

**DISEÑO DE UN PROGRAMA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA LA
EMPRESA V&O INGENIERÍA S.A.S, VALLEDUPAR, CESAR**



AUTORES

**ROMARIO JOSÉ OSPINO PÉREZ
CAMILO ANDRÉS CORRALES ORTIZ**

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR – CESAR**

2021

**DISEÑO DE UN PROGRAMA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA LA
EMPRESA V&O INGENIERÍA S.A.S, VALLEDUPAR, CESAR**



AUTORES

**ROMARIO JOSÉ OSPINO PÉREZ
CAMILO ANDRÉS CORRALES ORTIZ**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de Ingeniero
Ambiental y Sanitario**

**Director
Angélica Vanegas**

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR – CESAR**

2021

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN.....	6
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	8
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	10
2. JUSTIFICACIÓN	11
3. OBJETIVOS.....	13
3.1 OBJETIVO GENERAL	13
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
4. MARCO REFERENCIAL.....	14
4.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	14
4.2 MARCO TEÓRICO	18
4.2.1 Producción más limpia	18
4.2.2 Aplicaciones de la producción más limpia.....	18
4.2.3 Beneficios que brinda la producción más limpia	18
4.2.4 Costo VS beneficios de la producción más limpia	19
4.2.5 Etapas para el desarrollo de un programa de producción más limpia.....	20
4.2.6 Herramientas de producción más limpia	23
4.3 MARCO CONCEPTUAL	27
4.4 MARCO CONTEXTUAL	29
4.5 MARCO LEGAL	32
4.6 MARCO INSTITUCIONAL	37
4.6.1 Misión.....	37

4.6.2	Visión	37
4.6.3	Política de calidad	37
4.6.4	Objetivos estratégicos	38
4.6.5	Organigrama institucional de la empresa	38
5.	METODOLOGÍA.....	40
5.1	LÍNEA Y SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN.....	40
5.2	TIPO DE INVESTIGACIÓN	40
5.3	NIVEL DE INVESTIGACIÓN	40
5.4	POBLACIÓN.....	41
5.5	MUESTRA.....	41
5.6	DESARROLLO METODOLÓGICO	41
5.6.1.	Fase 1: Diagnóstico inicial	41
5.6.2.	Fase 2: Estrategias De Producción Más Limpia	42
5.6.3.	FASE 4: Plan seguimiento y control para las estrategias implementadas en la empresa V&O Ingeniería S.A.S.	44
6.	RESULTADOS Y ANÁLISIS	46
6.1	DIAGNÓSTICO INICIAL DE LOS PROCESOS DE LA EMPRESA V&O INGENIERÍA.....	46
6.2	ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA.....	56
6.3	ESTUDIO TÉCNICO, AMBIENTAL Y ECONÓMICO DE CADA ESTRATEGIA DE PML.....	59
6.4	PLAN SEGUIMIENTO Y CONTROL PARA LAS ESTRATEGIAS DE PML DE LA EMPRESA V&O INGENIERÍA S.A.S.	67
7.	CONCLUSIONES.....	70
8.	RECOMENDACIONES	72

BIBLIOGRAFÍA..... 73

INTRODUCCIÓN

La Producción Más Limpia (PML) es una estrategia de gestión ambiental aplicada a los procesos, productos y servicios que implica la optimización, modificación o cambio de estos; sin embargo, su implementación no debe ser vista como un gasto, sino por el contrario, como una actividad que genera eficiencia, productividad y ahorros económicos. Si el proceso es formulado de manera adecuada, la implementación de la PML viene de la mano de la optimización de procesos y ahorro de costos, mejoramiento de la eficiencia operativa, mejor calidad y consistencia de los productos, reducción de residuos y, por ende, reducción de costos asociados a su correcta disposición, y/o el mejoramiento de la imagen de la empresa ante clientes, proveedores, socios, comunidad, entidades financieras, entre otras (Tamayo & Vicente, 2007; Flórez, 2002).

Tradicionalmente, el control de la contaminación se efectúa una vez se han generado los contaminantes en los diferentes procesos productivos por medio de tecnologías conocidas como “end of pipe” o final del tubo, que generalmente requieren de una inversión considerable y en muchos casos no recuperable (Tamayo & Vicente, 2007). Actualmente, para el manejo de la contaminación industrial se dispone de varias alternativas de tratamiento denominadas estrategias de “Producción Más Limpia (PML)”, las cuales tienen un enfoque integral preventivo que busca conservar los recursos naturales, e incrementar la productividad y la competitividad empresarial. Cabe mencionar que la aplicación de dichas estrategias tiene como principal objetivo optimizar los procesos productivos, haciendo énfasis en una mayor eficiencia de utilización de materias primas y recursos energéticos (Hoof et al., 2008).

A través de este estudio se logró encontrar diversas estrategias de producción más limpia lo que se constituyó como un aporte fundamental para mejorar la

competitividad de la empresa, reducir los costos en los procesos y en general en el funcionamiento de la empresa V&O Ingeniería S.A.S propiamente dicho.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El consumo energético en las actividades de bienes y servicio hoy en día se está llevando a cabo de una manera desmedida con poco o escaso control, por lo que se ha planteado la necesidad de promover una conciencia de ahorro y uso adecuado de los recursos disponibles desde las pequeñas hasta las grandes industrias (Aguilar, 2015).

De la competitividad de las industrias surge la necesidad de optimizar los procesos para lograr así un desarrollo sostenible, y a su vez un beneficio ambiental y económico. Los recursos que se utilizan en las empresas como materias primas e insumos generan gran cantidad de subproductos que generalmente se disponen en los rellenos sanitarios, fuentes de agua y la atmósfera generando problemas socioambientales en la zona donde se encuentra asentada; por esta razón es importante tomar medidas preventivas en las empresas para minimizar la contaminación antes del vertimiento o disposición final (Vargas, 2006).

En Colombia, varios autores ratifican que, en el país, existen varios aspectos por los cuales no se ha tomado la decisión de implementar La Producción Más Limpia (PML) en los métodos de producción. En primer lugar, se encuentra que no se tiene la cultura y la conciencia ambiental, para generar los cambios. Segundo lugar, los empresarios colombianos, realizan modificaciones en sus organizaciones cuando se les ha demostrado que dichos cambios, les pueden generar ganancias o disminución en los costos, de lo contrario permanecen igual. Tercer lugar, las organizaciones que han logrado implementar las estrategias, ha sido por cumplir lo que exige la normatividad ambiental, por aumento en la productividad y por la presión de los mercados internacionales, por la aplicación de tecnologías más limpias en la producción de bienes o servicios (Vanegas, 2014).

La generación de residuos sólidos y de agentes contaminantes es también un grave problema ambiental asociado al sector de la construcción, que es el principal generador de los gases de efecto invernadero en muchos países. Las emisiones de este sector, según el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático, podría alcanzar los 15.6 billones de toneladas métricas para el 2030, en caso de continuar construyendo de la manera actual (UNEP, 2009). De igual forma, el Programa Ambiental de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, en su informe de estado global del 2018, ratifica que el sector de la construcción aporta en gran medida a la generación de emisiones, estimando que aporta alrededor del 39% de emisiones globales de CO₂ (UNEP, 2018). Así mismo, la construcción es responsable de la generación del 30% de los residuos sólidos mundiales, demostrando la necesidad de generar métodos y aplicar prácticas que reduzcan la cantidad de residuos en vista del agotamiento del espacio para su adecuada disposición (UNEP- SBCI, 2006). Esta problemática se traduce en costos a causa de la degradación ambiental que, para Colombia, supera el 3.7% del PIB por año (Sánchez, 2007), por el aumento en la frecuencia de desastres naturales y la degradación de los suelos por la modificación del entorno, y el deterioro de la salud por contaminación del aire y del agua, en las zonas urbanas, donde ya habita más del 50% de la población mundial (UNFPA, 2007).

En la empresa V&O Ingeniería S.A.S, de acuerdo con Benítez et al., (2016), el control de operaciones se lleva de manera empírica, hay dos tanques de almacenamiento que no presentan el debido mantenimiento para evitar la contaminación del líquido, por ende, el agua no presenta las características óptimas para el consumo humano, adicional a esto no se cuenta con un programa de ahorro y uso eficiente del agua; las tecnologías para el uso del recurso son de tipo convencional, lo cual genera un uso irracional e ineficiente del recurso y, las unidades de baño y cocina cuentan con llaves y grifo en mal estado. En cuanto al componente energética, en la empresa no se cuenta con un programa de ahorro de energía eléctrica, algunos puntos de la empresa no cuentan con luminarias

ahorradoras ni sensores; en lo que concierne a los residuos sólidos, la empresa no cuenta con lineamientos claros para minimizar los residuos de concreto generados, ni su reutilización, por otro lado los procesos propios de la actividad generan ruido emitido por los equipos utilizados, para lo cual la empresa tampoco posee unos lineamientos claros con algún tipo de medida ingenieril que permita aislar o minimizar el ruido generado.

Por lo anterior, esta investigación es importante y prioritaria ya que el diseño de estrategias de producción más limpia y la implementación de sus respectivos programas ayudaría a corregir estos errores, aumentaría la competitividad de la empresa y reduciría los costos.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué estrategias de producción más limpia pueden proponerse para la empresa V&O Ingeniería ubicada en Valledupar, Cesar?

2. JUSTIFICACIÓN

Las actividades humanas que producen contaminación tienen impacto dentro y fuera de su entorno alterando el equilibrio ecológico. En la mayoría de los países industrializados se ha tomado conciencia del reto de detener la destrucción del hábitat, por esto los diferentes sectores industriales se ven en la obligación de evitar o minimizar los impactos negativos al ambiente (Porrás et al., 2009).

La importancia de la investigación radica en que la producción más limpia afronta el tema de la contaminación de manera preventiva, concentrando la atención en los procesos productivos, productos y servicios, y la eficiencia en el uso de las materias primas e insumos, para identificar mejoras que se orienten a obtener niveles de eficiencia que permitan reducir o eliminar los residuos, antes que estos se generen. La experiencia internacional comparada ha demostrado que, a largo plazo, la producción más limpia es más efectiva desde el punto de vista económico, y más coherente desde el punto de vista ambiental, con relación a los métodos tradicionales de tratamiento “al final del proceso” (Tovar, 2014).

Asimismo, de acuerdo con Vargas (2006) dentro de los beneficios de la producción más limpia se destaca la optimización del proceso y ahorro de costos mediante reducción y uso eficiente de materias primas e insumos en general, el mejoramiento de la eficiencia operativa, la mejora en la calidad y consistencia de los productos debido a un mejor control de las operaciones, haciéndolas más predecibles y la menor generación de residuos y, por ende, reducción de costos asociados a su correcta disposición y, por último, el mejoramiento de la imagen de la empresa ante clientes, proveedores, socios, comunidad, entidades financieras, entre otros.

Los beneficios que trae esta investigación en la empresa V&O Ingeniería S.A.S es el poder incorporar las variables responsabilidad por cuanto se busca la reducción de riesgo relevantes a sus empleados, pero también ambiental porque tiene la intención de prevenir los impactos ambientales que se presentan por sus

operaciones representadas en la eliminación de materias primas tóxicas, y la reducción de la cantidad y toxicidad de todas las emisiones contaminantes y los desechos; además representa un beneficio económico para la empresa porque la implementación de las estrategias de producción más limpia buscan una disminución significativa en las materias primas y los consumos de agua y energía.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un programa de producción más limpia a la empresa V&O ingeniería S.A.S de la ciudad de Valledupar, Cesar.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el diagnóstico de la situación actual del uso del agua, energía, insumos y generación de residuos en la empresa V&O ingeniería S.A.S
- Formular opciones de estrategias que compongan el programa de producción más limpia de la empresa V&O ingeniería S.A.S
- Elaborar un plan seguimiento y control para las estrategias implementadas en la empresa V&O Ingeniería S.A.S.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Marín (2019) Plan de producción más limpia para el sector de la construcción: caso constructor el CASTILLO S.A para optar por el título de administrador ambiental de la Universidad Autónoma de Occidente. Para el estudio en mención se utilizó una metodología de tipo descriptivo. Los pasos para el desarrollo de la investigación fueron tres, siendo el primero un análisis, descripción y explicación de los procesos de gestión ambiental que se llevan actualmente en la constructora, es decir un diagnóstico de la situación, además también realizaron una recopilación de información necesaria tales como datos informativos, cualitativos y cuantitativos de la constructora y otras fuentes para poder estructurar un documento de Buenas Prácticas Ambientales (BPA) el cual también contiene una identificación de los aspectos ambientales prioritarios, en los cuales se enfoca la definición de BPA para la creación de una matriz de evaluación; luego los autores elaboraron tres programas de contaminación ambiental enfocados en los recursos aire, suelo e hídricos. En el análisis de procesos se identificaron todas las acciones de PML realizadas en la etapa de construcción, las cuales fueron documentadas con el fin de que la empresa cuente con un registro escrito de estas y a su vez sean una herramienta que permita la mejora continua.

