



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**PROGRAMA EFICIENTE PARA LA CREACIÓN DE UN MODELO ÓPTIMO
DE PRODUCCIÓN, EN LOS PROCESOS DONDE SE APLICA TÉCNICA ABRASIVA
DE ARENA A PRESIÓN, EMPLEANDO LA ECONOMÍA CIRCULAR, EN UNA EMPRESA
QUE MEJORA SUS PROCESOS A BAJO IMPACTO AMBIENTAL**

José Mario López Azmitia

Asesorado por el Ing. Iván Estuardo Gramajo Morales

Guatemala, enero de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**PROGRAMA EFICIENTE PARA LA CREACIÓN DE UN MODELO ÓPTIMO DE
PRODUCCIÓN, EN LOS PROCESOS DONDE SE APLICA TÉCNICA ABRASIVA DE ARENA
A PRESIÓN, EMPLEANDO LA ECONOMÍA CIRCULAR, EN UNA EMPRESA QUE MEJORA
SUS PROCESOS A BAJO IMPACTO AMBIENTAL**

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JOSÉ MARIO LÓPEZ AZMITIA

ASESORADO POR EL ING. IVÁN ESTUARDO GRAMAJO MORALES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, ENERO DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**PROGRAMA EFICIENTE PARA LA CREACIÓN DE UN MODELO ÓPTIMO
DE PRODUCCIÓN, EN LOS PROCESOS DONDE SE APLICA TÉCNICA ABRASIVA
DE ARENA A PRESIÓN, EMPLEANDO LA ECONOMÍA CIRCULAR, EN UNA EMPRESA
QUE MEJORA SUS PROCESOS A BAJO IMPACTO AMBIENTAL**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha septiembre de 2020.

José Mario López Azmitia.

Guatemala 8 de julio de 2021

Ingeniero

César Ernesto Urquizú Rodas

Escuela Mecánica Industrial

Facultad de Ingeniería

Ingeniero Urquizú:

Por este medio hago de su conocimiento que he asesorado al estudiante universitario **José Mario López Azmitia** con carné **200212060** en su tema de trabajo de graduación "**PROGRAMA EFICIENTE PARA LA CREACIÓN DE UN MODELO ÓPTIMO DE PRODUCCIÓN, EN LOS PROCESOS DONDE SE APLICA TÉCNICA ABRASIVA DE ARENA A PRESIÓN, EMPLEANDO LA ECONOMÍA CIRCULAR, EN UNA EMPRESA QUE MEJORA SUS PROCESOS A BAJO IMPACTO AMBIENTAL**", por la cual la doy por aprobada.

Atentamente,



Iván Estuardo Gramajo Morales
Ingeniero Mecánico Industrial
Colegiado No. 12636

IVÁN ESTUARDO GRAMAJO MORALES
ING. MECANICO INDUSTRIAL
COLEGIADO NO. 12636



ESCUELA DE
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REF.REV.EMI.115.021

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROGRAMA EFICIENTE PARA LA CREACIÓN DE UN MODELO ÓPTIMO DE PRODUCCIÓN, EN LOS PROCESOS DONDE SE APLICA TÉCNICA ABRASIVA DE ARENA A PRESIÓN, EMPLEANDO LA ECONOMÍA CIRCULAR, EN UNA EMPRESA QUE MEJORA SUS PROCESOS A BAJO IMPACTO AMBIENTAL**, presentado por el estudiante universitario **José Mario López Azmitia**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


VICTOR Hugo Garcia Roque
INGENIERO INDUSTRIAL
Colegiado No. 5132
Ing. Victor Hugo Garcia Roque
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, octubre de 2021.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

LNG.DIRECTOR.008.EMI.2022

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador de área y la aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **PROGRAMA EFICIENTE PARA LA CREACIÓN DE UN MODELO ÓPTIMO DE PRODUCCIÓN, EN LOS PROCESOS DONDE SE APLICA TÉCNICA ABRASIVA DE ARENA A PRESIÓN, EMPLEANDO LA ECONOMÍA CIRCULAR, EN UNA EMPRESA QUE MEJORA SUS PROCESOS A BAJO IMPACTO AMBIENTAL**, presentado por: **José Mario López Azmitia**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, enero de 2022

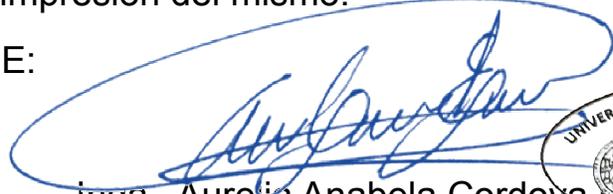
Facultad de Ingeniería

Decanato
24189101-
24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.040.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **PROGRAMA EFICIENTE PARA LA CREACIÓN DE UN MODELO ÓPTIMO DE PRODUCCIÓN, EN LOS PROCESOS DONDE SE APLICA TÉCNICA ABRASIVA DE ARENA A PRESIÓN, EMPLEANDO LA ECONOMÍA CIRCULAR, EN UNA EMPRESA QUE MEJORA SUS PROCESOS A BAJO IMPACTO AMBIENTAL**, presentado por: **José Mario López Azmitia**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



ingra. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana

Guatemala, enero de 2022

AACE/gaac

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por darme la vida y sabiduría para poder alcanzar esta meta.
Mis Padres	Su amor incondicional será siempre una inspiración.
Mis tíos	Por ser un apoyo en mi carrera.
Mis hermanas	Quienes han sido mi más grande apoyo.
Mi esposa	Por estar siempre a mi lado.
Mis hijos	Por su paciencia.
Mis abuelos	Que esta meta alcanzada sea para ellos una muestra de agradecimiento.
Mis amigos	Por ser parte importante en mi vida.
Mi tía abuela Marta Estela Dorantes	Por su incondicional apoyo.

AGRADECIMIENTOS A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala	Alma Mater, mi segundo hogar y gran fuente de inspiración.
Facultad de Ingeniería	Por los conocimientos adquiridos.
Mis amigos	Por ser amistades incondicionales.
Mi asesor	Por ser una importante influencia en mi vida.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	XI
LISTA DE SÍMBOLOS	XVII
GLOSARIO	XIX
RESUMEN.....	XXIII
OBJETIVOS.....	XXV
INTRODUCCIÓN	XXVII
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. Empresa Código Arte GT	1
1.1.1. Ubicación	3
1.1.2. Historia	4
1.1.3. Misión	4
1.1.4. Visión.....	4
1.1.5. Políticas internas	5
1.1.6. Productos y servicios.....	6
1.2. Estructura organizacional	8
1.2.1. Organigrama.....	9
1.2.2. Descripción de puestos	11
1.3. Sistemas de producción	13
1.3.1. Sistema de producción continua.....	14
1.3.2. Sistema de producción intermitente.....	15
1.3.2.1. Sistema de producción bajo pedido.....	15
1.3.2.2. Sistema de producción por lotes.....	16
1.3.3. Etapas de prevención de peligros.....	16
1.4. Planificación de la producción	17

1.4.1.	Planificación	18
1.4.2.	Características	19
1.4.2.1.	Planificación en base al producto	20
1.4.2.2.	Planificación en base a la capacidad ...	21
1.5.	Distribución física del departamento de producción	21
1.5.1.	Importancia de la distribución del departamento	23
1.5.2.	Factores que determinan la distribución del departamento	24
1.5.3.	Señalización industrial del área de producción	24
1.6.	Materiales empleados en el proceso de producción	26
1.6.1.	Arena y otros áboles empleados	27
1.6.2.	Abrasivos sustitutos de la arena	28
1.6.3.	Técnica de <i>sand blast</i>	29
1.7.	Generalidades de los equipos	31
1.7.1.	Variedades de equipos	32
1.7.2.	Usos de los equipos	35
1.7.3.	Áreas y aplicaciones de los equipos en la industria	36
1.7.4.	Tipos de equipos según las generalidades de uso de <i>sand blast</i>	37
1.7.5.	Tipos de boquillas de <i>sandblasting</i>	38
1.8.	Economía circular	39
1.8.1.	Recursos renovables	41
1.8.2.	Recursos no renovables	42
1.8.3.	Desde una economía lineal hacia una economía circular	43
1.8.3.1.	Economía lineal	44
1.8.3.2.	Economía circular	45

1.8.3.3.	Elementos principales de una economía circular	46
1.8.3.3.1.	Priorizar los recursos renovables.....	47
1.8.3.3.2.	Análisis del modelo económico actual.....	48
1.8.3.3.3.	Diseñar pensando en el futuro	49
1.8.3.3.4.	Colaborar para crear valor conjunto	50
1.8.3.3.5.	Preservar y reutilizar lo ya está construido	50
1.8.3.3.6.	Reutilizar los residuos como recursos	51
1.8.3.3.7.	Incorporar la tecnología digital.....	51
1.9.	Seguridad ocupacional	52
1.9.1.	Definición técnica.....	53
1.9.2.	Enfermedades profesionales	54
1.9.3.	Plan de vigilancia de salud	54
1.9.3.1.	Exámenes médicos	55
1.9.3.2.	Plan de vigilancia de salud	56
1.9.3.3.	Registro y estadística de enfermedades y accidentes	57
1.10.	Medio ambiente	57
1.10.1.	Ley de protección y mejoramiento del Medio Ambiente.....	58
1.10.2.	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales	58
1.10.2.1.	Estudio de Impacto Ambiental	60

1.10.2.2.	Licencias y requisitos de implementación	61
1.10.3.	Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental.....	61
2.	DIAGNÓSTICO SITUACIONAL	63
2.1.	Departamento de producción	63
2.1.1.	Gestión del agua	66
2.1.2.	Gestión de las emisiones atmosféricas	66
2.1.3.	Gestión de residuos inertes y asimilables a urbanos	67
2.2.	Consideraciones de partida.....	68
2.2.1.	Diagnóstico ambiental	68
2.2.2.	Política ambiental	69
2.3.	Desarrollo del diagnóstico ambiental actual	69
2.3.1.	Situación actual de la gestión ambiental	70
2.3.2.	Sistema diagnóstico de gestión ambiental en la empresa	71
2.3.3.	Enfoque de sistema para la gestión ambiental.....	71
2.4.	Factores estudio en diagnóstico.....	72
2.4.1.	Factores organizativos	72
2.4.2.	Factores ambientales y factores socioeconómicos	73
2.5.	Metodología seleccionada para la elaboración de la propuesta del diagnóstico ambiental	75
2.5.1.	Diagnóstico ambiental participativo	76
2.5.2.	Diagnóstico ambiental de participación ciudadana	77
2.6.	Sistema de gestión ambiental	77

2.6.1.	Sistema actual empleado por la empresa.....	78
2.6.2.	Sistema de gestión ambiental.....	78
3.	PROPUESTA DE UN PROGRAMA EFICIENTE PARA LA CREACIÓN DE UN MODELO ÓPTIMO DE PRODUCCIÓN	79
3.1.	Fase 1: recopilación de información	79
3.1.1.	Medición de las descargas contaminantes al medio ambiente	81
3.1.2.	Niveles de contaminación y sus efectos al ser humano.....	82
3.2.	Fase 2: elaboración del diagnóstico de la situación actual ambiental de la empresa	87
3.2.1.	Revisión ambiental inicial	89
3.2.2.	Matriz MED	90
3.3.	Fase 3: evaluación del cumplimiento de los requisitos legales	91
3.3.1.	Identificación de los documentos aplicables.....	91
3.3.2.	Evaluación de los documentos identificados	95
3.4.	Fase 4: evaluación del programa propuesto.....	95
3.4.1.	Revisión de las normas ambientales vigentes	96
3.4.2.	Lista de chequeo de los requisitos exigidos por el MARN	96
3.4.3.	Revisión del sistema de gestión de calidad existente en la empresa.....	97
3.5.	Fase 5: elaboración de la propuesta de mejoras ambientales	98
3.5.1.	Presentación de las medidas a implementar	100
3.5.2.	Presentación de las medidas de prevención y control.....	100

3.5.3.	Presentación de las medidas de mitigación	101
3.5.4.	Elaboración del análisis final para la presentación formal del programa propuesto	102
3.6.	Hacia una economía circular: un programa de cero residuos	102
3.7.	Departamento de producción	104
3.7.1.	Prevenir	104
3.7.2.	Reducir	105
3.7.3.	Reutilizar	106
3.7.4.	Reciclar	106
3.8.	Consumo responsable de materias primas e insumos suplementarios	107
3.9.	Mitigación de residuos al medio ambiente	108
3.9.1.	Impacto social	109
3.9.2.	Impacto ambiental	110
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA	111
4.1.	Auditorías ambientales internas	111
4.1.1.	Evaluación ambiental en el departamento de producción	116
4.1.2.	Tabulación y manejo de resultados obtenidos con programas estadísticos	120
4.2.	Nombramiento del personal responsable de los diagnósticos necesarios	123
4.2.1.	Comparación de los niveles actuales de contaminación versus los niveles permisibles por el MARN	125
4.2.2.	Medios y métodos eficientes para elaboración de la matriz MED	125

4.3.	Disposiciones finales de la evaluación del cumplimiento legal	126
4.3.1.	Cumplimiento de los procesos de producción según la normativa legal.....	127
4.3.2.	Validación de aspectos históricos (oficinas ambientales)	128
4.4.	Indicadores eficientes sobre el programa propuesto	128
4.4.1.	Normas ambientales que regulan el manejo responsable de desechos.....	129
4.4.2.	Matriz eficiente de los requisitos por el MARN	130
4.4.3.	Matriz FODA del sistema de gestión de calidad ...	131
4.5.	Selección de tareas primarias para ejecutar las mejoras ambientales	132
4.5.1.	Gráficos de control sobre resultados esperados...	133
4.5.2.	Gráficos de control sobre las mejoras de prevención y control.....	134
4.5.3.	Guía de medidas de mitigación de contaminantes	134
4.5.4.	Guía de análisis sobre la presentación de los informes del programa.....	135
4.6.	Manejo responsable de los residuos disponibles	137
4.7.	Modelo efectivo en el departamento de producción	138
4.8.	Manejo responsable de materias primas	139
4.9.	Incorporación de normativas básicas empleadas por el MARN en la economía circular	139
5.	SEGUIMIENTO	141
5.1.	Resultados esperados del departamento de producción.....	141
5.1.1.	Interpretación.....	150

5.1.2.	Aplicación	151
5.2.	Beneficios de implementar un sistema de gestión ambiental.	151
5.2.1.	Corto plazo	153
5.2.1.1.	Ahorro de energía eléctrica	153
5.2.1.2.	Reducción en índices de rotación de personal.....	153
5.2.1.3.	Disminución de emisiones nocivas al medio ambiente.....	154
5.2.1.4.	Ahorro de combustible en transporte .	154
5.2.2.	Largo plazo.....	154
5.2.2.1.	Reducción en costos de operación	155
5.2.2.2.	Reducción de mermas en el departamento de producción.....	155
5.2.2.3.	Mejora de puestos de trabajo	155
5.2.2.4.	Incentivos laborales.....	156
5.3.	Acciones correctivas	156
5.3.1.	Acciones correctivas a corto plazo	157
5.3.1.1.	Reducción en niveles de consumo de agua potable.....	158
5.3.1.2.	Reducción de focos de contaminación	158
5.3.1.3.	Mejora continua del clima laboral	158
5.3.2.	Acciones correctivas a largo plazo	159
5.3.2.1.	Uso adecuado del equipo de seguridad.....	160
5.3.2.2.	Empleo eficiente del equipo para <i>sandblasting</i>	160
5.3.2.3.	Uso eficiente de campanas extractoras de contaminantes	161

5.4.	Seguimiento y medición.....	161
5.4.1.	Evaluación de cumplimiento legal.....	162
5.4.2.	Compromiso empresarial.....	162
5.4.3.	Valorización ambiental.....	162
CONCLUSIONES		163
RECOMENDACIONES		165
BIBLIOGRAFÍA.....		167
APENDICE.....		171

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Materiales de mayor demanda para grabado promocional	1
2.	Ubicación de Código Arte Gt.....	3
3.	Políticas internas.....	5
4.	<i>Sand blast</i> en botellas decorativas.....	6
5.	<i>Sand blast</i> en shots tequileros	7
6.	Acabados finos para bodas o quince años.....	7
7.	Tazas decorativas para restaurantes	8
8.	Organigrama	10
9.	Etapas de prevención de peligros ausente en la empresa.....	17
10.	Planta baja de la empresa.....	22
11.	Planta alta de la empresa.....	23
12.	Algunos sustitutos abrasivos de la arena.....	28
13.	Cabina de arenado.....	30
14.	Cabina RE270.....	33
15.	Tolva para <i>sandblasting</i>	34
16.	Aplicación de <i>sandblasting</i> en la industria.....	36
17.	Equipos demandados en la industria según dos generalidades	37
18.	Principios de la economía circular.....	40
19.	Economía lineal.....	44
20.	Economía circular.....	45
21.	Algunas recomendaciones de la empresa consultora	48
22.	Prospecto de ruta para diseñar a futuro	49
23.	Exámenes médicos solicitados a los aspirantes a una plaza laboral ...	55

24.	Servicios y productos que propone el MARN	59
25.	Contenido del estudio de impacto ambiental	60
26.	Diagrama de recepción, programación y asignación de producción.....	65
27.	Algunos factores organizativos	73
28.	Factores socioeconómicos del entorno de la empresa	74
29.	Representación de los diferentes efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud	86
30.	Alcances y compromisos de la política ambiental interna.....	99
31.	Medidas de mitigación	101
32.	Un programa cero residuos	103
33.	Resultados de prueba piloto de cuarenta días.....	122
34.	Gráficos de control de fácil redacción, lectura y comprensión	133
35.	Información y datos importantes sobre la presentación de resultados en modalidad de informe	136
36.	Incorporación de la economía circular según los lineamientos del MARN	140
37.	Proyección implementando la economía circular, cabina de arenado 1.....	143
38.	Proyección implementando la economía circular, cabina de arenado 2.....	143
39.	Proyección implementando la economía circular, cabina de arenado 3.....	144
40.	Proyección implementando la economía circular, cabina de arenado 4.....	144
41.	Proyección implementando la economía circular, cabina de arenado 5.....	145
42.	Proyección implementando la economía circular, zona de producción	145

43.	Proyección implementando la economía circular, zona de producción	146
44.	Proyección implementando la economía circular, departamento de producción.....	146
45.	Proyección implementando la economía circular, bodega de productos terminados.....	147
46.	Proyección implementando la economía circular, trampas de partículas en planta baja	147
47.	Proyección implementando la economía circular, paredes de planta baja	148
48.	Proyección implementando la economía circular, sanitarios y sus salidas	148
49.	Proyección implementando la economía circular, oficinas administrativas	149
50.	Proyección implementando la economía circular, recepción.....	149
51.	Ventajas de implementar la gestión ambiental.....	152
52.	Acciones correctivas	157

TABLAS

I.	Descripción de puestos	11
II.	Matriz del protocolo de seguridad en la empresa.....	25
III.	Matriz de materiales empleados según el material base a ser procesado	26
IV.	Arena conforme el grado de ataque	27
V.	Generalidades de los equipos.....	31
VI.	Cabinas disponibles en el mercado guatemalteco	32
VII.	Equipos auxiliares y periféricos de las cabinas para <i>sandblasting</i>	34
VIII.	Equipos auxiliares y periféricos de las cabinas de arenado	35

IX.	Tipos de boquillas para <i>sandblasting</i>	38
X.	Elementos principales de una economía circular.....	46
XI.	Equipo de protección personal asignado	52
XII.	Resultados preliminares del diagnóstico ambiental participativo	76
XIII.	Datos aproximados de descargas al medio ambiente de material abrasivo (arena).....	81
XIV.	Características sobre los estudios epidemiológicos.....	83
XV.	Factores de confusión en los estudios ecológicos de series temporales	85
XVI.	Principales efectos a corto plazo de la contaminación atmosférica sobre algunos indicadores de salud.....	85
XVII.	Matriz de evaluación de impacto ambiental	87
XVIII.	Rangos de calificación y criterio de importancia	89
XIX.	Resultados de la evaluación	89
XX.	Matriz MED	90
XXI.	Guía de los documentos legales aplicables al trámite de la licencia de impacto ambiental.....	92
XXII.	Lista de chequeo de los requisitos exigidos por el MARN	97
XXIII.	Programa de control y manejo de residuos para la mitigación del impacto al medio ambiente	108
XXIV.	Actividades de la auditoría ambiental	112
XXV.	Evaluación ambiental en el departamento de producción.....	117
XXVI.	Manejo de resultados obtenidos	120
XXVII.	Resultados de cuarenta días de observación con el modelo de auditoría propuesto	121
XXVIII.	Distribución del personal para el monitoreo y diagnóstico necesario..	123
XXIX.	Matriz MED	126
XXX.	Matriz eficiente de los requisitos por el MARN	130
XXXI.	Matriz FODA	131

XXXII.	Guía de medidas de mitigación de contaminantes.....	135
XXXIII.	Modelo efectivo	138
XXXIV.	Proyección de eventos en los próximos tres trimestres según el comportamiento de la prueba piloto con datos asociados por supervisores de administración y producción.....	142

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Cm	Centímetro
GPa	Gigapascales
°C	Grados centígrados
kg	Kilogramo
kV	Kilovoltio
kW	Kilowatt
mm	Milímetro
MPa	Megapascales
m/s	Metro sobre segundo
m³	Metro cúbico
m³/h	Metro cúbico por hora
Nm	Newton-metro
O₂	Oxígeno
ft/s	Pies sobre Segundo
%	Porcentaje
psi	<i>Pound force per square inch</i>
In (pulg)	Pulgadas
rpm	Revoluciones por minuto
Fe	Símbolo del elemento químico hierro
ton	Tonelada

GLOSARIO

Aseguramiento de calidad	Vigilancia continua destinada a garantizar en todo momento los procesos uniformes de mantenimiento para cumplir con las especificaciones de calidad asignadas.
Auditoría técnica	Revisión efectuada por personal externo al fabricante, para asegurar el fiel cumplimiento de las buenas prácticas de manufactura vigente.
Auto inspección	Inspección efectuada por personal técnico calificado propio de la empresa, que evalúa periódicamente la aplicabilidad y efectividad de las buenas prácticas de manufactura.
Autoridad competente	Es la autoridad reguladora de cada uno de los miembros del taller.
Buenas prácticas de manufactura	Conjunto de normas y procedimientos relacionados entre sí, destinados a garantizar que los servicios de mantenimiento tengan y mantengan la identidad, pureza, concentración e inocuidad requeridas para evitar contaminación cruzada hacia los nuevos repuestos o productos empleados.

