuos, desde su generación hasta la disposición final. Es decir, es una herramienta que permite reducir la generación desmedida de los residuos. (Ministerio de Salud, 2016).

Para lograr alcanzar esta gestión, se ha establecido un orden jerárquico en la que se deben realizar las diferentes etapas del manejo de los residuos. Esta jerarquía se presenta en la figura 5.

Figura 5. Jerarquía en Manejo de los residuos.



Fuente: Plan Nacional para la Gestión Integral de Residuos 2016-2021, 2016

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 62
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

5. Programa de Gestión Integral de Residuos para los talleres

A continuación, se presenta un formato semi completo para la gestión integral de los residuos de los talleres. Este será implementado por el departamento ambiental en conjunto con el responsable designado en cada uno de los talleres, que se encargará de llevar el registro de las cantidades de residuos generados.

1. Datos de la persona o entidad generadora

- **Nombre o razón social:** Constructora Meco, S.A.
- **Cédula jurídica (adjuntar una personería jurídica con no más de un mes de expedida):** 3-101-035078
- **Dirección exacta: (dirección del taller)**
- **Representante legal:**
- **Correo electrónico:** notificaciones@constructorameco.com
- **No. de teléfono fijo, No. de teléfono celular, No. de fax:** 2519-7000

Paso I: Diagnóstico

1.1 El programa deberá contemplar un diagnóstico sobre la generación de los residuos que se producen e identificar una serie de aspectos de estos, tal como se plantea en el cuadro 13.

Cuadro 14. Generación de Residuos

Tipos de residuos	Fuente de los residuos	Cantidades (kg-ton)	Condiciones de almacenamiento	Condiciones de transporte	Destino de los residuos	Tipos de registros para control
Componentes	Mantenimiento		Estañones	Vehículo MECO		Salida con boleta
Filtros	Mantenimiento		Bodega acondicionada	Camión Gestor		Salida y certificado

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 63
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

Baterías	Mantenimiento		Bodega acondicionada	Camión Gestor		Salida y certificado
Cartón	Empaques de repuestos		Basurero de ordinarios	Camión Gestor		Salida y certificado
Aceite quemado	Mantenimiento		Bodega acondicionada	Camión Gestor		Salida y certificado
Trapos sucios	Limpieza de partes		Estañones	Camión Gestor		Salida y certificado
Llantas	Empaques de repuestos		Patio, bajo techo	Vehículo MECO		Salida con boleta
Plástico	Empaques de repuestos		Basurero de ordinarios	Camión municipal		Salida y certificado
Chatarra	Cambio de partes		Bodega acondicionada	Vehículo MECO		Bitácora
Insumos de kit de derrames	Derrames		Bodega acondicionada	Camión Gestor		Salida y certificado

1.1 Con base en el diagnóstico, identificar las principales debilidades en el manejo actual de los residuos y definir los desafíos que se plantean para alcanzar una adecuada gestión integral de los residuos. Para ello se deberá completar el cuadro 17.

Cuadro 15. Identificación de debilidades y desafíos desde la jerarquización de los residuos

Jerarquía de los residuos	Debilidades actuales	Desafíos
Prevención en la fuente	<ul style="list-style-type: none"> • Se cuenta con estañones rotulados en el área de taller para la separación de residuos, los colaboradores no hacen dicha separación. • La identificación, cantidad y distribución puede que haga que esta separación no sea ejecutada 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitar a los colaboradores, buscando la sensibilización de la importancia de la y separación de residuos. • Mejorar las condiciones de los recipientes para la separación de residuos

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 64
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

Minimización en la generación	<ul style="list-style-type: none"> • Pedidos unitarios que vienen empacados de manera individual en plástico y cartón 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar pedidos con mayor cantidad de insumos • Solicitar al proveedor la entrega de estos insumos en solo cartón, eliminando el plástico (de ser posible)
Reutilización de los residuos	<ul style="list-style-type: none"> • No se ha identificado cuáles residuos pueden ser reutilizados en actividades internas 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar los residuos reutilizables en actividades internas
Tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Actualmente no se da tratamiento a los residuos, salvo las aguas residuales, que están dirigidas a una trampa de grasas y aceites, actualmente la trampa tiene deficiencias en su funcionamiento. • No todos los colaboradores están capacitados en cómo funciona y como se limpia dicha trampa 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitar a los colaboradores, en el funcionamiento de la trampa y la forma correcta de limpiarlas. • Mejorar las condiciones de la trampa para asegurar el buen funcionamiento de esta.
Disposición Final	<ul style="list-style-type: none"> • Los residuos retirados por el gestor son los únicos de los que se conoce y se tiene certificación de su disposición final, los demás residuos no se les da seguimiento o llegan a relleno sanitario. 	<ul style="list-style-type: none"> • Controlar mejor las salidas de los residuos. • Proponer un plan de reciclaje de papel y cartón para disminuir los residuos que llegan a relleno sanitario

⇒ Por tipo de residuos se refiere a ordinarios, especiales y peligrosos.

⇒ Se deben adjuntar la documentación que comprueba el destino de los residuos que se detallan

Paso II: Diseño del programa

Con base en los datos obtenidos anteriormente se deberá elaborar un programa que contenga una serie de acciones que involucren necesariamente estrategias para la prevención en la fuente, minimización en la generación de residuos, la reutilización, la valorización y la disposición ambientalmente segura de los mismos.

El programa deberá contemplar las siguientes etapas e información:

- Generación.
- Acumulación y Almacenamiento

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 65
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

- Transporte
- Tratamiento
- Disposición Final

Una vez recopilada toda la información se podrá completar el cuadro 15.

Cuadro 16: Programa de residuos por parte de las personas o entidades generadoras

Desafío	Objetivo	Meta	Indicador de cumplimiento	Actividad (con sus respectivas subactividades)	Recursos	Responsables

Paso III: Seguimiento y monitoreo

El programa deberá contar con un mecanismo de seguimiento y monitoreo anual, por medio del cual se permita evaluar anualmente las actividades y metas establecidas en el programa. De esta manera se podrán identificar los avances y logros del mismo.

Cuadro 17: Seguimiento y monitoreo anual

Actividad	Línea base	Meta	Indicador	Estado actual de la actividad	Observaciones

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 66
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

⇒ Se deben incluir en sus actividades los aspectos de divulgación, sensibilización y capacitación a todas aquellas personas que estén vinculadas de una u otra manera al programa, ya sea como personas o entidades ejecutoras o público meta.

6. Separación de residuos

Para la separación de residuos en los talleres, se seguirán las disposiciones establecidas en la Estrategia Nacional para la Separación, recuperación y valorización de residuos 2016-2021 publicada por el Ministerio de Salud de Costa Rica.

De tal manera que la asignación de colores se hará según lo indica la figura 7 y el orden en que deben colocarse los contenedores se detalla en la figura 8

Figura 6. Asignación de colores según tipo de residuo



Fuente: Estrategia Nacional para la separación, recuperación y valorización de residuos 2016-2021, 2016

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 67
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

Figura 7. Orden de colocación de los contenedores para la separación de residuos



Fuente: Estrategia Nacional para la separación, recuperación y valorización de residuos 2016-2021, 2016. Además, debe incluirse dentro de los contenedores una categoría adicional: los residuos de manejo especial, que se colocaría a la derecha del contenedor de ordinarios.

Cabe destacar que estos contenedores pueden confeccionarse dentro de los mismos talleres y así reducir el costo de la compra de los mismos, pueden ser contruidos con estañones que se han desocupado, pintados de los colores correspondientes, así como una leyenda que indique el tipo de residuo que se debe depositar en cada uno, deben colocarse en lugares estratégicos al alcance de todos los colaboradores.

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 68
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

7. Orden y limpieza

Para implementar el orden y limpieza en los talleres, se propone el siguiente procedimiento de 5S

	Código y título	Revisión	Versión
	POL.001 Procedimiento de 5S para el orden y limpieza en talleres	Junio 2020	01
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	
María Fernanda Barrantes Valverde			

1. Objetivo general

Facilitar un procedimiento de 5S para mantener el orden y limpieza en los talleres de maquinaria y transportes.

2. Alcance del procedimiento

El siguiente procedimiento busca garantizar que los talleres de maquinaria y transportes se mantengan bajo condiciones de orden y limpieza

3. Responsables del procedimiento

La implementación del procedimiento está segregada en responsabilidades que se dividen de la siguiente manera:

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 69
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

Cuadro 18. Responsables de la implementación del procedimiento de 5S para el orden y limpieza en talleres

Actividad	Responsable				
	Gerente Maquina	Jefatura taller	Encargado taller	Gestor ambiente	Coord. SST
Comunicación de la implementación del procedimiento	E-A	E-A	E-A	E-A-D	E-A-D
Información y capacitación de los colaboradores	A			E-D	E-D
Implementación del programa	A	E-A	E-A	E-D	D
Seguimiento y supervisión de la implementación del procedimiento	E			E-D	E-D
Participación en la implementación del procedimiento	E	E	E	E-D	E-D

Aprueba Supervisa Ejecuta Documenta

4. Generalidades

Se trata de una estrategia japonesa dirigida a mejorar y mantener condiciones de orden y limpieza en los lugares de trabajo, (Wyngaard, 2012). El nombre de la estrategia se basa en la aplicación de cinco principios de acción que en el idioma original (japonés) inician con la letra “S”. La aplicación de estas acciones, impactan positivamente la productividad de los trabajadores de las áreas en las que se implementan. (Cruz, 2010).

En el Manual para la implementación sostenible de las 5S publicado por Cruz, J en 2010, se definen estas acciones como se detalla en el cuadro 21.

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 70
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

Cuadro 19. Significado acciones programa 5S

Acción del programa	Significado	Definición
Seiri	Seleccionar o clasificar	Separar los elementos innecesarios de los que son necesarios.
Seiton	Organizar	Colocar lo necesario en lugares accesibles, según la frecuencia y secuencia de uso. “Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”
Seiso	Limpiar	Limpiar completamente el lugar de trabajo, de manera tal que no exista polvo o grasa en máquinas, herramientas, equipos, pisos, entre otros
Seiketsu	Estandarizar o mantener	Estandarizar la aplicación de las anteriores de manera que la aplicación se convierta en una rutina.
Shitsuke	Disciplinar	Entrenar a la gente para que aplique con disciplina las buenas prácticas de orden y limpieza

5. Implementación del programa

Antes de poder implementar el programa, es necesario ejecutar una serie de actividades preliminares como:

- ⇒ Sensibilización de la gerencias y jefaturas de los talleres.
- ⇒ Formación de un comité o equipo de aplicación de las 5S, que incorpore a colaboradores y encargados de todas las áreas productivas,
- ⇒ Capacitación a colaboradores administrativos, operativos y jefaturas.
- ⇒ Confección de un plan de trabajo.
- ⇒ Comunicación oficial del programa a todos los colaboradores.
- ⇒ Promoción del programa internamente.

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 71
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

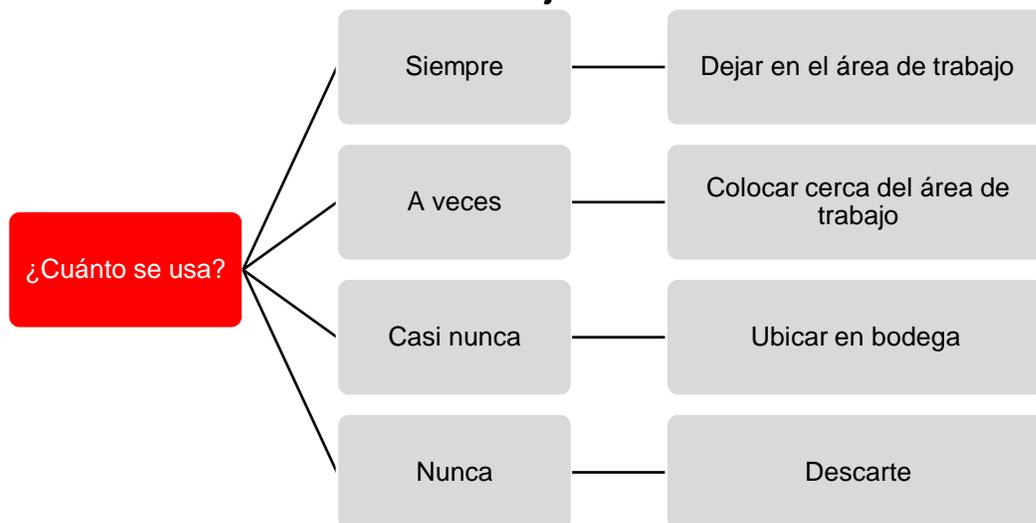
- **Implementación de Seiri: selección o clasificación**

Para dar inicio con esta acción, es necesario primeramente designar el área en la que se implementará y luego plantearse preguntas como ¿es necesario este elemento, equipo o herramienta?, ¿es necesaria esta cantidad?, ¿es esta la ubicación correcta?

Una vez contestadas estas preguntas se debe:

- Determinar cuáles objetos son necesarios en el área, cuáles no y eliminarlos.
- Definir los criterios y frecuencia de utilización de los objetos, para poder ubicarlos de la mejor manera. Para esto se puede seguir el esquema 3.

Esquema 3. Definición de acciones según la frecuencia de uso de los objetos.