En Valledupar, Castilla y Baquero (2018) realizaron un estudio titulado “Producción más limpia como alternativa de desarrollo sostenible de las explotaciones de arcilla en la vereda las casitas del municipio de Valledupar” para optar por el título de ingeniero de minas de la Universidad Andina, el objetivo general de este documento fue proponer la aplicación de la estrategia de producción más limpia, mediante la implementación de la matriz “ERRIA” como alternativa de desarrollo sostenible de las explotaciones de arcilla en la vereda las Casitas del municipio de Valledupar. Los impactos ambientales más significativos identificados corresponden a la modificación de la morfología del suelo, altos consumo de agua y energía, la

deforestación como efecto secundario dada la demanda de madera como fuente de combustión y energía proveniente del aprovechamiento forestal de árboles nativos (de zonas circundantes), y la contaminación del aire respirable por emisión de gases y material particulado que atenta contra la salud humana de quienes se dedican a la actividad de explotación. Se valoró el plan de mejoramiento ambiental valorado a través de los criterios de Relevancia, Gravedad, Probabilidad, Duración y Reversibilidad, en las etapas de Extracción- Moldeado, Mezclado y Horneado Cocción. Se identificaron los puntos críticos susceptibles de mejoramiento estableciendo las estrategias a implementar mediante un programa de expansión de maquinaria y/o herramientas de aprovechamiento del potencial arcilloso de la vereda las casitas, evaluar la posibilidad de sustitución del horno con condiciones de eficiencia energética, plantación de especies forestales de rápido crecimiento para mejorar la calidad del aire y disminuir la huella de carbono; además de crear convenios con instituciones, universidades y entes o autoridades capacitados y competentes para la implementación, seguimiento y control de la gestión ambiental, a fin de dar cumplimiento a la normatividad vigente y la adopción de fuentes energéticas con mayor porcentaje de combustión y menor costo. Para mayor veracidad de las estrategias planteadas se realizó un estudio de factibilidad en términos financieros teniendo como resultados que la tasa de interés de oportunidad "TIO" es de (19,56%) partiendo de una tasa de inflación de 3,97 % anual, con una tasa mínima de rendimiento esperada por los socios del 15%. La tasa de interés de retorno "TIR" fue igual a 45,38% siendo esta evidentemente mayor a la TIO indicando que es factible financieramente.

Arrieta y Gutiérrez (2017) realizó un estudio titulado "plan de manejo ambiental utilizando estrategias de producción más limpia para armark Colombia S.A.S para optar por el título de ingeniero ambiental y sanitario de la Universidad Popular del Cesar, con el fin de cumplir con este objetivo se planteó una metodología que constaba de las siguientes etapas, la primera etapa fue un diagnóstico ambiental, la segunda etapa consistió en la identificación de aspectos e impactos ambiental, la

tercera etapa la formulación del plan de manejo ambiental y, por último, se diseñaron las oportunidades de producción más limpia. En cuanto a los resultados, el hotel no cuenta con un programa de ahorro y uso eficiente del agua, por lo cual hay desperdicios de agua por cuenta del mal manejo y poca información, se genera calor y emisiones por cuenta de la cocción de los alimentos, en cuanto a los residuos, el hotel cuenta con un almacenamiento temporal que cumple con la normatividad, por lo cual ante esto no se generan ningún impacto. Dentro de los aspectos ambientales que más sobresalen son consumo de agua, energía y generación de residuos sólidos, en cuanto a los impactos, el 49% de los mismos son moderados, el 51% irrelevantes. A partir de este panorama se plantearon las medidas de manejo como programa de gestión ambiental y el plan de contingencias ambientales, en cuanto a las oportunidades de mejora se propuso y el uso y ahorro eficiente de agua y energía eléctrica, uso eficiente de gas y combustibles, proveedores amigables con el medio ambiente, minimización de desechos.

En Bogotá, Colombia Garzón y Gutiérrez (2016) realizaron su tesis de grado titulada “Estrategias de producción más limpia para el proceso de cromado en la empresa zinc. LTDA” para optar por el título de ingeniero ambiental de la Universidad Libre. Este proyecto se centra en la búsqueda de estrategias de producción más limpia que prevengan los efectos ambientales negativos del proceso de cromado de la empresa Zinc Ltda., compañía clasificada como PYME ubicada en la ciudad de Bogotá. Las oportunidades de implementación de producción más limpia para el proceso de cromado en la empresa Zinc Ltda., se identificaron especialmente en los baños de recubrimientos (níquel y cromo), los cuales representan los costos más altos en la producción y son la fuente principal de contaminación ambiental; seguidamente en los enjuagues del proceso donde se determinó un alto consumo de agua debido al desperdicio del recurso. Entre los factores que influyen negativamente para la implementación de estrategias de producción más limpia en la empresa Zinc Ltda., se encuentra la barrera financiera debido a que la inversión económica que debe hacerse en producción más limpia se recuperara a mediano

plazo. Lo anterior, dificulta el compromiso ambiental de la organización y hace que las medidas de producción más limpia no puedan ejecutarse inmediatamente.

En Boyacá, Bernal et al., (2016) realizaron un artículo científico titulado “Producción más limpia: una revisión de aspectos generales”. Este artículo presenta una revisión de aspectos básicos de la Producción Más Limpia (PML) como estrategia ambiental preventiva, la cual se integra a los procesos productivos con el fin de hacerlos más eficientes ambientalmente en cuanto a la utilización de recursos y materias primas, entre otros. Se mencionan aspectos generales en cuanto al impacto ambiental en Colombia enfocado en los sistemas productivos, origen y evolución general del concepto, así como definición, aspectos generales, beneficios y dificultades para su implementación. De manera general, se concluye que la PML es una estrategia que puede contribuir en la disminución del impacto ambiental generado por los diferentes sistemas productivos; sin embargo, es necesario realizar actividades que permitan impulsar su difusión y conocimiento por parte de los diferentes actores involucrados, así como resaltar los beneficios sociales, ambientales y económicos que su aplicación podría generar.

En el año 2006 la Unión Europea realizó la “Guía de Buenas Prácticas Medioambientales” La cual va dirigida a empresarios y trabajadores del sector de la construcción de gran complejidad, ya que abarca un amplio abanico de actividades, y por lo tanto de efectos sobre el medio ambiente. El propósito de la guía consistía en elaborar un análisis de las principales repercusiones del sector en el entorno en el que desarrolla sus actividades, buscando ser una herramienta que facilite a las empresas de este sector a adoptar actuaciones concretas para desarrollar sus actividades de una forma sostenible y responsable con el medio ambiente. Con el fin de que cada empresa pueda planificar la implantación de unas buenas prácticas según sus prioridades a corto, mediano y largo plazo (BPA Sector de la construcción, Unión Europea 2006).

4.2 MARCO TEÓRICO

4.2.1 Producción más limpia

La producción más limpia (PML) es una estrategia ambiental preventiva e integrada a los procesos, productos y servicios con el fin de aumentar la eficiencia global y reducir los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente. Esta estrategia se puede aplicar a los procesos utilizados en cualquier industria, a los productos de ellos mismos y para diferentes servicios prestados en la sociedad. Abarca términos tales como la ecoeficiencia, prevención de la contaminación y la productividad verde. La aplicación de producción más limpia protege el medio ambiente, el consumidor y el trabajador al tiempo que mejora la eficiencia industrial y competitividad empresarial (Garzón y Gutiérrez, 2016).

4.2.2 Beneficios que brinda la producción más limpia

Según Merlana, (2008) los beneficios se dividen en tres grupos, de la siguiente manera:

Beneficios financieros

- Minimización de costos por la optimización del uso de las materias primas.
- Ahorro económico por el adecuado uso de los recursos (agua, energía y materias primas).
- Disminución de costos en el tratamiento y/o disposición final de los desechos.
- Aumento notable en las utilidades

Beneficios operacionales

- Aumento en la eficiencia de los procesos.
- Mejora en las condiciones de salud y seguridad ocupacional de los trabajadores.
- Mejora en las relaciones laborales.
- Reducción de generación de desechos.

- Aumento de la motivación del personal.

Beneficios comerciales

- Mejor comercialización de los productos posicionados y diversificación en las nuevas líneas de los productos.
- Mejora en la imagen corporativa de la empresa.
- Aumento de ventas y márgenes de ganancia.

4.2.3 Costo VS beneficios de la producción más limpia

Como cualquier inversión la decisión de invertir en producción más limpia depende de la relación costo-beneficio. En la práctica, frente a las restricciones de capital de inversión, se opta más por la adopción de estrategias ambientales correctivas (tratamiento al final de proceso), que estrategias preventivas, como es el caso de producción más limpia. Sin embargo, al comparar los cambios que se generan en la estructura de costos totales, cuando se decide invertir en producción más limpia y cuando no, se tiene que con el tiempo los costos disminuyen significativamente, debido a los beneficios generados a partir del aumento en la eficiencia de los procesos, los ahorros en el consumo de materias primas y energía, y la disminución de residuos y emisiones contaminantes (Ministerio de medio ambiente, 1997).

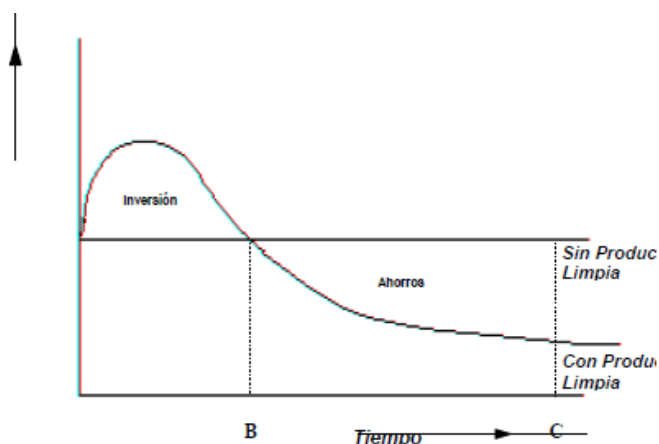


Figura 1: relación costos beneficio de los programas de PML.
Fuente: Ministerio del medio ambiente, 1997

En el gráfico anterior: Sin inversión en producción más limpia, la estructura de costos totales no presenta variaciones sustanciales en el tiempo, comportamiento que se puede representar por la línea horizontal. Cuando se toma la decisión de invertir en producción más limpia, al principio, las inversiones son significativas producto de las adaptaciones de estas nuevas tecnologías limpias al proceso productivo (que van desde el mismo costo del capital de inversión hasta disponer del 'know how' técnico y gerencial), incrementando los costos totales. Gráficamente esto corresponde a la diferencia entre las curvas de costos totales sin inversión en producción más limpia y con inversión en producción más limpia, en el primer segmento. En el tiempo, el período de retorno de esta inversión varía y sólo a partir de la generación de los beneficios mencionados arriba, los costos totales disminuyen, obteniendo así los rendimientos esperados de esta inversión. Gráficamente estos ahorros en la estructura de costos se representan como la diferencia entre las dos curvas, en el segundo segmento de la gráfica (Ministerio de medio ambiente, 1997)

4.2.4 Etapas para el desarrollo de un programa de producción más limpia

De acuerdo con (Melara, 2008) las etapas de un programa de producción más limpia se describen a continuación:

Etapas 1: Creación de la base del programa de P + L

Esta etapa tiene como objetivo crear la línea base del programa. (Melara, 2008).

Etapas 2: Preparación del diagnóstico de P + L

Esta etapa tiene como objetivo conseguir información sobre cómo se está llevando a cabo la producción, para así evaluarla e identificar todas las operaciones unitarias críticas, estructurando el proceso de producción en éstas y elaborando diagramas de flujo del proceso enlazando las mismas. (Melara, 2008).

También se observa el flujo de las materias primas a través de la compañía para demostrar los vínculos que existen en el proceso, identificar las fuentes de los residuos y las emisiones, los puntos débiles (ineficiencias), elaborar las bases de la evaluación, presentar los datos para la toma de decisiones y dar prioridad a medidas factibles para la minimización de desechos y emisiones; finalmente definiendo así, el enfoque del diagnóstico en base a las operaciones unitarias críticas identificadas (Melara, 2008).

Etapa 3: Diagnóstico y Estudio detallado de las operaciones unitarias críticas

Esta etapa tiene como objetivo elaborar diagramas de flujo para las operaciones unitarias críticas, a más, de identificar las causas de las ineficiencias en el uso de la materia y energía; y/o las causas de los flujos contaminantes para de esta manera plantear las opciones de Producción Más Limpia teniendo en cuenta que, como prioridad, se busca mejorar la eficiencia de cada operación unitaria mediante la optimización del uso de materias primas, agua y energía, entre otros insumos. Como parte de este mismo criterio, también se busca sustituir materias primas u otros insumos cuyo uso es peligroso, para la salud de los operarios o para el medioambiente, incluyendo, si fuese necesario, la posibilidad de reformular el producto o algunas de sus características. Finalizando con la selección de las opciones a ser evaluadas en términos técnicos y económicos. (Melara, 2008).

Etapa 4: Diagnóstico y Evaluación Técnica y Económica

Esta etapa tiene como objetivo definir el tipo de evaluación técnica en aspectos productivos (detallar los cambios técnicos necesarios para implementar cada opción de Producción Más Limpia, determinar la factibilidad técnica de implementar los cambios requeridos por cada opción de Producción Más Limpia y proyectar diagramas de flujo en base a los cambios propuestos) y aspectos ambientales. (Melara, 2008).

Luego realizar la evaluación económica con el Periodo de Recuperación de la Inversión (PR) y la Rentabilidad de la Inversión, para finalmente seleccionar y presentar las opciones de Producción Más Limpia factibles a implementar. (Melara, 2008).

Etapas 5: Implementación, Seguimiento y Evaluación final

Los objetivos de esta etapa son hacer efectivo el programa de Producción Más Limpia, verificar sus resultados y promover la continuidad del programa. Asimismo, establecer las metas con su respectivo plan de acción e implementar las medidas de Producción Más Limpia recomendadas, con el personal responsable de la implementación del plan (Melara, 2008).

Los resultados obtenidos de las pruebas realizadas deben registrarse y evaluarse y, en base a ello, modificar y optimizar las operaciones unitarias vinculadas. También se debe capacitar al personal operativo acerca de todo lo que se va a llevar a cabo y por último poner en marcha la medida de Producción Más Limpia (Melara, 2008).

Luego de la puesta en marcha de la opción, se debe realizar el seguimiento y evaluar los resultados, de esta manera comprobar, a modo de monitoreo y al cabo de un tiempo preestablecido en el plan de acción, los beneficios que proporciona cada una de las medidas de Producción Más Limpia implementadas. (Melara, 2008).

Finalmente, para asegurar la continuidad del programa de Producción Más Limpia, el comité de esta debe usar los éxitos logrados en la evaluación final de las medidas implementadas, para motivar y respaldar ante la gerencia de la empresa la continuidad del programa (Melara, 2008).