Concentración	Es la cantidad de principio activo presente en los lubricantes, aditivos y desengrasantes requeridos en cada mantenimiento.
Calentamiento Global	Se refiere al aumento gradual de las temperaturas de la atmósfera y océanos de la Tierra que se ha detectado en la actualidad, además de su continuo aumento que se proyecta a futuro.
Contaminación	Pertenencia de cualquier impureza material o energética, en un medio a niveles superiores a los normales.
Confiabilidad	Probabilidad de que una parte de la maquina o equipo esté funcionando adecuadamente en un momento preciso y bajo circunstancias definidas.
Demanda	Hace referencia a la cantidad de bienes (productos) o servicios que se solicitan o se desean en un determinado mercado de una economía a un precio específico.
Desgaste	Partículas pequeñas de material producidas por el rozamiento de dos superficies en contacto.
Evaluación	Valoración de conocimientos, actitud y rendimiento de una persona o de un servicio.

Lubricación	Tarea con el fin de controlar el desgaste entre dos superficies.
Merma	Disminución o reducción del volumen o la cantidad de una cosa.
Monitoreo	Proceso mediante el cual se obtienen, interpretan y evalúan los resultados de una o varias muestras, con una frecuencia de tiempo determinada
Meta	Objetivo o propósitos para alcanzar.
Orden de trabajo	Instructivo en el cual se describe las tareas de mantenimiento a realizar por el departamento de mantenimiento.
Planeación estratégica	Arte y ciencia de formular, implantar y evaluar decisiones interfuncionales que permitan a la organización llevar a cabo sus objetivos.
Tiempo muerto	Tiempo en el cual se detiene el proceso productivo.
Tolerancia	Diferencia dimensional entre un agujero y un eje.

RESUMEN

Actualmente la empresa Código Arte Gt no cuenta con la planificación adecuada del manejo de desechos sólidos y contaminantes en el departamento de producción y al no estar definida la forma adecuada de cómo realizar el manejo responsable de los mismos se crea confusión y problemas en el entorno de trabajo que por ende afecta el medio ambiente. Además, no ha realizado ningún tipo de estudio o diagnóstico ambiental, por lo que han venido realizando todos sus procesos y actividades de la misma forma, sin experimentar algún tipo de cambio que promueva las mejoras organizacionales.

La empresa trabaja con procesos industriales generadores de gases, polvo y ruido, además de diferentes residuos de arena que generan contaminación al ambiente y se evidencia un inadecuado uso de los recursos naturales requerido para su proceso productivo. Estos factores han generado costos ambientales que contribuyen a una disminución en el nivel de utilidades de la empresa, además perjudica la salud e higiene de sus trabajadores, debido a que no cuenta con un proceso de clasificación, manejo y disposiciones finales de los desechos producidos en el departamento de producción, incurriendo en el manejo irresponsable y deficiente de este.

Los impactos negativos al ambiente que se producen por constantes actividades industriales representan un alto daño a la calidad de vida de los habitantes del departamento de Guatemala. Se ha dado la problemática de un aumento en la cantidad de basura recolectada en las calles de la ciudad, además de impactos nocivos teniendo como principal enfoque de desarrollo el ambiente. Es necesario un plan dentro la empresa Código Arte Gt en el cual plasmar las

medidas necesarias para mejorar el medio ambiente y calidad específicamente en el área de producción para ser una mejor empresa.

OBJETIVOS

General

Desarrollar un programa eficiente para la creación de un modelo óptimo de producción, en los procesos donde se aplica técnica abrasiva de arena a presión, empleando la economía circular, en una empresa que desea mejorar sus procesos a bajo impacto ambiental.

Específicos

1. Identificar las deficiencias en los procedimientos empleados actualmente en el departamento de producción, para implementar mejoras asociadas a su ritmo de producción.
2. Definir el plan ambiental apegado a las normas establecidas en el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, que promueven la economía circular en la empresa.
3. Determinar el nivel de peligro mediante el análisis de los niveles de contaminación existentes, para promover el cambio mediante técnicas y procedimientos ambientales establecidos en la legislación guatemalteca.
4. Plantear soluciones para minimizar y eliminar los impactos ambientales significativos en el departamento de producción.

5. Diseñar estrategias y modelos eficientes para contención de desechos sólidos de bajo impacto, colocando recipientes señalizados dentro de las instalaciones para optimizar el tiempo necesario en su recolección y manejo de estos.
6. Disminuir el impacto ambiental en la línea de producción, diseñando el protocolo ambiental enfocado en la captación de residuos tipo viruta producidos en el departamento de producción, proponiendo el uso de tamiz tipo cedazo con paso no mayor a 2 mm, así, poder disminuir la propagación y recrear un ambiente controlado.
7. Establecer técnicas de manejo de una producción más limpia para que la empresa potencialice el aprovechamiento de sus costos asignados semestralmente por medio de la mitigación de reprocesos a productos terminados.

INTRODUCCIÓN

Guatemala es considerada como uno de los mejores países a nivel mundial por sus recursos naturales, llamado también el país de la eterna primavera, cabe destacar que cuenta con múltiples regiones y climas, diversidad de fauna y flora, donde debería imperar el compromiso ético-cultural para promover el sostenimiento de nuestros recursos, de esta forma nace la inquietud por implementar los conocimientos académicos hacia la industria con resultados verdes y en beneficio al medio ambiente, además de emplear la normativa o reglamentos de nuestro país que castigan e imponen sanciones definitivas a sectores industriales que realizan constantemente descargas contaminantes al medio ambiente.

De esta forma nace la inquietud de implementar las técnicas y herramientas que promuevan la economía circular en Código Arte Gt, quienes desde la concepción e inscripción de su empresa desarrollan su filosofía verde, mejora y proambiente, trabajando duramente, pero haciendo su mayor esfuerzo para reducir sus emisiones contaminantes y controlar sus descargas de partículas al medio ambiente.

Así mismo, es necesario desarrollar el programa adecuado y eficiente que logre satisfacer las necesidades de la empresa, en conjunto a la sociedad guatemalteca, con el desarrollo de un instrumento técnico-científico, se planifica que pueda beneficiar el proceso empleado actualmente, creando un modelo óptimo y necesario que pueda satisfacer las exigencias ambientales dentro de las instalaciones, reduciendo las descargas al medio ambiente y su entorno.

Los capítulos se desarrollarán en orden y secuencia lógica, exponiendo quien y quienes son Código Arte Gt como fabrica artesanal que forma parte de la fuerza industrial en del país, estableciendo e indicando cuáles son sus procesos productivos y sus procedimientos para el manejo adecuado de sus desechos.

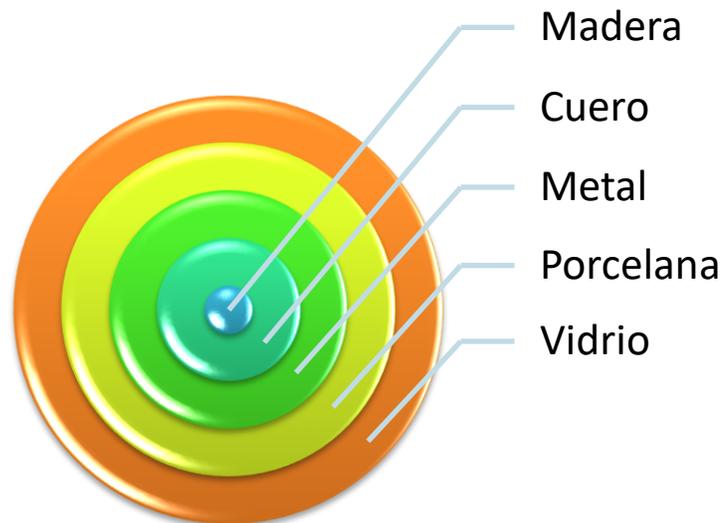
La empresa destaca en la industria de *sand blast* por medio de la impresión y grabado con arena a presión en diferentes superficies naturales y sintéticas, esta técnica es empleada con el aprovechamiento de aire comprimido para propulsar partículas abrasivas en altas velocidades por medio de una boquilla a medida del arte o diseño final, estas partículas son diseminadas en forma de viruta que son desprendidas de las diferentes superficies que se encuentra en ataque directo, acá se velara con el compromiso de incluir los protocolos provistos y propuestos por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales para la mitigación y el manejo adecuado de las partículas que pueden contaminar el entorno circundante.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Empresa Código Arte GT

Es una empresa familiar, fundada con la visión de formar parte de la industria guatemalteca, proponiendo técnicas fabriles y artesanales en la transformación de objetos decorativos plásticos o de vidrio, la empresa se ha consolidado a través de más de 5 años de trabajo en el trabajo de grabado por medio de la técnica de *sand blast* con diversos materiales. La empresa trabaja con diseñadores gráficos para desarrollar trabajos de alta calidad. ¹

Figura 1. **Materiales de mayor demanda para grabado promocional**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

- En la figura 1, la empresa indico que, en su categorización de procesamiento de materiales, emplean mayor demanda en

¹ Departamento de Recursos Humanos. Código Arte Gt. Memoria de Labores. Guatemala 2016. p. 5.

productos de vidrio, destacan los productos decorativos para bodas y graduaciones, en el transcurso del año estos productos de vidrio son procesados sin interrupciones o intervalos decrecientes, a diferencia de la porcelana, es el segundo producto que ha presentado demanda en procesamiento para usos decorativos en oficinas y casas particulares.

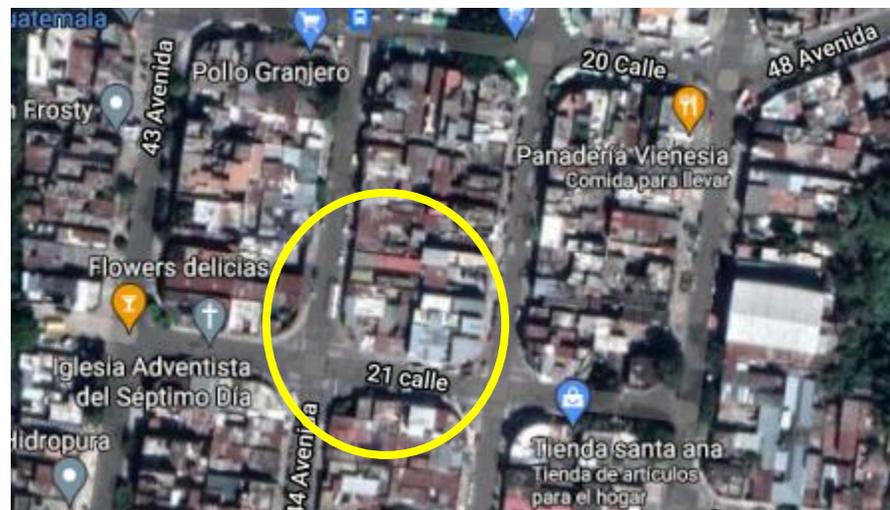
- El siguiente material que ha presentado trabajos por temporalidades es el metal, los productos que se han trabajado a base del metal son de menor proporción que los dos primeros, de los doce meses que procesa productos terminados la empresa, solamente son empleados 8, durante esos 8 meses el volumen de productos procesados podría representar el 17 % comparado con la porcelana que representa 28 %, el vidrio 35 %, cuero 12 % y madera 8 %.
- Los productos a base de cuero y madera presentan demanda de producción estacionaria, los meses donde se eleva la demanda de trabajo de esos productos es a partir del mes de septiembre hasta mediados de diciembre, se diseñan productos alusivos a las festividades de fin de año. Código Arte Gt desarrolla sus propios diseños, que son parte del proceso productivo, cuando un cliente nuevo es recibido se le presentan los bosquejos de productos anteriores que puedan presentar alguna relación sobre lo que desean producir.
- Cuando se presentan clientes nuevos se les realiza una entrevista primaria, la cual servirá para tomar las ideas que servirán al diseñar gráfico para plantear un bosquejo preliminar de lo que se espera desarrollar, luego de tres reuniones se definen los diseños y las

especificaciones correspondientes al trabajo final que deberá ser entregado en el tiempo que se pacta por medio de un contrato de producción, donde se incluyen las garantías del trabajo.

1.1.1. Ubicación

Las oficinas administrativas y la planta de producción se encuentran en la 21 calle 40-33, zona 5. Colonia Arrivillaga en la Ciudad de Guatemala.

Figura 2. Ubicación de Código Arte Gt



Fuente: Google Maps. *CÓDIGO ARTE GT*. [Mapa online]. Recuperado de: <https://www.google.com/maps/place/SDB+ARRIVILLAGA/@14.6250594,-90.4946766,646m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x8589a2444df64ef9:0x9e5c9109ba32ab8f18m2!3d14.626489!4d-90.5002982>. Consulta: 31, enero de 2021.

La ubicación estratégica permita a la empresa distribuir sus productos fácilmente, por ser un sector con diferentes rutas de accesos y salidas. En los alrededores la empresa ha logrado consolidar su marca, diferentes comercios contratan sus servicios para procesar sus productos que luego son colocados a la venta individualmente. La densidad poblacional en el sector circundante de la empresa es bastante elevada, tanto por comercios como por viviendas familiares.

1.1.2. Historia

Código Arte Gt empieza como una idea a mediados del año 2016 y se inscribe la empresa a principios de octubre del mismo año, su funcionamiento comienza con un capital familiar. El principal objetivo es ofrecer productos grabados por medio de una técnica llamada *sand blast*.

1.1.3. Misión

“Ofrecer artículos grabados sobre diferentes materiales del gusto y preferencia de los clientes, que contribuyan a agradar a las personas que los adquieran.”²

1.1.4. Visión

Posicionarnos en la mente de las personas como la mejor empresa distribuidora de productos grabados a nivel nacional, ofreciendo productos duraderos, funcionales y de calidad y ser siempre la primera opción de la elección de los consumidores.³

² Departamento de Recursos Humanos. Código Arte Gt. Memoria de Labores. Guatemala 2016. p. 8

³ *Ibíd.* p. 10

1.1.5. Políticas internas

Las políticas internas, constituyen un guion básico de conducta sobre el cual deben apegarse los diversos departamentos, desde el punto de vista ético, moral y/o político. La empresa Código Arte GT, posee las políticas para con sus colaboradores.

Figura 3. **Políticas internas**



Fuente: CÓDIGO ARTE GT.

1.1.6. Productos y servicios

La empresa Código Arte GT, se dedica a la decoración mediante la arena propulsada o *sand blast* sobre vidrio, tales como vasos, copas, botellas, floreros, tequileros, vidrio plano (placas conmemorativas) entre otros, esta técnica también se ha trabajado sobre cerámica, tales como las tazas.

Los productos de mayor demanda son empleados en bodas y recuerdos para fiestas de fin de año, los servicios que ofrece la empresa inician desde el diseño del arte que será estampada o procesada en los productos que se reciben, luego de eso y con el visto bueno se procede a la decoración.

Figura 4. ***Sand blast*** en botellas decorativas



Fuente: CÓDIGO ARTE GT.

Figura 5. **Sand blast en shots tequileros**



Fuente: CÓDIGO ARTE GT.

Figura 6. **Acabados finos para bodas o quince años**



Fuente: CÓDIGO ARTE GT.

Figura 7. **Tazas decorativas para restaurantes**



Fuente: CÓDIGO ARTE GT.

1.2. **Estructura organizacional**

La empresa diseño un modelo de cascada descendente, en la parte alta se ubica el Gerente General, apoyado por una secretaria quien es su principal colaboradora para ordenar y organizar su agenda, recibir llamadas, programar reuniones así como todos los atributos y roles de una persona oficinista, justo debajo del Gerente se encuentran los departamentos de administración, producción y ventas, ellos están liderados por un jefe de área, el cual tiene asignado un supervisor, a excepción del departamento de producción y ventas que tienen dos supervisores.

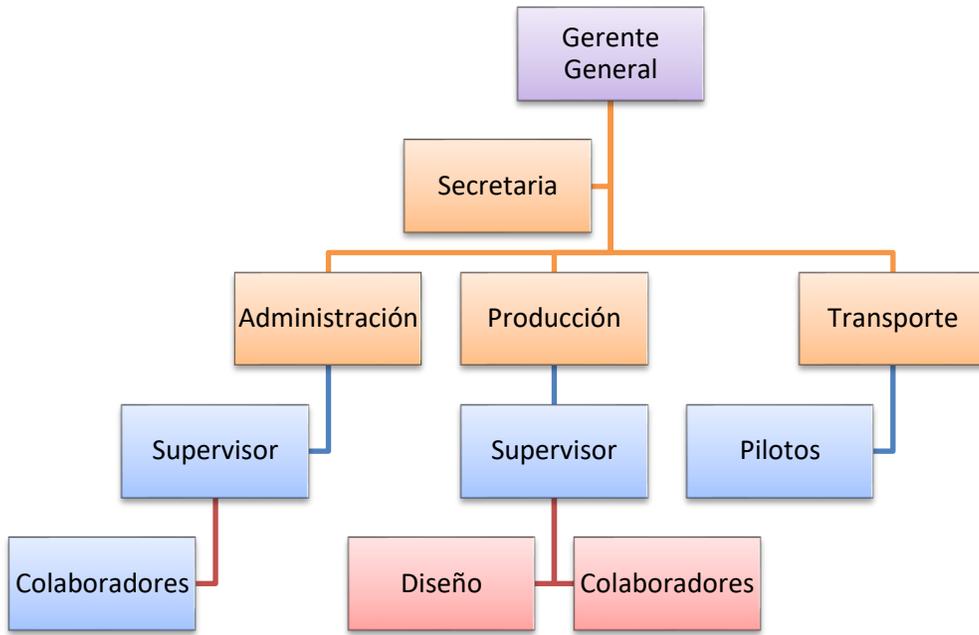
En el departamento de administración se realizan las tareas de monitoreo, distribución de recursos, asignación de trabajos y el debido aprovechamiento de cada centavo que es invertido en materias primas y mano de obra, el departamento de ventas es una fuerza de trabajo comprometida a incrementar la cartera de clientes nuevos y darles el seguimiento a los clientes antiguos, está conformado por 4 personas de tele mercadeó.

El departamento producción a su vez esta sub conformado por el área de diseño y el área de transporte, es el departamento con mayor criticidad de trabajo que representa el mayor activo en recurso humano y equipos para la empresa, en la parte alta de su estructura se encuentra un jefe de área, luego está asignado un supervisor para el área de diseño y que a su vez deberá de validar, verificar y orientar las tareas de trabajo de transporte, en el área de diseño es una persona la que elabora los trabajos bajo pedidos especiales, en producción son 10 operarios que laboran diariamente procesando los pedidos y en transporte son 5 pilotos que manejan pickups o paneles de reparto. Las órdenes son trasladadas en cascada descendentemente, de tal forma que el jefe de área coordina con sus supervisores las tareas de los colaboradores.

1.2.1. Organigrama

Código Arte Gt, se representa con un organigrama vertical descendente en sentido cascada.

Figura 8. Organigrama



Fuente: CÓDIGO ARTE GT.

La empresa ha destacado que el rol de cada uno de sus empleados es aprovechado eficientemente, las tareas asignadas se ejecutan en los tiempos establecidos y muy pocas veces se han presentado retrasos al sistema de producción establecido, los pilotos trabajan en horarios rotativos, el beneficio de la empresa es emplear vehículos no mayores a 5 toneladas, lo cual les permite movilizarse sin restricciones de horarios. Los pedidos son despachados de acuerdo con los clientes que en ocasiones solicitan horarios especiales.

1.2.2. Descripción de puestos

La empresa destaca por atribuir roles similares en puestos iguales, se observó fuertemente en los cargos de supervisores y colaboradores para el área de producción, ventas y pilotos.

Tabla I. Descripción de puestos

Puesto	Descripción
Gerente General	Su función es coordinar el desempeño de todas las demás áreas que conforman la empresa y verificar que todo se esté realizando a cabo conforme lo planeado. Proporciona los lineamientos para que las demás áreas realicen las funciones correspondientes a cada una de ellas. De la Gerencia General se trasladan hacia toda la empresa las actividades a realizar para el buen funcionamiento y desarrollo de sus tareas asignadas.
Secretaria	Tendrá bajo su responsabilidad las actividades diarias en la agenda del Gerente General, además deberá asignar los espacios necesarios para atender inconvenientes que se puedan presentar constantemente a nivel interno de la empresa. Asignara los archivos por correo que deberán ser evaluados por su jefe y responderá las llamadas relacionadas a las funciones que representa dentro de la organización. Su participación será destacada por hacer eficiente el tiempo de trabajo.
Jefe de Administración	Su función principal es la de coordinar al personal y mantener al día la contabilidad de la empresa. Dentro de ella se llevan a cabo la selección y contratación de personal cuando algún puesto se encuentra vacante, además se realizan las diferentes compras ya sea de materiales necesarios para la realización de los diversos proyectos con que cuenta la empresa, o de alguna cosa que sea necesaria en el diario desempeño de las actividades de la empresa.
Jefe de Producción	Dentro de sus funciones es prolongar de forma eficiente el recurso asignado a su departamento, ya sea en horas hombre y en ritmos de producción, en la empresa no hay transformación de materias primas como tal, solamente el acabado en los productos que son llevados a la empresa, el jefe diseña la programación para cada uno de sus colaboradores en las estaciones de trabajo, organizar al personal conforme el ritmo de producción y ejecutar los proyectos en los tiempos estimados ofrecidos por el personal de ventas.