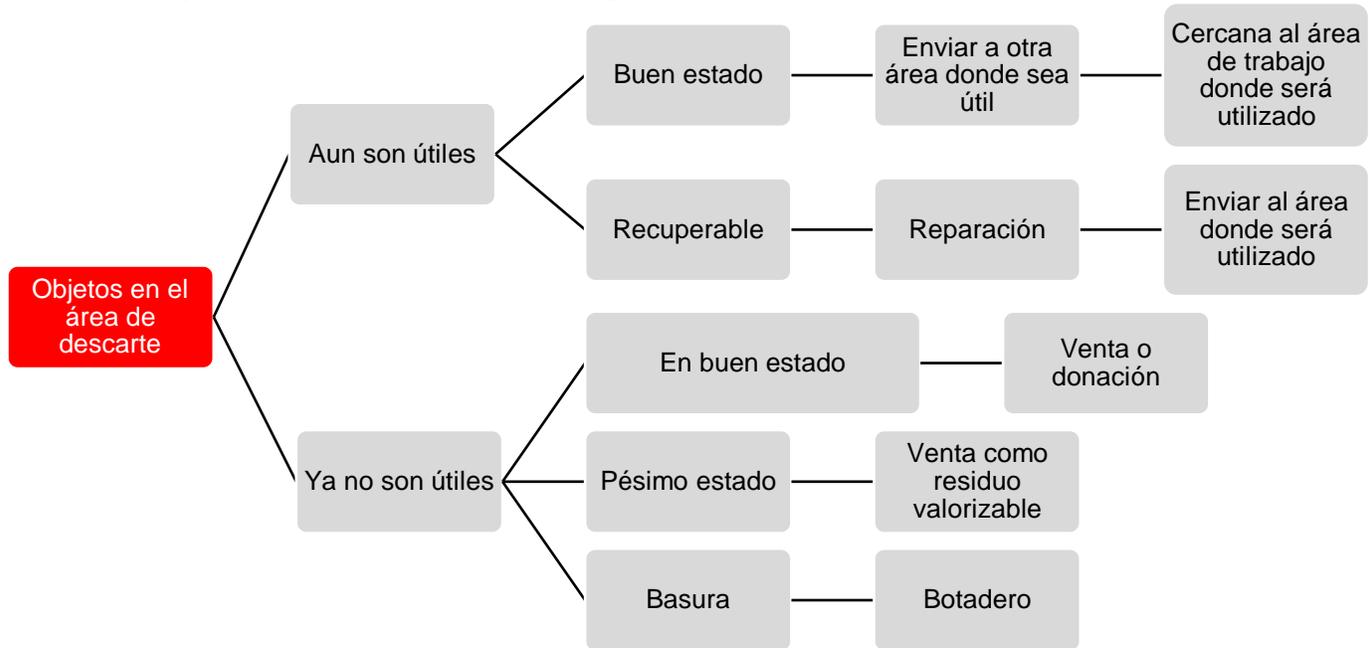


Fuente: Adaptación de (Wyngaard, 2012).

- Disponer de un área de descarte para colocar los objetos que se van retirando. En esta área de clasificarán los objetos dependiendo de si son útiles todavía o no, siguiendo la línea descrita en el esquema 4. Se propone que esta área sea la bodega,

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 72
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

Esquema 4. Clasificación de objetos en el área de descarte.



Fuente: Adaptación de (Wyngaard, 2012).

- Aplicar tarjeta roja a los artículos de los que se pone en duda la utilización.
 - El comité o equipo de aplicación de las 5S decide a qué objetos se les aplicará la tarjeta roja
 - Se aplica a los objetos, equipos, herramientas de los que se pone en duda la utilización en el área.
 - Solicitar la autorización y directriz sobre qué hacer con los objetos a los que se les aplicó la tarjeta roja.
 - Los objetos descartados se almacenarán en el espacio asignado en la bodega, este espacio debe mantenerse ordenado y libre de humedad.

La tarjeta roja a utilizar tiene unas medidas sugeridas de 3" x 6" y se adjunta en la figura 8.

	<p align="center">Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.</p>	<p align="center">Página 73</p>
	<p align="center">Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde</p>	<p align="center">Mayo, 2020</p>

Figura 8. Tarjeta roja

N° _____

TARJETA ROJA

Fecha: ____/____/____

Área: _____

Objeto: _____

Cantidad: _____

CAUSA

Defectuoso Innecesario
 En exceso Uso no inmediato
 Otro: _____

SUGERENCIA

Descarte Reubicar
 Reparar Reciclar
 Otro: _____

- **Implementación de Seiton: Organizar**

Para este principio se debe:

- Recordar siempre la frase “un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”
- Distribuir los objetos de la mejor manera en el área de trabajo.
- Ubicar los objetos según el principio anterior por frecuencia de uso.
- Guardar los objetos semejantes en un mismo lugar.
- Rotular, utilizar códigos de color o dibujar siluetas de la ubicación de los objetos.
- Estandarizar nombres.
- Utilizar como base el principio de las 3F:

	<p align="center">Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.</p>	<p align="right">Página 74</p>
<p align="center">Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde</p>		<p align="right">Mayo, 2020</p>

- Fácil de ver
- Fácil acceso
- Fácil de volver a colocar en posición original
- Recordar:
 - Mientras más se utilice un objeto, más cerca debe estar
 - Ordenar todo lo necesario
 - Utilizar un método de identificación fácil para todos.

● **Implementación de Seiso: Limpiar**

Un principio importante que considerar es la famosa frase “más importante que limpiar, es no ensuciar”, esto quiere decir, que a pesar de trabajarse en un área en la que la mayoría de los procesos son “sucios” y se trabaja con grasas y aceites, se puede trabajar sin necesidad de hacer “regueros” y manteniendo en la medida de lo posible, el área de trabajo libre de suciedad. Un área de trabajo limpia proporciona una serie de beneficios (Wyngaard, 2012)., entre ellos:

- ⇒ Mejora la imagen de los talleres. .
- ⇒ Genera una sensación de satisfacción en los trabajadores.
- ⇒ Disminuye el riesgo de sufrir accidentes.
- ⇒ Reduce el riesgo de dañar materia prima, herramientas y equipos.
- ⇒ Se aprovecha al máximo las instalaciones, equipos y herramientas.

Para aplicar esta acción se requiere:

- Decidir qué área limpiar.
- Determinar el método de limpieza que se va a utilizar.
- Definir los utensilios e insumos de limpieza que se van a utilizar.
- Asignar la limpieza de los equipos y herramientas a quienes las utilizan.

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 75
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

- Aprovechar los días de limpieza para realizar inspecciones a los equipos y herramientas.
- Al limpiar se debe definir la fuente de generación de la suciedad y eliminarla.
- Confeccionar un horario de limpieza (se propone que sea diariamente al inicio de labores) donde se indiquen los nombres de los responsables por día y colocarlo en un lugar visible. Se propone seguir el formato adjunto en el cuadro 22.
- Se deben contemplar todas las áreas de trabajo sin excepción.

Cuadro 20. Horario de limpieza

Semana: del ___ / ___ / ___ al ___ / ___ / ___ Área: _____						
Día	Nombre	Equipo 1	Equipo 2	Equipo 3	Equipo 4	Equipo 5
Lunes	Colaborador 1	x		x		
Martes	Colaborador 2		x		x	
Miércoles	Colaborador 3			x		x
Jueves	Colaborador 4	x		x		
Viernes	Colaborador 5		x		x	
Sábado	Colaborador 6			x		x

• **Implementación de Seiketsu: Estandarizar o mantener**

Este principio busca mantener lo logrado con las 3S anteriores, para lograr este mantenimiento se debe:

- Definir una rutina con las 3S anteriores y velar por que se cumpla en todas las áreas de trabajo de los talleres.
- El comité del programa realizará auditorías para verificar que se cumpla la rutina establecida en cada área.

	<p align="center">Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.</p>	<p align="right">Página 76</p>
	<p align="center">Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde</p>	<p align="right">Mayo, 2020</p>

- Establecer reuniones de 5 minutos para discutir los aspectos relacionados al programa, estas estarán a cargo del encargado de cada taller, quien se apoyará en el comité de aplicación de las 5S..
- Incentivar a los colaboradores para que se comprometan y premiar ese compromiso por medio de campañas y boletines informativos.
- Programar al menos dos jornadas de limpieza profunda al año, se propone que estas sean en los meses de enero (al volver del receso de fin de año) y junio, de manera que se cumpla un plazo de 6 meses entre cada jornada.
- Fomentar a los colaboradores a presentar sus ideas de desarrollo e implementación del programa por medio de campañas y boletines informativos promoviendo la participación
- Trabajar bajo el principio de los 3 NO: No objetos innecesarios, no desorden y no sucio.
- Implementar herramientas para el control visual, por ejemplo, una pizarra informativa donde se disponga:
 - Un panel de control donde se aprecie lo implementado y lo faltante,
 - Fotos de las mejoras
 - Indicadores de evolución y cumplimiento.
- Las mismas serán de 1,20m x 1,00m y estarán colocadas en donde se encuentran ubicados los relojes marcadores de asistencia, logrando con esto estar al alcance del 100 % de la población. Para que esta propuesta no implique mayor costo, se propone que dicha pizarra sea confeccionada por los mismos trabajadores del área de soldadura, utilizando una lámina galvanizada y tubos de 1” para los marcos.

En la figura 9, se aprecia un ejemplo de esta pizarra.

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 77
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

Figura 9. Pizarra informativa

SECTOR: <input style="width: 100%;" type="text"/>											
<div style="border: 2px solid red; width: 150px; height: 100px; margin: 0 auto;"></div>	<div style="border: 2px solid green; width: 150px; height: 100px; margin: 0 auto;"></div>										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #00a0c0; color: white;"> <th style="padding: 2px;">MEJORAS REALIZADAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="height: 15px;"> </td></tr> <tr><td style="height: 15px;"> </td></tr> <tr><td style="height: 15px;"> </td></tr> <tr><td style="height: 15px;"> </td></tr> </tbody> </table>	MEJORAS REALIZADAS					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: black; color: white;"> <th style="padding: 2px;">INTEGRANTES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="height: 15px;"> </td></tr> <tr><td style="height: 15px;"> </td></tr> <tr><td style="height: 15px;"> </td></tr> <tr><td style="height: 15px;"> </td></tr> </tbody> </table>	INTEGRANTES				
MEJORAS REALIZADAS											
INTEGRANTES											

Fuente: (Wyngaard, 2012).

- **Implementación de Shitsuke: disciplinar.**

El cumplimiento de este programa, va a depender mucho de la disciplina que se tenga para seguir las directrices y lineamientos dispuestos en cada uno de los principios anteriores. Los colaboradores deben auto disciplinarse y para esto la organización debe fomentar el cumplimiento de los estándares y normas. En seguida se mencionan algunas acciones que promueven la auto disciplina:

- ⇒ Colocar los residuos en los lugares destinados para tal fin.
- ⇒ Volver a colocar en su lugar de origen todos los objetos, herramientas y equipos.
- ⇒ Después de cada actividad, limpiar el área de trabajo.
- ⇒ Respetar las normas establecidas para cada área.
- ⇒ Realizar pequeñas reuniones para comunicar el cumplimiento, el avance y acuerdos obtenidos.

	<p align="center">Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.</p>	<p align="center">Página 78</p>
	<p align="center">Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde</p>	<p align="center">Mayo, 2020</p>

6. Evaluación del programa

Es importante realizar periódicamente una pequeña auditoría del programa de 5S, por parte del comité de aplicación o por colaboradores de la empresa, ajenos al área a evaluar. Lo que se busca es medir el avance del proceso de la implementación de las 5S.

Para realizar estas auditorías, se pueden generar listas de verificación donde se dispongan los ítems a evaluar y el estado de implementación. En el apéndice 4 se adjunta una lista de verificación de las 5S.

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 79
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

Apéndice 4. Lista de verificación de implementación de los principios del programa de 5S.

LISTA DE VERIFICACIÓN PROGRAMA 5S			
Descripción	SI	NO	Observaciones
SEIRI: CLASIFICAR			
¿Se cuenta con un lugar definido para cada herramienta y equipo?			
¿Están todos los equipos y herramientas en su lugar?			
¿El almacenamiento está bien organizado y los objetos son localizables fácilmente?			
¿Todos los colaboradores saben dónde va ubicado cada equipo y herramienta?			
¿Se puede hacer una verificación visual fácilmente?			
¿Están las indicaciones de orden al alcance de todos los colaboradores?			
SEITON: ORDENAR			
¿Se tiene definido un lugar para cada objeto?			
¿Está cada objeto en su lugar?			
¿Están las ubicaciones de cada objeto al alcance de todos?			
¿Todos los colaboradores saben dónde va ubicado cada equipo y herramienta?			
¿Se puede hacer una verificación visual fácilmente?			

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 80
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

¿Están las indicaciones de orden al alcance de todos los colaboradores?			
SEISO: LIMPIAR			
¿Las áreas de trabajo están limpias y ordenadas?			
¿Las herramientas y equipos de trabajo están limpios y ordenados?			
¿La basura es retirada frecuentemente?			
¿Los insumos de limpieza están en un lugar accesible?			
¿Las normas y horarios de limpieza están en un lugar visible para todos?			
¿Se ha comunicado el horario a todos los colaboradores?			
SEIKETSU: MANTENER			
¿El procedimiento está documentado y comunicado a los colaboradores?			
¿Se ha logrado el compromiso e implementación de los principios anteriores?			
¿Se cuenta con un método para que los colaboradores compartan sus ideas y experiencias?			
SHITSUKE: DISCIPLINA			
¿Una vez que se terminan labores o se desocupan áreas comunes, estas quedan limpias y ordenadas?			
¿Se capacita frecuentemente a los colaboradores en el programa de 5S?			
¿Se ha logrado el compromiso e implementación de los principios anteriores?			

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 81
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

IV. CAPACITACIONES PARA EL PROGRAMA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA.

Seguidamente, se presenta el procedimiento de capacitaciones para el Programa de Producción más limpia

	Código y título	Revisión	Versión
	PCPPML.001 Procedimiento de capacitación para el Programa de Producción más limpia	Junio 2020	01
Elaborado por: María Fernanda Barrantes Valverde	Revisado por:	Aprobado por:	

1. Objetivo general

Facilitar un procedimiento de capacitaciones para la implementación exitosa del Programa de Producción más Limpia en los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes.

2. Alcance del procedimiento

El siguiente procedimiento busca capacitar a gerentes, jefaturas y colaboradores en general de los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes.

3. Responsables del procedimiento

La implementación del procedimiento será responsabilidad de la persona gestora ambiental de la empresa, la asignación de los tiempos la definirá cada jefatura.

4. Generalidades

Para la realización de las capacitaciones, la empresa deberá proporcionar el tiempo requerido para cada una, esto bajo previa coordinación entre la persona encargada

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 82
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

de la gestión ambiental y la jefatura de cada área. Además, se debe disponer de un sitio con suficiente espacio y acondicionado con todos los equipos y herramientas necesarias.