Etapa 6: Seguimiento y Mejoramiento Continuo

En este paso se realiza la auditoria de Producción Más Limpia. Realizando una revisión sistemática de los procesos y operaciones de la empresa, diseñada para identificar áreas de uso ineficiente de recursos y generación de residuos y proveer la información sobre oportunidades para aplicar medidas de prevención de contaminación y mejoras en la eficiencia de los procesos y operaciones, teniendo en cuenta que los objetivos de una auditoria de PML son identificar oportunidades para reducir residuos y emisiones, ahorrar materiales energía y agua, minimizar riesgos a la salud y al ambiente, mejorar la calidad minimizando los productos que no cumplen las especificaciones, reducir los impactos ambientales y reducir costos de operación (Melara, 2008).

4.2.5 Herramientas de producción más limpia

Son técnicas que permiten definir el estado ambiental tanto de un proceso como de un producto, además de apoyar estrategias y sistemas de tipo ambiental, además de facilitar la toma de decisiones tanto de tipo administrativa como de tipo productiva. Las herramientas de Producción Más Limpia se clasifican según el tipo de resultado, que puede ser cualitativo o cuantitativo (Chamorro y Tapia, 2016) de la siguiente manera:

Matriz MED

Esta matriz tiene como principal función determinar la relación directa con los distintos impactos ambientales, buscando evitarlos y reducirlos en lo máximo posible y, por ende, lograr un proceso productivo más limpio. (Chamorro y Tapia, 2016)

Análisis de Riesgos

El objetivo de esta herramienta es analizar la probabilidad de efectos sobre el ambiente. Su característica principal es la visión probabilística de los efectos. Algunos de las relaciones de estos riesgos son: Riesgos a la Salud Humana y Riesgo sobre el Ecosistema de una Región en particular. (Chamorro y Tapia, 2016)

Ecobalance

Dentro del ciclo PHVA, el Ecobalance hace parte de la etapa de planear y se define como un método estructurado para controlar los flujos que ocurren hacia el interior y exterior de una organización en particular y durante un específico periodo de tiempo. Estos flujos son: Recursos, Materia Prima, Energía, Productos, Subproductos y Residuos. (Chamorro y Tapia, 2016)

Análisis del ciclo de vida

Es una herramienta ambiental que se usa para determinar y evaluar los impactos ambientales que puede generar un producto durante sus diferentes etapas y actividades de transformación, incluyendo desde la fabricación y selección de materias primas, fabricación del producto en sí, uso mantenimiento y exposición de residuos. (Chamorro y Tapia, 2016)

Ecodiseño

El ecodiseño es una metodología implementada para el diseño de productos industriales en el cual el medio ambiente es tenido en cuenta a la hora de tomar decisiones durante el proceso de desarrollo de productos como factor adicional a los que tradicionalmente se han tenido en cuenta desde la obtención de materias primas para su producción hasta su eliminación una vez sea desechado. (Chamorro y Tapia, 2016)

Eco-Indicador

Un indicador es una medida para establecer una condición siendo el punto de partida para toma de decisiones a nivel empresarial, podemos definir ecoindicador como una la medida del comportamiento de un problema desde el punto de vista ambiental. (Chamorro y Tapia, 2016)

Auditorías Ambientales

Las auditorías ambientales tienen como función principal, la revisión de todos los procesos involucrados en una empresa buscando como resultado la optimización de dichos procesos, específicamente a nivel ambiental y desarrollado con base en los parámetros establecidos por los estudios y análisis previos. (Chamorro y Tapia, 2016)

Análisis De Flujos

El análisis de flujo es una herramienta de inventario utilizada para identificar todas las posibles fuentes de generación de desechos o consumos excesivos de materiales en cada unidad de producción de una empresa. Dado que el análisis de flujo examina todas las actividades llevadas a cabo en una empresa, en algunas ocasiones se utiliza como una herramienta para identificar oportunidades de mejoramiento de los procesos. (Chamorro y Tapia, 2016)

Ecoetiquetas

Las etiquetas ecológicas o ecoetiquetas son logotipos otorgados por un organismo oficial que nos indican que el producto que la lleva tiene baja incidencia en el medio ambiental y que, por tanto, es más respetuoso con el entorno que otros productos que hacen la misma función. (Chamorro y Tapia, 2016)

Contabilidad Ambiental

Las crecientes preocupaciones de orden ambiental de diversos organismos e instituciones, públicas y privadas, regionales, nacionales e internacionales, dándole por demás, preponderancia a la combinación de intereses económicos, sociales, culturales y políticos, ha involucrado a la contabilidad junto con otras disciplinas a la búsqueda de respuestas a los múltiples problemas que el debate ambiental plantea en los actuales momentos. (Chamorro y Tapia, 2016)

Revisión Inicial Ambiental

En la medida en que crece la preocupación por mantener y mejorar la calidad del medio ambiente y proteger la salud humana, organizaciones de todo tipo están volviendo cada vez más su atención hacia los impactos potenciales de sus actividades, productos y servicios. (Chamorro y Tapia, 2016)

Ecomapping

Ecomapping es una herramienta creativa que ayuda a las compañías pequeñas a poner la gerencia, ISO 14001 y EMAS en ejecución ambientales. Estos encargados visuales y prácticos y empleados del SME de las ayudas de la herramienta para analizar y para manejar el funcionamiento ambiental de compañías pequeñas y de industrias de la artesanía. Ecomapping provee una herramienta libre, visual, simple y práctica analizar y manejar su comportamiento ambiental. (Chamorro y Tapia, 2016)

4.3 MARCO CONCEPTUAL

Acción correctiva: Medida de tipo reactivo orientada a eliminar la causa de una no-conformidad asociada a la implementación y operación del SGSI con el fin de prevenir su repetición (Parra, 2017)

Acción preventiva: Medida de tipo proactivo orientada a prevenir potenciales no-conformidades asociadas a la implementación y operación del SGSI (Parra, 2017)

Aspecto ambiental: elementos de las actividades, productos o servicios de una organización que puede interactuar con las organizaciones (Parra, 2017)

Contaminación ambiental: Se denomina contaminación ambiental a la presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población, o que puedan ser perjudiciales para la vida vegetal o animal, o impidan el uso normal de las propiedades y lugares de recreación y goce de estos. La contaminación ambiental es también la incorporación a los cuerpos receptores de sustancias sólidas, líquidas o gaseosas, o mezclas de ellas, siempre que alteren desfavorablemente las condiciones naturales del mismo, o que puedan afectar la salud, la higiene o el bienestar del público (De la caridad, 2013).

Costo: Actividades tanto directas como indirectas que involucran cualquier impacto negativo, incluyendo pérdidas de dinero, tiempo, mano de obra, interrupción, de trabajo, buen nombre, pérdidas políticas e intangibles (Estupiñán, 2015)

Desarrollo sostenible: Desarrollo que conlleva al crecimiento económico, aumento de la calidad de vida y al bienestar social, sin agotar los recursos naturales ni deteriorar el medio ambiente (Hoof & Saer, 2008).

Empresa: Es todo ente natural o jurídico cuyas actividades se orientan a producir o facilitar bienes y servicios que, al ser vendidos a precios razonables, reportarán un valor marginal, conocido como utilidad que, distribuida equitativamente, incrementará el patrimonio de los propietarios y de la sociedad (Gómez, 1999)

Impacto ambiental: Es un efecto ambiental notable o significativo. Se suele considerar un efecto ambiental que produce un cambio en la calidad del ambiente (Garmendia, 2006).

Medio ambiente: entorno en el cual una organización opera, incluyendo el aire, el agua la tierra, los recursos naturales, la flora, la fauna los seres humanos, y sus interacciones (Moreno, 2013)

Sistema de gestión ambiental (SGA): parte del sistema general de gestión que incluye la estructura organizacional. Planificación de las actividades, responsabilidades, prácticas, procedimientos, procesos y recursos para desarrollar; implementar, llevar a cabo, revisar y mantener la política ambiental (Moreno, 2013).

4.4 MARCO CONTEXTUAL

La empresa V&O INGENIERÍA S.A.S se encuentra localizada en la ciudad de Valledupar, Cesar en la dirección transversal 8 N° 2C-48 barrio los campanos fundada en el año 2010.

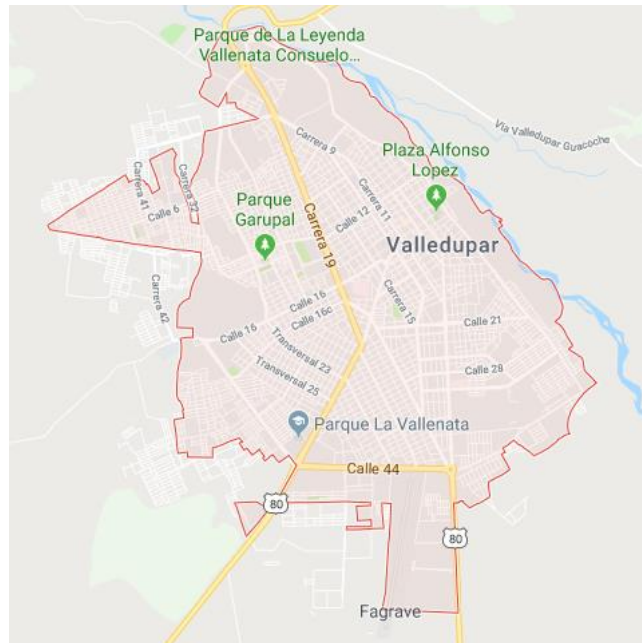


Figura 2. Ubicación de Valledupar.

Fuente: Tomada y adaptada de google maps, 2021.

Límites del municipio:

Valledupar está ubicada en los 10° 29' de latitud Norte y 73° 15' de longitud Oeste.

Por el Norte limita con los departamentos de Magdalena y la Guajira.

Por el Sur con los municipios de San Diego, La Paz y el Paso.

Por el Este con la Guajira y los municipios de San Diego y la Paz

Por el Oeste con el Magdalena y los municipios de Bosconia y el Copey.

Clima: Valledupar, dada su latitud, se encuentra en la zona de dominios tropicales, posee un clima tropical donde las características generales del clima son elevadas temperaturas y escasa oscilación térmica anual. La temperatura Media Anual es de

28,4 °C, con máximas y mínimas de 22°C y 34°C respectivamente, la temperatura máxima histórica registrada es de 41.5°C y la mínima de 16°C. El mes más caluroso es abril con un promedio de 30°C el más fresco es noviembre con 26 °C.

Ecología: Vegetación El valle del río Cesar pertenece a la clasificación climática Bosque Seco Tropical, estando cubierto por un bosque claro muy intervenido donde se alternan árboles dispersos y pastos artificiales para el sostenimiento de la importante cabaña bovina existente en sus campos. Las especies más representativas de la región, que corresponde a bosque seco tropical, están representadas por los géneros Cassia, Tabebuia, Crescentia e Inga entre otras con nombres comunes como acacias, cañaguates, guanábanos, cedros, ceibas y una importante variedad de especies foráneas muy adaptadas ya al medio local como los mangos, eucaliptos y cítricos.

Fauna: La fauna silvestre en la actualidad se encuentra muy afectada, los felinos y mamíferos como el tigrillo y los venados son actualmente una rareza sobresaliendo casi exclusivamente los reptiles representados por las iguanas, lagartijas y algunas serpientes como boas, falsas corales, y mapaná. En cuanto a las aves sobresalen algunas rapaces como la lechuza y los gavilanes y otras como palomas, tierrelitas, pericos y colibríes.

Vías de comunicación:

Aéreas: La ciudad cuenta con el aeropuerto nacional Alfonso López Pumarejo, en el cual operan las aerolíneas Avianca con tres frecuencias diarias a Bogotá y conexiones nacionales, e internacionales a Europa, América latina y Norte América, Aires con dos frecuencias diarias a la ciudad de Barranquilla y conexiones con Montería, Cartagena, Panamá y San Andrés; la Aerolínea de Antioquia ADA cubre la ruta Valledupar-Medellín con escala en Cauca. También funciona la aerolínea tipo charter Aviocesar que presta sus servicios a particulares con vuelos no regulares.

Transporte intermunicipal: Valledupar está servida por empresas que cubren rutas permanentes especialmente a La Guajira y al resto del departamento.

Transporte terrestre interdepartamental: Operan en Valledupar las empresas de largo alcance con salidas diarias y regulares a Bogotá, Medellín, Bucaramanga, Neiva, Cali, Barranquilla, Santa Marta, Cartagena, Riohacha, Sincelejo, Montería y las poblaciones aledañas.

4.5 MARCO LEGAL

Tabla 1. Marco legal

Normatividad	Artículo	Aplicación
Constitución política de Colombia 1991	<p>Artículo 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano.</p> <p>La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.</p> <p>Artículo 80. El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de</p>	<p>Se toma como referencia dado que la constitución propende por la protección de los recursos naturales y la salud humana, dentro de los cual cabe mencionar que la naturaleza de la actividad económica de la empresa en cuestión puede impactar significativamente el medio ambiente y la salud.</p>

deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir

la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas.

Ley 373 de 1997: Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.

El programa de uso eficiente y ahorro de agua, será quinquenal y deberá estar basado en el diagnóstico de la oferta hídrica de las fuentes de abastecimiento y la demanda de agua, y contener las metas anuales de reducción de pérdidas, las campañas educativas a la comunidad, la utilización de aguas superficiales, lluvias y subterráneas, los incentivos y otros aspectos que definan las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales, las entidades prestadoras de los

Se toma como referencia dado que dentro de los resultados se elaborarán estrategias que permita el ahorro y uso eficiencia del agua.

servicios de acueducto y alcantarillado, las que manejen proyectos de riego y drenaje, las hidroeléctricas y demás usuarios del recurso, que se consideren convenientes para el cumplimiento del programa.

Artículo 2:

Decreto 2811 de 1974:
Por el cual se expide el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente.