Continuación tabla I

Jefe de transporte	Responsable de la logística de carga, reparto y entrega de los productos trabajados en la empresa, además tiene asignada la tarea de mantenimiento de las unidades de reparto. Su trabajo dependerá del ritmo de producción y de las fechas entrega pactadas en los contratos de trabajo.
Supervisor	Para cada departamento el rol es similar, los supervisores asignados al área de producción son que presentan mayores atributos sobre carga laboral, su función es apoyar a los colaboradores en la dirección, liderazgo, distribución de trabajo, alcance de metas programadas y resolución de problemas sobre equipos o materiales complementarios empleados para trabajar los productos finales. Para el área de ventas el supervisor monitorea las llamadas efectivas del equipo de ventas y que promueva efectivamente las diferentes tareas que pueden realizarse por la empresa, en el área de transporte el supervisor monitorea constantemente a los pilotos, que carguen sus unidades eficientemente, que no sobrepasen la capacidad de cargar, que el estivado sea ordenado, que se trate de forma responsable los productos terminados, que las unidades sean despachadas a tiempo, programar las rutas críticas de traslados, apoyar a los pilotos cuando las unidades presentan fallas mecánicas, programar los mantenimientos preventivos y evaluar las entregas a los clientes.
Diseñador	Persona responsable por diseñar y proponer las artes gráficas que serán estampadas en los productos que los clientes requieren procesar a la empresa. Evalúa los requerimientos específicos de los clientes, les propone dos o tres bocetos de los cuales será elegido únicamente uno, para el diseño primario se podría emplear de tres a cinco días hábiles.
Colaborador en administración	El rol de un colaborador en el área de administración es un trabajo de oficina, monitoreando los procesos productivos, evaluando constantemente el nivel de participación de los colaboradores del área de producción, ventas y transporte, además emplean herramientas tecnológicas para consolidar los gastos totales que fueron empleados para lograr procesar determinada cantidad de proyectos, evalúan los costos necesarios para el combustible, peajes y los gastos fijos de la empresa. De esa forma preparan cuadros de resultados para sus superiores que permitan obtener la condición actual en todo momento de cómo se encuentra trabajando la empresa.

Continuación tabla I

Colaborador en producción	Personal que se encuentra distribuido por estaciones de trabajo, se les asignan tareas específicas que en conjunto logran producir los acabados finales en los productos sometidos a la técnica de <i>sand blast</i> . Dentro de sus tareas asignadas, es monitorear los niveles de materiales necesarios en las tolvas de alimentación, según el acabado final deseado se puede emplear, arena fina, óxido de aluminio, abrasivo plástico, cáscara de nuez.
Colaborador en transporte	Mejor conocidos como pilotos de reparto, sus tareas inician con el traslado de las cajas desde la bodega de productos terminados, se les envía por correo a sus dispositivos móviles la guía de envío, esta guía también está impresa en el área de despacho, seleccionan el producto que será cargado en la unidad móvil asignada, previamente el supervisor ha diseñado el adecuado estivado y la ruta de despacho, los pilotos solamente ejecutan esas órdenes.
Colaborador en ventas	La fuerza del equipo de ventas, es el personal que da seguimiento a los clientes frecuentes de la empresa, deberá tomar y anotar pedidos especiales que son trasladados a las siguientes áreas, luego de cerrar la negociación con un cliente se delimitan las características específicas del pedido según el criterio del cliente, el personal de ventas podrá negociar hasta un cierto porcentaje los precios totales de los proyectos, cuando la empresa no ha ingresado pedidos de clientes frecuentes, este personal ejecuta diferentes estrategias para abordar empresas que podrían estar interesadas en sus servicios.

Fuente: CÓDIGO ARTE GT.

1.3. Sistemas de producción

Para la empresa es importante basarse en análisis sobre proyectos anteriores que fueron ejecutados con aciertos o debilidades, indicaron que para su organización sobre los elementos que han sido relacionados entre sí y que lograron interactuar por los diferentes departamentos o áreas de interés para

llevar a cabo el resultado final del proyecto requerido fue importante distribuir la carga laboral.

Para su sistema de producción, demostraron que inicia con la recepción de un nuevo pedido por la fuerza de ventas, luego de eso es trasladado hacia el diseñador gráfico, cumpliendo con las expectativas del cliente es trasladado al departamento de producción, quien es el responsable de programar las diferentes tareas empleando al personal, maquinaria, equipos, tiempo y materiales auxiliares para procesar la cantidad X necesaria. Dentro de ese sistema de producción se interactúan los departamentos donde es necesario trasladar materiales auxiliares y personal para dar el seguimiento a los productos que están siendo procesados.

1.3.1. Sistema de producción continua

Código Arte Gt no emplea este modelo de producción, ya que ellos dependerán de los proyectos solicitados por clientes externos, por sí mismos no procesan productos para un punto de ventas específicos, ellos dependen en todo momento del tráfico de proyectos requeridos. Un proyecto que puede representar mayor volumen estaría en el rango de 3 000 unidades.

Ya que las estaciones de trabajo son explotadas de forma artesanal no cumplen con los requerimientos necesarios para lograr optar a ser un modelo de producción continua. Se presentan diferentes paros o interrupciones al procesar los productos para monitorear el grado de fineza en los acabados.

1.3.2. Sistema de producción intermitente

Este sistema es el que mejor se adopta a la temática de trabajo de la empresa, sus proyectos son pedidos por lotes, el mínimo de unidades que pueden recibirse para procesamiento es de 1 000. En este modelo de producción intermitente la empresa divide las tareas en sus cinco estaciones de trabajo, de estas cinco estaciones, tres son utilizadas para introducir los productos individualmente a la cámara de arenado, donde un operario estampa el diseño esperado.

Las otras estaciones de trabajo son de preparación y control de calidad, de igual forma por el tipo de trabajo que se emplea y la técnica de ataque hacia los productos finales son monitoreados individualmente, dándoles un visto bueno a cada elemento para que cumpla con los lineamientos exigidos por el cliente contratista, el diseñador y los estándares de calidad de la empresa. La producción por lotes ha sido la principal tarea de procesamiento interna.

1.3.2.1. Sistema de producción bajo pedido

Muy similar al sistema de producción intermitente, la empresa adopta y configura las boquillas de sus equipos con la presión necesaria para procesar productos específicos bajo ciertas características especiales, en la producción bajo pedido se pueden optimizar los tiempos de trabajo, para este sistema de producción son menores los niveles de exigencias de los clientes, acá el rango de procesamiento es de 500 a 999 unidades.

1.3.2.2. Sistema de producción por lotes

Con el sistema de producción por lotes la empresa formula de diferente manera su departamento de producción, divide tareas repetitivas para el personal con mejores resultados en destreza y control sobre los equipos de trabajo, al personal que no posee esas habilidades se le asignan las tareas de preparación y control de calidad a los productos terminados.

El sistema de producción por lotes es empleado fuertemente en el último cuatrimestre del año, donde se inician los proyectos para bodas, recuerdos de fin de año y todo lo relacionado a memoria de labores con trofeos o algún tipo de presente que será otorgado al personal de los clientes contratistas. Código Arte Gt a través de los años de trabajo logro diseñar su modelo eficiente, con la recepción con 15 días anticipada de los productos que serán trabajados, los lotes deberán ser en rangos de 1000 a 1500 unidades por cada cuatro lotes, si el cliente no cumple con ese rango de pedido es desechado el modelo de producción y se adopta a otro modelo. Dentro del modelo productivo por lotes, los operarios de las cámaras de arenado logran procesar hasta 3 piezas simultáneamente, programan con la presión necesaria los equipos y utilizan boquillas más finas.

1.3.3. Etapas de prevención de peligros

El protocolo diseñado dentro de las instalaciones de la empresa demostró diferentes puntos críticos y débiles, los trabajadores están expuestos a la contaminación cruzada proveniente del área de producción, la empresa no ha invertido en infraestructura que permita concentrar las partículas flotantes resultantes del ataque por el arenado en una sola área. El personal en general demuestra deficiencias al trasladarse dentro de las áreas de riesgo, no portan

equipo de protección personal, por lo cual el peligro impera constantemente para la prevención de peligros, obtuvieron una, única charla informativa al ser contratados, luego de eso indicaron que anualmente evalúan los resultados por departamento, pero no monitorean los puntos débiles dentro del trabajo.

Figura 9. **Etapas de prevención de peligros ausente en la empresa**



Fuente: HARRINGTON, James. *Cómo incrementar la calidad productiva en su empresa*. p. 75.

1.4. **Planificación de la producción**

La empresa evalúa la capacidad de producción que puede ejecutarse en un determinado momento, las variabilidades de los contratos hacen que para cada semana de trabajo se configuren diferentes escenarios con el personal disponible, se calibran los equipos, maquinarias y herramientas acorde al lote que será procesado. Código Arte Gt define su plan de trabajo previo a iniciar operaciones con un nuevo programa de producción, la planificación sobre las

jornadas de trabajo y las jornadas extensibles son consideradas para no sobre pasar los tiempos permitidos de trabajo sobre los equipos y sobre el personal.

Dependerá mucho del producto y del volumen del lote a procesar para diseñar la planificación efectiva, el personal será el mismo para cada área, los pilotos, los colaboradores en producción y los supervisores, las variables que son ajustadas es el volumen de trabajo y las especificaciones técnicas en las boquillas empleadas en las cámaras de arenado, la cantidad de personal que será requerido para la preparación y evaluación del producto final.

Los pilotos se asignan por volumen de despacho, cuando la empresa ha logrado concluir un lote de productos, inmediatamente es trasladado de la planta de producción, hacia bodega de producto terminado donde es cargado hacia la unidad de reparto para poder ser entregado a la brevedad posible. Dentro de la planificación de la producción Código Arte Gt evalúa la disponibilidad de materiales necesarias para procesar los productos finales, los tiempos de entrega sobre los productos que actualmente puedan estar siendo procesados, la cantidad de colaboradores que se asignarán conforme el plan de trabajo, la disponibilidad de los equipos, el estado de funcionamiento de los mismos, las fechas de mantenimientos preventivos y cualquier falla inesperada que pueda ser admitida como una tolerancia permisible.

1.4.1. Planificación

Analizan desde un punto de vista administrativo las actividades que serán programadas sobre las metas proyectadas, así mismo se incorporan a su planificación los objetivos y estrategias cuantificables que desean ser alcanzados; con este conjunto de aspectos involucrados se crean las estrategias que le permiten a la empresa utilizar favorablemente sus recursos económicos,

tecnológicos, humanos y operativos para lograr alcanzar las metas de la planificación en el área de producción.

Para cumplir con la planificación se debe mantener una misma línea desde el inicio de un proyecto, ya que es necesario diversidad de actos para que el proyecto se lleve a cabo. Por medio de la planificación se permite la ejecución de los planes directamente, los cuales son ejecutados y supervisados apegados al planeamiento.

Cuando ingresa un nuevo proyecto, el departamento de ventas traslada la requisición a producción, el jefe de producción evalúa cual es la disponibilidad en fechas para iniciar el lote o lotes a procesar, se deberá notificar al cliente para que envíe sus productos con 3 días de anticipación y ser recibidos a bodega de materiales. Cuando el jefe de producción acondiciona el espacio en fechas para trabajar envía la orden de recepción al cliente, este envía las mercaderías a la empresa, ingresan a bodega, luego de ser inspeccionadas y evaluadas, se les da visto bueno para que pueden ser trasladadas al área de producción, se reciben para poder ser distribuidas en tres de cinco equipos de presión de arena, luego serán trasladadas hacia el área de control de calidad, donde son empaquetadas según las condiciones del contrato pactado. Al concluir son trasladadas a bodega de productos terminados donde se espera el despacho por los pilotos de reparto.

1.4.2. Características

Se diferenciarán los *batches* de producción según el tipo de producto a procesar, según la complejidad del diseño final, según el tiempo de preparación para pasar a cabina de arena, el tamaño del producto, todas esas características serán consideradas, la empresa dispone de una tabla con valores estimados de

trabajo predefinidos, donde establecen rangos en tiempos de trabajo, cantidad de material, calidad del material que será insuflado a presión, nivel o graduación de la presión en las boquillas.

La única característica o variable que todavía no han logrado obtener en rangos cuantificables, es el ritmo de trabajo de sus operarios, algunos de ellos trabajan a ritmo fluido, pero su acabado en los productos no es de mejor nitidez comparando con los operarios que trabajan a menor velocidad, pero otorgan mayor calidad y nitidez en los productos finales.

Considerar que su recurso humano pueda trabajar de igual manera con esta técnica artesanal es difícil, los supervisores emplean a sus mejores operarios cuando se trabaja con vidrio y porcelana, estas bases en los productos de mayor costo es donde la empresa tiene un costo de operación elevado, el nivel de riesgo es mucho más alto y con alto índice de provocar daños irreversibles.

Algunos clientes hacen uso de productos exclusivos que fueron fabricados bajo pedidos especiales o medidas específicas, donde el mínimo error podría comprometer a todo el *batch* de producción o destruir un lote completo, que por sí solos multiplican el valor de costo de adquisición sobre el costo de trabajo requerido, las habilidades manuales y dominio de los equipos es una característica dispensable que permite trabajar eficientemente en la empresa.

1.4.2.1. Planificación en base al producto

La empresa a través de su área o departamento de producción realiza diferentes modificaciones en sus zonas de trabajo, se diseñan estrategias específicas para trasladar productos particulares, no se procesan productos intermitentes de la misma forma, la demanda es alta, pero los productos pueden

variar diariamente. La coordinación inicia desde el departamento de ventas con la toma de datos específicos sobre el tipo de acabados deseados, luego con la planificación y desarrollo del diseñador gráfico. Todo este proceso de planificación terminara con el departamento de transporte que diseña el protocolo de entrega, donde se incluyen las fechas, horas estimadas y bajo qué tipo de condiciones será recibido el producto final.

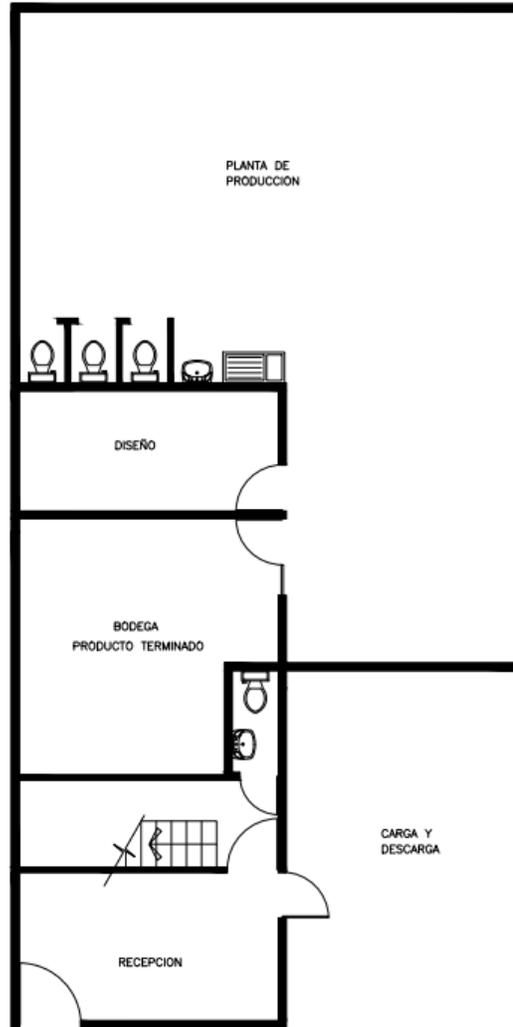
1.4.2.2. Planificación en base a la capacidad

Para este tipo de planificación la empresa considera necesario evaluar desde la capacidad de su bodega de recepción de productos iniciales, estableciendo si es oportuno y viable recibir los paquetes o tarimas de productos que serán procesados, luego de eso evalúan el alcance y diseño final de los productos, recordando nuevamente que cada unidad procesada es trabajada artesanalmente a mano por un operario. Los detalles de los acabados, la complejidad del diseño, las habilidades de trabajo de los operarios, el espacio de almacenamiento final, la capacidad de traslado por las unidades de transporte, los días de entrega y el tráfico esperado el día de entrega. En conjunto son evaluadas todas esas variables para que la empresa logré diseñar sinérgicamente entre los departamentos la planificación en base a la capacidad de producción. Una regla fundamental en la empresa, es no rechazar las solicitudes, por lo cual acondicionan las jornadas de trabajo que permitan alcanzar las metas esperadas.

1.5. Distribución física del departamento de producción

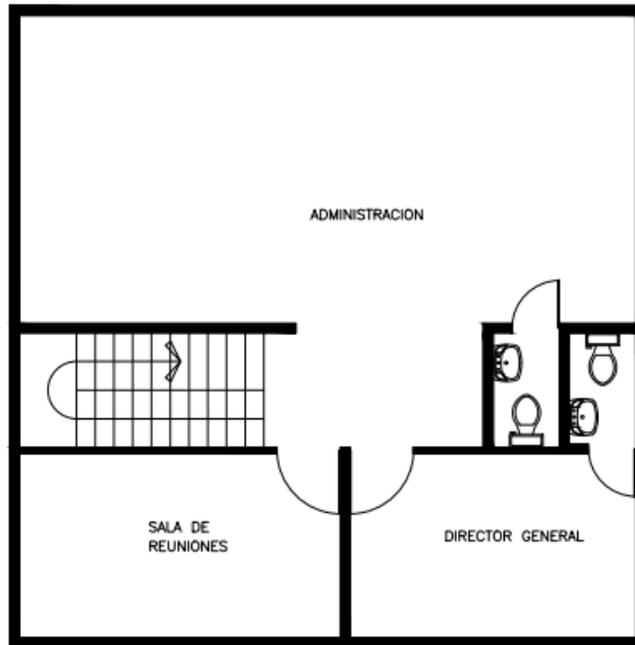
Está conformada por dos plantas; en la planta baja se encuentra el área en donde se almacena el material y también está ubicada el área de trabajo. En la planta alta se encuentran ubicadas las oficinas del personal encargado del área administrativa de la empresa.

Figura 10. **Planta baja de la empresa**



Fuente: CÓDIGO ARTE GT.

Figura 11. **Planta alta de la empresa**



Fuente: CÓDIGO ARTE GT.

1.5.1. Importancia de la distribución del departamento

El aprovechamiento de cada centímetro cuadrado disponible puede llegar a ser transformado en beneficio económico para la empresa, por eso es importante aprovechar cada espacio dentro de la misma, utilizando el acomodamiento lógico, secuencial y factible de los equipos, maquinaria y personal que interviene en el proceso de fabricación, con el fin de obtener procesos productivos eficientes, continuos, sin retrasos y evitando los tiempos muertos. Otros atributos considerables como suplementarios para la distribución eficiente en los departamentos, es lograr diseñar los pasillos, áreas de acceso, zonas de carga y descargas con las distancias mínimas necesarias.

1.5.2. Factores que determinan la distribución del departamento

El diseño original de las instalaciones fueron el punto de partida de los factores de diseño de la planta de producción, otros aspectos importantes para la empresa fue lograr reducir los cruces entre líneas o estaciones de trabajo. Así es como aprovechan a emplear las primeras estaciones de trabajo cuando se presentan trabajos con mayor flujo de recorrido, logrando quedar cerca una de otra.

Cada espacio ergonómico que pueda ser útil y adecuado para la permanencia de sus colaboradores ha sido considerado para el desarrollo de sus instalaciones, se han logrado adecuar en espacios reducidos donde no se hay presentes suficientes corrientes de aire natural o aire insuflado mecánicamente. El calor es un índice de fatiga presente constantemente en la empresa, por los techos bajos y por la alta demanda de energía eléctrica de los equipos de trabajo.

1.5.3. Señalización industrial del área de producción

Desde sus orígenes la empresa ha logrado ir adaptando ciertos protocolos de seguridad industrial o seguridad en el trabajo, en su parea de producción se constataron que emplean cuatro colores como protocolo de seguridad al presentarse alguna situación que comprometa la seguridad física de sus colaboradores, además las paredes poseen las señales de evacuación y la ubicación de extintores.

No disponen de otro tipo de señalización industrial, indicaron que no era necesario y que el personal ya estaba adaptado a lo que se encuentra presente.

Tabla II. **Matriz del protocolo de seguridad en la empresa**

Color	Significado	Indicaciones
Rojo	Paro	Alto, detener una acción
	Prohibición	Señalamiento de prohibiciones específicas
	Equipo contra incendios	Ubicación y localización de los materiales y equipos para combates de incendios
Azul	Obligación	Señalamiento para hacer cosas específicas / brindar información
Verde	Condición segura	Identificación y señalamientos para indicar salidas de emergencia, rutas de evacuación, zonas de seguridad y primeros auxilios.

Fuente: CÓDIGO ARTE GT.

La matriz de colores de seguridad se encuentra visible en el área o departamento de producción, el personal se encuentra familiarizado con ella, en diferentes ocasiones ha sido empleada para detener operaciones por sobrecalentamiento de los equipos, los supervisores indicaron que a cada uno de sus colaboradores o personal a cargo deberán ser evaluados mensualmente sobre el uso e interpretación de la misma, de esa forma minimizan las fuentes de peligro que podría comprometer el área de trabajo, así mismo fortalecen la capacidad de respuesta ante algún incidente que pueda presentarse inesperadamente.

1.6. Materiales empleados en el proceso de producción

Todos los materiales empleados son considerados como abrasivos, conforme el producto base que será trabajado así es la configuración en el equipo de soplado. Las boquillas se adaptan al material que será expulsado, los operarios de mayor experiencia pueden calibrar todo el sistema de expulsión aproximadamente en 45 minutos.

Tabla III. **Matriz de materiales empleados según el material base a ser procesado**

Materiales procesados	Materiales empleados en el proceso productivo (ataque abrasivo)
Vidrio	Minerales naturales: arenas de cuarzo, sílex, granate y olivino.
Porcelana	
Metal	Sílice cristalina inferior o igual a 1,0 %.
Cuero	Sílice cristalina inferior o igual a 5,0 %.
Madera	Micro perdigones de aluminio.
Polímeros (baja demanda)	Escorias en polvo.

Fuente: CÓDIGO ARTE GT.

Según la tabla III los materiales procesados requieren de material abrasivo específico, no es el mismo ataque y acabado obtenido al diferenciar la configuración, de igual forma, la técnica que utiliza el operario es vital para obtener los detalles finales, si la persona a cargo de este trabajo lo realiza sin control en sus movimientos, el chorro a presión podría afectar la pieza. Los materiales empleados en este proceso sufren pérdida en volumen hasta un 5 % en cada corrida de 50 libras de producto base. Estas pérdidas son evacuadas hacia el medio ambiente y el entorno de trabajo, los equipos donde se trabajan presentan fugas por deterioro en su estructura.

1.6.1. Arena y otros áboles empleados

Las características que provee cada producto en su rango de ataque son medidas en micrómetros, esencialmente la arena que se emplea es una mezcla de arena de río y arena con partículas de metales.