Posterior a cada capacitación, deberá completarse el registro de asistencia a las capacitaciones adjunto en el apéndice 5, y además actualizar el formato de control de capacitaciones que se adjunta en el apéndice 6.

5. Temas de capacitación

Dentro de los temas en que se debe capacitar a los colaboradores se pueden mencionar los descritos en el siguiente cuadro:

Cuadro 21. Temas de capacitación

Tema	Sub temas	Población meta	Tiempo requerido	Recursos necesarios	Lugar
Política ambiental de la empresa		Todos los colaboradores	15 minutos	Impresión de la política para colocarse cerca del reloj marcador	Bahías de trabajo
Programa de producción más limpia	Presentación	Todos los colaboradores (subgrupos de 10 personas)	15 minutos	Proyector Computadora	Sala reuniones
	Objetivos del programa	Todos los colaboradores (subgrupos de 10 personas)	15 minutos	Proyector Computadora	Sala reuniones
	Contenido del programa	Todos los colaboradores (subgrupos de 10 personas)	30 minutos	Proyector Computadora	Sala reuniones
Producción de energía limpia	Concepto de energía limpia	Todos los colaboradores	15 minutos		Bahías de trabajo
	Procedimiento de producción más limpia	Todos los colaboradores (subgrupos de 10 personas)	30 minutos	Proyector Computadora	Sala reuniones
	Sistema de paneles solares	Todos los colaboradores	30 minutos	Proyector Computadora	Sala reuniones

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 83
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

		(subgrupos de 10 personas)			
Ahorro de energía	Procedimiento de cambio de luminarias	Todos los colaboradores	30 minutos	Proyector Computadora	Sala reuniones
	Concepto de iluminación LED	Todos los colaboradores	15 minutos		Bahías de trabajo
	Tips de ahorro de energía	Todos los colaboradores	15 minutos	Folleto informativo	Bahías de trabajo
Aprovechamiento del recurso hídrico	Procedimiento para mayor aprovechamiento del recurso hídrico	Todos los colaboradores (subgrupos de 10 personas)	30 minutos	Proyector Computadora	Sala reuniones
	Tips de ahorro de agua	Todos los colaboradores	15 minutos	Folleto informativo	Bahías de trabajo
Residuos generados	Concepto de residuos sólidos	Todos los colaboradores	15 minutos	Folleto informativo	Bahías de trabajo
	Clasificación de los residuos	Todos los colaboradores	15 minutos	Folleto informativo	Bahías de trabajo
	Separación de residuos	Todos los colaboradores	15 minutos	Folleto informativo	Bahías de trabajo
	Plan de manejo de residuos sólidos	Todos los colaboradores (subgrupos de 10 personas)	30 minutos	Proyector Computadora	Sala reuniones
	Reciclaje, ver apéndice 7	Todos los colaboradores	15 minutos	Folleto informativo	Bahías de trabajo
Contaminación	Concepto	Todos los colaboradores	15 minutos	Folleto informativo	Bahías de trabajo
	Áreas vulnerables cercanas a los talleres	Todos los colaboradores	15 minutos	Folleto informativo	Bahías de trabajo
	Atención de derrames (apéndice 8)	Todos los colaboradores (subgrupos de 10 personas)	30 minutos	Proyector Computadora Materiales para simular un derrame y su correcta recolección	Sala reuniones
Gestión ambiental	Ver Apéndice 9	Todos los colaboradores (subgrupos de 10 personas)	30 minutos	Proyector Computadora	Sala reuniones
	Conceptos	Todos los colaboradores	30 minutos	Proyector Computadora	Sala reuniones

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 84
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

Programa 5S (apéndice 10)		(subgrupos de 10 personas)			
	Medidas	Todos los colaboradores (subgrupos de 10 personas)	30 minutos	Proyector Computadora	Sala reuniones

6. Seguimiento y determinación de éxito de las capacitaciones

En el apéndice 6 se adjuntan unos formatos de seguimiento de los temas de capacitaciones, de la cantidad de asistentes y de los temas recibidos por cada colaborador, de manera que sea fácil conocer e identificar las debilidades y el alcance de las mismas.

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 87
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

Control de capacitaciones formales

Capacitaciones Formales							
Fecha	Tema	Grupo Meta (número de personas)	Número de participantes	Tiempo invertido en (min)	Taller	% de cumplimiento	Observaciones
Total capacitados:							

Control de capacitaciones de 5 minutos

Charlas 5 minutos							
Fecha	Tema	Grupo Meta (número de personas)	Número de participantes	Tiempo invertido en (min)	Taller	% de cumplimiento	Observaciones
Total capacitados:		0	0				



Apéndice 7. Capacitación sobre reciclaje



PLÁSTICO

Procedimiento

- Enjuagar y escurrir envases.
- Aplastar y colocar en el recipiente de reciclaje.
- Le puede quitar la tapa. Separe las tapas metálicas.
- No reciclar envases mojados.

No se debe de Reciclar:

- Plásticos sucios o mojados. (restos de comida)
- Vajillas desechables (Estereofón).
- Envases de productos químicos o cosméticos. (Cremas, desodorantes, jabón, etc.).
- Empaques de alimentos. (confites, galletas, salsas, snacks, etc).

PAPEL Y CARTÓN

Papel triturado, hojas sueltas, fólders, sobres, pósters, revistas, libros, cuadernos, directorios, periódico, cartulina, cartón.

Procedimiento

- Se deben desarmar las cajas de cartón y cartulina.
- No se debe de amugar el papel. (ocupa más espacio).
- Retirar las grapas o clips del papel.

No se debe de reciclar:

- Papel o cartón sucio o mojado.
- Papel aluminio, papel celofán, papel químico, papel encerado, papel carbón, papel emplastado.
- Papel sanitario, toallas de papel o servilletas usadas.
- No incluir materiales de Estereofón.

ALUMINIO

Latas de aluminio (Refrescos, cerveza, jugos). Latas de verduras

Procedimiento

- Enjuagar y escurrir las latas.
- Aplastar y colocar en el recipiente de reciclaje.
- Remover y lavar los residuos orgánicos de las latas de alimentos
- No reciclar envases mojados.

No se debe de reciclar:

- Latas de pinturas o aerosoles.
- Latas de productos químicos.
- Latas de gases comprimidos.
- Productos misceláneos

VIDRIO

Botellas y frascos de todos colores y formas. Vidrio de ventana transparente, vajillas de vidrio .

Procedimiento

- Enjuagar y escurrir botellas o frascos.
- Le puede quitar la tapa. Separe las tapas metálicas.
- Remover la etiqueta del envase.

No se debe de reciclar:

- Bombillos, espejos.
- Vidrios de automóviles.
- Pyrex ni vajillas de cerámica
- Vidrios quebrados o rotos

	<p align="center">Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.</p>	<p>Página 90</p>
	<p align="center">Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde</p>	<p>Mayo, 2020</p>

Apéndice 8. Instructivo para la atención de derrames

INSTRUCTIVO

CÓMO ACTUAR EN CASO DE

DERRAMES DE HIDROCARBUROS



Cada unidad móvil debe portar un Kit para recolección de derrames, dotado del siguiente material: toallas absorbentes, absorbente en polvo (Sphagnum Peat Moss), almohadas absorbentes, chorizos absorbentes, equipo de protección personal (guantes, gafas, mascarilla para polvos), pala, bolsa resistente, plástico negro.

- 1. DAR LA VOZ DE ALARMA:**
 Avise de inmediato a su Supervisor.
EN CASO DE DERRAMES GRANDES COMUNÍQUESE DE INMEDIATO AL 911
- 2. UTILIZAR EL EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL:**
 Antes de manipular los materiales absorbentes y atacar el derrame, póngase los guantes, anteojos de seguridad y mascarilla para polvos.
- 3. DETENER LA FUGA:**
 Si es posible, detenga la fuga. Si no es posible, coloque un plástico o recipiente para recolectar el material y evitar que caiga al suelo. También puede colocar una almohada absorbente para que recoja el goteo.
- 4. CONFINAR EL DERRAME:**
 Coloque chorizos absorbentes alrededor del derrame para contenerlo y evitar que la mancha avance. Si hay tragantes cercanos, entradas a tubos, etc. coloque material absorbente para evitar que el derrame entre en ellos.
- 5. ABSORBER EL DERRAME:**
 Cubra la mancha con mantas o absorbente en polvo para absorber todo el derrame.

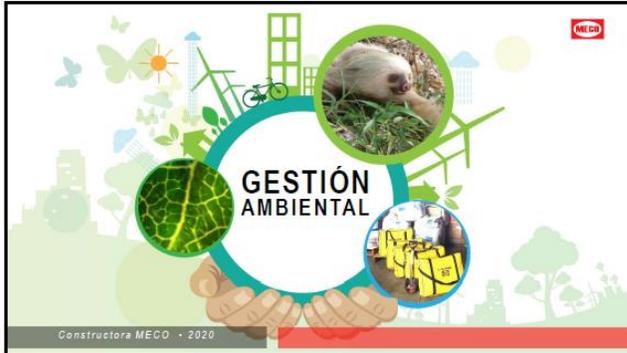
Cada kilo de musgo absorbe entre 8 y 10 litros de hidrocarburo [2,1 a 2,6 gal]
 Cada manta absorbe 1,4 litros [0,4 gal]
 Cada almohada 18" x 18" absorbe 6,4 litros [1,7 gal]
- 6. EN CASO DE LLUVIA:**
 Cubra la mancha del derrame con plástico para evitar que el agua de lluvia disperse el material.
- 7. RECOGER EL DERRAME:**
 Una vez absorbido el derrame, recoja el musgo, mantas, almohadas y chorizos y deposítelo en una bolsa plástica. Retire con pala el musgo y la tierra de los alrededores.
- 8. DISPOSICIÓN FINAL:**
 Disponga los residuos en la bolsa resistente y traslade al Centro de Producción Meco Santa Ana, para su adecuada disposición, mediante Gestor de Residuos debidamente autorizado por el Ministerio de Salud.



GESTIÓN AMBIENTAL CONSTRUCTORA MECO



Apéndice 9. Capacitación sobre gestión ambiental



1. ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS PELIGROSOS

- La bodega debe ubicarse a más de 50 m de cuerpos de agua y de 200 m de viviendas y centros de reunión, lejos de sitios propensos a derrumbes o inundaciones.
- El sitio debe ser de fácil acceso para los cuerpos de atención de emergencias
- Características de la bodega:
 - Rodeada de faja perimetral de 10 m de ancho sin vegetación (brecha contra incendios)
 - Techocha
 - Ventilación e iluminación apropiadas (área de ventilación > 1% de la superficie del suelo)
 - Piso impermeabilizado de concreto químicamente resistente
 - Muro perimetral contenedor de derrames, capaz de contener el 100% del volumen almacenado en el contenedor de mayor volumen, más el 20% del volumen de los contenedores menores.
 - El piso del dique debe drenar hacia un solo punto, donde se construya una caja para recolectar los derrames
 - Rotulación de peligrosidad (Bodega de Productos Peligrosos - Prohibido Fumar)
 - Mantener una lista actualizada de todos materiales peligrosos almacenados.
 - Mantener las Hojas de Seguridad de todos los productos
 - Contar con extintor y kit para derrames
 - Contar con EPP según las sustancias almacenadas
 - Todos los productos deben permanecer en envases sin daños, tapajoles y etiquetados

REGISTRO DE RESIDUOS/ MATERIALES PELIGROSOS ALMACENADOS

Fecha	Estado	Salida	Producto Residuo	Cantidad	Tipo de recipiente o empaque	Rombo NFPA	Nombre del responsable del almacenamiento
			Acetito usado			1 1 0	
			Filtros de aceite			1 1 0	
			Baterías			3 0 2	
			Residuos de liques recipientes de derrames			1 1 0	
			Tierra o arena contaminada con hidrocarburos			1 1 0	

Reservado-Ministerio de Energía y Minas
Ver Configuración

2. GESTIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS

- Los residuos peligrosos (aceite quemado, trapos contaminados, envases de productos peligrosos, residuos de pinturas, etc.) pueden ser almacenados por un tiempo máximo de 1 año y en cantidades que no superen los 1000 galones.
- Estos residuos deben ser entregados a Gestores Autorizados por el Ministerio de Salud y la Contraloría Ambiental.
- La gestión debe realizarse por medio del SIGREP (Sistema de Gestión de Residuos Peligrosos Nacional)
- Para hacer el despacho de residuos peligrosos se requiere acceso a una computadora e impresora y una persona entrenada en el proceso
- El transporte debe realizarse en vehículos con permiso para el transporte de residuos peligrosos e inscritos en el SIGREP
- Los residuos deben ser envasados por tipo, en envases que no presenten fugas y debidamente etiquetados

3. ALMACENAMIENTO DE CILINDROS DE GASES

- Almacenados en lugar fresco, seco, ventilado, protegidos de cualquier impacto y alejados de fuentes de ignición.
- Tanto los cilindros llenos como los vacíos, deben permanecer asegurados en posición vertical y con su válvula hacia arriba.
- El oxígeno y cualquier oxidante debe almacenarse a una distancia mínima de 6 metros de gases y combustibles inflamables (como el acetileno), o separados por una barrera incombustible de al menos 1,5 metros de altura, con una clasificación de resistencia al fuego de al menos media hora.
- Los cilindros de gas vacíos deben almacenarse aparte de los cilindros cargados.
- En el sitio donde se almacenen cilindros de gases inflamables, debe contarse con un extintores de incendios tipo ABC de 9 Kg, localizado a una distancia no mayor de 15 metros.
- Debe colocarse la rotulación de seguridad (Área de almacenamiento de cilindros, cilindros llenos, cilindros vacíos, nombre de gas, rombo de peligrosidad)

4. GESTIÓN DE COMBUSTIBLE DIÉSEL

- No se permite almacenar en sitio más de 1000 L de combustible, a menos que se disponga de un permiso de la Dirección de Hidrocarburos del Minae
- El combustible debe almacenarse dentro de la bodega de productos peligrosos o cumpliendo los mismos requisitos indicados
- El sistema de abastecimiento debe contar como mínimo con permiso de transporte de materias peligrosas
- El abastecimiento debe realizarse a una distancia mínima de 20 metros de cuerpos de agua y sitios de drenaje pluvial.
- Durante el abastecimiento en campo de debe utilizar bandeja para derrames y tener kit y extintor



5. CONTROL DE EROSIÓN



5.1. CONTROL DE EROSIÓN EN APILAMIENTOS:

- Los materiales y residuos deben apilarse lejos de cuerpos de agua y zonas de inundación.
- Los apilamientos deben mantener pendientes suaves.
- Siempre que en el área del proyecto se vayan a mantener apilamientos de materiales erosionables por más de 24 horas, se deben implementar las medidas para que el material no sea arrastrado por la lluvia, entre ellos:
 - ✓ Tapar con plástico o manto.
 - ✓ Implementar cunetas perimetrales para retener el material arrastrado.
 - ✓ Bordenar los apilamientos con barreras de geotextil, barreras de sacos, pacas de heno, empalizadas, etc.