1. Lograr la preservación y restauración del ambiente y la conservación, mejoramiento y utilización racional de los recursos naturales renovables, según criterios de equidad que aseguren el desarrollo armónico del hombre y de dichos recursos, la disponibilidad permanente de estos y la máxima participación social, para beneficio de la salud y el bienestar de los presentes y futuros habitantes del territorio nacional. 2. Prevenir y controlar los

Se toma como referencia porque propende por la conservación y preservación de los recursos naturales de manera que las estrategias de PML estarán encaminado en este sentido, para darle cumplimiento al decreto.

efectos nocivos de la explotación de los recursos naturales no renovables sobre los demás recursos. 3. Regular la conducta humana, individual o colectiva y la actividad de la administración pública, respecto del ambiente y de los recursos naturales renovables y las relaciones que surgen del aprovechamiento y conservación de tales recursos y de ambiente

Política Nacional de Producción Más Limpia

Esta política fue propuesta por el Ministerio de Ambiente, dicha política que se somete a consideración del Consejo Nacional Ambiental, formulada sobre una perspectiva a largo plazo, como una respuesta a la solución de la problemática ambientales de los sectores productivos, que busca fundamentalmente “prevenir” la contaminación

El referente más importante en este estudio porque dicta los lineamientos para un adecuado programa de producción más limpia; esta política permitió aportar información para las diferentes estrategias planteadas.

en su origen, en lugar de
tratarla una vez generada,
con resultados significativos
para la construcción de las
posibilidades reales de
sostenibilidad y
competitividad sectorial.

Fuente: Autores, 2021.

4.6 MARCO INSTITUCIONAL

La empresa V&O INGENIERÍA S.A.S es una empresa de ingeniería constituida por un equipo técnico que aporta soluciones y habilidades técnicas a cada proyecto, teniendo como pieza fundamental al director técnico con una destacada experiencia en este ámbito, desempeñando funciones exclusivas en laboratorios de proyectos importantes en el medio local y /o regional.

Cuenta con una gama de profesionales para la realización de todos los ensayos efectuados en sus instalaciones y en cada proyecto que se requiera. Inició sus operaciones en el 2010 con fe y esperanza en su región, con la firme convicción que sus servicios son un éxito para los proyectos de ingeniería civil, ambiental y sanitaria los cuales son fundamentales para ofrecer calidad total a cada etapa de la obra.

4.6.1 Misión

V&O INGENIERÍA S.A.S es una empresa jurídica del sector de la construcción que brinda los servicios de realización de ensayos e interventorías en el área de ingeniería civil, ambiental y sanitaria a sus clientes particulares e institucionales garantizándoles cumplimiento de los estándares normativos aplicables, óptimos niveles en la calidad y confiabilidad de los ensayos y la oportunidad en el servicio.

4.6.2 Visión

V&O INGENIERÍA S.A.S se proyecta como la empresa líder a nivel de la región caribe en la prestación de los servicios de realización de ensayos de laboratorio para el sector de la construcción para el de la ingeniería civil y sanitaria para ser reconocidos como la mejor opción.

4.6.3 Política de calidad

V&O INGENIERÍA S.A.S se compromete a satisfacer las necesidades expectativas y requisitos en la prestación de los servicios de realización de ensayos, incluido el

muestreo de obras de ingeniería e interventoría garantizando a sus clientes el cumplimiento de los estándares normativos aplicables, óptimos niveles en la calidad y confiabilidad de los ensayos, la oportunidad en el servicio por medio las buenas prácticas profesionales, la adecuada gestión de la infraestructura y la mejora de las competencias del profesionales que nos permitan alcanzar el posicionamiento y la rentabilidad esperando dentro de un enfoque de mejoramiento continuo de los procesos.

4.6.4 Objetivos estratégicos

- Asegurar el cumplimiento de los estándares normativos de la norma ISO 17025:2005 durante la realización de los ensayos
- Garantizar la confiabilidad y calidad de los ensayos mediante adecuados controles de calidad internos
- Asegurar las buenas prácticas profesionales en la realización de los ensayos mediante la evaluación y mejora de las competencias del personal que opera equipos específicos, realizan ensayos, evalúan los resultados y firman los informes de ensayo.
- Brindar un servicio oportuno
- Proporcionar y mantener una adecuada gestión de la estructura
- Mejorar continuamente los procesos de la organización
- Alcanzar la rentabilidad y el posicionamiento esperado.

4.6.5 Organigrama institucional de la empresa

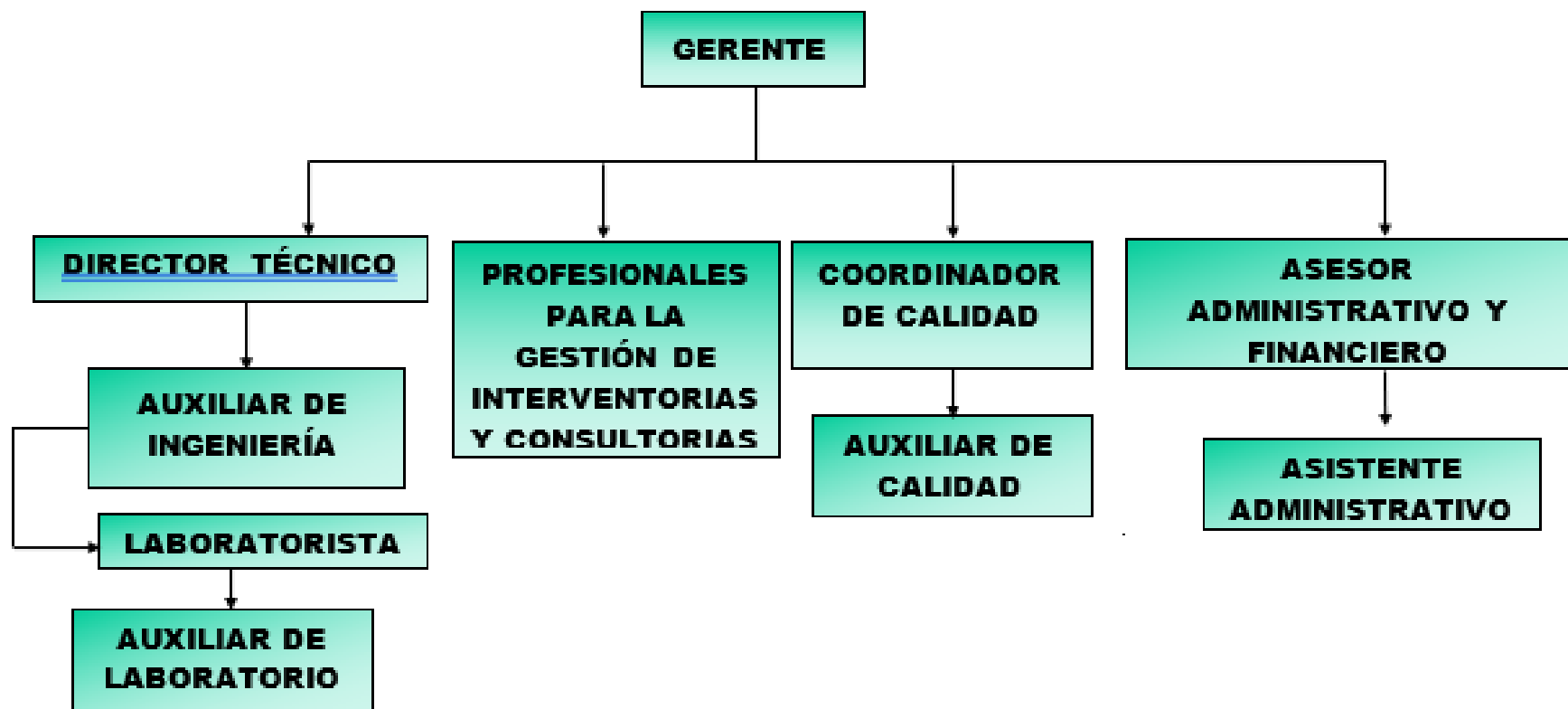


Figura 3. Organigrama institucional de la empresa V&O Ingeniería S.A.S
 Fuente: Manual de calidad de la empresa V&O ingeniería S.A.S

5. MARCO METODOLÓGICO

5.1 LÍNEA Y SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación corresponde a la línea de investigación: sostenibilidad y gestión ambiental y a la sublínea: producción más limpia y tecnologías ambientales

5.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Este estudio es de un tipo de investigación explicativo. La investigación explicativa se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto. En este sentido, los estudios explicativos pueden ocuparse tanto de la determinación de las causas (investigación post facto), como de los efectos (investigación experimental), mediante la prueba de hipótesis. Sus resultados y conclusiones constituyen el nivel más profundo de conocimientos (Arias, 2006).

Este estudio es descriptivo por cuanto para el diagnóstico se tuvo en cuenta el consumo de materias primas, consumo de agua y energía los cuales fueron datos reales y con base en los cuales se pudo establecer las estrategias de producción más limpia.

5.3 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables. (Sampieri et al., 2014).

Este proyecto se presenta de manera explicativa, ya que busca el porqué de los hechos, de manera que se puedan establecer oportunidades de mejora que le

permitan a la empresa, una gestión operacional y ambiental preventiva, y aunado a esto, una ventaja competitiva para la empresa a nivel nacional.

5.4 POBLACIÓN

La población corresponde a cada una de las dependencias de la empresa V&O INGENIERÍA S.A.S.

5.5 MUESTRA

La muestra estuvo conformada por los procesos operacionales u operativos (toma de muestras y de laboratorios) de la empresa V&O INGENIERÍA S.A.S.

5.6 DESARROLLO METODOLÓGICO

Para llevar a cabo la presente investigación y cumplir con los objetivos planteados se realizó el siguiente procedimiento:

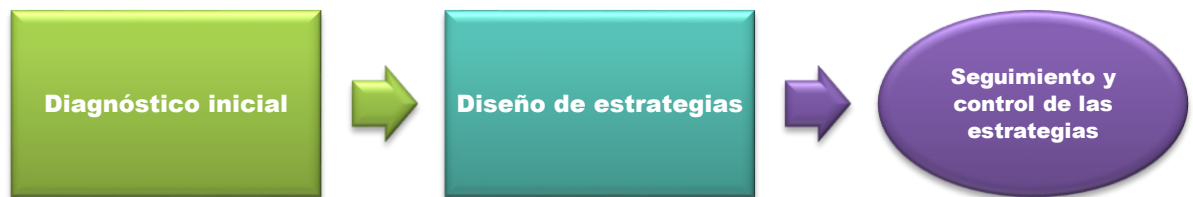


Figura 4. Desarrollo metodológico
Fuente: Autores, 2021

5.6.1. Fase 1: Diagnóstico inicial

Actividad 2.1. Identificación de los procesos de la empresa

Descripción: se realizó una recopilación de la información disponible de la organización, para lo cual se hizo un recorrido por la planta para identificar los sitios de alto consumo de materias y recursos, y los que poseen emisiones o vertidos importantes como agua y energía. Una vez definidos los procesos de importancia

en la empresa, se procedió a su esquematización, la cual se realizó desarrollando diagramas de flujo e identificando entradas y salidas en dichos procesos.

Actividad 2.2. Balance de materiales/análisis del proceso

Descripción: Se definieron los recursos y materias primas que se van a cuantificar, los cuales fueron identificados en la actividad anterior, así como los puntos y períodos de tiempo para la cuantificación. En esta actividad, también se llevó a cabo un análisis de las posibles causas de los problemas identificados. Se elaboró un balance de materiales, el cual básicamente consistió en completar el diagrama de flujo con datos numéricos.

5.6.2. Fase 2: Estrategias De Producción Más Limpia

Actividad 2.1. Opciones de estrategias de PML

Descripción: con base en la información de la fase 1 (etapa de diagnóstico), se plantearon las estrategias de producción más limpia que tendrán como objetivo reducir residuos y emisiones, ahorrar materiales energía y agua, minimizar riesgos a la salud y al ambiente.

Actividad 2.2. Asignación de prioridad a las opciones de PML

Descripción: Llegado a este punto, se llevó a cabo un análisis orientado a definir el orden de prioridad de implementación de las estrategias generadas en la etapa anterior. Es así como se realizó una categorización inicial de las opciones que pueden llevarse a cabo inmediatamente (por lo general relacionadas con buenas prácticas y formas diferentes de realizar las labores). Posteriormente, se llevó a cabo un análisis de factibilidad técnica, ambiental y económica de cada estrategia y que no es sujeta a implementación inmediata teniendo en cuenta lo siguiente:

Estudio técnico y ambiental

- Para cada operación unitaria, y si es el caso para el proceso global comparar los balances de masas y energías actuales con los proyectos con base en las estrategias de PML propuestos.
- Expresar las cantidades recicladas, reusadas y/o recuperadas de cada una de las estrategias mediante indicadores con el fin de escoger la que mejor represente un ahorro.

Estudio económico

Existen dos criterios sencillos muy sofisticados que son de uso frecuente en la evaluación económica de las opciones de PML técnicamente viables, los cuales se describen a continuación:

Período de recuperación (PR) de la inversión

Este concepto financiero se define como el número de períodos de tiempo (PR) que se requeriría para recuperar la inversión inicial (I_0), asumiendo que en cada período se recupera un mismo monto de dinero, que es igual al valor del flujo de caja (FC) estimado para el primer período.

Por lo tanto, el período de recuperación (PR) se expresa en términos de la inversión inicial I_0 y del flujo de caja FC mediante la siguiente ecuación:

$$PR = \frac{I_0}{FC}$$

Se calcula el flujo de caja mediante la siguiente ecuación:

$$FC = Y + A$$

Donde:

Y: ingreso bruto estimado para el primer periodo (generado por la estrategia de PML en evaluación).

A: ahorro estimado para el primer periodo (generado por la estrategia de PML en evaluación).

Finalmente, una vez hecho los cálculos:

Si $PR \leq 3$ años, la inversión es muy atractiva en términos económicos.

Si $PR > 3$ y ≤ 8 años, la inversión es aceptable en términos económicos.