Tabla IV. **Arena conforme el grado de ataque**

Grado de ataque	Superficie y perfil de ataque en micrómetros	Grado de ataque en milésimas de pulgadas
1	13 a 38	0,5 a 1,5
2	25 a 64	1,0 a 2,5
3	51 a 89	2,0 a 3,5
4	75 a 127	3,0 a 5,0
5	102 a 152	4,0 a 6,0

Fuente: CÓDIGO ARTE GT.

Los datos de la tabla IV demuestra que la empresa emplea un cierto grado de arena para cierto patrón final de acabado o resultado abrasivo, la cascara de nuez es empleada en ciertos productos de porcelana, pero ese material es de los más costos en la producción; por lo cual emplean productos sustitutos, la arena sílice otorga acabados similares, únicamente varían los grados de presión del equipo.

La arena de río es el material de mayor uso, la deficiencia de este material es el nivel de contaminación que contiene, antes de poder ser utilizada para procesar materiales de vidrio y porcelana, el óxido de aluminio a baja volumen de presión y condensado bajo, permite trabajar con detalles finos y elegantes, pero el costo de compra incrementa los costos de operación, por todo eso la empresa utiliza en el 90 % de sus operaciones arena de río.

1.6.2. Abrasivos sustitutos de la arena

Cuando un cliente exigente solicita trabajar sus productos con especificaciones explícitas y que ocasionalmente el mismo propone que tipo de abrasivo emplear, es cuando la empresa adopta en su planificación, programación y configuración de los equipos el material propuesto. Se cobran costos de operación adicionales, la maquinaria es universal la cual puede ser adaptada a un total de 500 combinaciones de abrasivos, al igual que sus boquillas.

Figura 12. Algunos sustitutos abrasivos de la arena



Fuente: CÓDIGO ARTE GT.

1.6.3. Técnica de *sandblast*

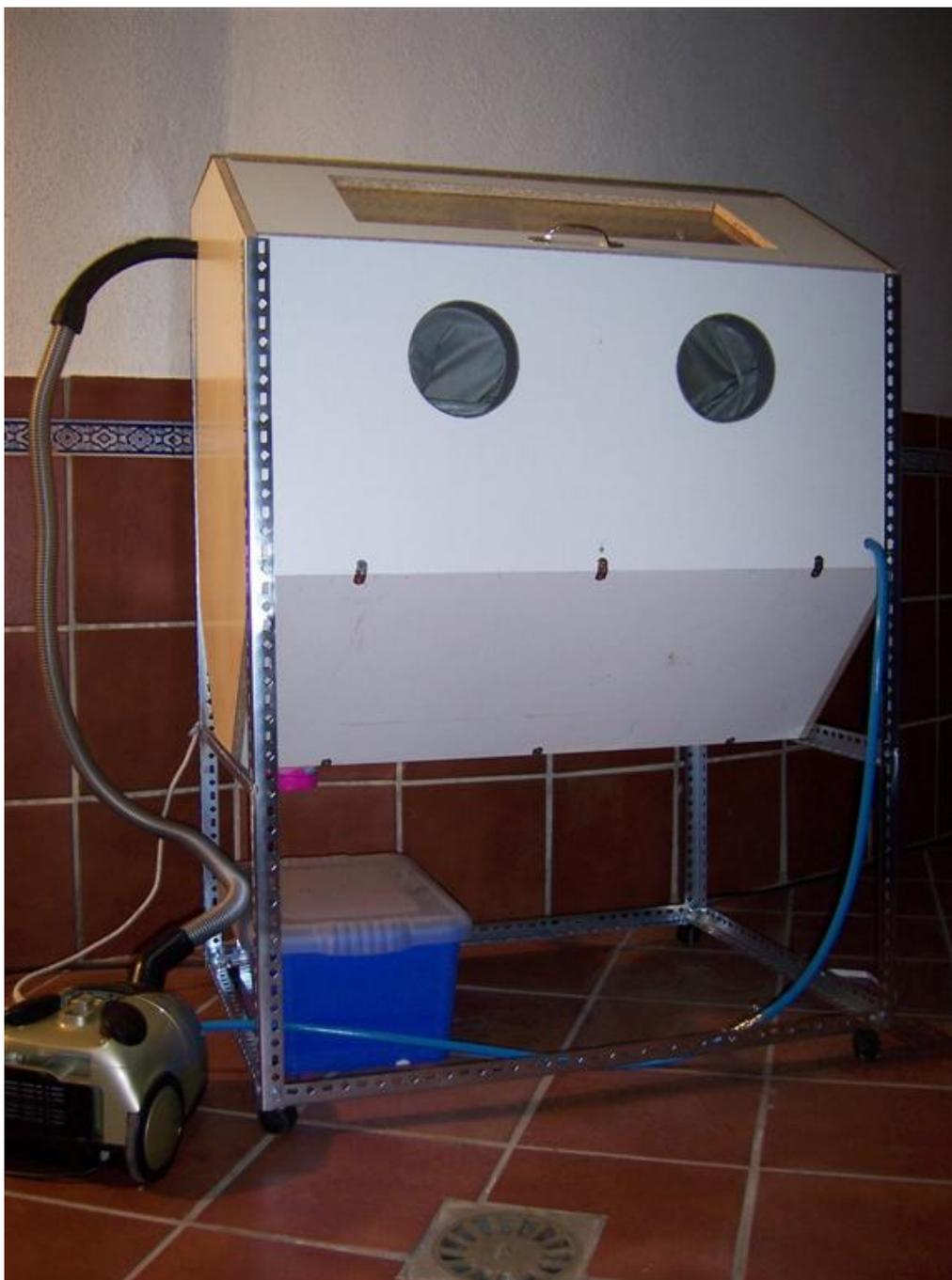
La técnica como tal es aplicar el material abrasivo por medio de un chorro a presión utilizando gas comprimido de forma constante sobre el producto que será grabado o sobre la superficie que será eliminada de contaminantes, la industria pesada utiliza esta técnica para limpiar metales, maderas y polímeros.

Puede ser empleada para limpiar superficies de altos contenidos de oxidación o impurezas, pero la empresa le ha dado el otro beneficio de uso, grabar arte sobre piezas o productos de diferentes materiales, la presión es crítica en el proceso, la destreza del operario es otro factor relevante, no se ha logrado trabajar en línea o en masa por medio de esta técnica, eso es por el alto índice de contaminación que expulsa la boquilla sobre partículas sueltas por partes en millón.

Todas esas partículas microscópicas al trabajarse en áreas con mayor volumen pueden viajar libremente por el espacio, a diferencia de cómo se utiliza actualmente en la empresa, dentro de una cámara convencional donde el técnico ingresa la manguera de caucho y dentro de la misma se coloca la pieza que será trabajada y modelada. La empresa dispone de cinco cabinas para arenado, una línea ingresa con la presión de aire y el material abrasivo, antes de esa línea se encuentra una tolva de captación donde se incorpora el material abrasivo.

Cuando se trabaja continuamente es necesario utilizar una persona extra para mantener el nivel óptimo de material abrasivo, de lo contrario el flujo o chorro de ataque es irregular, arruinando así la superficie del material que está siendo trabajado.

Figura 13. **Cabina de arenado**



Fuente: CÓDIGO ARTE GT.

1.7. Generalidades de los equipos

La empresa utiliza equipos con capacidad de 50 libras de captación en la olla o tolva de recepción de material abrasivo, a esta olla se conecta una línea de aire que dentro del mecanismo de derivación interno es conectada a la manguera, dentro del sistema se instalan válvulas para paso de aire, manómetro y válvulas mezcladoras, se dispone de 5 estaciones de trabajo.

Tabla V. Generalidades de los equipos

Parte o pieza del equipo	Especificaciones adicionales
Olla o tolva de captación	Capacidad de 50 libras
	Distancia del compresor a la olla, 20 metros.
	Distancia de la olla hacia la cabina de arenado, 10 metros.
	Boquillas de le 3 hasta la 6.
Elementos auxiliares en la olla o tolva	Trampa de humedad
	Válvula de paso de aire
	Manómetro
	Válvula de cierre
	Válvula despresurización
	Válvula mezcladora
Accesorios complementos y	Manguera de caucho para aire de 1200 psi
	Manguera de caucho con diámetro de 1"
	Porta boquilla
	Boquilla tipo venturi de (3/8)" de salida

Fuente: CÓDIGO ARTE GT.

Los equipos comparten las mismas generalidades, las cabinas en su interior son de acero con alto contenido carbono, haciéndolas resistentes al trabajo continuo, el personal o técnico que maniobra constantemente el equipo deberá revisar que no presente fugas, que las llaves de paso funcionen correctamente,

que el sistema de presión se detenga cuando lo marque el manómetro, que no se presenten fugas considerables en las cabinas.

1.7.1. Variedades de equipos

La industria guatemalteca ha propuesto diferentes equipos que pueden satisfacer la demanda creciente de esta técnica de trabajo para acabados finos y ornamentales, se considera que las cabinas de *sandblasting* no pueden ser empleadas para trabajar piezas grandes de metal o limpieza de materiales con alto porcentaje de óxido en su estructura.

Tabla VI. **Cabinas disponibles en el mercado guatemalteco**

Marca	Modelo	Presión Max (psi)	Consumo de aire	Capacidad de abrasivo (Libras)	Área de trabajo (pulgadas)
Redline	RE40	120	15	50	37 x 22,5
Redline	RE48	120	18-24	50	47,5 x 22
Redline	RE36DL	120	9,5	50	35 x 21
Redline	RE270	120	36-48	50	47 x 33

Fuente: Almacén del Pintor. Catálogo de productos. Año 2021. p.145.

Las cabinas que fueron expuestas en la tabla V, son las que presentan mayor compatibilidad con el trabajo que desarrolla la empresa, la misma fue quien proporciona la información porque se evalúan adquirir tres de estas, para expandir el área de producción y lograr satisfacer la demanda creciente de sus habituales clientes quienes sostienen un ritmo de demanda constante.

Anualmente la empresa puede recibir como mínimo 25 clientes nuevos, que en el transcurso del tiempo han incrementado los proyectos desde 1000 unidades

por mes hasta 5000 unidades, los requerimientos crecieron por la valoración recibida y el apercibimiento sobre la calidad de los productos entregados en el tiempo estimado.

Figura 14. **Cabina RE270**



Fuente: Almacén del Pintor. Catálogo de productos. Año 2021. p. 155.

Se evalúa por parte de la empresa adquirir el modelo RE270, proporciona mayor capacidad de volumen de trabajo y ahorro en pérdidas de material abrasivo.

Tabla VII. **Equipos auxiliares y periféricos de las cabinas para *sandblasting***

Tolvas para <i>sandblasting</i> de uso común					
Marca	Capacidad (pie ³)	Presión (psi)	Consumo de aire	Tipo de válvula	Altura de llenado (pulgadas)
Mark I	2	125	8-80	Bantam	21
Mark I	3	125	12-90	Bantam	48
Mark I	0,1	150	2-25	Metering ½	45
Mark I	0,18	150	137	Metering 1 ¼	50
Pistolas para <i>sandblasting</i> de mayor demanda					
Marca		Presión (PSI)		Consumo de aire	
Campbell		90		11,5	
Performance		90		6	
Performance		90		8	
Black bull		90		8	

Fuente: Almacén del Pintor. Catálogo de productos. Año 2021. p. 175-195.

Figura 15. **Tolva para *sandblasting***



Fuente: Almacén del Pintor. Catálogo de productos. Año 2021. p. 165.

1.7.2. Usos de los equipos

Cada uno de los equipos auxiliares o periféricos que forman parte del trabajo que se realiza para el *sandblasting* son empleados conforme sus características de aprovechamiento para mantener la presión interna de aire, o para trasladar el chorro de aire a presión con el material abrasivo.

Tabla VIII. Equipos auxiliares y periféricos de las cabinas de arenado

Equipo	Descripción
Acoples	Son los elementos que hacen uniones manguera-manguera, manguera-equipos.
Boquilla	Depende del material que se empleará para el <i>sandblasting</i> , así mismo define la forma en que será lanzado el abrasivo hacia la pieza, puede ser en abanico, nube o lineal.
Cabina	Este equipo es donde se manipula el equipo para realizar los trabajos sobre la superficie elegida. Esta debe de ser hermética, para no dejar escapar al abrasivo y poder reutilizarlo.
Compresor de aire	Un equipo electro-mecánico que toma aire del ambiente y eleva su presión y caudal.
Manguera para aire	Es un conducto hueco y flexible, que permite la circulación del aire en su interior, va desde el compresor de aire, hacia la tolva que contiene el abrasivo. Tiene que poseer paredes que sean resistentes al aire presurizado que circula en su interior.
Manguera para boquilla	Es un conducto hueco y flexible, en su interior circula abrasivo y aire presurizado, va desde la tolva de abrasivo, hacia la pistola de <i>sand blast</i> . Sus paredes tienen que ser resistentes al abrasivo que circula en su interior.
Portaboquillas	Es el equipo en el cual encaja la boquilla, dependerá del tipo de boquilla a usar para la elección del portaboquillas
Tolva	Es un contenedor para el almacenamiento del abrasivo, posee un sello hermético, el cual permite que el equipo sea presurizado.

Fuente: CÓDIGO ARTE GT.

1.7.3. Áreas y aplicaciones de los equipos en la industria

La técnica del *sandblasting*, es un recurso optimiza el tiempo y varios de los procesos de trabajo, para casi toda la industria. En el área metal-mecánica, es empleado para la remoción de impurezas y corrosión, sobre diversas superficies con el objetivo de limpiarlas, además de proporcionar la remoción de impurezas con la aplicación de arena a presión.

Puede ser empleada en limpieza de muros de piedra y ladrillos, para áreas internas o externas de edificaciones. La limpieza sobre estructuras metálicas es otro sector que presenta alta demanda.

Figura 16. Aplicación de *sandblasting* en la industria

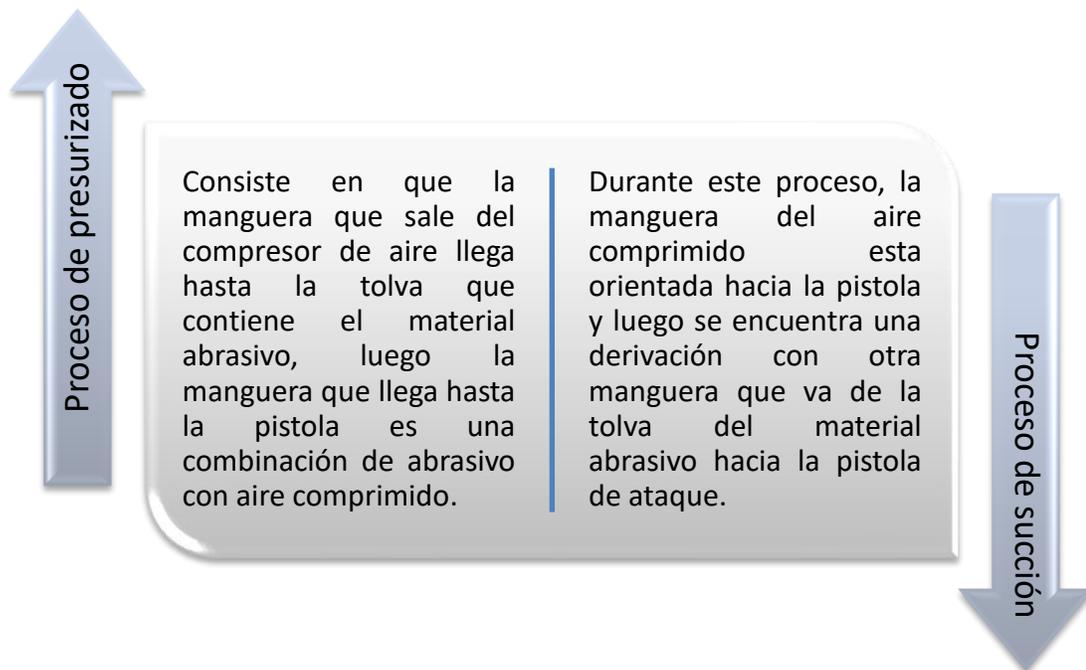


Fuente: *Pinturama de Obregón*. <http://pinturamadeobregon.com/limpieza-con-chorro-de-arena-o-sand-blast-que-es-y-como-functiona> junio 2021. Consulta: 31 de enero de 2021.

1.7.4. Tipos de equipos según las generalidades de uso de *sand blast*

El principio sería el mismo, colocar un flujo de alta presión con material abrasivo hacia un punto de ataque en cierto material fijado. Pero estos equipos pueden ser divididos en dos generalidades.

Figura 17. Equipos demandados en la industria según dos generalidades



Fuente: CÓDIGO ARTE GT.

Estos dos tipos de equipos son los de mayor demanda en la industria de *sandblasting* con enfoque no industrial, para trabajos industriales existen otra gama de posibilidades de equipos para trabajar, para el trabajo que se desarrolla en la empresa esto es lo necesario para poder procesar piezas o productos no mayores a 35 centímetros de largo.

1.7.5. Tipos de boquillas de *sandblasting*

El trabajo o acabado final deseado permitirá elegir la boquilla optima, otro factor de interés, es el tipo material abrasivo que será propulsado, al emplear altamente desgastante en boquillas de baja capacidad en dureza pueden ser desbastadas inmediatamente.

Tabla IX. Tipos de boquillas para *sandblasting*

Boquilla	Cualidad
Boquilla de Roctec	Proporciona una vida larga comparada con la boquilla de carburo de boro, es un material ideal para aplicaciones con abrasivos agresivos como el carburo de silicio y óxido de aluminio. Su especialidad es para grabado, ángulos especiales y corte.
Boquilla de BP200 SiAlON	Su peso es la mitad que una de carburo de tungsteno, pero ofrece las mismas ventajas de operación. Esta boquilla presente facilidad de maniobra hacia los técnicos con simpleza de trabajo y mejor ángulo de ataque del chorro del material abrasivo.
Boquilla de óxido de aluminio	Proporciona mejor vida de servicio, con menor precio y mayor aprovechamiento en tiempo de vida de trabajo. Sus ventajas se optimizan al ser empleadas en aplicaciones de bajo uso.
Boquilla de carburo de Boro	Optimiza el aire y el adecuado uso del material abrasivo, limita los desperdicios y el abanico de ataque es menor, se concentra en puntos clave de trabajo. Se obtiene su mayor ventaja con materiales abrasivos agresivos, algunos minerales de alta resistencia y el óxido de aluminio, supera en resistencia por cinco o diez veces al carburo de tungsteno.
Boquilla de carburo de tungsteno	Es la de mayor duración y costo aceptable, puede soportar material abrasivo de alto contenido de minerales y carbón. Otra ventaja que propone esta boquilla es el bajo índice de desgaste.

Fuente: CÓDIGO ARTE GT.

1.8. Economía circular

La economía circular es un sistema que se basa en el aprovechamiento de recursos, donde se prioriza la reducción de los elementos: minimizando la producción hacia lo indispensable y solo usar el producto cuando sea necesario. Es importante la reutilización de los elementos que por su proceso no pueden regresar al medio ambiente.

La economía circular, apuesta por el uso de materiales biodegradables en las fabricaciones de bienes para el consumo, con el fin de que vuelvan a la naturaleza sin perjudicar el medio ambiente y limitar su vida útil. Cuando no sea posible el uso de materiales amigables con el medio ambiente, se propone que estos sean de fácil desarmado con el objetivo de incorporarlos nuevamente al ciclo de producción. Y cuando esto tampoco sea posible, incorporarlo por medio del reciclaje.

En otros modelos económicos, donde la prioridad es la economía, sobre el aspecto medioambiental o social, la economía circular hace suponer una sustancial mejora para todos, tanto empresarios como consumidores.

Figura 18. **Principios de la economía circular**



Fuente: PÉREZ, Carlos. *Desarrollo sostenible*. p 36.

Los principios de la economía circular giran en torno a la reducción del empleo de materias primas vírgenes, aprovechar al máximo los recursos disponibles, evitar los reprocesos, aprovechar los materiales que pueden ser

recicladados y reducir los desperdicios, un factor clave dentro del modelo de producción de economía circular, es optimizar el ambiente de trabajo, distanciando los equipos o líneas de trabajo de tal forma que el recorrido entre las mismas sea el menor posible, impactar positivamente al medio ambiente y no descargar altas emisiones de contaminantes en su entorno circundante.

1.8.1. Recursos renovables

Todo producto o materiales que puede ser incorporado nuevamente en un proceso de transformación es considerado como un recurso renovable, los pioneros en este rubro son los derivados de la madera, papel, metales preciosos y algunos químicos.

La industria ha logrado impulsar tecnologías limpias, con el uso de recursos renovables, el pionero de los recursos aprovechados es el agua, al exponerse a un proceso de expansión por exposición al calor puede ser transformado en vapor, luego el vapor genera energía cinética a turbinas o equipos auxiliares similares para producir potencia eléctrica, cuando el vapor ha sido utilizado es regenerado a su estado líquido original volviendo a ser agua común, que iniciara nuevamente el proceso para volver a convertirse en vapor y generar potencia eléctrica, el agua salada puede ser sometida a procesos de desalinización para ser utilizada en riegos de plantaciones, así conseguir alimentos consumibles para el ser humano.

Algunos materiales como la madera, cuero, joyas o derivados de materiales naturales, pueden ser renovables o reprocesados siempre que hayan sido fabricados con estándares o forma sostenible, sin adicionar materias primas no renovables, por ejemplo, combinación de polímeros con cuero.

1.8.2. Recursos no renovables

Es todo tipo de producto o material final que luego de ser procesados originalmente, no pueden ser reutilizados o regenerados con sostenibilidad, son los mal llamados productos de un solo uso. La producción de ellos tiende a ser infinita o con ritmos elevados porque su existencia al ingresar al mercado consumidor es limitada a nivel mundial, otro aspecto es la tasa de consumo que en ocasiones puede superar la capacidad de producción.

Productos no renovables son los considerados enemigos del planeta, además empresa multinacionales utilizan empaques de comida rápida para que su consumidor haga uso del mismo en fracciones de minutos, un restaurante promedio de comida rápida para despachar un desayuno a un adulto, puede emplear hasta 10 productos no renovables que no son reciclados y no obtienen responsabilidad ambiental extendida, otros productos similares son los envases plásticos o tipo PET para bebidas carbonatadas, la producción y consumo supera el adecuado manejo de los desechos, los cuales concluyen su vida útil en las riberas de ríos, lagos o mares.