5. CONTROL DE EROSIÓN



5.2. MANEJO DE AGUAS DE ESCORRENTÍA:

- Antes del inicio de labores, se deben implementar cunetas para captar el agua de lluvia y evitar que erosione las superficies alteradas.
- Las aguas deben ser conducidas hacia fosas de sedimentación antes de su disposición final sobre cuerpos de agua.
- Cuando se requiera, las paredes y el fondo de las cunetas deben recubrirse con materiales granulares estables.
- La velocidad del flujo en las cunetas debe reducirse mediante la construcción de reductores de velocidad, como escalones, instalación de obstáculos como sacos de arena o piedras a intervalos regulares, etc.
- En el punto en que las cunetas y demás obras de drenaje confluyan a un cuerpo de agua, deberán construirse obras civiles que permitan la disipación de energía.



5. CONTROL DE EROSIÓN



5.3. TRAMPAS DE SEDIMENTACIÓN:

- Las fosas de sedimentación deben ubicarse lo más cerca posible de la fuente de sedimentos.
- Su volumen depende del caudal de agua a tratar y de la velocidad de sedimentación de las partículas arrastradas y deberá ser tal que permita que el agua de salida se mueva libre de sedimentos.
- Las fosas se construyen de forma rectangular, con el extremo largo paralelo al canal de recolección y guardando una relación largo/ancho mínima de 3.
- Para fosas pequeñas la profundidad mínima será de 1 metro. Para fosas que se limpiarán manualmente no se recomiendan profundidades mayores.
- Es recomendable hacer dos o más fosas colocadas en serie.
- Las fosas deben recibir limpieza cuando alcancen la mitad de su capacidad para almacenar sólidos.
- Los lodos deben disponerse con el material residual de excavación o con la tierra vegetal a ser utilizada en las labores de restauración.
- Se debe llevar un registro de la limpieza y mantenimiento de las fosas de sedimentación.



5. CONTROL DE EROSIÓN



5.4. BARRERAS PARA SEDIMENTOS:

En las áreas afectadas por la erosión, se deben implementar medidas para evitar el arrastre de sedimentos por escorrentía, tales como barreras de maleza o empalizadas, sacos de arena, barreras de geotextil ("silt fence"), entre otros.

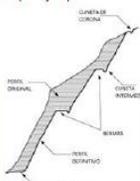


5. CONTROL DE EROSIÓN



5.5. CONTROL DE EROSIÓN EN TALUDES:

En taludes propensos se deben implementar las medidas necesarias para evitar problemas de erosión por escorrentía superficial y deslizamientos, como por ejemplo:



- Construir bermas, con una ligera contrapendiente hacia adentro del talud (5-10% en suelos erosionables) e implementar cunetas en la corona y pie del talud y en las bermas, conduciendo las aguas hacia fosas de sedimentación.
- Recubrir y proteger los taludes con plástico, mantos naturales o sintéticos.



5. CONTROL DE EROSIÓN



5.5. CONTROL DE EROSIÓN EN TALUDES:

- Instalar barreras al pie del talud para retener los sedimentos arrastrados, tales como barreras de geotextil, barreras de sacos de arena, malezas, piedras, etc.
- Favorecer la revegetación de los taludes de manera natural o inducida, con hierbas y pastos de la zona.





Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.

Página | 93

Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde

Mayo, 2020

5. CONTROL DE EROSIÓN



5.6. PROTECCIÓN DE CUERPOS DE AGUA:

Siempre que se realicen movimientos de tierra cercanos a un cauce de agua, deberán implementarse barreras de control de sedimentos paralelas al cauce y a una distancia mínima de 5 metros de este, ya sean barreras de geotextil ("silt fence"), de sacos, pacas de heno, empalizadas, etc.



6. CONTROL DEL POLVO



Entre las medidas de control se pueden mencionar:

- Riego de suelos y apilamientos
- Protección de apilamientos con plástico o lona
- Regular la velocidad en caminos desnudos
- Cubrir las góndolas de las vagonetas con lonas



REGISTRO DE RIEGO

REGISTRO DE RIEGO PARA CONTROL DE POLVO						
Fecha	Hora inicio	Hora final	Número de viajes	Nº Sistema	Distancia (trigada m)	Responsable

7. CONTROL DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS



1. Toda la maquinaria y vehículos estarán sujetos a un programa de mantenimiento preventivo.
2. Todos los vehículos que circulan por vía pública deben contar con la revisión técnica vehicular al día.
3. Cualquier unidad que presente emisiones anormales de humo o partículas debe recibir mantenimiento inmediato.

REGISTRO DE DOCUMENTACIÓN DE REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR PROYECTO GARANTÍAS SOCIALES				
FECHA	VEHÍCULO	PLACA	DOCUMENTO BREVET	RESPONSABLE DEL REVISOR

8. CONTROL DE DERRAMES



8.1. MEDIDAS DE PREVENCIÓN:

- La maquinaria debe ser revisada antes y durante cada jornada laboral, para detectar y corregir cualquier gotero.

REGISTRO DE REVISIÓN DE MAQUINARIA						
PREVENCIÓN						
FECHA	TIPO	MAQUINARIA	REVISOR	INDICACIONES	REVISOR	FECHA

8. CONTROL DE DERRAMES



8.1. MEDIDAS DE PREVENCIÓN:

- El equipo menor que disponga de tanque para combustible (bombas, plantas de generación, luminarias, compresores, etc.), deberá ser manejado en un área nivelada y dentro de una bandeja impermeable para contener derrames.
- Los productos peligrosos deben almacenarse según se detalló anteriormente.
- Deben respetarse las medidas indicadas anteriormente durante el dispensado de combustible.





8. CONTROL DE DERRAMES

8.2. MEDIDAS DE CONTROL :

- Contar con Protocolo para recolección de derrames
- Contar con una Brigada para Derrames: al menos 4 trabajadores, como mínimo en cada turno deben permanecer presentes 2 miembros.
- Contar con Kits en sitios donde se almacenan o utilizan productos peligrosos:
 - a) Kits 75 litros en frentes de trabajo, sitio de surtido de combustible, etc.
 - b) Kit 450 litros en la bodega principal
 - c) Garrafa de 5 galones de bacteria de biorremediación y bomba de espalda



8. CONTROL DE DERRAMES

8.3. LOS KITS PARA RECOLECTAR DERRAMES:

- Los kits contienen como mínimo: absorbente en polvo, paños absorbentes, almohadas, cordones, EPP (guantes, anteojos, mascarilla para polvos) y bolsas para disponer residuos.
- El material absorbente para utilizar se asignará en función de los productos utilizados:
 - a) en sitios donde se utilizan tanto materiales base agua como hidrocarburos, se usarán **absorbentes universales**
 - b) en los sitios de posible derrame de hidrocarburos sobre agua, o donde solo se manipulan hidrocarburos, se utilizarán **absorbentes sólo aceite**.



7. CONTROL DE DERRAMES

8.3. LOS KITS PARA RECOLECTAR DERRAMES:

Artículo	Unidad	Cantidad	
		Kit 75 litros	Kit 450 litros
Tapete solo aceite 15' x 19'	unidad	12	100
Calcetas 3' x 8 pies	unidad	3	10
Absorbente en polvo	libras	6	47
Almohadas 10"x10"	unidad	4	10
Guantes nitrilo	par	2	10
Mascarilla para polvos	unidad	2	20
Bolsas para desechos 100 kg	unidad	3	10
Cajas plásticas amarillas 100 L	unidad	0	3
Maletín amarillo con logo	unidad	1	0



INVENTARIO DE KITS PARA DERRAMES

NOMBRE DEL PROYECTO: _____		FECHA: _____	
ENCARGADO DEL INVENTARIO: _____			
UBICACIÓN DEL KIT	DESCRIPCIÓN DEL KIT	CANTIDAD	
		Kit 75 litros	Kit 450 litros
Unidad			
Tapete solo aceite 15' x 19'	unidad		
Calcetas 3' x 8 pies	unidad		
Absorbente en polvo	libras		
Almohadas 10"x10"	unidad		
Guantes nitrilo	par		
Mascarilla para polvos	unidad		
Bolsas para desechos 100 kg	unidad		
Cajas plásticas amarillas 100 L	unidad		
Maletín amarillo con logo	unidad		
Batería	unidad		
Bomba de espalda	unidad		
Kit para pintura	unidad		

8. CONTROL DE DERRAMES

8.4. BACTERIA DE BIORREMEDIACIÓN

- La bacteria de biorremediación debe ser preparada mezclando 10 partes de agua y una parte de Liquid Remediact (1 L de bacteria por bomba de 12 L).
- Un litro de bacteria ya preparada (diluida) rinde para atomizar la superficie de 10 metros cuadrados de suelo, o para tratar 200 litros de suelo o agua contaminados.



8. CONTROL DE DERRAMES

8.5. SOLICITUD DE KITS/MATERIAL PARA RECOLECTAR DERRAMES:

- **SOLICITUD:** Los kits se solicitan vía email a Luis Carlos Mora (luis.mora@constructorameco.com), con copia a Annette Solano Castro (annette.solano@constructorameco.com)
- **REPOSICIÓN:** Para sustituir el material usado, se debe presentar copia del reporte de derrames que corrobore el gasto del material, según el formato siguiente:

FECHA	HORA	UBICACION	MAQUINA	PLACA	CHOFER	HIDROCARBURO DERRAMADO	VOLUMEN APROXIMADO Derrame	MANTENEDOR	CANTIDAD (L)	CANTIDAD (KG)	CANTIDAD (LITROS)	CANTIDAD (LIBRAS)	CANTIDAD (PAÑOS)	CANTIDAD (BOLSAS)	CANTIDAD (EPP)	TIEMPO DE RECOLECCION	ENCARGADO DE ATENCION	FIRMA INGENIERO RESPONSABLE



Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.

Página | 95

Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde

Mayo, 2020

8.6. PROTOCOLO PARA LA ATENCIÓN DE DERRAMES

1. **Detener el derrame:** evitar que el material siga derramándose (cerrar la llave, volcar el estañón, apagar la máquina)
2. **Contener el derrame:** colocar un recipiente debajo de la fuga para evitar que el material caiga al suelo.
3. **Dar la voz de alarma:** al Encargado del Proyecto o al Especialista en Gestión Ambiental.
4. **Usar de Equipo de Protección Personal:** anteojos, mascarilla para polvos, guantes de nitrilo
5. **Aislar el área:** en un radio de 5 metros para derrames < 200 litros y de 25 metros para derrames > 200 litros
6. **Confinar el derrame:** rodearlo con rollos absorbentes para evitar que se extienda más. Si no se dispone de rollos, usar mantas, absorbente en polvo, arena o tierra. Si hay tragantes cercanos, entradas a tubos, alcantarillas, etc. evitar que el derrame entre en ellos. Si hay un río o sitio de drenaje pluvial cercano, dar prioridad a evitar que el derrame avance en esa dirección.



8.6. PROTOCOLO PARA LA ATENCIÓN DE DERRAMES:

7. **Absorber el derrame:** cubrir la toda la mancha con absorbente en polvo o paños absorbentes.
8. **Recoger el derrame:** recoger los absorbentes contaminados y depositarlos en bolsas plásticas resistentes. Si se observan restos de tierra contaminada, ésta también debe ser retirada con pala y dispuesta en las bolsas.
9. **Biorremediación:** una vez recolectado todo el material contaminado, el área es asperjada con líquido biorremediador. Se prepara mezclando 10 partes de agua y una parte de Liquid Remediatect y se aplica a razón de al menos 100 mL/m².
11. **Almacenamiento temporal de residuos:** los residuos se almacenan en la Bodega de Productos y Residuos Peligrosos del Proyecto.
12. **Disposición Final de Residuos:** Los residuos deben ser entregados a un Gestor Autorizado por medio del SIGREP.



9. FUENTES DE AGUA

- El uso de agua superficial (ríos, quebradas, lagos) o subterránea (pozos, nacientes), requiere de permiso del MINAE.
- Cuando se aprovecha agua de un río o quebrada, no se debe extraer más del 20% de su caudal. No se debe extraer agua de quebradas o ríos cuyo caudal sea menor a 1m³/s.
- Se debe asegurar que el agua para consumo humano, cumpla con los parámetros de calidad establecidos por la legislación vigente.



10. RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA

- Dentro de lo posible, todo proyecto ejecutado en áreas no urbanas, debe incluir un programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna, dirigido por personal debidamente capacitado.
- En el caso contrario, el desmonte o tala se deben realizar de manera paulatina para permitir el desplazamiento de la fauna.
- En todo caso, si durante el desarrollo del proyecto se encuentra algún nicho ecológico importante de mamíferos, reptiles, aves, etc., se debe procurar su protección y reubicación inmediata.



10. RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA

EQUIPO MÍNIMO REQUERIDO

Detalle	Cantidad
Pinza para reptiles	1
Tenaza para reptiles	1
Red mariposera mango 30"	1
Binoculares	1
Sábana de sarán 70% 3x3 metros	1
Sacos de manta medio quintal	2
Jaula transportadora 66x47x47 cm	1



10. RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA

BRIGADA DE RESCATE Y REUBICACIÓN

- La Brigada debe ser capacitada por un Biólogo experto en el tema
- Estar conformada por al menos dos trabajadores por turno de trabajo
- La Brigada debe hacer un reporte de todos los animales capturados, que incluya: fecha, hora, sitio de captura, fotografía, estado físico, sitio de liberación.





Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.

Página | 96

Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde

Mayo, 2020

REGISTRO DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA

REGISTRO DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA

PROYECTO: _____

Fechas	Lote de Rescate	Número de Animales	Nombre Científico	Lote de Liberación	Fecha Hora	Fotografía	Encargado de Rescate

REGISTRO DE LIMPIEZA DE CABAÑAS SANITARIAS:

REGISTRO DE LIMPIEZA DE CABAÑAS SANITARIAS

PROYECTO: _____

Fecha	Responsable de la limpieza (Nombre y Apellido)	Plaza del trabajo	Nº Orden de Servicio	Condición de las cabañas antes de limpiar	Forma del Carga de la Materia

11. AGUAS RESIDUALES

11.1. AGUAS NEGRAS:

En el caso de utilizarse cabañas sanitarias:

- Se requiere de al menos por cada veinte trabajadores, siempre y cuando éstas reciban limpieza con la frecuencia necesaria para que se mantengan en buen estado de uso.
- Antes de contratar la empresa suministradora del servicio, debe solicitarse:
 - ✓ Copia del Permiso Sanitario de funcionamiento
 - ✓ Carta de compromiso sobre la disposición adecuada de los residuos



11. AGUAS RESIDUALES

En caso de utilizarse servicios sanitarios:

- Se requiere de al menos un servicio sanitario por cada 10 trabajadores.
- Debe verificarse que el tanque tenga el volumen adecuado (750 L para 2 personas o menos y 250 L/persona adicional).
- El efluente debe conducirse hacia un drenaje de infiltración, nunca a cielo abierto o en el alcantarillado pluvial.
- Los lodos deben limpiarse cuando alcancen las dos terceras partes de la altura entre el nivel del líquido y el fondo.



11. AGUAS RESIDUALES

11.2. AGUAS SERVIDAS

- Las aguas servidas (duchas, lavamanos, lavadoras, fregaderos) deben ser conducidas hacia el alcantarillado sanitario, o en su defecto, tratadas mediante trampa de sólidos y trampa de grasas, para luego ser descargadas al tanque séptico o al drenaje de infiltración.
- En caso de construcciones existentes, se debe verificar que las aguas servidas no se disponen a cielo abierto o en el alcantarillado pluvial y que las mismas sean dirigidas hacia el sistema de tratamiento.
- Es necesario implementar un programa periódico de limpieza de las trampas de sólidos y grasas.



11. AGUAS RESIDUALES

11.3. AGUAS RESIDUALES CON CONCRETO:

- Las aguas con concreto generadas durante el lavado del mixer, palas, carretillos, etc. deberán dispuestas en una fosa de sedimentación, debidamente revestida con geotextil.
- La fosa no debe llenarse a ras de suelo, sino que debe dejarse un margen libre de al menos 30 cm.
- El material endurecido, será extraído y exportado del proyecto para su disposición final como escombros.





Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.

Página | 97

Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde

Mayo, 2020

12. RESIDUOS SÓLIDOS

- Los diferentes residuos sólidos deben ser recolectados de manera separada (ordinarios, reciclables, especiales, peligrosos)
- Los residuos menores se recolectan en recipientes herméticos, con tapa y con los colores oficiales.
- Para materiales reciclables (envases, aluminio, papel y cartón, vidrio), en frentes de trabajo se puede usar un único recipiente color verde y rotulado con la leyenda "material reciclable"



12. RESIDUOS SÓLIDOS

- Los residuos voluminosos se deben recolectar de manera ordenada, en un sitio delimitado y rotulado.
- En el caso de chatarra, llantas, etc., debe establecerse un programa periódico de revisión y eliminación de acúmulos de agua y criaderos de mosquitos.



12. RESIDUOS SÓLIDOS

- Todos los residuos deben ser entregados a Gestores Autorizados y mantenerse un registro de los certificados de entrega.
- Los residuos deben ser cuantificados y se debe llevar un Registro de todos los residuos generados



MECO		REGISTRO DE SALIDA DE RESIDUOS SÓLIDOS		Página: 1 de 1	
				Fecha Emisión: Fecha Impresión:	

Fecha	Residuo	Cantidad	Destino	Vehículo de transporte	Responsable del transporte		Responsable de la entrega	
					Nombre	Cédula	Nombre	Cédula

13. FACILIDADES PARA LOS TRABAJADORES

- Los trabajadores deben disponer de un sitio donde guardar sus pertenencias.
- Deben contar con un área de alimentación que cumpla los siguientes requisitos mínimos:
 - ✓ Estar ubicados a más de 3 metros del límite de la propiedad, servicios sanitarios y letrinas, bodegas, sitios de almacenamiento de hidrocarburos y otros productos químicos.
 - ✓ Disponer de aillas y mesas acorde a la cantidad de trabajadores y estar protegidos de la intemperie.
 - ✓ Disponer de una pila con agua potable para tareas de limpieza y aseo, cuyas aguas residuales tendrán que ser tratadas como mínimo mediante trampa de grasas y aceites y drenaje de infiltración.
 - ✓ Contar con servicio de orden y limpieza diario.
 - ✓ Mantenerse libre de plagas y animales.



14. PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO

- Se contará con un Arqueólogo para supervisar las excavaciones (528 horas). En caso de sitios cubiertos por carpeta cementicia o asfáltica, la supervisión arqueológica no será necesaria cuando se excave por encima del nivel de subbase.
- En caso de algún hallazgo arqueológico los trabajos deben suspenderse de inmediato y se debe notificar al desarrollador y al Museo Nacional de Costa Rica
- El Museo será quien emita la autorización para continuar con las obras



15. MONITOREO Y CONTROL

Se realizarán monitoreos trimestrales de ruido, para determinar la posible afectación de viviendas, comercios y centros de trabajo cercanos, así como los niveles de ruido a que están expuestos los trabajadores y determinar el equipo de protección auditiva recomendado.

Las mediciones se realizarán de día y de noche en caso de actividades constructivas posteriores a las 6 p.m.





Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.

Página | 98

Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde

Mayo, 2020

REGISTRO DE MEDICIONES DE RUIDO

REGISTRO DE MEDICIONES DE RUIDO							Página
PROYECTO: _____							
Fecha	Hora	Evento de Trabajo	Sitio de Medición	Nivel máximo (dBA)	Nivel mínimo (dBA)	Nivel Sonoro promedio obtenido durante la medición (dBS(A) p (dB))	Responsable de la medición

16. PROGRAMA DE CAPACITACIÓN

Población meta	Temas	Frecuencia
Todos los trabajadores	<ul style="list-style-type: none"> Responsabilidades ambientales de la empresa y los trabajadores, Buenas Prácticas en Gestión Ambiental Interpretación de señalamiento y rotulación Normas para el manejo de residuos sólidos, separación de residuos, reutilización y reciclaje. Prácticas prohibidas (quemar, derrame de productos peligrosos, amontonar residuos al suelo, vía pública y lotes baldíos), Respeto de Zonas de Exclusión. 	Al inicio del proyecto y cuando el personal haya aumentado o variado en más de un 20%
Encargados de residuos sólidos	<ul style="list-style-type: none"> Normas de separación y almacenamiento temporal Manejo de residuos especiales y peligrosos Registro de residuos Normas de transporte Disposición final de residuos Gestores autorizados. Equipos de protección personal Manejo de derrames 	Al inicio del proyecto

16. PROGRAMA DE CAPACITACIÓN

Población meta	Temas	Frecuencia
Encargados de residuos líquidos	<ul style="list-style-type: none"> Normas de manejo de residuos líquidos Registros Mantenimiento de sistemas de tratamiento (chimnas, tiempos de sedimentación, tiempos de grasas) Manejo de derrames 	Al inicio del proyecto
Todos los trabajadores	<ul style="list-style-type: none"> Conocimiento y protección de las especies de fauna silvestre presentes en la zona, prácticas prohibidas (defeo, extracción), legislación y sanciones, protocolo de información de hallazgos 	Al inicio del proyecto y cuando el personal haya aumentado o variado en más de un 20%
Todos los trabajadores	<ul style="list-style-type: none"> Medidas de precaución durante la operación de maquinaria en momentos de tierra, para evitar daños de hallazgos arqueológicos Protocolo de atención de hallazgos arqueológicos Técnicas de captura, custodia y liberación de fauna. 	Al inicio del proyecto
Brigada Rescate y Rehabilitación de Fauna	Técnicas para el control y recolección de derrames, disposición de residuos generados.	Al inicio del proyecto
Brigada Control de Derrames	Responsabilidades de la empresa y los trabajadores en el control de derrames, protocolo de notificación de derrames.	Al inicio del proyecto y cuando el personal haya aumentado o variado en más de un 20%
Todos los trabajadores	Control del fuego y uso de extintores	Al inicio del proyecto y cuando el personal haya aumentado o variado en más de un 20%

16. PROGRAMA DE CAPACITACIÓN

Población meta	Temas	Frecuencia
Encargados de bodega y manipulación de productos peligrosos	Interpretación y uso de hojas de seguridad	Al inicio del proyecto
Todos los trabajadores	Uso de protección personal	Al inicio del proyecto y cuando el personal haya aumentado o variado en más de un 20%

16. PROGRAMA DE CAPACITACIÓN

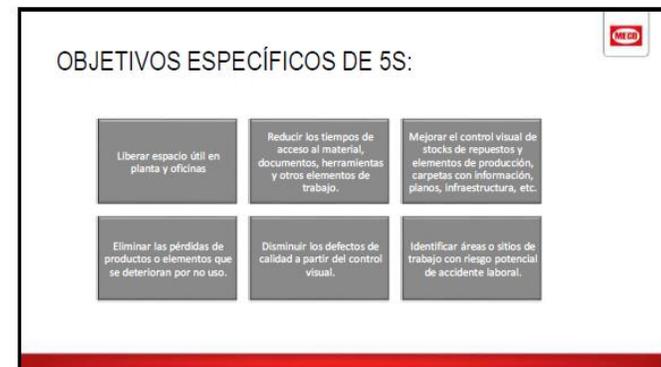
REGISTRO DE CAPACITACIÓN AMBIENTAL

Fecha	Tema	Instructor	Cantidad de Participantes	Registro de participantes	Fotografía de la charla
27-04-19	Prácticas prohibidas (quemar, amontonar residuos al suelo, vía pública, lotes baldíos, etc.)	Carla	10		
19-04-19	Manejo de residuos sólidos, separación de residuos, reutilización y reciclaje.	Yessica de Padilla	4		



	<p align="center">Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.</p>	<p align="right">Página 99</p>
	<p align="center">Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde</p>	<p align="right">Mayo, 2020</p>

Apéndice 10. Capacitación sobre Programa de 5S





Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.

Página | 100

Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde

Mayo, 2020

IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA 5S: ORDEN Y ASEO EN EL SITIO DE TRABAJO

SEIRI	<ul style="list-style-type: none">• CLASIFICACIÓN• Separar innecesarios
SEITON	<ul style="list-style-type: none">• ORDEN• Situar necesarios
SEISO	<ul style="list-style-type: none">• LIMPIEZA• Suprimir suciedad
SEIKETSU	<ul style="list-style-type: none">• ESTANDARIZACIÓN• Señalizar anomalías
SHITSUKE	<ul style="list-style-type: none">• MANTENER LA DISCIPLINA• Seguir mejorando

SEIRI:
CLASIFICAR

IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA 5S: ORDEN Y ASEO EN EL SITIO DE TRABAJO

SEIRI (CLASIFICAR)
Eliminar del espacio de trabajo lo que sea inútil

- Identificar elementos innecesarios-necesarios.
- Separar las cosas que sirven de las que no.
- Mantener lo necesario y eliminar lo excesivo.

IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA 5S: ORDEN Y ASEO EN EL SITIO DE TRABAJO

IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA 5S: ORDEN Y ASEO EN EL SITIO DE TRABAJO

I. Identificar lo necesario

¿Realmente lo necesito para trabajar?

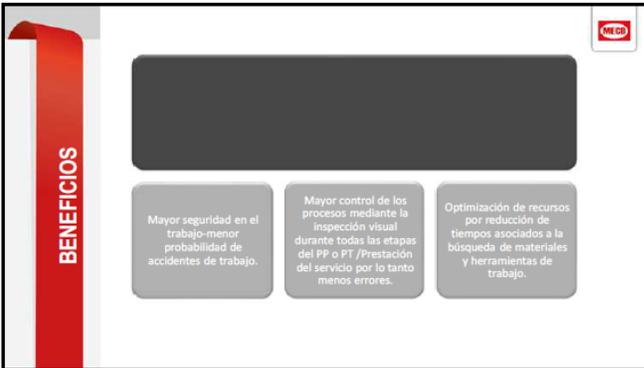
¿Cuánto se usa?

- Siempre — Dejar en el área de trabajo
- A veces — Colocar cerca del área de trabajo
- Casi nunca — Ubicar en bodega
- Nunca — Descarte



II. Tarjeta Roja

IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA 5S: ORDEN Y ASEO EN EL SITIO DE TRABAJO



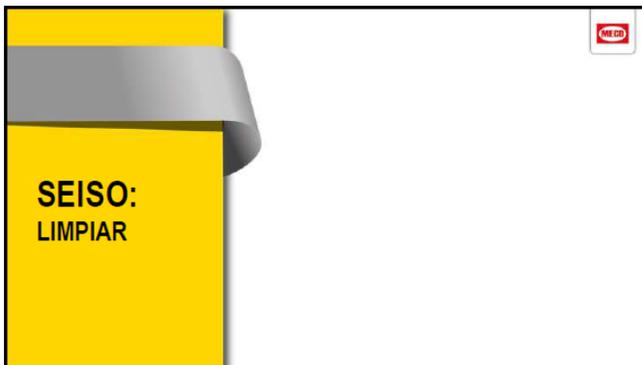


Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.