Sí $PR \geq 8$ años, la inversión no es atractiva en términos económicos.

Rentabilidad de la inversión (RI)

Este concepto financiero se define como el porcentaje que representa el FC del primer período respecto al monto de la inversión y se expresa en términos de un porcentaje de rentabilidad por período (normalmente anual). Esta definición puede ser expresada mediante la siguiente ecuación:

$$RI = \frac{\text{Flujo de caja del primer periodo}}{\text{Inversión inicial}} * 100$$

Sí $RI \geq 33\%$ anual, la inversión es muy atractiva en términos económicos.

Si $RI \geq y < 33\%$ anual, la inversión es aceptable en términos económicos.

Si $RI < 12\%$ anual, la inversión no es atractiva en términos económicos.

5.6.3. FASE 4: Plan seguimiento y control para las estrategias implementadas en la empresa V&O Ingeniería S.A.S.

Consiste en generar un plan de implementación de las estrategias que contemple las actividades, recursos, responsable e indicadores de eficiencia con los que en un inicio se cuantifique la situación antes de llevar a cabo las mejoras (establecimiento

de la línea base), y que luego sirvan para monitorear los avances o retrocesos resultantes de la implementación de las medidas.

6. RESULTADOS Y ANÁLISIS

6.1 DIAGNÓSTICO INICIAL DE LOS PROCESOS DE LA EMPRESA V&O INGENIERÍA

El laboratorio V&O ingeniería enmarca sus labores en tres actividades principalmente que son ensayos a cilindros (compresión y flexión), suelos y asfalto. A continuación, se presentan cada una de las actividades y la descripción de la materia prima utilizada y los residuos que genera cada actividad.

Proceso del lavado de muestras

El proceso de lavado de la muestra consiste básicamente en poder remover cualquier sustancia no deseada que se puede presentar en los agregados gruesos (gravilla o grava) ya que estas pueden alterar la calidad del concreto que se vaya a diseñar. Hay que resaltar que la empresa no les ningún uso a las salidas y/o residuos de este proceso.

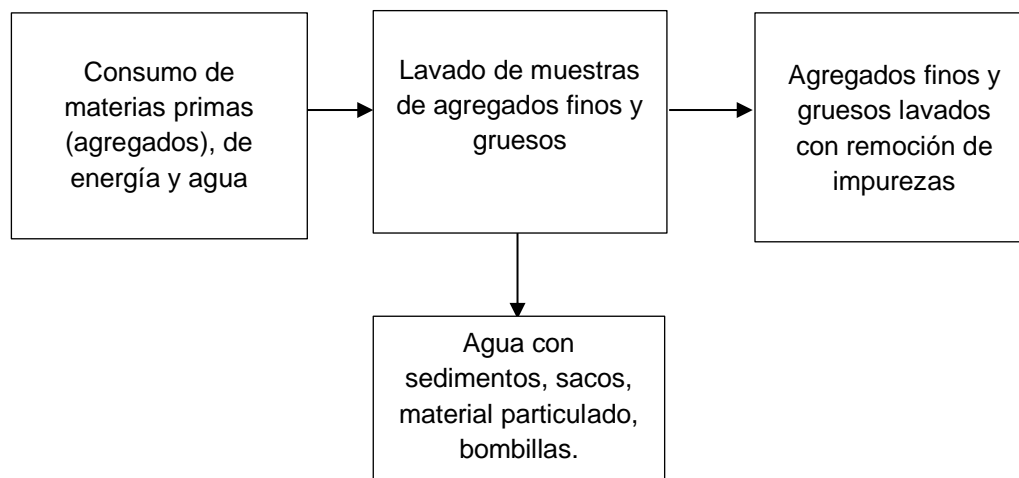


Figura 5. Esquematización del proceso de lavado de muestras.
Fuente: autores, 2021.

Curado de muestras

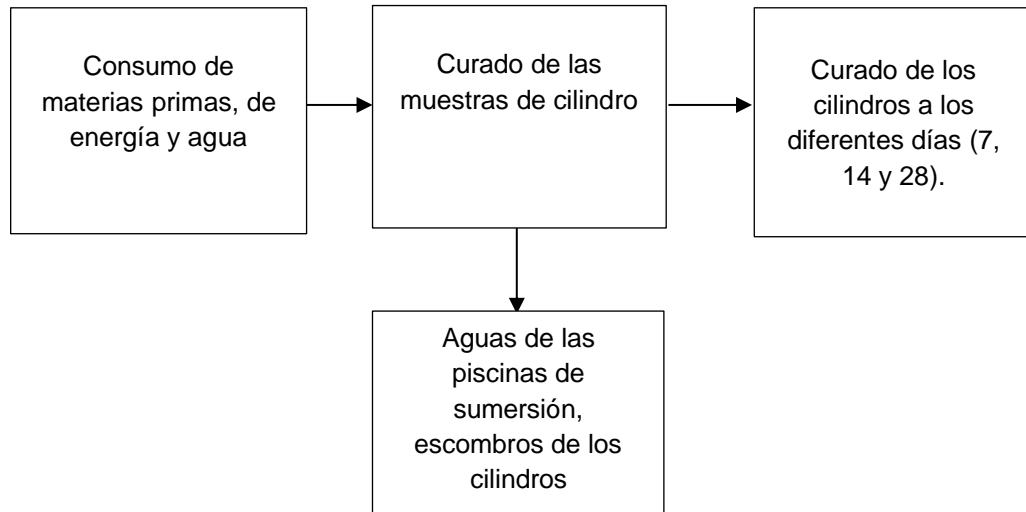


Figura 6. Esquematización del proceso de curado de muestras.
Fuente: autores, 2021.

Proceso de la prueba de compresión

Es menester resaltar que en este proceso la empresa no realiza el diseño de mezcla por lo cual no hay entrada de agua, arena, ni cemento, esto debido a que los cilindros son realizados con el concreto de la obra.

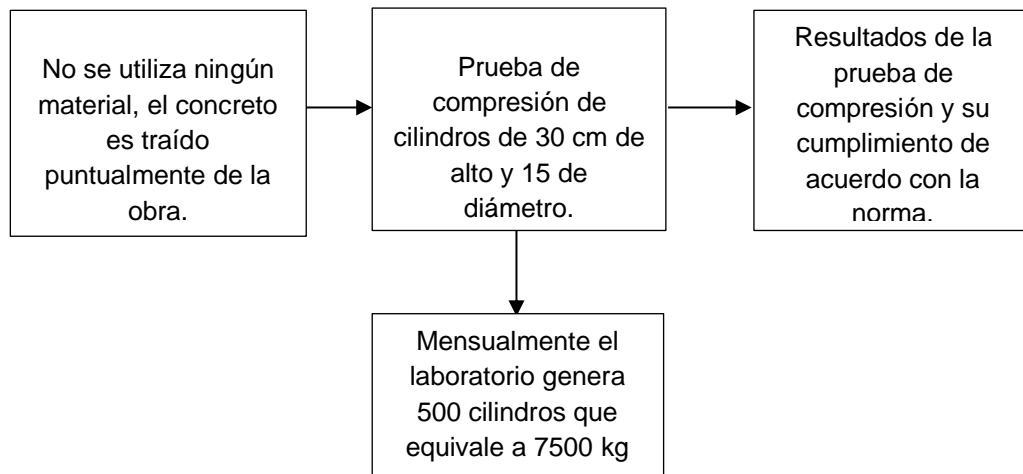


Figura 7. Esquematización del proceso de prueba de compresión
Fuente: Autores, 2021.

El resultado de este proceso es la generación de residuos de cilindros conocidos como Residuos de Construcción y Demolición (RCD), estos en la actualidad la empresa no les da ninguna utilidad, por tanto, se acumulan en las instalaciones de la empresa de manera inadecuada como se puede observar en la figura 8.



Figura 8. Disposición temporal de residuos sólidos.
Fuente: Autores, 2021.

Proceso de diseño de mezcla (cilindros a la compresión)

Otra de las actividades o procesos que se realiza en el laboratorio es el diseño de mezcla que permiten elaborar los cilindros que finalmente son sometidos a pruebas de compresión. (Observar figura 9).

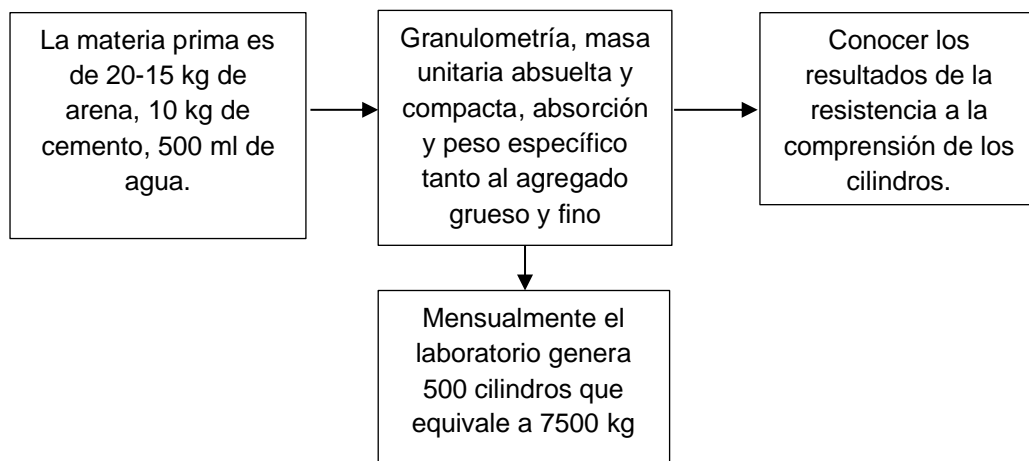


Figura 9. Esquemática del proceso de diseño de mezcla
Fuente: Autores, 2021.

Diseño de mezcla (vigas a flexión)

A continuación, se presenta el esquema del proceso para el diseño de mezcla de concreto en la empresa V&O ingeniería. La empresa no reutiliza el residuo generado por el proceso de diseño. (Observar figura 10).

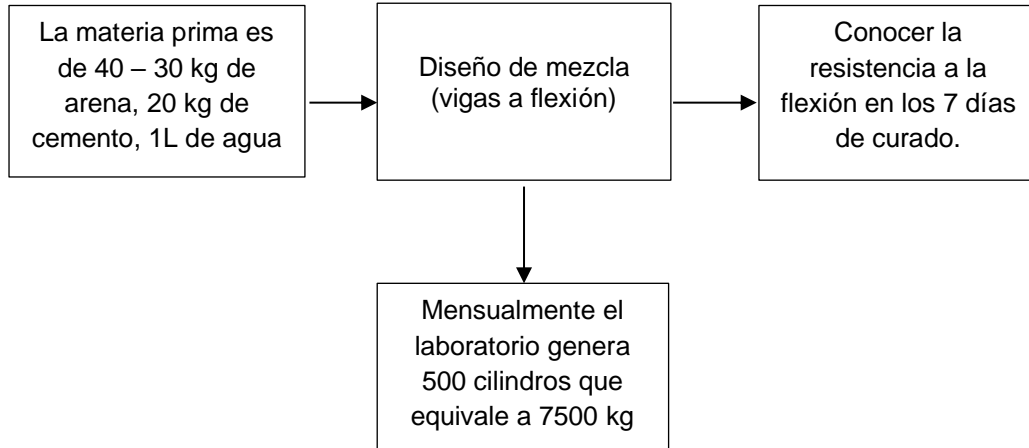


Figura 10. Esquemización del proceso de diseño de mezcla (vigas a flexión)
Fuente: Autores, 2021.

Granulometría del suelo

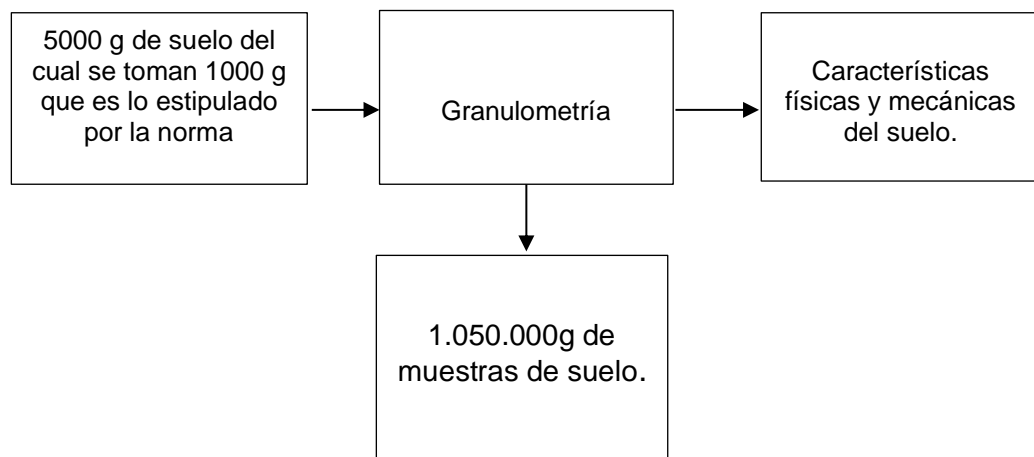
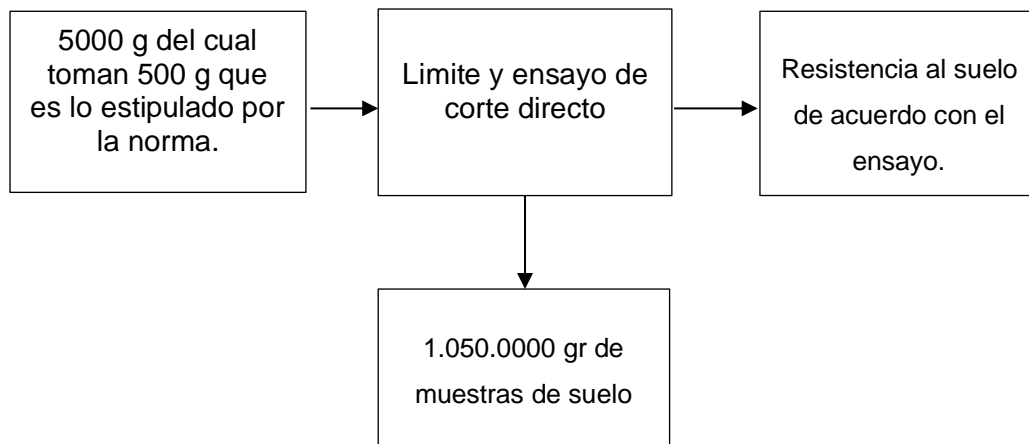


Figura 11. Esquemización del proceso de granulométrico de muestras de suelo
Fuente: Autores, 2020

De acuerdo con la figura 11, se presenta el esquema del proceso para determinar las características físicas y mecánicas del suelo. No hay reutilización de las muestras de suelos sobrantes.