Los recursos no renovables de alto impacto desde su proceso de fabricación, empleo y desecho no responsable pueden impactar fuertemente al medio ambiente o en ecosistemas que han estado bajo control por tiempos indefinidos. Las baterías comunes para electrónicos son otro producto que no es manejado responsablemente luego de ser utilizadas, los envases de aerosoles contaminan de igual forma el medio ambiente y la capa de ozono al ser mal manejados en vertederos municipales o basureros clandestinos, así es como un recurso no renovable debe ser monitoreado con mayor responsabilidad al final de su vida útil, para que los desechos no continúen siendo el problema y no la solución a la demanda humana.

1.8.3. Desde una economía lineal hacia una economía circular

La economía lineal se fortalece al emplear materias primas vírgenes, procesarla, fabricar, vender, utilizar y desechar, dentro de ese proceso de consumo no se miden los impactos finales hacia el medio ambiente que origina desde la extracción de materias primas hasta desechar el producto final utilizado para satisfacer alguna demanda específica, para ese ejemplo se puede citar la extracción de níquel en áreas rurales, en países subdesarrollados como Guatemala, se pueden evadir controles y licencias ambientales para concretar esa explotación minera, que podría impactar en comunidades ancestrales incurriendo en desplazamiento o conflicto armado interno.

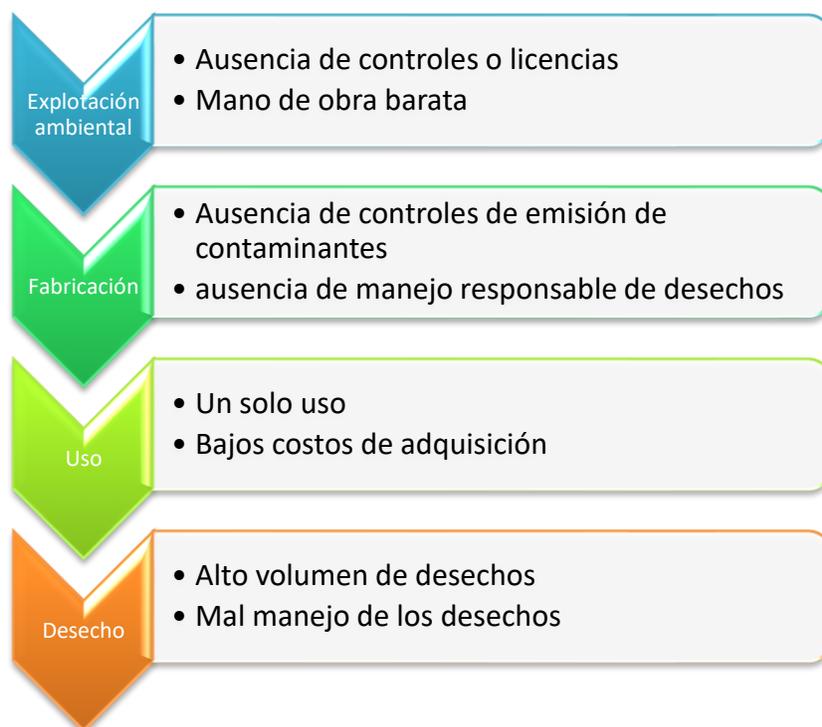
La conciencia de la economía circular a diferencia de la economía lineal, es poder emplear modelos sostenibles de explotación para obtener materias primas, en su principio la explotación responsable forma parte de su ideología, luego establece que los productos o materiales fabricados pueden representar el menor impacto ambiental en la transformación productiva a su entorno, la intención de estos productos es utilizarlos a largo plazo o reutilizarlos cuantas veces sea necesario, luego de ya no ser útiles o serviles pueden ser transformados en materias primas, algunos plásticos cumplen esta intención, que vuelven a ser transformados en viruta de polímero para nuevamente ser extruidos y fabricar productos porta objetos o porta alimentos.

Desde la economía lineal hacia la economía circular, puede involucrar aspectos claves que mitiguen el daño colateral a las zonas donde son explotados ciertos materiales valiosos, la responsabilidad ambiental permitirá que la industria puede migrar desde el alto impacto hacia un bajo daño sostenible al medio ambiente, así mismo mejorar las tecnologías de producción y la conciencia social con los consumidores al uso de los productos.

1.8.3.1. Economía lineal

Constará del aprovechamiento de un solo uso de productos que fueron fabricados con bajo controles ambientales, la explotación de esos recursos podría afectar a comunidades pobres. Las personas utilizan diariamente estos productos, pueden ser los paquetes o coberturas de alimentos, materiales de empaque de comida rápida, productos derivados del polímero para bebidas carbonatadas, ropa o productos de hogar. La economía lineal no proyecta un retorno responsable de los desechos ni un ordenado ritmo de consumo de los mismos.

Figura 19. **Economía lineal**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

1.8.3.2. Economía circular

Obedecerá a una premisa, aprovechar los recursos originales con la explotación local de la fuente para que sea amigable con su entorno, aprovechar al máximo la producción o fabricación de los productos finales para que puedan ser aprovechados en tiempos indefinidos y que permitan satisfacer la demanda de sus consumidores con beneficios de bajo costo, mejorando su entorno reduciendo las emisiones de contaminantes, además utilizar la responsabilidad ambiental extendida que permita hacer uso de los desechos nuevamente de forma inteligente sin que se vuelvan desechos contaminantes en ríos, valles, lagunas y mares.

Figura 20. **Economía circular**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

1.8.3.3. Elementos principales de una economía circular

La idea en el sostenimiento de la economía circular es obtener un nivel de sostenibilidad, no solamente al proceso productivo, sino que también sobre dotar y ofrecer a los consumidores sobre un largo periodo de tiempo el valor de los productos que están adquiriendo, los materiales base con los cuales son fabricados esos productos deberán prolongar la vida útil de los mismos y cumplir con multipropósitos de sus consumidores para no ser desechados inmediatamente. Se puede llevar a cabo la implementación de los tres elementos principales de la economía circular; reduciendo los materiales o materias primas vírgenes para reutilizar los productos que fueron fabricados con la intención de superar periodos largos de vida y así ser reciclados al final del tiempo de su vida útil.

Tabla X. Elementos principales de una economía circular

Elemento	Descripción
Reducir	Se refiere a la disminución del consumo de productos directos (se compran y se consumen) al reducir el consumo de estos productos, descendiendo el impacto al medioambiente. Esto se logra mediante la educación y la concientización.
Reutilizar	La reutilización de algunos residuos o partes que aun funcionan para la elaboración de productos nuevos. Reincorporar al ciclo económico los productos que han sido eliminados de su función inicial. Cuando se menciona la palabra reutilizar, es volver a usar a aquellas cosas, prolongando su vida útil a los materiales que se usan cotidianamente. Previo a que sean desechados definitivamente, con esto se logra reducir el volumen de desechos y el impacto al medio ambiente.

Continuación tabla X

Reciclar	Es el aprovechamiento de materiales que han sido desechados. Por medio del reciclaje se controla de manera significativa el uso de materia prima virgen y por consiguiente la generación de más desechos. Muchos de los materiales que usamos pueden ser reciclados e implementados en otras aplicaciones.
----------	---

Fuente: PÉREZ, Carlos. *Desarrollo sostenible*. pp. 60-75.

1.8.3.3.1. Priorizar los recursos renovables

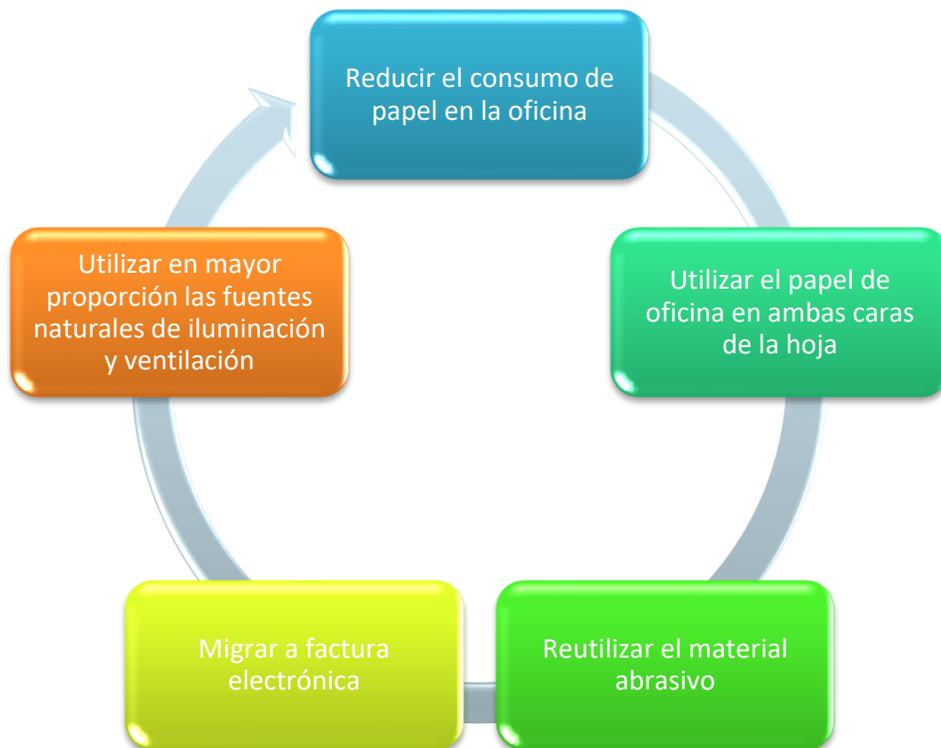
Los materiales o productos que pueden volver a ser reutilizados podrían una base en el sistema productivo, cuando las empresas obtengan acceso a estos productos de bajo costo que al ser reprocesados o reciclados permitan mejorar los costos finales de fabricación. Las empresas que procesan productos con materias primas vírgenes pero que pueden ser sustituidas por materias primas provenientes del reciclaje, permitirán impactar de menor forma los recursos naturales que son afectados directa o indirectamente al explotar el medio ambiente como tal.

De esta forma la industria extractiva podría disminuir el procesamiento continuo y la tala de árboles que actualmente se presenta a nivel global, pero, no solamente es cuestión de la industria o de los fabricantes que prioricen los recursos renovables, es parte del consumidor elegir responsablemente al comprar u optar por productos que provienen en su mayoría de materiales sub procesados y que no han afectado directamente los recursos naturales disponibles.

1.8.3.3.2. Análisis del modelo económico actual

La empresa en la actualidad está en el proceso de migrar de una economía lineal a una economía circular, debido a un análisis de una consultoría externa, entre sus recomendaciones se encuentran algunos puntos en el área medio ambiente, estas recomendaciones han sido muy contundentes del impacto que como empresa se está generando, es por esto que dichas recomendaciones están incluidas en el presupuesto 2021, para reacomodar la empresa y transformarla en una empresa verde.

Figura 21. Algunas recomendaciones de la empresa consultora



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

1.8.3.3. Diseñar pensando en el futuro

La empresa podría adoptar nuevos protocolos de producción que permita aprovechar los recursos disponibles, así pueden iniciar con el pensamiento a futuro, Código Arte Gt se abstiene por el momento a fabricar o maquilar productos con materias primas, la base en su trabajo es emplear materiales abrasivos, no se han planteado estrategias en los próximos cinco años donde se combine la fabricación con el *sandblasting*.

Figura 22. **Prospecto de ruta para diseñar a futuro**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Para que la empresa incorpore una de estas herramientas a futuro, deberían empezar evaluando si es viable o no manufacturar sus productos básicos que luego de ser transformados pueden ser trabajados con *sandblasting*, con eso la empresa iniciaría una nueva etapa de producción.

1.8.3.3.4. Colaborar para crear valor conjunto

El valor conjunto, posee como objetivo la renovación de la estrategia comercial, con el fin de ampliar las oportunidades de negocio, colaborando simultáneamente buscando la mejora del nivel de vida de los colectivos de interés para las empresas. No es redistribuir el valor existente, si no innovar la estrategia, si no de reformar el desarrollo de la actividad empresarial, el modelo de negocio y así conseguir resultados basados en una estrategia ganar/ganar.

Dado que, la cadena de valor en una empresa es afectada por temas sociales, como el empleo de recursos naturales, la seguridad, la salud, el agua y el trato equitativo en el lugar de trabajo. Para conseguir esto, las organizaciones deben salir del estancamiento de la creación del valor creado en años pasados, con el objetivo de optimizar el desarrollo financiero, obviando las carencias más significativas del cliente.

1.8.3.3.5. Preservar y reutilizar lo ya está construido

Los logros que se han conseguido en todo el proceso ambiental son muy bien vistos, por la mayoría de ciudadanos, sin embargo, existe una pequeña parte que es renuente al cambio, a pesar de verse beneficiado, a mediano y largo plazo.

La reutilización es el empleo de componentes rescatados de otros artículos, los empresarios en un modo de economía lineal son renuentes a esta práctica, sin embargo, es en la economía circular donde se aprecia más esta técnica.

1.8.3.3.6. Reutilizar los residuos como recursos

Cuando un material se vuelve a reutilizar, es porque no se necesita una modificación del material, del objeto del desecho, únicamente se reutiliza con otra finalidad. El proceso de reutilización es el más sostenible, ya que nuevamente se usa, sin una haber de por medio un gasto.

No se puede pasar por alto que lo que para una institución es un residuo, para otra puede ser un subproducto o materia prima. Es de suma importancia mencionar que la reutilización es parte importante de la planificación, en concreto, cuando se hace referencia a prevenir la contaminación; con esto se puede afirmar que la reutilización no solo es la solución para que las empresas industriales consigan hacer rentable el manejo de residuos ambientales.

1.8.3.3.7. Incorporar la tecnología digital

Existen diversos dispositivos que se incluyen dentro del listado de la tecnología digital, el objetivo principal de esta es que la comunicación (emisor-mensaje-receptor) funcione sin el empleo de recursos no renovables, tal como lo es el papel.

Algunas empresas lo han implementado, otras están en proceso, sin embargo, el papel y otros enseres empleados en la comunicación, no será tan fácil erradicarlos, ya que la concientización es una tarea muy prolongada, donde se requiere que se vea toda la población involucrada.

1.9. Seguridad ocupacional

Todo lo relacionado a salud y seguridad ocupacional es responsabilidad del departamento de administración, ellos han desarrollado algunos protocolos de prevención en la seguridad ocupacional, indicaron que tres veces al año lideran capacitaciones para todo su personal, las personas que presentan mayor exposición y peligro hacia algún incidente son los técnicos operadores en las cámaras de arenado.

Los colaboradores auxiliares que gradúan y calibran los equipos periféricos del sistema de presión de aire, también forman parte de la capacitación constante, la empresa ha dotado de un conjunto de equipo de protección personal a sus colaboradores.

Tabla XI. **Equipo de protección personal asignado**

Equipo	Personal
Botas industriales	Técnicos de las cámaras de arenado
	Personal auxiliar
	Supervisores
	Pilotos de reparto
Casco de seguridad industrial	Técnicos de las cámaras de arenado
	Personal auxiliar
	Supervisores
	Pilotos de reparto
Cinturón ergonómico para carga	Pilotos de reparto
Lentes industriales de seguridad	Técnicos de las cámaras de arenado
	Personal auxiliar
	Supervisores
	Pilotos de reparto
Guantes anti abrasivos	Técnicos de las cámaras de arenado
	Personal auxiliar
	Supervisores
	Pilotos de reparto

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word

Dentro del monitoreo de la seguridad ocupacional, la empresa ha dispuesto que, en su bodega de productos terminados, no pueden estibarse más de 5 cajas en sentido vertical por cada pallet, las mayorías de las mercancías con que se trabajan son frágiles, por lo cual es importante no sobrepasar dicha altura que pudiese ser la causa de caídas de la misma y lastimar al personal que se encuentra caminando por la bodega.

1.9.1. Definición técnica

Se considera como el conjunto de actividades de las cuales pueden estar ligadas a diferentes disciplinas, con la finalidad de lograr promover y poder mantener en alto el bienestar social, físico y mental de los trabajadores o colaboradores.

Se puede incorporar el artículo 302 de la legislación guatemalteca, donde se incluye el Acuerdo Gubernativo Número 33-2016.

Todo patrono que cuente con 10 trabajadores en adelante, debe contar con un comité bipartito de SSO, según preceptuado en el artículo 10 de este reglamento, además, disponer de un plan de salud y seguridad ocupacional, firmado por un médico registrado en el departamento de Salud y Seguridad Ocupacional del Ministerio de Trabajo y Previsión social, el plan incluirá:

- Perfil de riesgo de los puestos de trabajo
- Sistema de vigilancia de la salud de los trabajadores tomando en cuenta como referencia el perfil de riesgos
- El sistema de vigilancia epidemiológica de los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales, en las empresas;
- Programación y metodología para la información, educación y comunicación de las medidas preventivas de accidentes y enfermedades profesionales, tomando como referencia los factores de riesgo descritos en el perfil de los puestos de trabajo.
- Disponer de botiquín portátil y accesible, de conformidad con la normativa vigente establecida, en este reglamento⁴

⁴ Acuerdo Gubernativo Número 33-2016. Diario de Centroamérica, Ministerio de Trabajo y Previsión Social, Reformas al Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional, *Acuerdo Gubernativo Número 229-2014*, Guatemala, 23 de julio de 2014. p. 2-13.

1.9.2. Enfermedades profesionales

La cabina para trabajar la técnica del *sandblasting*, debe ser completamente hermética, libre de fugas ya que, al fracturarse las partículas, el operador queda expuesto a enfermedades del sistema respiratorio y a la enfermedad de silicosis. La cual es una enfermedad crónica al inhalar moléculas de sílice, durante periodos muy prolongados.

1.9.3. Plan de vigilancia de salud

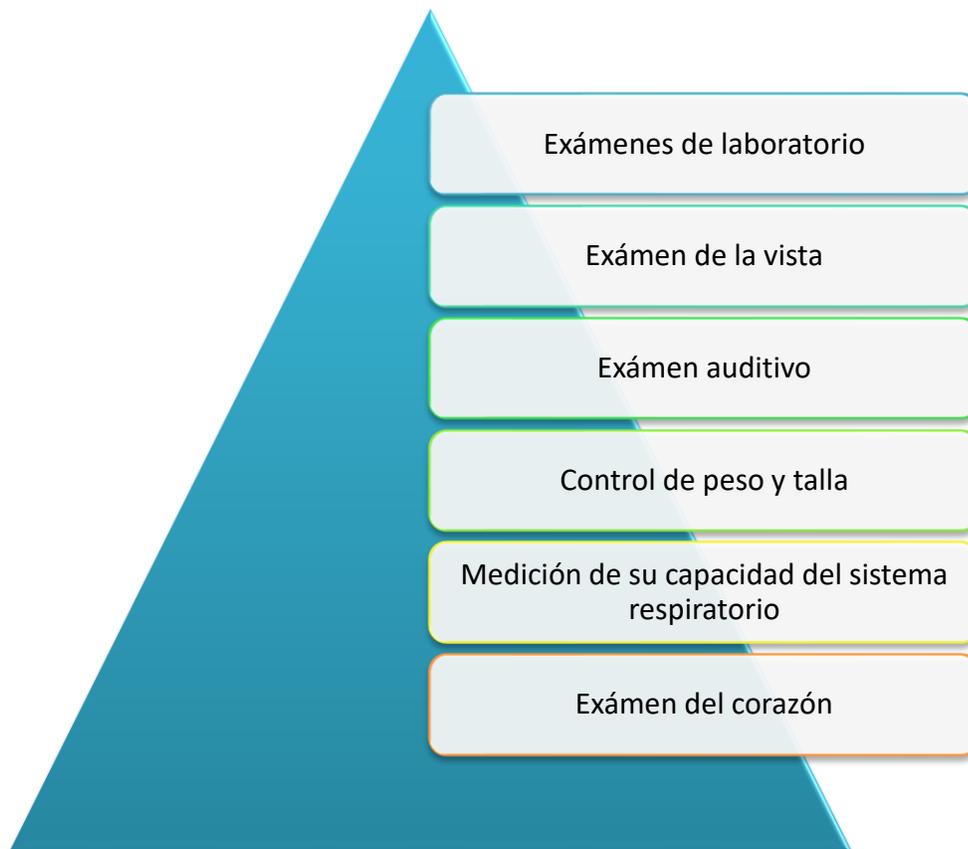
Se emplea un protocolo de observación bajo criterios propios de los jefes de área, la empresa tiene ausencia de dicho plan de vigilancia de salud como un protocolo definido en sus operaciones cotidianas, dicho plan permitiría evaluar las condiciones físicas de todo su recurso humano, monitorear las cargas dispersas en el medio ambiente después de las jornadas de trabajo.

La empresa ha podido observar que por cada 50 libras de material abrasivo retornan 45 o 42 libras por cada jornada de trabajo de 10 horas continuas, esas libras de diferencia son las perdidas establecidas en las cámaras de arenado y que son expulsadas al medio ambiente, donde todo su personal se encuentra expuesto inhalando por periodos prolongados. El plan de vigilancia puede ser una herramienta útil para la prevención de enfermedades crónicas respiratoria y ergonómica hacia su personal activo. Las oficinas administrativas también han sido alcanzadas por la contaminación cruzada.

1.9.3.1. Exámenes médicos

Una regla básica para Código Arte Gt, es contratar personal que no ha presentado enfermedades crónicas respiratorias o problemas cardíacos, en el proceso de reclutamiento y de selección de personal son enviados con su médico privado de confianza para que les realice un conjunto de exámenes médicos, además de exámenes físicos. Con los resultados la empresa evalúa la legitimidad de los mismos y la validez.

Figura 23. **Exámenes médicos solicitados a los aspirantes a una plaza laboral**



Fuente: CÓDIGO ARTE GT.

1.9.3.2. Plan de vigilancia de salud

La empresa no ha optado por incorporar este tipo de plan de vigilancia en sus labores cotidianas, la planeación y ejecución estratégica ha sido desarrollada empíricamente. Cuando la empresa inicio no se consideraron esos aspectos relevantes o básicos que permitieran evaluar las condiciones de trabajo con que se desarrollan las actividades diariamente. El plan de vigilancia de salud estaría desarrollado por el conjunto de actividades administrativas, legales y de monitoreo que correspondan a los objetivos pre definidos y justificados por la administración legal hacia los riesgos que pueden estar expuestos sus colaboradores.