Página | 102

Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde

Mayo, 2020



	<p align="center">Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.</p>	<p align="right">Página 103</p>
	<p align="center">Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde</p>	<p align="right">Mayo, 2020</p>

BENEFICIOS

BENEFICIOS DEL SEISO-LIMPIAR

- Reduce el riesgo potencial de que se produzcan accidentes.
- Mejora el bienestar físico y mental del trabajador.
- Se incrementa la vida útil del equipo al evitar su deterioro por contaminación y suciedad.
- Las averías se pueden identificar más fácilmente cuando el equipo se encuentra en estado óptimo de limpieza.
- La calidad del producto se mejora y se evitan las pérdidas por suciedad y contaminación del producto y empaque.

SEIKETSU: MANTENER

IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA 5S: ORDEN Y ASEO EN EL SITIO DE TRABAJO

SEIKETSU (ESTANDARIZAR)

Prevenir la aparición de la suciedad y el desorden

- Mantener los niveles logrados con 3S (Clasificar, ordenar, limpiar).
- Autocontrol.

IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA 5S: ORDEN Y ASEO EN EL SITIO DE TRABAJO

- Verificar de forma autónoma el cumplimiento.
- Información siempre disponible.
- Identificar anomalías/aspectos por mejorar.

IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA 5S: ORDEN Y ASEO EN EL SITIO DE TRABAJO



BENEFICIOS

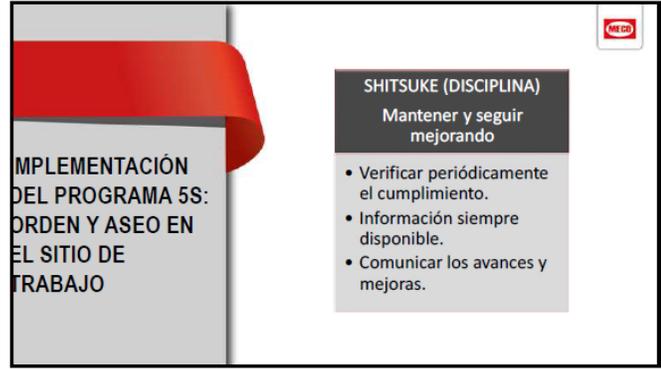
BENEFICIOS DEL SEIKETSU-ESTANDARIZAR

Se guarda el conocimiento producido durante años de trabajo.	Se mejora el bienestar del personal al crear un hábito de conservar impecable el sitio de trabajo en forma permanente.	La dirección se compromete más en el mantenimiento de las áreas de trabajo al intervenir en la aprobación y promoción de los estándares.	Se prepara al personal para asumir mayores responsabilidades en la gestión del puesto de trabajo.	Los tiempos de intervención se mejoran y se incrementa la eficiencia de los procesos.
--	--	--	---	---

	<p align="center">Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.</p>	<p align="right">Página 104</p>
	<p align="center">Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde</p>	<p align="right">Mayo, 2020</p>



**SHITSUKE:
DISCIPLINA**



**IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA 5S:
ORDEN Y ASEO EN EL SITIO DE TRABAJO**

SHITSUKE (DISCIPLINA)
Mantener y seguir mejorando

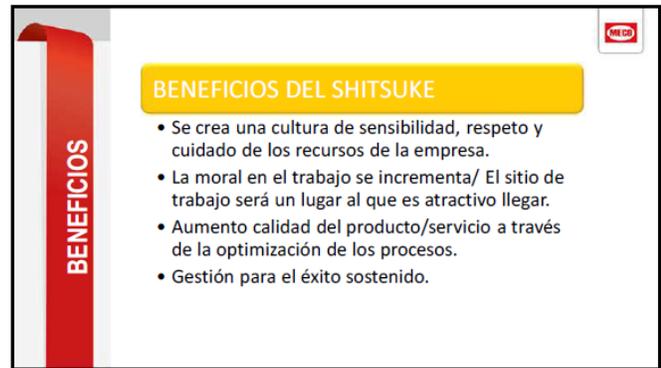
- Verificar periódicamente el cumplimiento.
- Información siempre disponible.
- Comunicar los avances y mejoras.



**IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA 5S:
ORDEN Y ASEO EN EL SITIO DE TRABAJO**

Diagram components:

- Análisis y comparar en el tiempo.
- Comunicar avances y mejoras.
- Tomar acciones.



BENEFICIOS DEL SHITSUKE

- Se crea una cultura de sensibilidad, respeto y cuidado de los recursos de la empresa.
- La moral en el trabajo se incrementa/ El sitio de trabajo será un lugar al que es atractivo llegar.
- Aumento calidad del producto/servicio a través de la optimización de los procesos.
- Gestión para el éxito sostenido.



BENEFICIOS

Participación del personal	Cultura organizacional	Uso eficiente de recursos
Incremento vida útil de equipos	Disminución de reprocesos	Productos/servicios de mayor calidad
Disminución de la accidentalidad laboral		

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 105
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

V. SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL PROGRAMA

A continuación, se presenta el procedimiento para el seguimiento y evaluación del programa

	Código y título	Revisión	Versión
	PSEP.001 Procedimiento de seguimiento y evaluación del programa	Junio 2020	01
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	
María Fernanda Barrantes Valverde			

1. Objetivo general

Definir los indicadores para de cumplimiento de las metas y objetivos propuestos en el programa.

2. Alcance del procedimiento

El siguiente procedimiento busca medir el cumplimiento en todos los talleres de los procedimientos descritos anteriormente

3. Responsables del procedimiento

La implementación del procedimiento será responsabilidad de la persona gestora ambiental de la empresa en conjunto con la gerencia y jefaturas.

4. Generalidades

Este procedimiento se basa en el contenido de:

⇒ Alternativa de producción más limpia

	<p align="center">Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.</p>	Página 106
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

- ⇒ Alternativa de mejora de la iluminación de los talleres
- ⇒ PMARH.001 Procedimiento para mayor aprovechamiento del recurso hídrico en talleres
- ⇒ PAMR. 001. Procedimiento para la administración y manejo de residuos.
- ⇒ POL.001. Procedimiento de 5S para el orden y limpieza en talleres
- ⇒ PCPPPML. 001. Procedimiento de capacitación para el programa de Producción más limpia.

5. Indicadores

Cuadro 22. Indicadores de medición de cumplimiento de procedimientos

Procedimiento	Indicadores
Alternativa de producción más limpia	<p>Cuadro 22. Comparación de costos por consumo de energía eléctrica. En este se verá reflejado el ahorro, pues debería ir disminuyendo el costo conforme pasa el tiempo, estos datos se llevarán en una bitácora y se podrá ver el comportamiento de un mes a otro y posteriormente de un año a otro.</p> <p>Cuadro 23. Comparación de costos por consumo de agua. En este se verá reflejado el ahorro, pues debería ir disminuyendo el costo conforme pasa el tiempo</p>
Alternativa para la mejora de la iluminación en talleres	Cuadro 22. Comparación de costos por consumo de energía eléctrica. En este se verá reflejado el ahorro, pues debería ir disminuyendo el consumo conforme se avanza en el año registrado.
PAMR. 001. Procedimiento para la administración y manejo de residuos.	Cuadro 24. Registro de control de residuos.
POL.001. Procedimiento de 5S para el orden y limpieza en talleres	Lista de verificación de implementación de los principios del programa de 5S.

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 107
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

PCPPPML. 001. Procedimiento de capacitación para el programa de Producción más limpia.	Cuadros adjuntos en el apéndice 6, en el que se irá calculando la cantidad de colaboradores capacitados, así como el registro de los temas recibidos por cada uno.
--	--

Cuadro 23. Comparación de costos por consumo de energía eléctrica

MES	AÑO 2019		AÑO 2020		AÑO 2021	
	kW	Monto	kW	Monto	kW	Monto
ENERO						
FEBRERO						
MARZO						
ABRIL						
MAYO						
JUNIO						
JULIO						
AGOSTO						
SETIEMBRE						
OCTUBRE						
NOVIEMBRE						
DICIEMBRE						

Cuadro 24. Comparación de costos por consumo de agua

MES	AÑO 2019	AÑO 2020	AÑO 2021
ENERO			
FEBRERO			
MARZO			
ABRIL			

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 108
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

MAYO			
JUNIO			
JULIO			
AGOSTO			
SETIEMBRE			
OCTUBRE			
NOVIEMBRE			
DICIEMBRE			

Cuadro 25. Registro de control de residuos

FECHA	TIPO DE RESIDUO	CANTIDAD	DESTINO	GESTOR

Como opciones de gestores se proponen los siguientes, esta escogencia se debe a que estos se encargan de la recolección de los residuos en cada uno de los talleres, en todos los casos hacen entrega del certificado de destrucción y tratamiento final de los residuos.

- ⇒ Aceite quemado, filtros, trapos contaminados: Eco Trading S..A.
- ⇒ Llantas: Fundación Ecológica costarricense para reciclaje de Hule Y Llantas (Fundellantas)
- ⇒ Baterías: Sur Química S.A.
- ⇒ Papel, plástico, cartón y chatarra: Danny Esteban Cerdas Chaves (centro de acopio El General)
- ⇒ Lámparas de cambio: Solirsa

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 109
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

VI. MEJORA CONTINUA DEL PROGRAMA

A continuación, se presenta el procedimiento para la mejora continua del programa

	Código y título	Revisión	Versión
	PMCP.001 Procedimiento de mejora continua del programa	Junio 2020	01
Elaborado por: María Fernanda Barrantes Valverde	Revisado por:	Aprobado por:	

1. Objetivo general

Ofrecer una metodología de mejora continua del programa de producción más limpia.

2. Alcance del procedimiento

El siguiente procedimiento se dirige a la mejora continua del programa de producción más limpia propuesto.

3. Responsables del procedimiento

La implementación del procedimiento será responsabilidad de la persona gestora ambiental de la empresa en conjunto con la gerencia y jefaturas.

4. Generalidades

Este programa se basa en el contenido de los siguientes procedimientos:

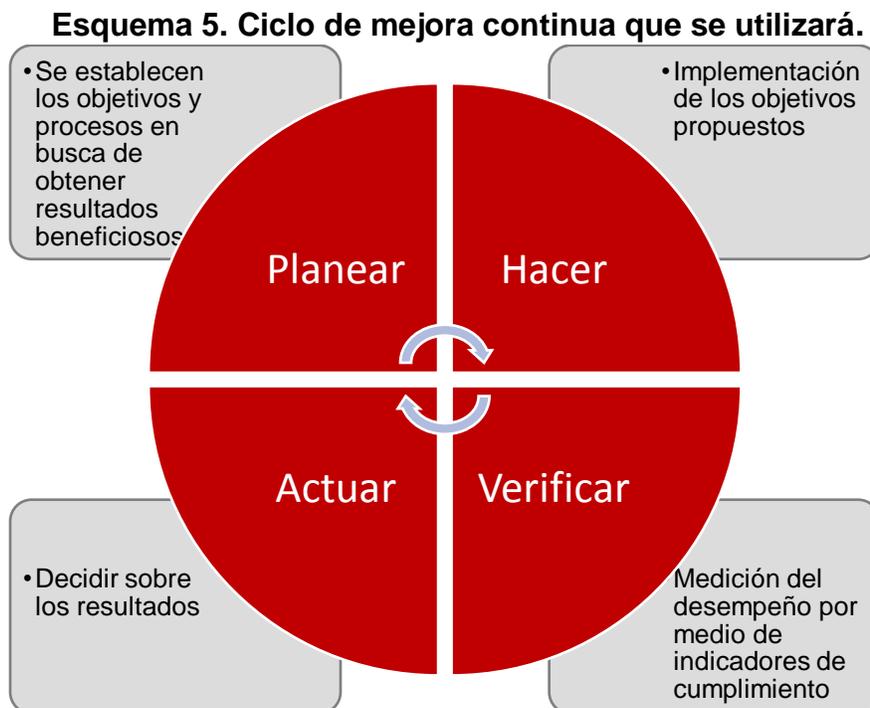
- ⇒ PPEL. 001. Procedimiento para la producción de energía limpia.
- ⇒ PMARH.001 Procedimiento para mayor aprovechamiento del recurso hídrico en talleres

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 110
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

- ⇒ PPIT. 001. Procedimiento para la iluminación en talleres
- ⇒ PAMR. 001. Procedimiento para la administración y manejo de residuos.
- ⇒ POL.001. Procedimiento de 5S para el orden y limpieza en talleres
- ⇒ PCPPPML. 001. Procedimiento de capacitación para el programa de Producción más limpia.

5. Implementación

El procedimiento de mejora continua, se basará en el esquema 5 que se presenta a continuación.



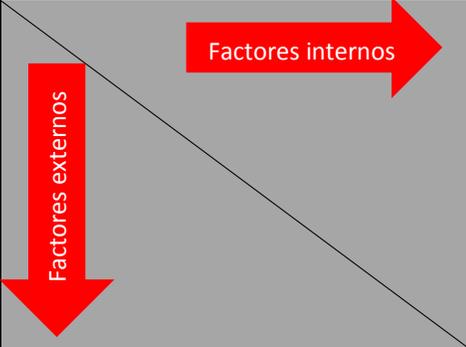
⇒ Planear:

Para poder plantear los objetivos del ciclo de mejora se requiere:

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 111
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

- En primera instancia hacer un recorrido por los talleres, con el fin de diagnosticar de acuerdo a las condiciones presentes fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, conformando con esto una matriz FODA, bajo el formato que se adjunta en el siguiente cuadro.

Cuadro 26. Formato matriz FODA

	Debilidades (D)	Fortalezas (F)
	Amenazas (A)	Relación D-A
Oportunidades (O)	Relación D-O	Relación F-O

Además, se dará seguimiento a los indicadores del apartado anterior

⇒ Hacer:

Una vez completada la matriz del cuadro 26, se podrán definir prioridades y cronogramas de ejecución con sus respectivos responsables.

Se debe documentar todas las acciones que se ejecuten, comunicar y capacitar a la totalidad de los colaboradores.