Limite y ensayo de corte directo del suelo

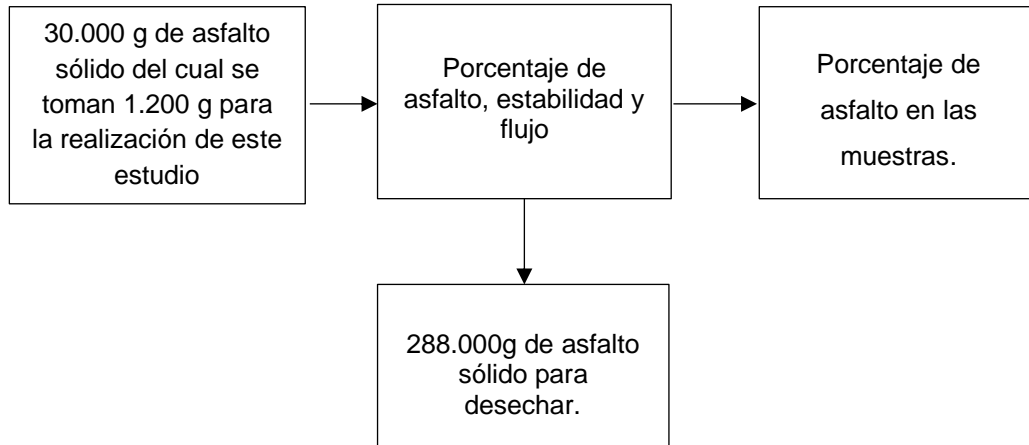
En el laboratorio de suelos se realizan los ensayos de limite y corte directo de suelo, a continuación, se detallan los elementos de entrada, salidas y los residuos de dicho proceso. (Ver figura 12). Es importante mencionar que el laboratorio no les da ningún uso a las muestras de suelos resultantes.



*Figura 12. Esquematización del proceso del ensayo de límite y corte directo del suelo.
Fuente: Autores, 2021.*

Porcentaje (%) de asfalto

El último proceso que se realiza en el laboratorio de V&O ingeniería es el porcentaje de asfalto, de manera que en la siguiente figura se presenta la materia prima utilizada, así como los residuos generados en el proceso, el cual no es aprovechado.



*Figura 13. Esquemización del proceso de porcentaje de asfalto.
Fuente: Autores 2020.*

Para terminar el diagnóstico de la empresa, a continuación, se detalla por medio de fotografías el área de almacenamiento para los materiales de la empresa, dejando ver ciertos problemas como su ubicación, desorden, falta de estibas, todo eso se tendrán en cuenta para la elaboración de estrategias de PML.



*Figura 14. A) área de labores. B) zoom del área de almacenamiento de materias primas.
Fuente: Autores, 2020.*

Como complemento a continuación se describen las entradas y salidas del área administrativa de la empresa V&O ingeniería.

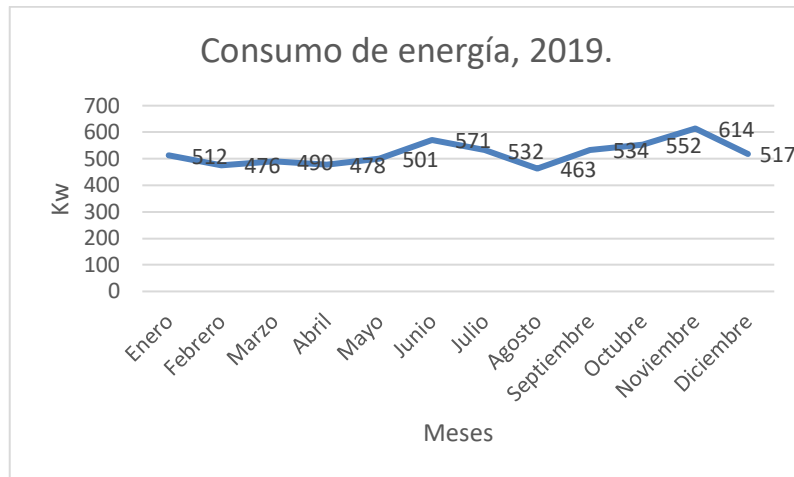
Tabla 2. Entradas y salidas del área administrativa.

Área	Tipo de Aspecto	Aspecto Ambiental	Descripción
	Entrada	Consumo de materias primas e insumos	Papel y cartón
			Elementos de Oficina (tonner, tintas)
			Luminarias
		Consumo de Energía	Equipos Eléctricos y de iluminación
	Consumo de Agua	Potable (consumo doméstico)	
	Salida	Ruido Ambiental	Uso de equipos de cómputo, uso de teléfonos móvil y celulares
		Vertimientos	Aguas de lavado provenientes del baño

		Generación de Residuos	Generación de residuos plásticos, vidrio, papel y cartón
			Generación de residuos peligrosos (Tonner, Luminarias)
			Generación de residuos por finalización de la vida útil de equipos eléctricos o electrónicos, pilas, baterías, cargadores y periféricos de computadores
			Manejo de sustancias líquidas de limpieza.

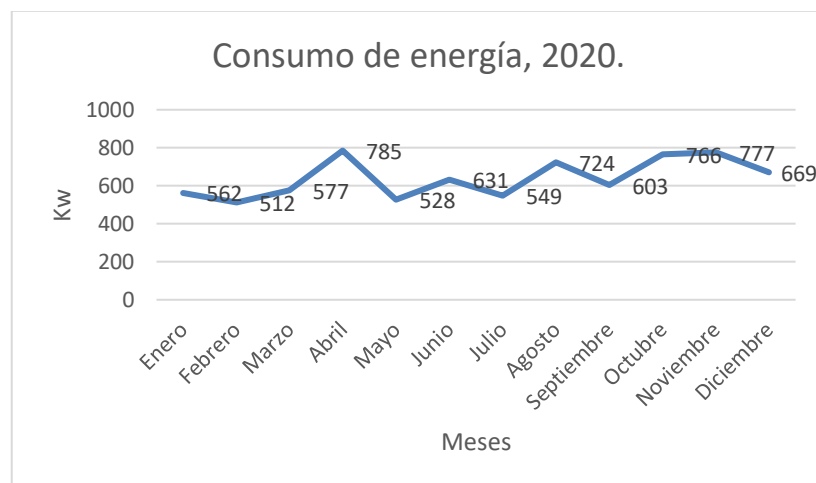
Fuente: V&O Ingeniería.

A continuación, se presentan los consumos de energía eléctrica, de acuerdo a las facturas de la empresa AIRE, de modo general se puede observar variabilidades en el consumo, en donde el mes que más se consumió energía fue noviembre con 614 kw, y el mes en donde menos se consumió fue agosto con 463 kw. Asimismo, el promedio anual de consumo de energía fue de 520 kw.



*Figura 15. Consumo de energía eléctrica 2019.
Fuente: tomado y adaptado de V&O ingeniería.*

A continuación, se presenta el consumo de energía eléctrica para el periodo o año 2020.



*Figura 16. Consumo de energía eléctrica, 2020.
Fuente: tomado y adaptado de V&O ingeniería.*

De acuerdo con la figura 16, en el año 2020 el menor mes de consumo fue en febrero con 512 kw, y el mes en el que más se consumió energía fue abril con 785 kw. El promedio de consumo anual fue de 640,25 kw evidenciando un incremento frente al año anterior.

Para complementar el diagnostico, se presenta el consumo de agua durante el 2019, en donde el mes en donde más se consumió agua fue enero, febrero y mayo con el mismo consumo de 3 m³. El promedio de consumo fue de 2,01 m³.



Figura 16. Consumo de agua, 2020.
Fuente: tomado y adaptado de V&O ingeniería.

A continuación, se presenta el consumo de agua para el año 2020.



Figura 17. Consumo de agua, 2020.
Fuente: tomado y adaptado de V&O ingeniería.

De acuerdo con la información de la figura 17 el mes en donde más se consumió agua potable fue en diciembre con 9m^3 , así mismo, junio presenta un consumo de cero esto por cuenta de la pandemia.

En cuanto a la generación de residuos, el consumo de papel generado en el área de oficinas y la parte administrativa es de 10 paquetes de resmas y cada uno de estos paquetes cuenta con una totalidad de 500 hojas.

La empresa V&O S.A.S consume esta totalidad de papel en aproximadamente 5 meses, generando una cantidad de papel de 15 kg. Haciendo un seguimiento para la verificación de estos datos se conoció que la última vez que la empresa solicitó más papel fue en el mes de noviembre del 2020 hasta el 14 de abril del 2021 corroborando lo anteriormente dicho.

- 1 Hoja pesa 0.003 kg
- 1 Resma = 500 hojas x 10 > 5000 hojas
- $0.003\text{kg} \times 5000 = 15 \text{ kg}$
- 3kg/ mes

La empresa V&O S.A.S genera 3 kg/mes de residuos viniendo directamente de la zona de oficinas y la zona administrativa directamente. Al momento de ser utilizada cada hoja en todo tipo de uso: formatos, informes, contratos etc. Son destruidas y teniendo su disposición final.

6.2 ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

De acuerdo con el diagnóstico realizado se proponen las siguientes estrategias de producción más limpia, organizadas en orden de prioridad de acuerdo con el criterio de los investigadores:

- Reutilización de los residuos de cilindros.

Para este caso en particular, el laboratorio genera residuos de cilindros que son sometidos a los diferentes ensayos, con el fin de evitar que estos tengan un manejo inadecuado se propone como estrategia de PML su reutilización y/o reincorporación en la elaboración de otro concreto convirtiéndose este en materia prima (agregado grueso), por lo cual se deberá contactar al que le interese este material y por medio de un acta se deje certificado la entrega a ese tercero, teniendo así un ingreso para la empresa.

- Disposición final de los residuos de cilindros.

En caso de que no se pueda reutilizar los residuos, de acuerdo con el ítem anterior, es menester solicitar ante la autoridad ambiental competente la autorización o permiso necesarios para poder disponer de manera adecuada los residuos. Sin embargo, esta estrategia se deberá considerar como última opción por el impacto que puede llegar a causar al medio ambiente.

- Adecuación del sitio de almacenamiento.

Teniendo en cuenta las condiciones de almacenamiento, una de las estrategias está encaminada a la adecuación de un sitio en el que no se alteren las propiedades de los materiales debido a las condiciones atmosféricas o humedad del suelo, por tanto, se propone el diseño y construcción de un sitio dentro de la empresa, en donde los materiales se deben disponer en estibas de plástico para aislarlo de la humedad del suelo.

- Separación adecuada de los residuos generados.

Deberá implementarse el nuevo código de colores, siguiendo las recomendaciones que establece la resolución 2184 del 2019, para lo cual se deberá comprar las canecas que permitan una adecuada segregación.

- Reutilización de los residuos de suelo resultante del ensayo de corte directo.

Se deberá disponer los residuos de suelo en parques para rellenar huecos o entregar a terceros por medio de un acta que certifique dicha entrega.

- Capacitación constante al personal en el modo de la utilización de la maquinaria y equipos.

Se propone realizar capacitaciones semestrales en donde se haga un repaso de la utilización de los equipos y maquinaria, esto no solo llevará con el fin de reducir el consumo de energía, sino que permite disminuir el error presente en los ensayos ofreciendo una mejor confiabilidad de los resultados.

Asimismo, se debe dictar capacitaciones en la prevención de derrames y pérdidas de materiales durante el almacenamiento, transporte y su posterior aplicación.

- Aprovechamiento de aguas pluviales

Se deberá implementar un sistema de recolección de aguas pluviales por medio de canaletas y un taque de almacenamiento. Esta agua podrá ser utilizada en actividades domésticas tales como para el baño, lavado de pisos y riego de áreas verdes, exceptuando su utilización para la elaboración de cilindros o para el proceso de curado que requiere según la norma de agua potable preferiblemente.

- Instalación de paneles solares

Se propone la instalación de un sistema de paneles solares, este proceso será gradual de manera que los paneles inicialmente sostendrán todos los equipos de cómputo y las luces; y en una proyección de dos años se instalarán otros paneles para ampliar la cobertura hacia las maquinas propias de la actividad económica de la empresa y demás aparatos eléctricos y electrónicos. Este sistema solar solo trabajará desde las 6: a.m. hasta las 2 p.m., cuando la totalidad de paneles este

instalado se prevé que pueda lograr una capacidad de operación de 8 horas que es el funcionamiento de la empresa, logrando un aporte a la sostenibilidad ambiental.

- Mantenimiento preventivo a las redes sanitarias y equipos eléctricos y electrónicos

Cada seis meses se deberá contratar una empresa que realice el mantenimiento preventivo en inodoros, alberca, tubos y demás redes sanitarias en busca de fugas que aumenten el consumo de agua; además, las maquinas utilizadas para los ensayos, nevera, aire acondicionado y cualquier otro aparato que requiera energía deberá revisarse para lograr una reducción en el consumo de energía.