El plan se conformaría por un protocolo de tareas, que permitan a la empresa crear un listado práctico, visible y eficiente, para identificar los puntos críticos o puntos de riesgo en todas sus áreas internas. Los pasos que conforman ese protocolo son sucesivos y con precedencia.

Código Arte Gt podría iniciar un proceso de incorporación hacia sus tareas cotidianas, donde se puedan definir los programas de atención hacia los problemas de salud frecuentes, o problemas de salud crónicos de sus colaboradores, luego de eso podrían identificar cuáles son los problemas de salud más comunes sobre el estado de salud de sus colaboradores que han reportado o tramitado permisos especiales para visitar a su médico de confianza o al Instituto Guatemalteco de Seguridad Social.

Por último, se pueden definir los programas de atención sobre los problemas de salud que han destacado o evolucionado por afecciones respiratorias, eso es parte del inicio de un plan de vigilancia de salud para la empresa.

1.9.3.3. Registro y estadística de enfermedades y accidentes

En la empresa se ha presentado ausencia de ese tipo de controles y registros, solamente se poseen archivos de permisos especiales por colaboradores que han reportado problemas respiratorios o cardio pulmonares. No se presenta bitácora de accidentes, aducen que, por el bajo número de eventos registrados anualmente desde sus inicios, no han considerado útil registrar los incidentes, así como los motivos que pudieron dar origen a que ocurriera el evento.

1.10. Medio ambiente

Para la empresa el medio ambiente, comprendería toda el área interna disponible para diseñar, planificar, procesar y resguardar las mercancías que han sido trabajadas, la parte exterior de la empresa y su entorno también pueden ser consideradas como un todo dentro de su medio ambiente.

Dentro de las instalaciones donde finalizan las áreas o zonas de trabajo no están divididas con filtros o trampas para partículas suspendidas del material abrasivo que se utiliza, en la tolva es poca la perdida de partículas suspendidas, pero se agudiza como una condensación tipo nube que puede verse a contra luz sobre las cinco estaciones de trabajo de arenado, aunque estas cabinas de arenado son selladas casi herméticamente, presentan fugas en fisuras o en *niples* de las mangueras de presión. El medio ambiente se ha visto comprometido exponencialmente, cuando la empresa inicio a trabajar con tres estaciones de arenado, las partículas suspendidas fueron despreciables, pero cinco años después es parte de su entorno de trabajo, la carga constante provoca irritación en las vías respiratorias de todo su personal.

1.10.1. Ley de protección y mejoramiento del Medio Ambiente

Esta ley, tiene como fin la vigilancia y la preservación del equilibrio ecológico y la calidad del medio ambiente para mejorar la calidad de vida de la población guatemalteca

Es el decreto 68-86, emitido por el Congreso de la República de Guatemala, el 28 de noviembre de 1986, la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. Dicha ley en uno de su tercer considerando, dice:

Que la situación de los recursos naturales y el medio ambiente en general en Guatemala han alcanzado niveles críticos de deterioro que inciden directamente en la calidad de vida de los habitantes y ecosistemas del país, obligándonos a tomar acciones inmediatas y así garantizar un ambiente propicio para el futuro.⁵

1.10.2. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), es un ente que pertenece al sector público, cuya especialización es la materia ambiental y de bienes y servicios naturales del estado, al cual le incumbe la protección de los sistemas naturales que se generen y den soporte a la vida en sus en todas sus expresiones, basándose en una cultura de respeto y concordia, conservando y empleando de forma racional los recursos naturales, con el objetivo de obtener el desarrollo transgeneracional, vinculando las ocupaciones propias de la institución, ambiental social y económica, estimulados a forjar un país competitivo, solidario, equitativo, inclusivo y participativo.

⁵ Decreto 68-86. Diario de Centroamérica, Organismo Legislativo, Congreso de la República de Guatemala, *Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente*, Guatemala 19 de diciembre de 1986. p. 577-579.

Figura 24. **Servicios y productos que propone el MARN**



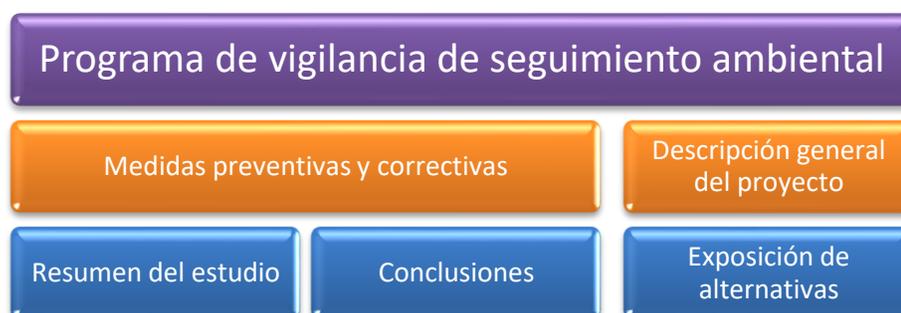
Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

Para cada uno de los servicios el MARN dispone de personal interno para monitorear, supervisar y controlar que se cumplan con los aspectos contenidos dentro de cada trámite de las licencias ambientales, cuando una empresa otorga información falsa, el MARN tiene la potestad de clausurar la empresa y iniciar un juicio legal.

1.10.2.1. Estudio de Impacto Ambiental

Consta de un documento técnico, se inicia una gestión ante el MARN como un proceso legal que está tipificado en la legislación nacional, la idea central es poder monitorear a las empresas e industrias que transforman materias primas, utilizan químicos o por el tipo de giro comercial podrían impactar negativamente al medio ambiente. Dentro de ese estudio se incluyen un conjunto de datos específicos de la empresa que lo solicita, parte de ellos es indicar cuáles son las materias primas que son transformadas, o para Código Arte Gt cuál es la composición del material abrasivo que emplean para el *sandblasting*. Se debe establecer cuál es la metodología o proceso de contención que emplea la empresa para mitigar el daño al medio ambiente, de qué forma contiene las partículas suspendidas y si existe la posibilidad de contaminar el recurso hídrico que pueda estar por debajo de sus instalaciones. Actualmente la empresa no posee una licencia de impacto ambiental, indicaron las autoridades de la misma, que se encuentra en trámite y se agregaron todos los documentos, planos he información esencial para que se les pueda ser autorizado.

Figura 25. Contenido del estudio de impacto ambiental



Fuente: CÓDIGO ARTE GT.

1.10.2.2. Licencias y requisitos de implementación

La licencia es un documento legalizado, el cual es extendido por la Dirección General de Ambiente y Recursos Naturales (DIGARN), el cual hace constar el cumplimiento de los procedimientos administrativos de dicho documento.

1.10.3. Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental

Es por medio del Acuerdo Gubernativo Número 137-2016, emitido por el presidente de la República con fecha 11 de julio de 2016, que se emite el Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental.

Este reglamento constituye un apoyo a la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, contenida en el decreto 68-86, del Congreso de la República de Guatemala.

El presente Reglamento contiene los lineamientos, estructura y procedimientos necesarios para apoyar el desarrollo sostenible del país en el tema ambiental, estableciendo reglas para el uso de instrumentos y guías que faciliten la evaluación, control y seguimiento ambiental de los proyectos, obras, industrias o actividades, que se desarrollan y los que se pretenden desarrollar en el país. Lo anterior facilitara la determinación de las características y los posibles impactos ambientales, para orientar su desarrollo en armonía con la protección del ambiente y los recursos naturales.⁶

⁶ Acuerdo Gubernativo Número 137-2016. Diario de Centroamérica, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, *Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental*, Guatemala 11 de julio de 2016. p. .2-15.

2. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

2.1. Departamento de producción

Está conformado en la parte alta o superior por un jefe, es la persona que recibe las órdenes de trabajo por el departamento de ventas. Luego de recibir las órdenes de trabajo el jefe contacta al diseñador gráfico para que le traslade el arte gráfico que será colocado en los productos que ingresaron para ser trabajados. Cuando el diseñador ha logrado concluir el boceto final, se le traslada al jefe de producción para que evalúe inmediatamente cuales son los requerimientos específicos sobre el procesamiento de los materiales, así, como el tiempo que será necesario emplear y el material abrasivo.

Cuando el jefe del departamento de producción ha concluido de evaluar todas las variables que formaran parte del nuevo lote a producirse, planifica, programa y distribuye el trabajo en sus operarios, la empresa posee cinco estaciones de arenado, pero solamente son cinco los técnicos que trabajan en ese departamento, realizan multitareas, se dividen el trabajo inicial preparando el arte en cada artículo que será ingresado a la cámara o cabina de arenado.

El supervisor apoya a sus colaboradores, al concluir la programación por el jefe de área es trasladada hacia el supervisor quien ingresa a las oficinas administrativas para validar detalles y aspectos específicos que podrían comprometer el producto final, cuando el supervisor considera oportuno y prudente concluir con la reunión con su jefe superior, se dirige a la zona de trabajo, donde aborda a sus colaboradores para trasladarles las nuevas tareas, si ellos se encuentran culminando un lote o proyecto previo, se debería de

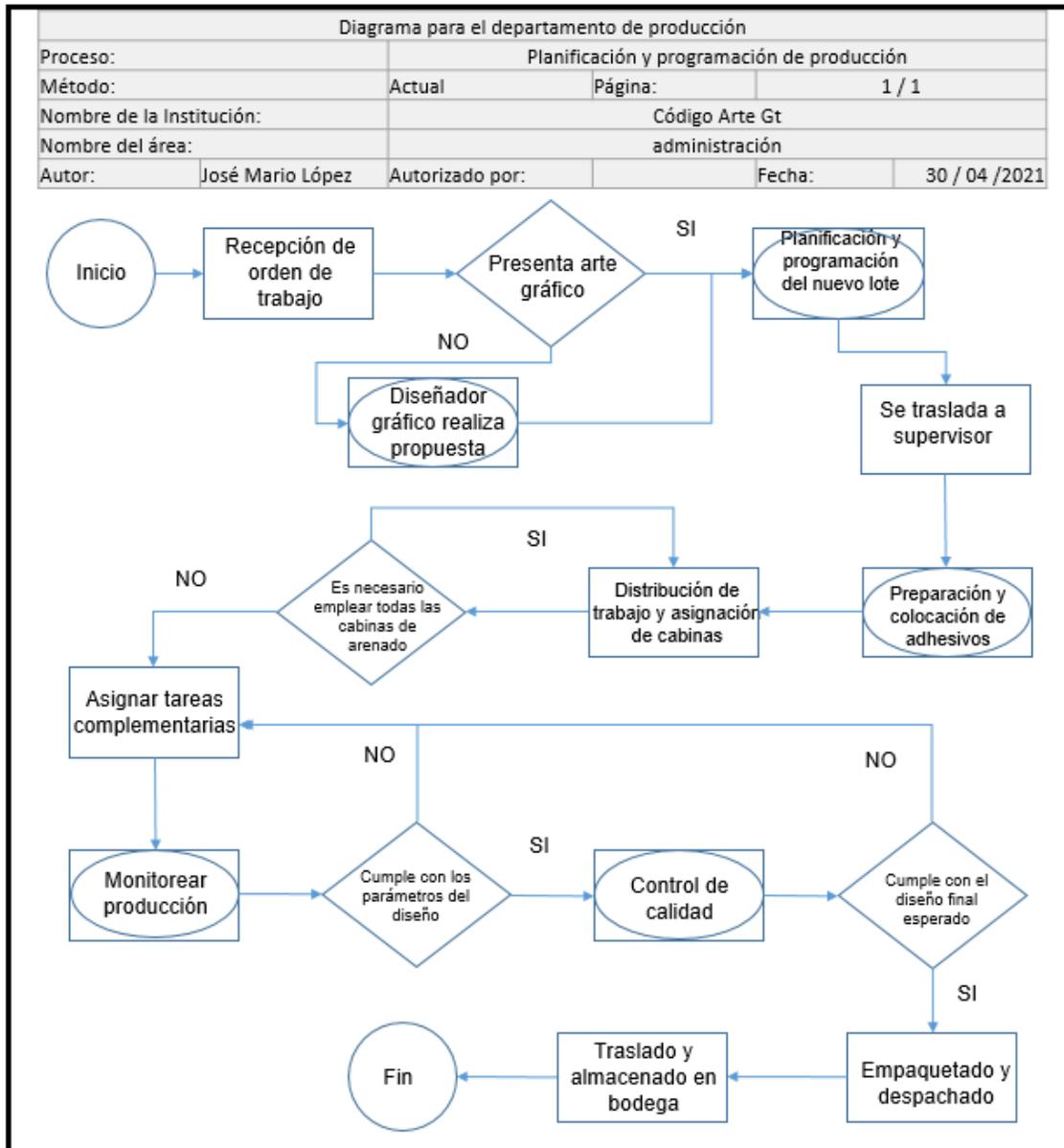
concluir hasta en un 90 % como mínimo para disponer de dos operarios y así iniciar la colocación del adhesivo en los productos del nuevo lote.

La preparación de los productos con el adhesivo es muy crítica, de no ser bien estampado, puede correrse o sobreponerse la figura del acabado final. Cuando los operarios se distribuyen la carga de trabajo, inician distribuyéndose por volumen igual estos productos básicos para colocarles el adhesivo, luego de eso el supervisor ya ha programado quienes serán los primeros tres técnicos que iniciarán a procesar los productos con el ataque a presión de la arena o algún otro producto abrasivo.

Los primeros tres técnicos inician el procesamiento y acabado con arena, cuando se alcanza el 90 % de la producción, los otros dos técnicos restantes pasaran a las dos últimas cabinas de arena para acelerar el proceso productivo, quienes reforzaran la mano de obra. Cuando terminan de procesar todas las unidades de los lotes que ingresaron, pasaran a inspeccionar unidad por unidad de estos productos, los cuales cumplen las exigencias y parámetros establecidos por la guía de trabajo que diseño el jefe de área.

Se suma a esa tarea el supervisor, para acelerar el trabajo, no se evalúan aleatoriamente los productos, cada uno de ellos debe pasar por el proceso de inspección y monitoreo, cuando un producto es fallado o presenta inconsistencias, es retirado del lote completo, en algunas ocasiones se han solicitado excedente a los clientes por si llegase a ocurrir ese evento. Se procesa con mayor precisión por el técnico que presenta mayor destreza en el trabajo de *sandblasting*. Concluida la operación se empaqueta la mercadería, se traslada a bodega de producto terminado, se estiba en pallets o en los racks de paso, concluido el proceso se notifica al jefe de producción, quien notifica al jefe de transporte para que programen el despacho.

Figura 26. Diagrama de recepción, programación y asignación de producción



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

2.1.1. Gestión del agua

No se emplea algún protocolo específico para la recepción del agua que es empleada en los servicios básicos de la empresa. El agua que ha sido utilizada para limpieza de todas las áreas de la empresa es desechada en la tubería municipal, tampoco poseen filtros o trampas de grasa para reducir el impacto ambiental.

En la gestión del agua poseen deficiencias palpables, con la falta de protocolos de prevención de contaminación cruzada sobre las emisiones de material abrasivo al medio ambiente que luego es lavado con agua a presión y recolectada en la tubería municipal, con la total ausencia de filtros o tareas provisionales por el personal que mitigue así el volumen de desecho diario.

2.1.2. Gestión de las emisiones atmosféricas

De igual forma, la empresa no dispone de mecanismos de seguridad que garanticen que las emisiones contaminantes que son producidas diariamente son retenidas por filtros o dispositivos de seguridad que eviten la fuga hacia el medio ambiente o fuga hacia las afueras de la empresa.

Solamente han colocado techos falsos con mallas para reducir así un poco la contaminación por emisiones atmosféricas, pero las partículas que escapan de las cabinas de arenado son microscópicas, más pequeñas que un cabello humano y con menor peso, por lo cual, al encontrarse con una corriente de aire que circule del interior de la empresa hacia el exterior puede viajar sin restricción alguna, por todos estos eventos la empresa ha evaluado diseñar e implementar mecanismos y trampas que controlen la contaminación hacia las afueras de sus instalaciones.

2.1.3. Gestión de residuos inertes y asimilables a urbanos

Los residuos de las oficinas administrativas que han sido depositados en los baldes para basura son recolectados dos veces por semana por el personal de limpieza, este personal traslada la basura a colectores más grandes donde es vaciado para unificarse así un solo contenedor, este contenedor es recolectado por una empresa privada que se dedica a dicho trabajo.

La basura del Departamento de producción, es recolectada diariamente, se unifica en cubos de un metro de alto por cincuenta centímetros de diámetro, no realizan separación o clasificación de desechos sólidos, incluyendo los residuos acuosos, son desechados de la misma forma. Luego de una jornada de trabajo, toda la zona de arenado es barrida y limpiada, cuando el material abrasivo no está conminado por otro tipo de partículas es reutilizado, pero si presenta basura común es desechado en el mismo cubo donde se encuentran los desechos sólidos y acuosos.

La ausencia de la gestión de residuos ha provocado diferentes problemas intermitentes, la empresa pierde material abrasivo por la falta de un programa de separación y recolección de basura, los desechos sólidos pueden provocar mayor contaminación por el mal manejo de los recolectores de basura, con las disposiciones finales de todos los residuos de la empresa se ha proyectado que la descarga al medio ambiente es considerable, cuando los recolectores utilizan los espacios finales específicos para esta tarea han de tirar solamente las basuras sin esperar que las partículas de contaminantes abrasivos puedan ser dispersas por las corrientes de aire.

Dentro del sector donde trabaja la empresa, se han presentado quejas por alto nivel de partículas sueltas al medio ambiente de contaminantes.

2.2. Consideraciones de partida

Fue oportuno lograr inspeccionar las áreas de producción, bodega de recepción y bodega de productos terminados, para monitorear el nivel de residuos presentes, las oficinas administrativas no fueron la excepción, también presentaron residuos en forma de viruta adherida a los vidrios, escritorios y equipo de computación.

2.2.1. Diagnóstico ambiental

En la empresa no existe un sistema de Gestión ambiental, las descargas contaminantes al medio ambiente son diarias y sin control de mitigación. Dentro de sus oficinas administrativas el personal ha presentado cuadros clínicos severos por problemas respiratorios.

El manejo de los desechos finales es arcaico, la recolección de basura es manual con el uso de escoba, cuando los paneles o techos de las zonas de trabajo están sobresaturados, solamente son barridos sin control o manejo responsable de esos contaminantes abrasivos.

Desechar el agua contaminada hacia las aguas negras municipales ha de impactar en mediano y largo plazo, estas aguas servidas es de mayor complejidad poder volver a ser recicladas o descontaminadas en las plantas tratantes, la separación de las micropartículas es casi imposible, estas micropartículas son los residuos fracturados del material trabajado y los restos del material abrasivo que por el choque a altas velocidades podría terminar subdividiéndose en miles de partículas. Las alertas tempranas ya están presentes, la mayoría de su personal que inicio labores desde hace cinco años, padecen de tos crónica reseca.

2.2.2. Política ambiental

Para Código Arte Gt, es primordial no desperdiciar el material abrasivo, consideran oportuno utilizar cualquier tipo de herramienta o técnica que les permita recolectar y reducir por volumen perdido por cada corrida de lotes procesados. De eso a una política ambiental eficiente es casi nulo.

Con el transcurso del tiempo la empresa ha logrado despertar su conciencia ambiental, no solamente en aprovechar los materiales que emplean para procesar los diseños y acabados finales, han evolucionado en su administración por medio de talleres y capacitaciones. Los resultados presentes es la espera de la Licencia Ambiental que se encuentra en trámite en el MARN, donde la empresa externa que los asesora espera presentarle un conjunto de principios y reglamentos que conformen su política ambiental para trabajar con la mínima disipación de contaminantes al medio ambiente.

2.3. Desarrollo del diagnóstico ambiental actual

Se monitoreo el departamento de producción, se dio seguimiento a las actividades que realizan sus colaboradores de producción y el personal de limpieza. En las áreas administrativas no se procesan materiales por lo tanto no influyen o impactan en el diagnóstico ambiental.

Para las tareas de monitoreo y revisión se visitaron diferentes días donde la empresa producía con diferentes tipos de abrasivos, destaco que se mantenía una capa o nube densa a nivel de los techos, en la jornada de almuerzo que se detienen las cámaras de arenado la nube podría disiparse parcialmente, solamente disminuye su espesor o densidad. Al reanudarse las labores vuelve a ser de la misma forma.

2.3.1. Situación actual de la gestión ambiental

La empresa indico que se encuentra en una fase de iniciación, considerando los resultados del impacto ambiental que les serán otorgados y las observaciones que el MARN considere necesarias para ser implementadas a la brevedad. De forma simultánea solicitaron que se diseñara una propuesta viable y económica que satisfaga todas sus debilidades, permitiéndoles seguir trabajando, pero con menores índices de contaminación al medio ambiente.

Parte de eso situación es el desarrollo del presente trabajo de investigación, que al concluirse se estimaría que fortalezca los mecanismos de prevención y control hacia el departamento de producción donde es la fuente o el origen de la contaminación.

La gestión ambiental como tal incluirá resultados obtenidos por el monitoreo en sus instalaciones, localización de los puntos críticos de control donde es expuesto el mayor volumen de contaminación, las debilidades operativas que presentan sus colaboradores, exposición de la falta de protocolos de prevención para el trabajo que realizan, señalización de las debilidades en la zona de producción, propuesta de mejora continua, propuesta que permita reducir la carga de partículas suspendidas al medio ambiente.

Protocolo de manejo responsable de sus desechos, sólidos, líquidos y acuosos. Plan de capacitación que permita fortalecer las tareas diarias del personal de producción, limpieza y oficinas administrativas. Diseño de trampas ambientales que retengan las partículas abrasivas que viajan en el aire suspendidas y en el calzado del personal, incluso en sus prendas de vestir, así es como podría iniciarse un verdadero proyecto de gestión ambiental.

2.3.2. Sistema diagnóstico de gestión ambiental en la empresa

Solamente han establecido gestiones de monitoreo sobre la contaminación ambiental dentro de sus instalaciones, pero un sistema de diagnóstico robusto y continuo que permita evaluar en determinado tiempo los alcances obtenidos o daños ocasionados es inexistente. Mantienen actualizados los procedimientos dentro del departamento de producción para la recolección de los desechos finales, pero no evalúan la carga recolectada por cada semana o periodo específico.