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 112
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

⇒ Verificar:

Para hacer la verificación, es importante apoyarse en los indicadores de cumplimiento mencionados en el apartado anterior, aplicarlos a la ejecución de cada nueva acción, según los nuevos objetivos propuestos. Esta verificación será realizada por la persona gestora ambiental de la empresa en conjunto con la gerencia y jefaturas de cada área,

⇒ Actuar:

En caso de cumplimiento de los objetivos se deben cerrar las actividades y hacer la comunicación general, si por el contrario se tienen actividades incompletas o del todo no ejecutadas, se deberá identificar la causa raíz del incumplimiento de subsanarlo en un plazo corto. Al igual que en el apartado anterior, este será ejecutado por la persona gestora ambiental de la empresa en conjunto con la gerencia y jefaturas de cada área,

	<p align="center">Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.</p>	<p align="right">Página 113</p>
	<p align="center">Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde</p>	<p align="right">Mayo, 2020</p>

VII. CONCLUSIONES DEL PROGRAMA

- El Programa de Producción más Limpia propuesto, es una herramienta que ayudará a la mejora de las condiciones de trabajo relacionadas con el medio ambiente actuales en los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes, además con su implementación se obtendrán ahorros por costos en pago de servicios públicos y disminución de residuos sólidos.
- Los procedimientos contenidos dentro del Programa de Producción más limpia buscan ofrecer una serie de medidas ambientales acordes a los procedimientos realizados y las condiciones estructurales actuales.
- El éxito de este programa, va a depender del compromiso de la gerencia, jefaturas y colaboradores en general para con el mismo, ejecutando cada actividad de la que sean asignados responsables en el plazo definido.
- Financieramente hablando, la propuesta de producción de energía limpia es factible, por lo que al complementarse con la propuesta de cambio de luminarias el ahorro en términos de consumo de Kw/h y costo se verá reflejado en la facturación mensual.
- La capacitación de los colaboradores de los talleres, desde jefaturas hasta operativos, permitirá que todos conozcan del programa y trabajen todos bajo una misma línea.

	<p align="center">Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.</p>	<p align="center">Página 114</p>
	<p align="center">Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde</p>	<p align="center">Mayo, 2020</p>

- Llevar a cabo la evaluación del programa, así como el seguimiento permitirá establecer las oportunidades de mejora y trabajar continuamente en estas para garantizar con esto el cumplimiento de los objetivos de cada procedimiento.

	<p align="center">Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.</p>	<p align="center">Página 115</p>
	<p align="center">Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde</p>	<p align="center">Mayo, 2020</p>

VIII. RECOMENDACIONES DE PROGRAMA

- Se recomienda ejecutar los procedimientos uno a uno, con el fin de llevar un orden y administrar de la mejor manera los presupuestos asignados, además de que las medidas de algunos procedimientos son base para poder ejecutar otros.
- Es beneficioso y de gran ayuda para la implementación del programa de producción más limpia que se asigne un comité o equipo ejecutor de las medidas propuestas en el mismo, de manera que sea este grupo quien dirija la puesta en marcha,, así como la evaluación y el seguimiento.
- Antes de iniciar con las propuestas, es necesario que la gerencia y jefaturas firmen la carta de compromiso, con esto se logra la asignación de presupuesto para la ejecución de las actividades comprendidas dentro del programa, además deben recibir las capacitaciones correspondientes, con el fin de que obtengan el conocimiento del programa, su contenido y hagan las recomendaciones para la capacitación del personal administrativo y operativo de los talleres.
- Una vez establecido el compromiso de la gerencia y jefaturas, se debe proporcionar una capacitación sobre el programa y las medidas contenidas dentro de este, de manera que se determine el involucramiento y responsabilidades de cada uno.

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 116
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

- Se recomienda que las capacitaciones de los colaboradores se hagan de manera paralela a la implementación de las medidas, para que se vaya trabajando en línea y los colaboradores se sientan parte del proyecto.

- Es importante considerar la colocación de un sistema de paneles solares en los demás talleres, pues como se demostró, es un proyecto factible y a la vez generará ahorros en tema de costos por pago de consumo eléctrico.

- Cada vez que se implemente una actividad o procedimiento se recomienda ir completando los formatos de medición de cumplimiento, para así tener la información actualizada en todo momento.

	Programa de Producción más Limpia para los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S. A.	Página 117
	Elaborado por: Ing. Ma. Fernanda Barrantes Valverde	Mayo, 2020

IX. BIBLIOGRAFÍA

- CICR (Cámara de Industrias de Costa Rica, CR). 2012. Centro Nacional de Producción Más Limpia (en línea). San José, CR. Consultado el 09 de diciembre del 2019. Disponible en http://www.cicr.com/index.php?option=com_content&task=view&id=27&Item
- Cruz, J. (2010). Manual para la implementación sostenible de las 5S. Segunda edición. INFOTEP. Santo Domingo, República Dominicana
- Fernández, S; Alfaro, F. (2015). Manejo de residuos en talleres automotrices. Primera Edición. Instituto Nacional de Aprendizaje, San José, Costa Rica.
- Gosolar, 2017. Consultado el 29 de abril del 2020. Disponible en Gosolar.co.cr
- Inforeciclaje. (2020). Consultado el 27 de abril del 2020. Disponible en <https://www.inforeciclaje.com/residuos-solidos.php>
- Ministerio de Salud de Costa Rica (2016). Estrategia Nacional para la Separación, recuperación y valorización de residuos 2016-2021. 1 ed. San José, Costa Rica.
- Ministerio de Salud de Costa Rica (2016). Plan Nacional para la Gestión Integral de Residuos 2016-2021. 1 ed. San José, Costa Rica.
- Narváez, M. (2014). Modelo de producción más limpia para mejoramiento del desempeño ambiental y productivo de un taller de mecánica automotriz de vehículos livianos. Cuenca, Ecuador.
- Tecnología y educación. (2012). ¿Que es luz LED? - Consultado el 09 de diciembre del 2019. Disponible en <http://www.tecnologiayeducacion.com/%C2%BFque-es-luz-led/>
- Varela, I. V. (2009). Centro Nacional de Producción más Limpia.
- Wyngaard, G. (2012) Programa 5S. Instituto Nacional de Tecnología Industrial. Ministerio de Industria. Mar de Plata, Argentina.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Aguayo González, F; Peralta Álvarez, ME; Lama Ruiz, JR; Soltero Sánchez, VM. 2011. *Ecodiseño: Ingeniería sostenible de la cuna a la cuna*. Madrid

Avellaneda Cusarúa, JA. 2007. *Gestión Ambiental y Planificación del Desarrollo*. 2ª edición. Bogotá, CO. Editorial Ecoe. 169 pp.

Bahamonde, M. S. (2014). *Modelo de producción más limpia para mejoramiento del desempeño ambiental y productivo de un taller de mecánica automotriz de vehículos livianos*. Cuenca, Ecuador.

Blanco, J. M. (2013). *Energía y Huella de Carbono, 2013*. San José: Programa Estado de la Nación.

Castrillón Mendoza, R., 2014. *Metodología Para La Implementación Del Sistema De Gestión De La Energía*. 1st ed. Colombia: Universidad Autónoma de Occidente.

Cegarra, J. (2004). *Metodología de la Investigación Científica y Tecnológica*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.

CEGESTI (Centro de Gestión Tecnológica e Informática Industrial, CR). 2010. *Manual de Producción Más Limpia*. 1 ed. San José, CR. 48 p. (Colección Gestión Organizacional, n° 5)

Centro Nacional de Producción más Limpia de Honduras. (2009). *MiraHonduras*. Recuperado el 28 de Diciembre de 2014, de <http://www.mirahonduras.org/pml/docs/GUIA%20DE%20P+L%20CANA%20AZUCAR.pdf>

Centro de Producción más Limpia Nicaragua. (2017). *¿Que es producción más limpia?* Obtenido de <https://www.pml.org.ni/index.php/produccion-limpia>

CICR (Cámara de Industrias de Costa Rica, CR). 2012. *Centro Nacional de Producción Más Limpia (en línea)*. San José, CR. Consultado el 09 de diciembre del 2019. Disponible en http://www.cicr.com/index.php?option=com_content&task=view&id=27&Item

- Cortés Díaz, J. M. (2007). *SEGURIDAD E HIGIENE DEL TRABAJO. Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales*. Madrid: TÉBAR, S.L.
- Elizondo, B. 2012. Beneficios económicos de la Producción Más Limpia enfocada en el uso de las aguas. CEGESTI Éxito Empresarial N° 209, CR: 1-3.
- Díaz Garay, B. and Noriega, M., 2017. Manual Para El Diseño De Instalaciones Manufactureras Y De Servicios. Lima: Fondo Editorial.
- Espinosas, F. (2013). *Herramientas para el Control de Calidad y Mejoramiento del Mantenimiento*. Gestión Ambiental.
- GENERALITAT VALENCIANA, Cansillería de Medio Ambiente. (2003). *Las buenas prácticas medioambientales en talleres mecánicos*. Valencia.
- Gido, J., & Clements, J. P. (2007). *Administración exitosa de proyectos* (Tercera ed.). Distrito Federal: Cengage Learning.
- Gobierno de Costa Rica. (2018). *Política Nacional de Producción y Consumo Sostenibles 2018-2030*. San José, Costa Rica.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación. Sexta Edición. Editorial Mc Graw Hill. México. 2014• Hernández, R. Metodología de la Investigación. 6a Edición, Mc Graw Hill, México.
- Herrera, J. 2013. Producción Más Limpia: Bases conceptuales (Diapositivas). Heredia, CR.
- Landeau, R. (2007). *Elaboración de Trabajos de Investigación*. Caracas : Alfa.
- Martínez Almécija, A., Muñoz García, J. and Pascual Acosta, A., 2004. Tamaño De Muestra Y Precisión Estadística. Almería: Universidad de Almería.
- McKernan, J. (2001). *Investigación, Acción y Curriculum: Métodos y Recursos para profesionales*. Madrid: Ediciones Morata, S.L. .
- Musmanni, S. 2005. Innovación y producción limpia en empresas ticas. Revista Ambientico N° 137: 15-16. San José, CR.
- Narváez, M. (2014). *Modelo de producción más limpia para mejoramiento del desempeño ambiental y productivo de un taller de mecánica automotriz de vehículos livianos*. Cuenca, Ecuador.
- Nicolás Wilson, C. M. (2015). *Beneficios de aplicar PMLI*. Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

- OficinaVerde. (2014). Cuatro ventajas de la producción más limpia. Consultado el 22 de noviembre del 2019. Disponible en <http://oficinaverde.org.mx/cuatro-ventajas-de-la-produccion-mas-limpia/>
- Quintero, O., & Salichs, A. (2007). Gestión Ambiental para una Producción más limpia en la Región Centro de Argentina. Buenos Aires: Fundación Libertad.
- Revista Summa. 2011. Empresas ticas incorporan procesos de Producción Más Limpia (en línea). San José, CR. Consultado el 10 de diciembre del 2019. Disponible en <http://www.revistasumma.com/17053/>
- Rodríguez, H. (2017). Propuesta de una metodología de producción más limpia en la división de pulpas y congelados de la Cooperativa Nacional de Productores de San en Limonal de Abangares. Heredia: Universidad Nacional.
- Rocha, C, Camocho, D, Bajouco, S. 2011. Manual de Ecodiseño InEDIC. Portugal
- Rojas, JP. 2011. Siete pasos para implementar Producción Más Limpia en su organización. CEGESTI Éxito Empresarial N° 138: 1-3. San José, CR.
- Rueda, B., Vidal, E., Acosta, D., & Huerta, R. (2015). Diagnóstico de Producción Más Limpia en Talleres Mecánicos Automotrices en Talleres Mecánicos Automotrices en Ciudad Valles, S.L.P. *Revista de Tecnología e Innovación*, 2(2), 269-278.
- Salkind, N. (1999). *Métodos de Investigación*. México : Prentice Hall, Inc. .
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, SV. 2012. Producción Más Limpia (diapositivas). San Salvador, SV.
- Solano, A. G., & Valverde, M. (2015). *Programa de Producción más Limpia para el Beneficio Volcafe San Diego*.
- Soler, A. (2006). *Alternativas de producción más limpia en la gestión integral de residuos peligrosos generados en la base aérea caman*. Bogotá.
- Van Hoff, B; Herrera, C. 2007. La evolución y el futuro de la Producción Más Limpia en Colombia. *Revista de Ingeniería* N° 26. Bogotá, CO.
- Thompson, Strickland, Janes, Sutton, Peteraf y Gamble (2018). *Administración Estratégica – Teoría y Casos*. México: McGraw Hill Education.
- Van Hoff, B; Monroy, Néstor y Saer, Alex. 2008. *Producción Más Limpia: paradigma de gestión ambiental*. 1ª edición. MX. Alfaomega Grupo Editor, S.A. 300p

Varela, I. V. (2009). *Centro Nacional de Producción más Limpia*.

Villas B, Sánchez M. 2016. Tecnologías limpias en las industrias extractivas
minerometalúrgica y petrolera. 1ra edición. Río de Janeiro,

Vindas, A. (2011) Costa Rica produjo en 2011 la mayor cantidad de electricidad con hidrocarburos de los últimos 15 años. El Financiero. Consultado el 10 de enero del 2019 <http://www.elfinancierocr.com/ambiente/noticias/costa-rica-produjo-en-2011-la-mayor-cantidad-de-electricidad-con-hidrocarburos-de-los-ultimos-15-annos>.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Política ambiental de Constructora Meco.



En **Constructora Meco** nos comprometemos a:

- Identificar, implementar y mantener los controles de aspectos ambientales necesarios y requeridos para la construcción de obras de infraestructura, extracción y producción de agregados, y producción de concretos premezclados, según corresponda.
- Cumplir con los objetivos y compromisos ambientales definidos en el instrumento ambiental correspondiente, para la protección de entorno ambiental de nuestras obras.
- Cumplir los requisitos legales y otros requisitos necesarios, de acuerdo con el marco legislativo local de cada una de nuestras operaciones, y las obligaciones establecidas por las partes interesadas.
- Realizar la mejora continua del sistema gestión ambiental para hacer efectivo el desempeño ambiental en las actividades y procesos constructivos y de producción, de acuerdo con nuestros planes de gestión de obra.
- Promover la participación activa en todos los niveles de cada operación, para mantener el cumplimiento de los compromisos ambientales por medio de la divulgación, disposición e implementación de esta política a todas las partes interesadas.