- Medidas de ahorro de agua y energía

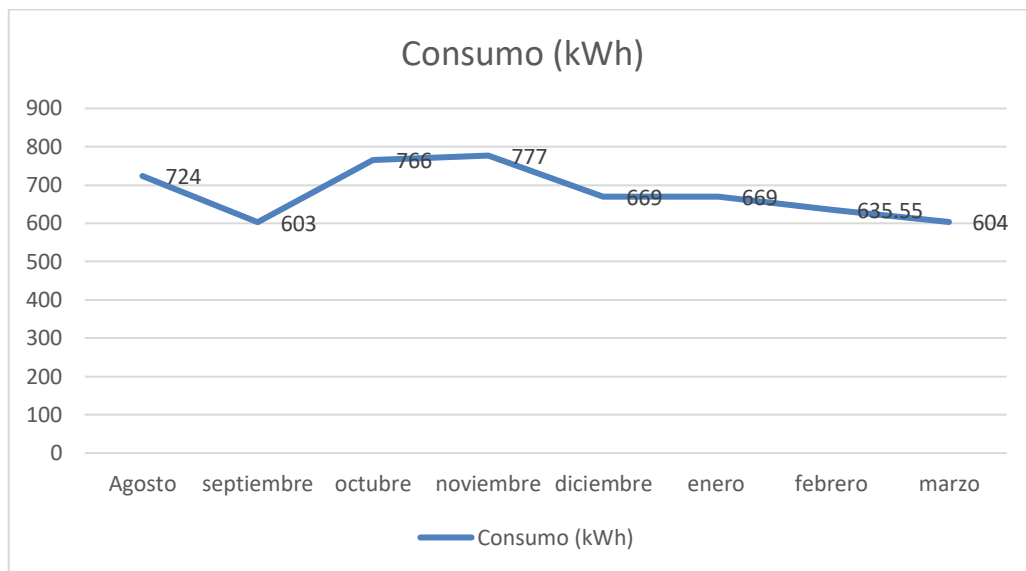
Para el componente agua es necesario el diseño e implementación de programas de uso de ahorro y eficiente de agua, así mismo como grifería ahorradora de agua que cuente con sensores. En cambio, para el componente de energía eléctrica, se recomienda bombillos ahorradores de energía, y sensores para que se apaguen las luces cuando no se usen, por otro lado, se recomienda en horas de almuerzo desenchufar los aparatos.

6.3 ESTUDIO TÉCNICO, AMBIENTAL Y ECONÓMICO DE CADA ESTRATEGIA DE PML

Teniendo en cuenta las estrategias de PML y los residuos generados en cada una de las operaciones unitarias mencionadas en el diagnóstico se realiza una proyección en donde se puede afirmar que de ser aplicadas correctamente las estrategias se tendría una reducción del 100% en todos los residuos, es decir, se pasaría de tener 7500 kg de residuos de cilindros a aprovecharse o disponerse en su totalidad. De igual forma, ocurriría con los 10500000 gr de muestras de suelo del proceso de granulometría, 1050000 gr de muestras de suelo del ensayo límite y corte directo y 2880000g de asfalto sólido.

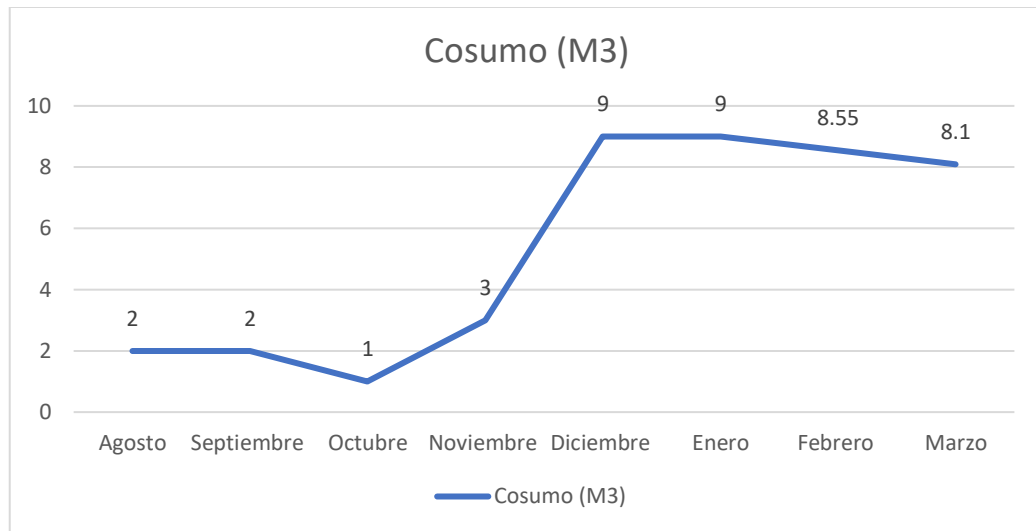
Proyección de reducción del consumo de energía

Teniendo en cuenta las estrategias de PML propuestas se proyecta una reducción del 5% en el consumo de energía para el primer mes después de aplicada las estrategias (febrero 2021), luego otro 5% en el segundo mes (marzo 2021) para un total del 10% como se observa en los dos últimos meses con relación a los consumos anteriores, cabe mencionar que en la siguiente gráfica los meses de agosto hasta diciembre son los consumos del 2020 los cuales se toman como base para hacer la proyección a partir de enero 2021 que también se visualiza en la gráfica, ver la siguiente gráfica.



*Figura 18. consumo de electricidad y proyecciones.
Fuente: V&O ingeniería.*

Proyección de reducción del consumo de agua



*Figura 19. consumo de agua y proyecciones.
Fuente: V&O ingeniería.*

De acuerdo con la figura 19 se espera al igual que en la electricidad una reducción del 5% en el primer mes (febrero) y el mismo porcentaje de reducción en el segundo mes (marzo), logrando una disminución en el consumo del 10% luego de los dos meses. Los meses de agosto hasta diciembre son del 2020 y se consideran para hacer la proyección de consumo.

Estudio económico

El estudio económico se llevó a cabo mediante los indicadores periodo de recuperación de la inversión y la rentabilidad de la inversión para cada estrategia de producción más limpia.

- **Estudio económico para la estrategia de PML (reutilización de los residuos de cilindros)**

Período de recuperación (PR) de la inversión

En primer lugar, se calcula el flujo de caja mediante la siguiente ecuación:

$$FC = 500.000 + 300.000 = \$ 800.000 \text{ mensual}$$

Y: Inversión inicial será de \$ 500.000 por cuenta de disponer de un lugar dentro de la empresa en la cual se deben almacenar los cilindros.

A: ahorro de costos por enviar los cilindros al sitio de disposición final, representados en:

C = costo del servicio por disponer los residuos sin implementar la estrategia:
\$300.000 mensual.

C_{pm} = se estima una reducción del ahorro del 100% del servicio por disponer los residuos de cilindros

Por lo tanto, el período de recuperación (PR) se expresa en términos de la inversión inicial I_0 y del flujo de caja FC mediante la siguiente ecuación:

$$PR = \frac{\$ 500.000 /mes}{\$ 800.000 /mes} * 100 = 63 \text{ meses} = 5,2 \text{ años}$$

Teniendo en cuenta el resultado se puede observar que la inversión es aceptable en términos económicos dados que el periodo de recuperación es mayor a 3 y menor a 8 años.

Rentabilidad de la inversión (RI)

Esta definición puede ser expresada mediante la siguiente ecuación:

$$RI = \frac{\$ 800.000 \text{ mensual}}{\$ 500.000 \text{ mensual}} * 100 = 160\%$$

Por lo tanto, el rendimiento de la inversión es del 160% anual. Y la inversión es muy atractiva en términos económicos dado que la RI es \geq al 33%.

- **Estudio económico para la estrategia de PML (adecuación del sitio de almacenamiento)**

Período de recuperación (PR) de la inversión

Se calcula el flujo de caja mediante la siguiente ecuación:

$$FC = \$ 3.000.000 + \$ 400.000 = \$ 3.400.000 \text{ mes}$$

Y: Inversión inicial será de \$ 3.000.000 por cuenta de mano de obra, compra de estibas, materiales para adecuar el sitio de almacenamiento y mano de obra.

A: ahorro de costos por disponer de un sitio adecuado para el almacenamiento de la materia prima.

C = costo por la pérdida de materia prima por no disponer de un sitio de almacenamiento: \$500.000 mensual.

C_{pml} = costo una vez implementado el sitio de almacenamiento, se estima solo una pérdida del 20% de lo que se perdía antes de implementar la estrategia es decir 100 mil pesos COP.

Por lo tanto, el período de recuperación (PR) se expresa en términos de la inversión inicial I0 y del flujo de caja FC mediante la siguiente ecuación:

$$PR = \frac{\$ 3.000.000 /mes}{\$ 3.400.000/mes} * 100 = 88 \text{ meses} = 7,33 \text{ anual}$$

Teniendo en cuenta el resultado se puede observar que la inversión es aceptable en términos económicos dado que el periodo de recuperación es mayor a 3 y menor a 8 años.

Rentabilidad de la inversión (RI)

Esta definición puede ser expresada mediante la siguiente ecuación:

$$RI = \frac{\$ 3.400.000}{\$ 3.000.0000} * 100 = 113,33\%$$

Por lo tanto, el rendimiento de la inversión es del 113,33% anual, de manera que la inversión es muy atractiva en términos económicos dado que la RI es \geq al 33%.

- **Estudio económico para la estrategia de PML (aprovechamiento de aguas pluviales)**

Período de recuperación (PR) de la inversión

Se calcula el flujo de caja mediante la siguiente ecuación:

$$FC = \$ 3.000.000 + \$ 72.000 = \$ 3.072.000/mes$$

Y: Inversión inicial será de \$ 3.000.000 por cuenta de mano de obra, compra de materiales (canaletas, tanque elevado) y mano de obra.

A: ahorro de costos por disponer de un sitio adecuado para el almacenamiento de la materia prima.

C = costo del agua potable sin implementar la estrategia de PML \$ 80.000 mensual

C_{pml} = costo del agua potable implementada la estrategia de PML \$ 72.000 mensual ya que estima un ahorro del 10%.

Por lo tanto, el período de recuperación (PR) se expresa en términos de la inversión inicial I0 y del flujo de caja FC mediante la siguiente ecuación:

$$PR = \frac{\$ 3.000.000 \text{ mensual}}{\$ 3.072.000 \text{ mensual}} * 100 = 93 \text{ meses} = 8 \text{ anual}$$

Teniendo en cuenta el resultado se puede observar que la inversión es aceptable en términos económicos dado que el periodo de recuperación es mayor a 3 y menor a 8 años.

Rentabilidad de la inversión (RI)

Esta definición puede ser expresada mediante la siguiente ecuación:

$$RI = \frac{\$ 3.072.000}{\$ 3.000.000} * 100 = 102,4\%$$

Por lo tanto, el rendimiento de la inversión es del 102,4% anual, de manera que la inversión es muy atractiva en términos económicos dado que la RI es \geq al 33%.

- **Estudio económico para la estrategia de PML (instalación de paneles solares)**

Período de recuperación (PR) de la inversión

Se calcula el flujo de caja mediante la siguiente ecuación:

$$FC = \$ 5.000.000 + \$ 164.000 = \$ 5.164.000 \text{ mensual}$$

Y: Inversión inicial será de \$ 5.000.000 por cuenta de mano de obra, compra de materiales y mano de obra.

A: ahorro de costos por disponer de un sitio adecuado para el almacenamiento de la materia prima.

C = costo de la energía sin implementar la estrategia de PML \$ 548.000 mensual.

C_{pml} = costo de la energía implementada la estrategia de PML \$ 384.000 mensual ya que se estima un ahorro del 30%.

Por lo tanto, el período de recuperación (PR) se expresa en términos de la inversión inicial I0 y del flujo de caja FC mediante la siguiente ecuación:

$$PR = \frac{\$ 5.000.000 \text{ anual}}{\$ 5.164.000 \text{ anual}} * 100 = 96 \text{ meses} = 8 \text{ anual}$$

Teniendo en cuenta el resultado se puede observar que la inversión es aceptable en términos económicos dado que el periodo de recuperación es mayor a 3 y menor a 8 años.

Rentabilidad de la inversión (RI)

Esta definición puede ser expresada mediante la siguiente ecuación:

$$RI = \frac{\$ 5.164.000}{\$ 5.000.000} * 100 = 103 \%$$

Por lo tanto, el rendimiento de la inversión es del 103% anual, de manera que la inversión es muy atractiva en términos económicos dado que la RI es \geq al 33%.

6.4 PLAN SEGUIMIENTO Y CONTROL PARA LAS ESTRATEGIAS DE PML DE LA EMPRESA V&O INGENIERÍA S.A.S.

En el siguiente cuadro se puede observar el proceso de implementación de las estrategias de PML con cada uno de los indicadores que permiten conocer el nivel de eficacia en la implementación de las estrategias.

Tabla 3. Plan de seguimiento y control para las estrategias de PML de la empresa.

Estrategía de PML	Actividades	Responsable	Indicador de seguimiento	Fuente de información
Reutilización de los residuos de cilindros.	Realizar las gestiones pertinentes para poder entregar el residuo a terceros.	Persona o empresa con la cual se haga el contrato para la recolección de residuos	$\frac{\text{Kg de residuos de cilindros}}{\text{kg de residuos reutilizados}} * 100$	Reportes de V&O
Disposición final de los residuos de cilindros.	Realizar los trámites y/o permisos ante la autoridad	Empresa V&O ingeniería	$\frac{\text{Kg de residuos de cilindros}}{\text{kg de cilindros dispuestos}} * 100$	Reportes de V&O

	competente para disponer residuos en escombreras			
Adecuación del sitio de almacenamiento.	Diseñar y construir el sitio de almacenamiento	Empresa V&O ingeniería	Fotos y planos del sitio construido.	Reportes de V&O
Separación adecuada de residuos generados.	Comprar el número de canecas necesarias.	Angélica Vanegas	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de canecas requeridas}}{\text{N}^\circ \text{ de canecas compradas}} * 100$	Reportes de V&O
Capacitación constante al personal en el modo de la utilización de la	Capacitación teórica de 15 minutos y luego practicar todos los ensayos en cada una de las	Eberto Ortega	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de capacitaciones programadas}}{\text{N}^\circ \text{ de capacitaciones realizadas}} * 100$	Reportes de V&O

maquinaria y equipos.	máquinas y equipos.			
Aprovechamiento de aguas pluviales.	Compra de tubería, canaletas y tanque de almacenamiento.	Empresa V&O ingeniería	Número de metros cúbicos consumidos en agua.	Recibos de la empresa de agua.
Optimización del consumo de energía por medio de paneles solares	Panales solares, cables, regular de carga, batería, cableado.	Empresa V&O ingeniería	Número de Kwh consumidos en energía eléctrica	Recibos de la empresa de energía

Fuente: Autores, 2021.