2.3.3. Enfoque de sistema para la gestión ambiental

Puede considerarse como un procedimiento formal, donde se circunscriben ideas que permitirán mejorar los progresos ambientales y así lograr realizar diferentes actividades de manera eficiente. Código Arte Gt, tampoco dispone de ese sistema de gestión, que podría mejorar los procesos de arenado, reduciendo los residuos y poder trabajar de forma eficiente sin sacrificar algunos beneficios económicos que no pueden llegar a ser rentabilizados.

La empresa ha recalcado que su enfoque se fundamenta en la capacidad de producir el mismo volumen o mayor volumen de productos con el menor impacto ambiental, mitigando la contaminación cruzada que persiste dentro de sus instalaciones y hacia el medio ambiente, la finalidad de su enfoque es reducir las pérdidas del material abrasivo, el cual escapa de las cámaras de arenado, el manejo responsable de sus desechos es otro protocolo que desean incorporar, sobre todo mejorar las condiciones de trabajo y calidad de vida de todo su personal.

2.4. Factores estudio en diagnóstico

Para Código Arte Gt, fue necesario definir en mesas técnicas multidisciplinarias establecer sus factores primarios o urgentes de interés, la fase de mejora continua inicio con la contratación de la empresa que realizo el estudio de impacto ambiental, para continuar con el desarrollo del presente documento investigativo que lo proporcionará soluciones viables con enfoque de la ingeniería industrial.

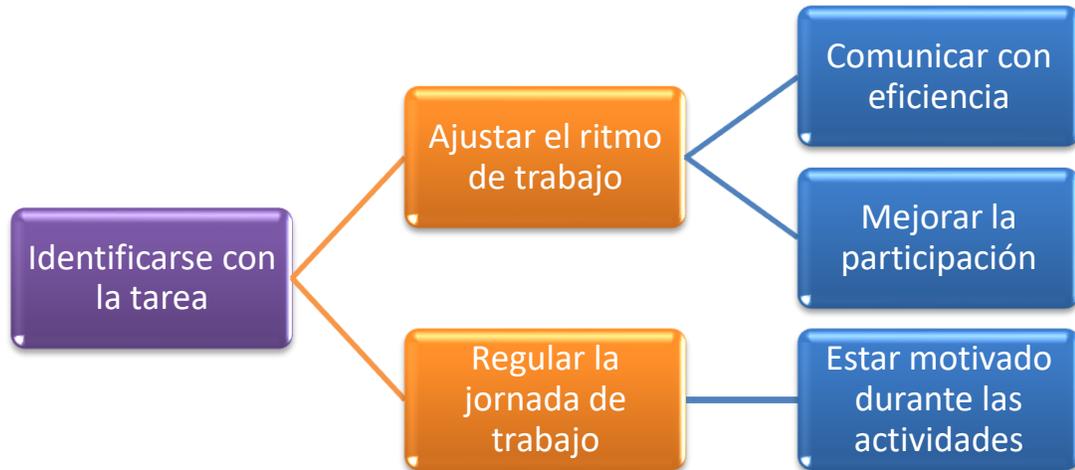
Son diversos los factores, pero lograron centrarse en dos únicamente, que el Gerente General delimito como los más importantes y críticos, que, al cambio o mejoramiento de ellos, la empresa puede robustecerse en sus modelos productivos, creando conciencia de clase ambiental todo su personal, responsabilizándolos en todo momento por contener las cargas de contaminantes al medio ambiente o su entorno de la empresa con protocolos eficientes que permitan mejorar sus capacidades de trabajo.

2.4.1. Factores organizativos

La cotidianidad y la rutina tienen efectos negativos en los colaboradores, tales como fatiga, estrés, falta de atención, desmotivación, malestar, entre otros, Los factores organizativos son todos aquellos actos que de parte de la empresa y del colaborador, hacen para sentirse más cómodos.

Dentro de los factores se permite mejorar la participación de su personal sectorialmente, iniciando en el departamento de producción, seleccionando cuales pueden ser los protocolos primarios a implementar para controlar la suspensión de partículas perdidas, controlar los desechos que son vertidos a las corrientes de aguas negras municipales y controlar los depósitos de basura.

Figura 27. **Algunos factores organizativos**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

2.4.2. Factores ambientales y factores socioeconómicos

Son circunstancias medioambientales, a nivel organización que pueden perjudicar la ejecución de un proyecto. Estas circunstancias suelen ser Intangibles, los ejecutores del proyecto deben de manejarlos, en base a la experiencia, observaciones de expertos y cualquier herramienta que aporte beneficio para la planificación acertada.

Los factores socioeconómicos, son incluidos dentro de la parte sustancial e indispensable, en la actualidad, por la falta de poder adquisitivo de algunos grupos sociales, la problemática se ve agravada diariamente, los seres humanos de una baja condición social, incrementan su problemática económica, en sus necesidades básicas, esto se presenta por los bajos recursos, que ofrecen a los suyos.

Los factores socioeconómicos, incluyen las actividades desarrolladas por el ser humano, en cuyo objetivo es notoria la finalidad de sustentar su propia vida y la de los suyos, ya sean ejecutadas dentro o fuera de la vivienda, estas ocupaciones, las cuales pueden ser de satisfacción o insatisfacción, que genere dicha actividad, en las cuales están inmiscuidas, los deseos, los sentimientos e inquietudes.

Figura 28. **Factores socioeconómicos del entorno de la empresa**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

2.5. Metodología seleccionada para la elaboración de la propuesta del diagnóstico ambiental

Se evaluó el entorno a través de visitas a la empresa, se tuvo a la vista los instrumentos ambientales de la empresa que se encuentra tramitando la licencia de impacto ambiental, se recorrieron las instalaciones por dentro y por fuera, en total se visitó la empresa por tres meses, dos veces por semana.

Se recopilaron datos sobre los desechos y el manejo del mismo, por contrato de confidencialidad no se puede hacer públicas fotografías internas. Con el método científico se establecieron los objetivos específicos que permitirán centrar la investigación en puntos claves, donde demostró mayores debilidades la empresa.

Se evaluó la destreza de todo el personal que labora en el departamento de producción, las capacidades de trabajo de ellos fueron comparadas con los registros de la empresa, delimitando que la fuente de contaminación es en las cabinas de arenado, se encontraron fisuras y puntos de pérdidas en la parte trasera, la cabina no es presurizada solamente tiene recubrimiento interno de metal, en algunos *niples* de las mangueras de caucho donde fluye el aire a presión con el material abrasivo también tienen fisuras y puntos de fuga.

Dentro de la metodología de inspección, evaluación, establecimiento de puntos críticos y debilidades de contención de la empresa, se puede establecer la necesidad de instrumentos y guías de trabajo cotidiano para que el personal pueda disminuir la carga constante de partículas al medio ambiente, para la empresa es ideal mejorar sus instalaciones con mecanismos de control y filtros entre cada una de las zonas de trabajo, la producción responsable permitirá reducir las cargas de desechos hacia el medio ambiente y su entorno.

2.5.1. Diagnóstico ambiental participativo

Se obtuvieron algunos datos relevantes del entorno de la empresa, algunos vecinos muestran señales de molestia cuando se presentan mayores descargas de partículas contaminantes a través de los techos por donde se fugan las nubes condensadas, al entrar en contacto con una corriente de aire son arrastradas hacia las casas vecinas.

Tabla XII. **Resultados preliminares del diagnóstico ambiental participativo**

Área de interés	Descripción
Determinación de los problemas ambientales	El principal problema dentro de la comunidad, es la contaminación cruzada que ha afectada a su entorno en los últimos tres años, esto es causado por las fugas de partículas contaminantes desde la empresa por los techos o ventanas. Las descargas han incrementado exponencialmente desde que la empresa presentado incremento en la demanda de sus servicios, por lo que los vecinos expresan una solución rápida, eficiente y efectiva.
Situación de los problemas ambientales	El departamento de producción es el foco de contaminación, la mala gestión en el control del entorno es la problemática actual, la ausencia de filtros y mecanismos físicos de control permiten que las partículas puedan viajar libremente en el medio ambiente.
Jerarquía y urgencia de los problemas	Contener las fugas desde las cámaras de arenado es la principal respuesta de acción inmediata, diseñar los dispositivos en el departamento de producción para reducir las descargas hacia su entorno es el siguiente paso.
Particularidades de los problemas	Contener las partículas contaminantes en el departamento de producción es el principal objetivo para la empresa, luego de eso, podría hacerse capacitar al personal para que su trabajo sea con el menor impacto ambiental, controlando todos los desechos que producen trabajando diariamente.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

2.5.2. Diagnóstico ambiental de participación ciudadana

La inclinación hacia la conservación del medio ambiente, que se hace presente desde las primeras agrupaciones ecologista, cuyo objetivo es la investigación de las circunstancias de los recursos naturales, asesorar las medidas idóneas para su conservación, protección y uso de bien común, para poder continuar con una fuerte labor de extensión. Estas agrupaciones, formados e impulsados por científicos principalmente, los cuales ejecutan y desarrollan actividades de búsqueda sobre los recursos naturales, su acción primordial es dedicarse a detener el daño y devastación de los recursos naturales.

No solo son movimientos propios del tema, los involucrados en la temática ambientalista, de movimiento están compuestos por la sociedad en general que ve con preocupación la situación ambiental. En estos movimientos se puede observar a grupos formados desde intelectuales hasta comunidades indígenas que ven perjudicados el medio de producción, se ven obligados a organizarse y poder así resolver la problemática o emitir una voz.

2.6. Sistema de gestión ambiental

Código Arte Gt, no dispone de un modelo eficiente para manejar sus modelos de producción de donde es producida diariamente una alta cantidad micro residuos suspendidos en el ambiente, para la empresa su sistema de gestión, es recolectar la basura y viruta que ha descendido hacia el suelo, acondicionar los desechos en bolsas plásticos o en los cubos para basura es la siguiente etapa dentro de sus procesos.

Luego de eso es entregada la basura a los recolectores municipales, pero dentro de ese sistema no existe el control de emisión de partículas contaminantes en las cabinas de arenado, tampoco el control de partículas suspendidas. Su entorno puede ser descargado diariamente sin control o responsabilidad ambiental, dañando la fauna y flora del sector.

2.6.1. Sistema actual empleado por la empresa

Recolección de basura por el personal de limpieza, barriendo el polvo de desechos resultante del trabajo con el arenado, se reúne en bolsas y se tira en el cubo de la basura, esta tarea se realiza al terminar la jornada de trabajo.

2.6.2. Sistema de gestión ambiental

La empresa ha programado un cambio en sus acciones de trabajo, la proyección es a dos años, sustituir la forma actual de como emplean el control y manejo de sus desechos, además, incluyeron la evaluación de impacto ambiental para tramitar su licencia, a través de eso, esperan que la empresa responsable de brindarles el servicio les otorgue un plan, programa y guía de manejo responsable de sus desechos, así como un conjunto de mecanismos que permitan controlar la fuga de sus contaminantes hacia el medio ambiente.

3. PROPUESTA DE UN PROGRAMA EFICIENTE PARA LA CREACIÓN DE UN MODELO ÓPTIMO DE PRODUCCIÓN

3.1. Fase 1: recopilación de información

Se realizaron diferentes recorridos por las instalaciones de la empresa, desde la bodega de recepción de materiales, luego se trasladó a identificar las zonas de trabajo de arenado, monitoreando cada una de las cinco estaciones, así como las tolvas donde se vacían los materiales abrasivos, se evaluaron las líneas de aire y las condiciones físicas de las mangueras de caucho por donde fluye el aire a presión con las partículas abrasivas.

Se identificaron los insumos y desechos que procesa la empresa correspondiente a cada una de las estaciones de trabajo, luego de realizar el recorrido por la zona de producción se visitó la planta alta donde se encuentran las oficinas administrativas, para concluir el recorrido en la bodega de despacho, donde se encuentran los vehículos que son empleados para distribuir los productos terminados.

Dentro de todo el recorrido se contó con el apoyo y acompañamiento de una persona asignada por el departamento de producción, quien indicó ser un supervisor. Mostró documentos básicos de la empresa y su memoria de labores, algunos textos de los cambios que ha realizado la empresa, indicó que para el sistema de recolección de desechos utilizan tareas básicas y comunes, para la producción, solamente se basan en los modelos que desarrolló la empresa al iniciar operaciones desde hace cinco años, durante ese tiempo no han sufrido cambios o diseñados documentos oficiales.

En la mayoría de sus procesos no poseen diagramas de flujo o diagramas de procesos, las tareas han sido transmitidas verbalmente de generación en generación, en la memoria de labores poseen algunos datos vagos de cómo pueden realizar los trabajos, por la ausencia de un departamento de Recursos Humanos, el Gerente General distribuye las tareas administrativas hacia los jefes de cada departamento para que ellos puedan desarrollar la gestión de labores casi empíricamente utilizando datos pasados para tener una idea de lo que pueden procesar en un tiempo previo establecido.

Con los controles de calidad es una tarea asignada al personal de bodega, con la recepción de los lotes de productos que serán procesados, deben destapar las cajas, revisar pieza por pieza, sin presentar fisuras o astillas en su estructura son devueltas a su empaque para luego ser colocadas en tarimas o racks donde serán despachadas para el departamento de producción.

Cuando ingresan las cajas o lotes a procesarse, los técnicos ya poseen un arte en forma de *sticker* que es colocado manualmente, la operación inicia con los cinco operarios disponibles, luego de alcanzar más del 80 % de piezas procesadas inician tres estaciones de arenado a trabajar pieza por pieza, el tamaño y las dimensiones con el nivel de acabado esperado es lo que limita el tiempo de trabajo, mayormente se utiliza arena de río para trabajar casi todos los productos de vidrio y porcelana.

Por el modelo actual de trabajo, asignando tareas sin un programa de distribución de tareas y sin planificación la empresa no ha podido estimar los tiempos promedios de trabajo, o cuellos de botella o paros innecesarios en los equipos, de esa forma el tiempo efectivo no ha podido ser consensuado, los supervisores apoyan a su equipo de trabajo cuando no pueden realizar ciertas tareas o cuando presentan fallas parciales los equipos de trabajo.

3.1.1. Medición de las descargas contaminantes al medio ambiente

Según la información obtenida por la empresa, donde indicaron que, por cada 50 libras de arena para trabajar en un día, se pierden 5 libras al final del día. No se posee un método científico que pueda validar datos exactos sobre las descargas finales al medio ambiente.

Tabla XIII. Datos aproximados de descargas al medio ambiente de material abrasivo (arena)

Cantidad de pérdidas de arena	Se incluyen las 5 estaciones de trabajo
Día	25 libras
Mes	500 libras
Anual	6000 libras

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word

Cuando se inició el monitoreo y evaluación de su espacio de trabajo, se percibió una nube densa de polvo en todas sus instalaciones, luego de monitorear las casas vecinas se observaron restos de arena en sus techos y paredes. Cuando se obtuvieron los datos sobre la pérdida de arena fueron despreciados o marginados como de bajo impacto, pero luego de evaluar el volumen de libras que pierden y vierten al medio ambiente demostró que trabajan con condiciones alarmantes.

Seis mil libras de arena que han sido descargadas anualmente, considerando que solamente pueden perderse cinco libras por cada estación de trabajo, se debe impulsar un mecanismo de control exacto para determinar ese dato exacto y evaluar las medidas de contención inmediatas.

3.1.2. Niveles de contaminación y sus efectos al ser humano

La interpretación de las reacciones que produce la contaminación atmosférica en la salud humana se fundamenta en estudios de dos clases, toxicológicos y epidemiológicos. Ambos tipos de estudios se consideran complementarios cuando se trata de valorar los efectos de la contaminación atmosférica en la salud.

- Estudios toxicológicos: se han realizado evaluaciones en personas y animales, donde la concentración sobre determinado elemento contaminante y sus condiciones de exposición lograron ser controladas por los investigadores. El estudio toxicológico radica en lograr obtener control sobre las condiciones de exposición, mejorando la capacidad de análisis en comparación de los estudios observacionales. En cuanto a los inconvenientes, éstos radican fundamentalmente en el hecho de someter a los sujetos en experimentación a una situación artificial, ya que se utiliza un reducido número de contaminantes en situación ideal, a grandes dosis y en circunstancias ambientales especiales. Además, las poblaciones con las que se experimenta son poco representativas.
- Estudios epidemiológicos: se analizan los eventos desarrollados sobre algunas poblaciones humanas expuestas a condiciones naturales. Para evaluar los niveles de contaminación atmosférica se pueden utilizar datos obtenidos por los sistemas de alerta temprana o redes de vigilancia de contaminación atmosférica del país o datos obtenidos de sistemas extranjeros sobre estudios realizados en el país. El principal problema es la medida de la exposición, ya que el estudio epidemiológico de los efectos sobre la salud de la contaminación atmosférica tiene una serie de características que lo distinguen de otras áreas de la epidemiología.

Tabla XIV. **Características sobre los estudios epidemiológicos**

Característica	Descripción
Ubicuidad de la exposición	Se refiere al volumen de contaminantes que han logrado mezclarse o verse al medio ambiente pasan a formar parte del mismo, a partir de eso las personas no pueden evitar su exposición sobre el entorno contaminado donde transitan o residen, se elimina de esta categoría los mantos acuíferos, capas terrestres y alimentos.
Variaciones individuales de la exposición	<p>Cuando las concentraciones de los contaminantes en el ambiente exterior son más o menos uniformes, los individuos se encuentran expuestos la mayor parte del tiempo en las casas y en el interior de otros lugares. La exposición del ambiente exterior puede diferir considerablemente de la del interior, debido a la presencia de fuentes interiores, a la deposición y a las diferencias en la ventilación.</p> <p>Sin embargo, allí donde no existen fuentes interiores significativas, la calidad del aire interior viene determinada, de una manera importante, por las concentraciones en el exterior.</p>
Confusión importante por otros factores	La morbilidad y mortalidad por enfermedades respiratorias y del aparato circulatorio pueden tener causas diferentes a la contaminación atmosférica. Además, estos factores, pueden tener una influencia más fuerte, como son el hábito tabáquico o la exposición a gases y polvos irritantes en el ámbito profesional.

Fuente: BALLESTER, Diez. *Efectos de la Contaminación Atmosférica sobre la Salud*. p. 63.

- Estudios ecológicos de serie temporales: diseño epidemiológico con mayor demanda actualmente, las series temporales permiten evaluar aritméticamente los problemas que pudieron ser representativos en determinado periodo de tiempo. En ellos se analizan las variaciones en el tiempo de la exposición al contaminante y el indicador de salud estudiado en una población. Los estudios ecológicos miden exposiciones ambientales y efectos en poblaciones humanas representativas.
- Además, se considera todo el rango de exposiciones, así como las múltiples combinaciones de factores ambientales y socioculturales que determinan la ocurrencia de los efectos sobre la salud. Una de las grandes ventajas de los estudios de series temporales es que al analizar a la misma población en diferentes periodos de tiempo (día a día, generalmente), muchas de aquellas variables que pueden actuar como factores de confusión a nivel individual (hábito tabáquico, edad, género, ocupación) no necesitan ser controladas, ya que se mantienen estables en la misma población. En todo caso, no es previsible que las variaciones que éstas puedan sufrir día a día se relacionen con los niveles de contaminación atmosférica.
- Al analizar los estudios ecológicos de series temporales que examinan la relación entre contaminación atmosférica y salud, se debería tener en cuenta, por un lado, la adecuación de la metodología estadística utilizada y, por otro, los factores de confusión considerados.

Tabla XV. **Factores de confusión en los estudios ecológicos de series temporales**

Factor influyente	Descripción
Geofísicos	Aquellos producidos por los ciclos estacionales de energía y radiaciones en la superficie de la tierra. Conllevan cambios en la meteorología, la contaminación y la salud. Su ciclo fundamental es el año.
Meteorológicos	Aunque podrían incluirse dentro de los factores geofísicos ya que dependen de estos, tienen una entidad propia innegable. La temperatura ambiental y la humedad son dos variables con las que se intenta resumir la meteorología, lo que para algunos autores resulta insuficiente para poder ajustar adecuadamente un fenómeno tan complejo.
Socioculturales	Se corresponden con el nivel de desarrollo económico e industrial, la cultura, la religión, la mentalidad de las personas, el país, la comunidad. El ciclo fundamental de la actividad sociocultural en la mayoría de países y culturas es la semana, que se corresponde con el ciclo laboral básico.

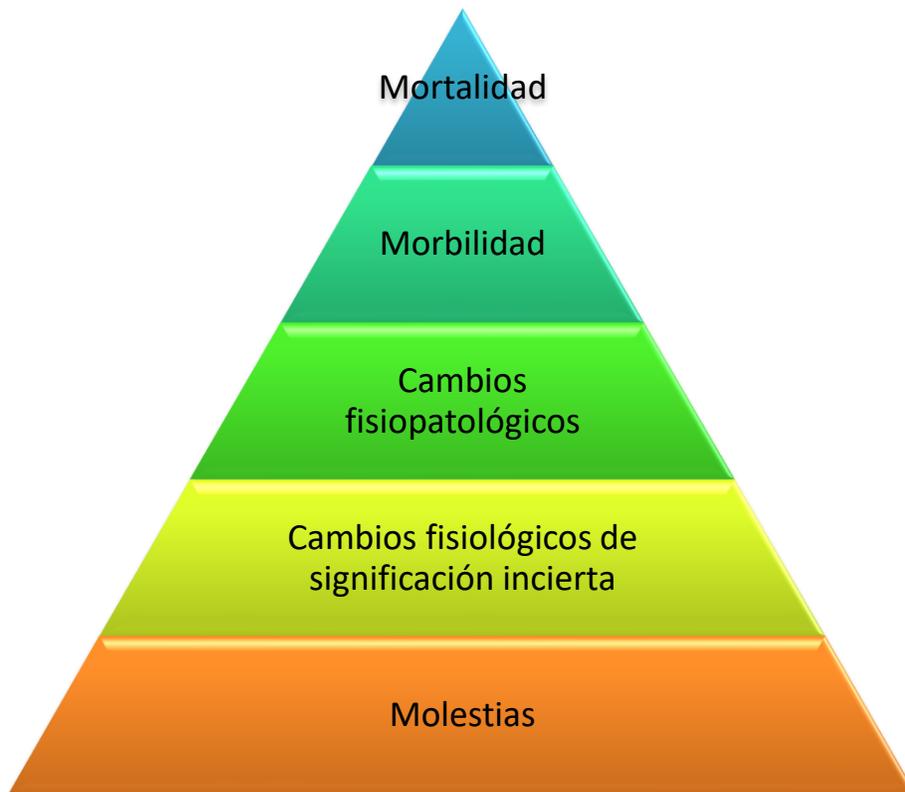
Fuente: BALLESTER, Diez. *Efectos de la Contaminación Atmosférica sobre la Salud*. p. 63.