X. APÉNDICES
Apéndice 1. Encuesta Higiénica

ENCUESTA HIGIÉNICA	
Información general	
Fecha de aplicación: _____ Lugar de aplicación: _____	
Hora de inicio: _____ Hora final: _____	
Proceso productivo:	

Indique las entradas y salidas de insumos, materias primas y recursos:	
¿Conoce si se implementan actualmente medias de control para reducir o eliminar la contaminación ambiental?	
Sí () No ()	
Mencione cuáles	

Residuos del proceso productivo	

Observaciones:

Apéndice 2. Lista de Verificación

LISTA DE VERIFICACIÓN			
Descripción	SI	NO	Observaciones
Consumo de energía eléctrica			
¿Existe un programa para el ahorro de energía?			
¿Se utilizan diferentes tipos de energía además de la eléctrica?			
¿Se ha considerado el uso de energías renovables para obtener una relación costo-beneficio?			
¿Se cuenta con información del equipo eléctrico usado? (localización, voltaje, tiempo de trabajo).			
¿Se cuenta con mantenimiento preventivo de los equipos para evitar posibles fallos?			
¿El equipo eléctrico se conecta según el proceso que se ejecuta?			
¿Todo el equipo eléctrico es desconectado cuando no está en uso?			
Se revisan periódicamente los siguientes elementos:			
• Conexiones Flojas en cualquier parte de la línea de distribución			
• Corrosión en conexiones			
• Interruptores con defectos internos			
• Pernos flojos en los interruptores			
• Conexiones flojas en barras de distribución			
• Cables alimentadores sobrecargados			
• Calibración adecuada de los protectores térmicos.			
¿Se han remplazado equipos viejos por alternativas energéticamente más eficientes?			
¿Se ha capacitado al personal a operar los equipos eficientemente?			

Iluminación			
¿Se utiliza iluminación natural?			
¿Las lámparas utilizadas son LED?			
¿Se limpian con frecuencia las lámparas para mejorar la capacidad de iluminación?			
¿En las oficinas se distribuyen los puestos de trabajo de forma que se aproveche la luz natural?			
¿Se utilizan láminas traslúcidas para aprovechar la luz natural?			
Desechos sólidos			
¿Se conoce la cantidad y tipo de desechos generados?			
¿Se cuenta con registros sobre la generación y salida de residuos?			
¿Se conoce el costo por la disposición de los residuos?			
¿Se encuentran identificados las fuentes y los lugares donde se dispone los residuos del proceso?			
¿Se ha identificado si los residuos o subproductos pueden ser reutilizados o recuperados?			
¿Los desechos obtenidos del empaque de repuestos son reutilizados?			
¿La chatarra generada del mantenimiento de los equipos se lleva a reciclar?			
¿Cuentan en el taller con separación de residuos según su tipo?			
¿Cuenta el taller con un programa de reciclaje?			
¿Los desechos sólidos son vendidos o a empresas de reciclaje?			
¿Los desechos sólidos son donados a empresas de reciclaje?			
¿Los desechos orgánicos son dispuestos como desechos ordinarios?			

¿Conoce el encargado de compras cómo hacer compras más eficientes?			
¿Se capacita al personal para la reducción de desechos y la disposición adecuada de los mismos?			
¿El papel de las oficinas se reutiliza?			
¿Se utilizan cartuchos de tinta reutilizables?			
¿La comunicación interna es vía electrónica?			
¿Se utilizan baterías recargables para aparatos electrónicos?			
¿Los productos de limpieza utilizados son comprados?			

Apéndice 3. Entrevista estructurada para persona encargada de la gestión ambiental

ENTREVISTA AL ENCARGADO DE LA GESTIÓN AMBIENTAL	
<p>1. ¿Qué hace MECO para prevenir la contaminación a partir de la operación de los talleres de maquinaria y transportes?</p> <hr/> <hr/> <hr/>	
<p>2. ¿Los colaboradores son capacitados sobre la importancia de la prevención de la contaminación? ¿Qué tipo de capacitaciones se reciben? ¿En qué momento?</p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	
<p>3. ¿Conoce usted sobre el tema de una producción más limpia?</p> <hr/> <hr/> <hr/>	
<p>4. ¿Considera que dentro de los talleres se labora con condiciones de producción más limpia? Explique por qué sí o por qué no.</p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	
<p>5. ¿Qué condiciones cree usted que podría cambiarse en los talleres para trabajar con una producción más limpia?</p> <hr/> <hr/> <hr/>	
<p>6. ¿Cuáles son las expectativas que usted como persona encargada de la gestión ambiental de la empresa tiene con el programa de una producción más limpia para los talleres?</p> <hr/> <hr/> <hr/>	

7. ¿Cuáles son los objetivos que usted cree debe tener dicho programa?

8. ¿Existe alguna reglamentación o procedimiento para la ejecución, implementación, control y supervisión de los proyectos desarrollados en los talleres?

9. ¿Se ha realizado alguna auditoría ambiental? ¿Qué resultados se obtuvieron?

Observaciones

Apéndice 4. Encuesta aplicada a los colaboradores

ENCUESTA AMBIENTAL	
A continuación se presenta una serie de preguntas sobre la gestión ambiental empresarial. De antemano se agradece su colaboración.	
Sexo: Masculino () Femenino () Edad: _____ Área de trabajo: _____	
¿Cuánto tiempo tiene laborando en la empresa?	
1) ¿Al ingresar a MECO recibió alguna inducción? Si su respuesta es no, por favor pasar a la pregunta 4. Sí () No ()	
2) ¿Sobre qué temas le hablaron en la inducción? _____ _____ _____	
3) ¿Ha recibido alguna capacitación por parte de la empresa en el área ambiental? Sí () No ()	
4) ¿Sabe usted que es un manejo adecuado de los residuos? Si su respuesta es no, por favor pase a la pregunta 6. Sí () No ()	
5) ¿Sabe usted como separar los residuos? Sí () No () ¿Cómo se hace?	

<hr/> <hr/> <hr/>
<p>6) ¿Aplican la separación de residuos en su área de trabajo?</p> <p>Sí () No ()</p>
<p>7) ¿Existe dentro de los talleres un lugar destinado para la separación de residuos?</p> <p>Sí () No ()</p> <p>Ubicación: _____</p>
<p>8) ¿En el taller en que usted labora lo incentivan al reciclaje?</p> <p>Sí () No ()</p>
<p>9) ¿Cuentan en la empresa con un programa de ahorro energético? Si su respuesta es no, por favor pase a la pregunta 11.</p> <p>Sí () No ()</p>
<p>10) ¿Qué medidas aplican en la empresa para el ahorro energético?</p> <hr/> <hr/>
<p>11) ¿En su puesto de trabajo existe suficiente iluminación natural?</p> <p>Sí () No ()</p>
<p>12) ¿De su jornada laboral, cuántas horas aproximadamente utiliza iluminación artificial?</p> <hr/>
<p>13) ¿Qué mejoras recomendaría usted a la empresa para disminuir el consumo energético y la generación de residuos?</p> <hr/> <hr/> <hr/>

Apéndice 5. Distribuciones de los kits de derrames

Sitio	Tipo de kit		Ubicación
	Capacidad	Absorbente	
Tanques para almacenamiento de combustible	100 L (maletín)	Para hidrocarburos (solo aceite)	Colgado en un sitio visible en las inmediaciones del tanque
Trampa de grasas y aceites	para trampas	Para hidrocarburos (solo aceite)	A cargo del Encargado de la limpieza de la trampa
Bodega de productos peligrosos limpios (pinturas, solventes, grasas, aceites, etc.)	100 L (maletín)	Si se almacenan productos peligrosos base agua, debe ser absorbente Universal	A cargo del Encargado de la Bodega, colocado en un sitio visible
Bodega residuos peligrosos (aceite quemado, filtros, trapos)	100 L (maletín)	Para hidrocarburos (solo aceite)	A cargo del Encargado de la Bodega, colocado en sitio visible
Talleres de Mantenimiento	100 L (maletín)	Para hidrocarburos (solo aceite)	A cargo de la Brigada de Derrames

Apéndice 6. Contenidos de los Kits de derrames

Artículo	Unidad	Cantidad		
		Kit 100 litros	Kit para limpieza de trampas de grasas	Kit Central Meco
Tapete solo aceite 15" x 19"	unidad	15	50	0
Rollo de mantas 30" x 150 pies	unidad	0	0	1
Calcetas 3" x 8 pies	unidad	3	0	10
Absorbente en polvo Naturesorb	libras	NA	25	50
	kilos	5	0	NA
Almohadas 10"x10"	unidad	4	5	10
Guantes nitrilo	par	2	5	20
Mascarilla para polvos	unidad	2	2	0
Mascara facial completa con filtros mixtos contra vapores orgánicos y gases ácidos	unidad	0	0	6
Anteojos de seguridad	unidad	2	2	20
Traje de cuerpo entero desechable	unidad	0	0	20
Bolsas para desechos 100 kg	unidad	3	5	10
Cajas plásticas amarillas 100 L	unidad	0	1	2
Maletín amarillo con logo	unidad	1	0	0
Coladores para piscina	unidad	0	0	3
Pala canalera y pala plana	unidad	0	0	2
Bomba espalda y bacteria de biorremediación	unidad	0	0	1

Apéndice 7. Diagrama de proceso de cambios de aceite

Diagrama de Proceso							
Proceso: Cambio de aceite			Pagina: 1				
Metodo: Actual / propuesto			Revisado por: Jefatura Taller				
Elaborado por: Ma. Fernanda Barrantes			Fecha: abril 2020				
Descripción	●	➔	D	▼	■	Distancia o Tiempo	Observación
Llegada del vehículo a la bahía de cambio de aceite			x			30 minutos	Estacionar el vehículo en la zona de cambio de aceite, apagar el motor.
Llega colaboradores para cambio de aceite	x						Solo personal autorizado
Se coloca una bandeja de recolección debajo del vehículo	x						
Colaborador quita el tapón para que el aceite usado salga					x		Se obtiene aceite quemado y trapos sucios
Se quitan filtros	x						Se obtienen filtros
Se verifica que salga todo el aceite					x		
Se toma muestra para análisis de laboratorio	x						
Se almacena el aceite quemado en una tanqueta	x						
Lavado de piezas sucias	x						Se obtiene agua contaminada y trapos sucios
Se coloca el tapón nuevamente	x						
Se colocan filtros nuevos	x						Se obtiene plástico y cartón de empaques
Se rellena de aceite nuevo	x						
Se inspecciona el trabajo					x		
Se vuelve a poner en marcha el vehículo	x						
Total:	10	0	1	0	3		
Operación:	Transporte:	Espera:	Inspección:	Almacenamiento:			
●	➔	D	▼	■			

Apéndice 8. Diagrama de proceso de cambios de llantas

Diagrama de Proceso de Flujo							
Proceso: Cambio de llantas			Pagina: 1				
Metodo: Actual / propuesto			Revisado por: Jefatura Taller				
Elaborado por: Ma. Fernanda Barrantes			Fecha: abril 2020				
Descripción	●	➔	D	▼	■	Distancia o Tiempo	Observación
Llegada del vehículo a la bahía de cambio de llantas						60 minutos	Estacionar el vehículo en la zona de cambio de llantas, apagar el motor.
Llega colaboradores para cambio de llantas	x						Solo personal autorizado
Se verifica el estado de las llantas							
Se desmonta la llanta	x						Se obtiene llanta en mal estado
Se hace el montaje de la llanta nueva en el aro	x						
Se infla la llanta	x						
Se instala llanta	x						
Se valora posibilidad de reencauche							Se reencauchan llantas para colocar en partes traseras de vehículos pesados
Total:	5	0	1	0	2		
Operación:	Transporte:	Espera:	Inspeccion:	Almacenamiento:			
●	➔	D		▼			

Apéndice 9. Diagrama de proceso de cambios de componentes

Diagrama de Proceso de Flujo							
Proceso: Cambio de baterías			Pagina: 1				
Metodo: Actual / propuesto			Revisado por: Jefatura Taller				
Elaborado por: Ma. Fernanda Barrantes			Fecha: febrero 2020				
Descripción	○	➔	D	▽	■	Distancia o Tiempo	Observación
Llegada del vehículo a la bahía correspondiente			x			60 minutos	Estacionar el vehículo en la zona indicada, apagar el motor.
Llegada de colaboradores para cambio	x						Solo personal autorizado
Se verifica el estado de las partes y componentes					x		
Se desmonta la parte o componente dañado	x						Se obtiene piezas en mal estado, en su mayoría chatarra
En caso requerido se lavan piezas	x						Se obtiene agua contaminada
Se solicita el repuesto a bodega	x						
Si bodega no lo tiene se solicita a un proveedor					x		
Llega el repuesto a taller y se instala	x						Se obtiene cartón y plástico del empaque
Se prueba que todo funcione correctamente	x						
Total:	6	0	1	0	2		
Operación:	Transporte:	Espera:	Inspeccion:	Almacenamiento:			
○	➔	D	■	▽			

Apéndice 10. Diagrama de proceso de cambios de baterías

Diagrama de Proceso de Flujo

Proceso: Cambio de componentes
 Metodo: Actual / propuesto
 Elaborado por: Ma. Fernanda Barrantes

Pagina: 1
 Revisado por: Jefatura Taller
 Fecha: abril 2020

<u>Descripción</u>	○	➔	D	▽	□	<u>Distancia o Tiempo</u>	<u>Observación</u>
Llegada del vehículo a la bahía correspondiente			*			60 minutos	Estacionar el vehículo en la zona indicada, apagar el motor.
Llegada de colaboradores para cambio	x						Solo personal autorizado
Se verifica el estado de la batería					x		Medición de generación
Se valora la necesidad de cambio	x						
Se desmonta la batería dañada	x						Se obtiene baterías dañadas, almacenadas en bodega para este fin
Se solicita el repuesto a bodega	x						Se mantiene stock de baterías de diferentes voltajes
Se instala la nueva batería	x						
Se prueba que todo funcione correctamente	x						
Total:	6	0	1	0	1		

Operación: Transporte: Espera: Inspeccion: Almacenamiento:

○ ➔ D □ ▽

Apéndice 11. Diagrama de capacidades