7. CONCLUSIONES

En cuanto al diagnóstico se encontraron diferentes deficiencias en las operaciones realizadas por la empresa V&O ingeniería debido a que muchos de los residuos que se generan no se están reutilizando o reciclando, por ejemplo, en el tema del manejo de los cilindros una vez son sometido a los ensayos estos son dispuestos en el patio sin ningún uso hasta que se tenga un volumen considerable y se dispongan en un sitio aprobado para los mismos, o se regalan para decoración en fincas; sin embargo, no se le da un uso que implique la generación de ingresos para la empresa.

Para el caso de los recortes de suelos el procedimiento es exactamente el mismo, no se observa aprovechamiento. Internamente no se dispone de un sitio de almacenamiento adecuada que pueda garantizar las propiedades de los materiales (agregados finos y grueso, cemento), y el sitio en donde se disponen los residuos no cuenta con una separación adecuada de los residuos sólidos, además los mismos se disponen en el patio de la empresa a la intemperie. En cuanto al recurso agua no se reutiliza el agua proveniente de la piscina de curado de los cilindros, no se cuenta con estrategias para el uso ahorro y eficiente del agua ni la energía.

En cuanto las estrategias de producción más limpias se plantearon las siguientes: reutilización de los residuos de cilindros, disposición final de los residuos de cilindros, adecuación del sitio de almacenamiento, separación adecuada de los residuos generados, reutilización de los residuos de suelo resultante del ensayo de corte directo, captación constante al personal en el modo de la utilización de la maquinaria y equipos, aprovechamiento de aguas pluviales, instalación de paneles solares y mantenimiento preventivo a las redes sanitarias y equipos eléctricos y electrónicos.

De acuerdo con el estudio técnico, económico y ambiental realizado se concluye que las estrategias son aptas de acuerdo con los criterios ambientales dado que

permite la reutilización y reciclaje de residuos lo cual evidentemente impacta positivamente el ambiente y demuestra la responsabilidad social y ambiental de la empresa; en términos económicos a través de los indicadores período de recuperación (PR) de la inversión y rentabilidad de la inversión (RI) las estrategias son rentables en el tiempo, ya que su recuperación se efectúa dentro de un plazo no mayor a 8 años lo cual las convierte o cataloga como aceptables y de acuerdo con la RI las estrategias son muy atractivas.

Se propone un plan de seguimiento y control a cada una de las estrategias mediante indicadores que permiten conocer la efectivas de dichas estrategias y, en caso de ser necesario, hacer los correctivos a los que haya lugar, logrando garantizar la sostenibilidad del programa de producción más limpia en el tiempo.

Por último, es importante mencionar que con la realización de este trabajo se obtiene para la empresa V&O diferentes beneficios tanto ambientales como económico, lo que repercute o impacto de manera positiva en su competitividad y demuestra el compromiso social y ambiental lo cual se contempla dentro de su político ambiental, así como su misión y visión empresarial. Como ingeniero ambiental y sanitario este estudio permitió poner en práctica los conocimientos aprendidos, así como permitió la adquisición de nuevos lo cual nos preparó ante la solución de un problema real, el cual fue solucionado.

8. RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados encontrados se hace pertinente el planteamiento de las siguientes recomendaciones:

- Determinar la huella de carbono e hídrica producto de las actividades realizada por la empresa V&O ingeniería.
- Revisión y evaluación del cumplimiento legal de la legislación ambiental colombiana además de mecanismos de socialización e integración en la gestión de la empresa.
- Se recomienda gestionar jornadas de sensibilización y programas de capacitación para un mejor desempeño ambiental de la empresa.
- Se recomienda el diseño y aplicación del Sistema de Gestión Ambiental basado en la ISO 14001:2015.
- Aplicar todas las estrategias de producción más limpia recomendadas en este estudio en aras de que la empresa tenga un mayor compromiso ambiental y social.
- Diseñar e implementar un programa de ahorro y uso eficiente de agua
- Diseñar e implementar un programa de ahorro y uso eficiente de energía eléctrica.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, S (2015). Elaboración de un plan de producción más limpia para el hotel patrimonio de la ciudad de Cuenca. Tesis de pregrado. Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador.
- Arias, F. (2006). El proyecto de investigación. Introducción a la metodología de la investigación. Sexta edición. Editorial Episteme. Caracas, Venezuela.
- Bernal A., Beltrán C. y Márquez A. (2016). Producción Más Limpia: Una revisión de aspectos generales. *Revista I3+*, Vol. 3(2), 66 - 84 p.
- Benítez, P., Cerchar, E., Ortega, E., Vanegas, P y Vergara, J. (2016). Discusión de la gestión ambiental en la empresa de consultorías, interventorías y construcción (ingeniería civil, sanitaria y ambiental) laboratorio de suelos, concreto y asfaltos v&o ingeniería S.A.S. Universidad de Manizales.
- Castilla, J y Baquero, A (2018) Producción más limpia como alternativa de desarrollo sostenible de las explotaciones de arcilla en la vereda las casitas del municipio de Valledupar. (Tesis de ingeniería de minas). Universidad Andina. Valledupar, Cesar.
- De la caridad, A (2013) Efectos nocivos de la contaminación ambiental sobre la embarazada.
- Estupiñán, R (2015) Administración de riesgos E.R.M y la auditoria interna. Segunda edición. Ecoe Ediciones.
- Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo CCAD, (2008). Guía Regional Sobre Acuerdos Voluntarios de Producción Más Limpia, San. Salvador.
- Flórez, M (Ed.) (2002). Casos de aplicación de producción más limpia en Colombia. Medellín: Editorial clave. CNPMLYTA - Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales.

- Garzón, A y Gutiérrez, A (2016). Estrategias de producción más limpia para el proceso de cromado en la empresa Zinc. LTDA. (Tesis de pregrado). Universidad Libre. Bogotá.
- Hoof, B. v., Monroy, N., y Saer, A. (2008). Producción más Limpia. Bogotá: Alfaomega Colombiana S.A.
- Chávez, A., Cristancho, D y Ospina, E. (2009). Una alternativa limpia para el tratamiento de las aguas residuales galvánicas: revisión bibliográfica. *Revista Ingenierías Universidad De Medellín*, 8(14), 39-50.
- Melara, N., y Guardado, J. (2008). Desarrollo de un programa de Producción Más Limpia en una empresa prototipo del sector hotelero del área metropolitana de San Salvador. Universidad Don Bosco, El Salvador.
- Moreno, B (2013) realizó una investigación titulada Análisis de la aplicación de herramientas de producción más limpia para la gestión ambiental de residuos peligrosos: estudio de caso en pinturas y solventes spratech Ltda. municipio de la Estrella (Antioquia). Tesis de posgrado. Universidad de Manizales. Manizales, Colombia.
- Parra, A (2017) Diagnóstico de la Gestión de Acceso de Usuarios en la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (Tesis Especialista en Gerencia de Calidad en productos y servicios) Universidad Libre. Bogotá.
- Sampieri, R., Fernández C., C., Baptista L., P., & Collado., H. (2014). *Metodología de la Investigación*. Ciudad de México: McGraw Hill.
- Tamayo, U. y Vicente, A. (2007). Generación de valor mediante prácticas de producción limpia, ecodiseño y logística inversa. En *Mediterráneo Económico*. Nuevos enfoques del marketing y la creación de valor. (11), 147-164.

- Tovar, E (2014) La producción más limpia como estrategia de estado para coadyuvar a promover la sostenibilidad ambiental en Guatemala, en el marco de la responsabilidad social empresarial. Presentación de estudio de caso. (Tesis de posgrado). Universidad Rafael Landívar. Guatemala de la Asunción.
- Quesada, M (2015). Propuesta de programa de producción más limpia para la empresa de pintura blue START. Tesis de pregrado. Instituto tecnológico de Costa Rica. Costa Rica.
- Vanegas, C (2014) ¿Producción limpia? Un elemento clave para la competitividad de las empresas colombianas y los acuerdos ambientales multilaterales. Tesis de posgrado. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá.
- Vargas, J (2006). Diseño de un programa de producción más limpia para su implementación en la industria cervecera Bavaria S.A Bucaramanga. Tesis de pregrado. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.

Anexo 1. Evidencias





Electricaribe Sumos 7 años

Orden del Mesero y Sumos

Nombre de Pago: **STENA SIMONIS EBERTO RAFAEL**

Sumos a pagar: \$ 240.000

Sumos a pagar por pagar: \$ 240.000

Consumo de los últimos 6 meses (kWh):

Mes	Consumo (kWh)
2019	470
2018	470
2017	470
2016	470
2015	470
2014	470

Preparado Consumo Diario (kWh): 15.66

Ahora es más fácil comunicarte
Marca desde tu celular
115
Consultas, Reportes o Quejas

Electricaribe

EMDUPAR Empresa de Gestión Pubblica de Transportación

FACTURA DE SERVICIO Acueducto y Alcantarillado

CODIGO DEL USUARIO: 6753

DIRECCION: CL 3C CR 8 - 23

FECHA DE FACTURACION: JULIO/2019

PERIODO FACTURADO: 05/07/2019 - 03/08/2019

Consumo de los últimos 6 meses (kWh)

Mes	Consumo (kWh)
2019	470
2018	470
2017	470
2016	470
2015	470
2014	470

Preparado Consumo Diario (kWh): 15.66

LIQUIDACION DE SERVICIOS DEL MES

CONCEPTO	TARIFA	CANTIDAD	VALOR
ACUEDUCTO	4.732.00	470	2.223.90
ALCANTARILLADO	2.243.00	470	1.053.20
ALCANTARILLADO PLUVIA	2.274.00	470	1.069.10
ALCANTARILLADO PLUVIA	2.274.00	470	1.069.10
ALCANTARILLADO PLUVIA	2.274.00	470	1.069.10
ALCANTARILLADO PLUVIA	2.274.00	470	1.069.10
TOTAL			7.593.40

TOTAL MES SALDO ANTERIOR VALOR EN RECLAMO TOTAL FACTURA

\$ 0.00 \$ 0.00 \$ 7.593.40

FECHA DE PAGO OPORTUNO: INMEDIATO

EMDUPAR Empresa de Gestión Pubblica de Transportación

CODIGO DEL USUARIO: 6753

FACTURA DE VENTA No. 9979493

ZONA / BARRIO: LOS CAMPANOS

FECHA DE FACTURACION: JULIO/2019

PERIODO FACTURADO: 05/07/2019 - 03/08/2019

LECTURAS

LECTURA	FECHA	VALOR
ANTERIOR	25/05/19	40
ACTUAL	27/06/19	42

CONSUMO MESES ANTERIORES

Mes	Consumo (kWh)
JUN	4
MAY	2
ABR	3
MAR	2
FEB	3
ENE	3

LIQUIDACION DE SERVICIOS DEL MES

CONCEPTO	TARIFA	CANTIDAD	VALOR
ACUEDUCTO	4.732.00	470	2.223.90
ALCANTARILLADO	2.243.00	470	1.053.20
ALCANTARILLADO PLUVIA	2.274.00	470	1.069.10
ALCANTARILLADO PLUVIA	2.274.00	470	1.069.10
ALCANTARILLADO PLUVIA	2.274.00	470	1.069.10
ALCANTARILLADO PLUVIA	2.274.00	470	1.069.10
TOTAL			7.593.40

TOTAL MES SALDO ANTERIOR VALOR EN RECLAMO TOTAL FACTURA

\$ 0.00 \$ 0.00 \$ 7.593.40

FECHA DE PAGO OPORTUNO: INMEDIATO

Electricaribe

EMDUPAR Empresa de Gestión Pubblica de Transportación

FACTURA DE SERVICIO Acueducto y Alcantarillado

CODIGO DEL USUARIO: 6753

DIRECCION: CL 3C CR 8 - 23

FECHA DE FACTURACION: JULIO/2019

PERIODO FACTURADO: 05/07/2019 - 03/08/2019

Consumo de los últimos 6 meses (kWh)

Mes	Consumo (kWh)
2019	470
2018	470
2017	470
2016	470
2015	470
2014	470

Preparado Consumo Diario (kWh): 15.66

LIQUIDACION DE SERVICIOS DEL MES

CONCEPTO	TARIFA	CANTIDAD	VALOR
ACUEDUCTO	4.732.00	470	2.223.90
ALCANTARILLADO	2.243.00	470	1.053.20
ALCANTARILLADO PLUVIA	2.274.00	470	1.069.10
ALCANTARILLADO PLUVIA	2.274.00	470	1.069.10
ALCANTARILLADO PLUVIA	2.274.00	470	1.069.10
ALCANTARILLADO PLUVIA	2.274.00	470	1.069.10
TOTAL			7.593.40

TOTAL MES SALDO ANTERIOR VALOR EN RECLAMO TOTAL FACTURA

\$ 0.00 \$ 0.00 \$ 7.593.40

FECHA DE PAGO OPORTUNO: INMEDIATO

Que tus electrodomesticos tambien descansen en vacaciones

Apaga la nevera o sácala al refrigerador si no vas a usarla por días.

Desconecta los electrodomesticos y aparatos electricos.

Si quieres un ahorro total, baja los buses antes de ir de vacaciones. Así evitas el consumo de energía de cualquier aparato enchufado.