Tabla XVI. **Principales efectos a corto plazo de la contaminación atmosférica sobre algunos indicadores de salud**

Variable de interés
Alteraciones de diferentes índices funcionales pulmonares
Aumento de la mortalidad total y por causas específicas
Incremento de los síntomas de enfermedades y del uso de fármacos
Ingresos hospitalarios
Incremento de la utilización de los servicios sanitarios
Visitas a consultas médicas
Visitas a urgencias

Fuente: *American Thoracic Society*. <https://www.thoracic.org/professionals/clinical-resources/environmental-and-occupational/>. Consulta: 2 de febrero de 2021.

Figura 29. **Representación de los diferentes efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud**



Fuente: *American Thoracic Society*. <https://www.thoracic.org/professionals/clinical-resources/environmental-and-occupational/>. Consulta: 2 de febrero de 2021

3.2. Fase 2: elaboración del diagnóstico de la situación actual ambiental de la empresa

Se procedió a evaluar las condiciones de los aspectos ambientales sobre cada una de las etapas y procesos establecidos por la empresa desde que ingresan los productos que serán trabajados hasta la bodega de salida de productos terminados. Se consideraron parámetros incluidos por el MARN para comparar la emisión de contaminantes sobre los aspectos ambientales significativos en la empresa, especialmente en el departamento de producción.

Con los supervisores de otros departamentos asociados he involucrados en las operaciones se procedió a diseñar la matriz de criterios de evaluación del impacto ambiental en la empresa, con el sentido de evaluar en tiempo real las condiciones con que se está trabajando y evaluando los protocolos de mitigación que podrían llegar a ser incorporados.

Tabla XVII. **Matriz de evaluación de impacto ambiental**

Rango de importancia	Descripción	Valoración o nivel de escala		
Alcance (A)	Interesa el área de influencia donde se genera la contaminación con relación a su entorno	1 - área Impacto generado, que es estacionario en lugar de la fuente.	5 - zona Impacto difundido más allá del área de origen, inicia la contaminación cruzada.	10 - región La contaminación puede escapar de la zona de origen y utilizar corrientes de aire para expandirse en diferentes direcciones.

Continuación Tabla XVII

Probabilidad (P)	Se considera la probabilidad de que ocurra la contaminación	1 - Baja	5 - Media	10 - Alta
		Poca probabilidad que ocurra el evento	Probabilidad media de que ocurra el evento	Alta probabilidad de que ocurra el evento en cualquier momento
Cantidad (C)	Magnitud con la que pueda ocurrir el daño del material abrasivo o partículas suspendidas	1 - Baja	5 - Moderada	10 - Alta
		Se puede considerar el daño mínimo sobre las pérdidas del material en las cabinas de arenado	La magnitud de las pérdidas en cada estación de arenado puede considerarse mayor a dos libras por día	La pérdida igual o mayor a cinco libras por día es considerado nuevamente alarmante y significativo, causando los mismos efectos nocivos al ambiente

Fuente. CÓDIGO ARTE GT.

Con la matriz de la tabla anterior se obtendrán datos en tiempo real, para cada momento que los supervisores deseen evaluar en qué condiciones de trabajo se encuentran produciendo aplicaran la siguiente ecuación, que debería estar en rangos no mayores a 25 puntos.

Ecuación I

$$I = A \times P \times C$$

I puede considerarse como la importancia sobre el impacto ambiental con el que se está trabajando y el nivel de contaminación expuesto.

Tabla XVIII. **Rangos de calificación y criterio de importancia**

Importancia	Rango de valoración	Zona de criticidad		
Baja	1 <I < 250	Área	Zona	Región
Moderada	250 <I < 500	Área	Zona	Región
Alta	500 <I < 1000	Área	Zona	Región

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word

Tabla XIX. **Resultados de la evaluación**

Importancia	Rango de valoración	Zona de criticidad		
Área	1 <I < 250	Área	Zona	Región
Zona	250 <I < 500	Área	Zona	Región
Región	500 <I < 1000	Área	Zona	Región

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word

3.2.1. **Revisión ambiental inicial**

Los aspectos relevantes que se monitorearon en el departamento de producción, fueron las cabinas de arenado, las mangueras de caucho, la tolva de dosificación y el entorno propio de las cinco estaciones de trabajo. A partir de esos puntos se extendió la revisión, se consideró un entorno local todas las áreas expuestas a esa zona de trabajo y las viviendas aledañas.

Los resultados de la tabla XIX demostraron que la contaminación suspendida y la contaminación adherida en las paredes y techos son considerable, ubicándose en la tabla XVIII como criticidad alta, exponiendo a los trabajadores y vecinos del entorno a padecer de enfermedades crónicas respiratorias.

3.2.2. Matriz MED

Durante la evaluación y definición de las variables que pueden integrar la matriz MED (materiales, energía y desechos) en del departamento de producción, se pidió al supervisor de área que proporcionara información del último trimestre de trabajo, la matriz debe desarrollarse para un año calendario de labores, pero la empresa no cuenta con registros confiables de información, en ciertos procedimientos se utilizan cuadernos para anotar ciertos parámetros en las bitácoras de trabajo.

Tabla XX. **Matriz MED**

Proceso	Material (libras / año)	Energía (kWh/año)	Desechos (libras / año)
Estampado de sticker	100-250	2 600	12-35
Arenado	1 200-1800	1 2000	600-900
Control de calidad	100	1 500	100

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Se consideró que en el proceso de estampado pueden incluirse las láminas de los *stickers* que son colocados en los productos que pasarán posteriormente al arenado, de estas laminas se procesan perdidas de material y desechos, la contra cara de la lámina del *sticker*. Para el cálculo de energía, se evaluaron los recibos de consumo, aprovechando que la empresa configuro un contador para la iluminación, otro contador para las máquinas y equipos auxiliares del departamento de producción fue practico obtener los datos sobre el consumo de energía para ese periodo de tiempo.

En el proceso de arenado, se había expuesto que la empresa supera las 600 libras anuales, luego de evaluar sistemáticamente las variables incluidas en la matriz de impacto ambiental y parametrizando con el uso de la ecuación I, se obtuvieron datos específicos, sobrepasando esas 600 libras de desechos anuales. Para el control de calidad el material que ha sido considerado como desperdicio, son los productos fallados o que no cumplen las especificaciones del detalle en el diseño original.

3.3. Fase 3: evaluación del cumplimiento de los requisitos legales

La empresa se encuentra en trámite y vías de obtener su licencia de impacto ambiental, donde se espera cumplir con los acondicionamientos o cambios diseñados por la empresa consultora que realizó el estudio, las observaciones finales que el MARN proponga han sido considerado por el Gerente General para sumarlas hacia la propuesta de la mejora continua que se desarrolla con la investigación actual. No se puede definir si están dentro de un rango aceptable con relación a los requisitos legales, o es necesario incorporar mejoras sobre el proceso productivo, las instalaciones y su entorno.

3.3.1. Identificación de los documentos aplicables

Para el trámite de la licencia ambiental, Código Arte Gt, por medio de la empresa externa que le brinda el servicio legal, indicaron que se llenaron un conjunto de formularios, planos, patente, fotocopias de documentos legalizados, que en sí conforman el expediente que fue presentado ante el MARN. Parte de toda esa papelería y que en la página del MARN indican como obligatorio es comparar el *checklist* de los requisitos de evaluación de impacto ambiental para categoría B1, según el Acuerdo Gubernativo 137-2016, reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental.

Tabla XXI. **Guía de los documentos legales aplicables al trámite de la licencia de impacto ambiental**

No.	Información y documentos requeridos	Si	No	Observaciones MARN
1	CARÁTULA DE PRESENTACIÓN INSTRUMENTO AMBIENTAL CATEGORÍA B1			
2	<p>Carta de presentación con membrete de empresa, dirigida a:</p> <p>a. Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (cuando el expediente se ingresa en MARN Central).</p> <p>b. Dirección de Coordinación Nacional, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (cuando el expediente se ingresa en una Delegación Departamental).</p> <p>Deberá consignar en la misma lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nombre del Proyecto. • Dirección completa del Proyecto. • Nombre o razón social de la entidad. • Nombre del Propietario o Representante Legal. <p>La carta deberá ser firmada por el Representante Legal, en original (no Scanner), sin testados.</p>			
3	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA B1			
4	Presentación de planos obligatorios (únicamente tamaño, carta, oficio o doble carta), timbrados, sellados y firmados por profesional competente.			
	4.1. Plano de Localización (identificando el área de influencia indirecta, área de influencia directa, y el área del Proyecto).			
	4.2. Plano de Ubicación (identificando colindancias, acceso al sitio y coordenadas).			
	4.3. Plano de conjunto (identificando y delimitando el sitio a evaluar, incluyendo cada uno de los elementos arquitectónicos dentro de la finca).			
	4.4. Plano de distribución arquitectónica.			
	4.5. Plano de instalaciones hidráulicas (agua potable).			
	4.6. Plano de instalaciones hidráulicas (agua pluvial).			
	4.7. Plano de sistema(s) de tratamiento de aguas residuales de tipo especial y/o tipo ordinario.			
5	Planos específicos según tipo de Proyectos			
	5.1. Plano de Curvas de nivel, de planta de nichos, número de nichos / superficiales o subterráneos; elevaciones, cortes principales e identificación de áreas verdes cuando se trate de cementerios (deberán localizarse como mínimo a 100 metros de la construcción más cercana).			
	5.2. Plano de instalaciones y estructura, cuando se trate de torres eléctricas o subestaciones eléctricas.			
	5.3. Plano de curvas de nivel naturales y modificadas, cuando existan movimientos de tierra: excavaciones, cortes, rellenos, nivelaciones, etc.			
6	Sistema(s) de tratamiento(s) de aguas residuales de tipo especial y/o tipo ordinario.			
	6.1. Memoria(s) de Cálculo del(os) Sistema(s) de Tratamiento de Aguas Residuales, firmado, timbrado y sellado por un Ingeniero Sanitarista.			
	6.2. Manual(es) de Operación y Mantenimiento del(os) Sistema(s) de Tratamiento de Aguas Residuales, firmado, timbrado y sellado por un Ingeniero Sanitarista.			

Continuación tabla XXI.

7	Participación pública			
	<p>Presentar páginas completas de la publicación original del EDICTO DE AVISO PÚBLICO en un diario de mayor circulación a nivel nacional (en idioma español), y en el diario de mayor circulación regional en el área de influencia directa donde se ubique el Proyecto. Dimensiones de la publicación: 2 x 4 pulgadas.</p> <p>NOTA: en caso que el área de influencia directa del Proyecto se encuentre en varios municipios, la publicación deberá llevarse a cabo en el idioma que predomine en cada uno de ellos.</p>			
8	Documentación Legal del Proponente			
	8.1. Acta notarial de declaración jurada del proponente según formato vigente publicada en la página del MARN (original).			
	8.2. Fotocopia autenticada del Documento Personal de Identificación (DPI) o pasaporte completo del Representante Legal o propietario del Proyecto.			
	8.3. Fotocopia autenticada del nombramiento del Representante Legal, si el proponente es persona jurídica.			
	8.4. Fotocopia autenticada de Patente de Comercio y de Sociedad de la entidad.			
	8.5. Fotocopia autenticada de la constancia del Número de Identificación Tributaria (NIT) de la Empresa Promotora o persona individual (RTU).			
	8.6. Documento de derecho sobre el predio: se aceptará únicamente (según sea el caso):			
	<p>a) Fotocopia autenticada u original completa del documento que acredita el derecho sobre el predio a favor del proponente:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Certificación del Registro General de la Propiedad (no mayor a 6 meses). <p>b) Fotocopia autenticada u original del documento legal que aplique a su Proyecto completo y vigente, con dirección exacta registrada en el instrumento ambiental presentado.</p> <p>Si la Empresa o el interesado no es propietario del terreno donde se desarrollará el Proyecto:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Contrato de Arrendamiento o Subarrendamiento. ✓ Contrato de Compra Venta o Promesa de Compra Venta. <p>Para los inmuebles del Estado debe incluirse el documento legal que aplique:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Certificación del Registro General de la Propiedad. ✓ Testimonio de la Escritura Pública de la Donación del bien inmueble. ✓ Certificación del punto de acta donde conste la donación del bien inmueble. <p>Si carece de cualquiera de los anteriores documentos, deberán de presentar el testimonio de escritura pública donde se les otorgan los derechos posesorios del o los inmuebles(s) a nombre del Proponente.</p> <p>En caso de no contar con las opciones antes expuestas, solicitar por escrito a la Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales qué documentación se requerirá para reemplazar los mismos.</p>			
	8.7. Acta de toma de posesión (si aplica).			
	8.8. Acuerdo emitido por el Tribunal Supremo Electoral (si aplica).			
8.9. Fotocopia del mandato con su inscripción del registro respectivo.				

Continuación tabla XXI.

Documentación Legal del Consultor Ambiental Individual o Empresa Consultora			
9	9.1. Acta notarial de declaración jurada del Consultor Ambiental Individual o Empresa Consultora que elaboró el Instrumento Ambiental. (Original).		
	9.2. Fotocopia(s) autenticada(s) de Licencia(s) de Consultor(es) Ambiental(es) Individual(es) o Empresa Consultora Ambiental vigente. (Completa y legible, no fotografías).		
	9.3. Certificación en original o copia autenticada del colegiado activo del consultor o consultores ambientales que participaron en la elaboración del instrumento ambiental (no fotografías).		
	9.4. Cuando más Consultores Ambientales hayan participado en la elaboración del Instrumento Ambiental y que no sean parte de la Empresa Consultora, deberán adjuntar lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Acta notarial de declaración jurada. ✓ Colegiado activo (original o fotocopia autenticada, no fotografías). ✓ Fotocopia autenticada de licencia ambiental (no fotografías). 		
10	Fotocopia autenticada de licencias, contratos, resoluciones, oficios, providencias, permisos o dictámenes de MEM, CONAP, INAB, IDAEH, MSPAS, Gobernación, u otros cuando aplique.		
11	Fotocopia de la Ficha de Registro del proyecto en el Sistema de Información de Inversión Pública –SNIP. Aplica únicamente a proyectos, obras, industrias o actividades de inversión pública (cuando aplique).		
12	El instrumento ambiental debidamente foliado de adelante hacia atrás y únicamente en el anverso de las hojas, en la esquina superior derecha, con números arábigos enteros (no alfanumérico), de forma consecutiva, sin tachones, enmendaduras, sin corrector o cualquier otro medio que cubra o altere la numeración. Utilizar un único método de foliación para todo el documento (a mano, foliadora, computadora, etc.). La información debe estar ordenada, estructurada y dividida acorde a los requisitos establecidos por este Ministerio. <u>La foliación deberá iniciar con la primera página del formato y el último folio será la última hoja del documento adjunto al instrumento ambiental.</u> <u>Al momento de presentar el Instrumento Ambiental, OBLIGATORIAMENTE deberá de traer impreso los requisitos de este formato, el cuál será de uso interno del MARN por personal de Ventanillas de Gestión Ambiental o de las Delegaciones Departamentales.</u>		
13	Escanear el documento completo creando 1 solo archivo en PDF, y en otro archivo PDF incluir únicamente el/los EDICTO(S) escaneado(s), presentándolos de la siguiente manera: <ul style="list-style-type: none"> a) Para Proyectos que se ingresen en el mismo departamento en donde están ubicados, grabar los archivos en dos (2) CD y adjuntarlo al expediente. b) Para Proyectos que se ubiquen fuera del departamento de Guatemala, pero que se ingresen en el MARN Central, grabar los archivos en tres (3) CD y adjuntarlos al expediente. 		

Fuente: *Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.*

https://www.marn.gob.gt/paginas/Categoria_B1_Actividades_de_Moderado_a_Alto_Impacto_Ambiental. Consulta: 1 de abril de 2021.

3.3.2. Evaluación de los documentos identificados

Los documentos descritos en el formulario de la tabla XXI se tuvieron a la vista en versión fotocopia, todos fueron debidamente llenados con los datos que consideraron oportunos y certeros por la empresa externa que presto el servicio. Dentro de esos formularios y documentos presentados se coincidió que la empresa efectúa descargas descontroladas al medio ambiente, por suspensión de partículas, intercambio de contaminación hacia corrientes de aguas municipales y bajo nivel de manejo sobre sus desechos sólidos.

3.4. Fase 4: evaluación del programa propuesto

En la matriz de evaluación del impacto ambiental consignada en la tabla XVII, se realizaron los primeros aportes hacia la empresa, por medio de ella se pueden cuantificar las emisiones de arena que luego de procesar productos a presión en las cámaras de arenado se transforman en micro o nano partículas contaminantes, parte de ese plan en la gestión de control puede iniciar con la valoración del impacto ambiental para todo tiempo que se desea incorporar.

Luego de eso se debe evaluar las condiciones de trabajo en el Departamento de producción, identificando las fugas en las cabinas de arenado, se pueden soldar, parchar o rellenar las fisuras con diferentes materiales, para la empresa sería necesario evaluar si la estructura de dichas cabinas es de alguna combinación de metales que permita acondicionar la pronta solución, dentro del programa de mitigación es necesario individualizar la zona de trabajo, de tal forma que pueda ser un área hermética, sería una pronta solución a bajo costo y que no afectaría la producción, empleando tabla yeso para restringir la zona de mayor impacto ambiental, se deberán colocar trampas de partículas con mayas y celdas en tamiz de bajo diámetro.

3.4.1. Revisión de las normas ambientales vigentes

El MARN ha dispuesto de un conjunto de reglamentos y normas activas que sirvan de guía a toda empresa que desea iniciar operaciones o ya está trabajando para categorizarse y así evaluar cuáles son los aspectos técnicos, legales y administrativos que pueden ser adoptados a su giro comercial.

Código Arte Gt se apega al Acuerdo Gubernativo Número 137-2016, dentro del cual establece una serie de disposiciones legales que pueden ser consideradas como normas vigentes, las cuales establecen que tipo de trabajos y mecanismos de contención deben ser construidos por la empresa para reducir los daños hacia el medio ambiente, de no cumplir con esa norma vigente la empresa puede llegar a ser clausurada o iniciar una demanda legal por daños al código de salud, que está regulado por el código penal bajo estrictas sanciones, incluso puede llegar a ser encarcelado el representante legal o propietario de dicha empresa.

3.4.2. Lista de chequeo de los requisitos exigidos por el MARN

Según la página en internet del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales se deberán cumplir con cinco pasos y cumplir con quince requisitos.

Tabla XXII. **Lista de chequeo de los requisitos exigidos por el MARN**

Actividad	Descripción
Pasos	Descargar formulario FAR (formulario de aceptación de registro)
	Presentar el instrumento ambiental
	Realizar pago en Banrural
	Presentar recibo de pago 63 ^a
	Proponente retira resolución
Requisitos exigidos por el MARN	Formulario de actividades de registro
	Fotografías del sitio donde se localiza el proyecto
	Plano de localización
	Plano de distribución
	Plano de drenajes
	Certificación del registro de la propiedad
	Orden de pago del MARN
	Recibo de pago Banrural 63A MARN
	Documento personal de identificación
	Mandato general o especial
	Carta poder con firma legalizada
	Nombramiento del representante legal
	Documento personal de identificación (quien ingresa el expediente)
	Patente de comercio de empresa
	Constancia de número de identificación tributaria

Fuente: *Así se hace*. <https://asisehace.gt/procedure/578/608?l=es>.

Consulta: 1 de abril de 2021.

3.4.3. Revisión del sistema de gestión de calidad existente en la empresa

Código Arte Gt, ha implementado esa actividad solamente para monitorear la nitidez y los acabados de los productos finales, gestión total sobre todas sus áreas de trabajo o en los procesos administrativos no tiene incorporados, por lo

cual no se puede definir una valoración estimada sobre la gestión en protocolos de control y monitoreo que representen ordenamientos en los procesos internos, es otra deficiencia que promueve pérdidas económicas sobre su recurso humano que no ha sido evaluado en la ejecución de sus labores, alcances sobre los proyectos trabajados y sobre todo en la evaluación de resultados para cada año de trabajo concluido comparado con el periodo anterior.

3.5. Fase 5: elaboración de la propuesta de mejoras ambientales

Se puede adaptar la política ambiental establecida en la Norma ISO 14001:2015, donde la Gerencia deberá establecer, implementar y sostener políticas ambientales que permitan reducir las emisiones actuales en la empresa, para eso es necesario adaptar el sistema de gestión ambiental.

Dicho sistema de gestión ambiental, será el instrumento que incluya el protocolo de operaciones que garantice al departamento de producción sostener las partículas suspendidas en todo momento, para eso el sistema deberá cumplir algunos criterios expuestos por la norma.

- Sea apropiada al propósito y contexto de la organización, incluida la naturaleza, magnitud e impactos ambientales de sus actividades, productos y servicios.
- Proporcione un marco de referencia para el establecimiento de los objetivos ambientales.
- Incluya un compromiso para la protección del medio ambiente, incluida la prevención de la contaminación, y otros compromisos específicos pertinentes al contexto de la organización.

Otros compromisos específicos de protección del medio ambiente pueden incluir el uso sostenible de recursos, la mitigación y adaptación al cambio climático y la protección de la biodiversidad y de los ecosistemas.

- Incluya un compromiso de cumplir con los requisitos legales y otros requisitos.
- Incluya un compromiso de mejora continua del sistema de gestión ambiental para la mejora del desempeño ambiental.

Figura 30. **Alcances y compromisos de la política ambiental interna**



Fuente: NORMA ISO 14001:2015. *Sistema de gestión ambiental*. p 18.

3.5.1. Presentación de las medidas a implementar

Los instrumentos ambientales que se diseñaron para incorporarse al trámite del MARN permitieron presentar ciertas medidas en la mitigación de las áreas vulnerables de trabajo, el monitoreo constante en las cabinas de arenado puede iniciar siendo una medida inmediata de prevención al proceso productivo.

Otras medidas de prevención es incluir una política ambiental que permita capacitar a todo su personal sobre las consideraciones activas que permitirán trabajar hacia una economía circular, algunos de los instrumentos propuestos en las tablas XVII, XVIII y XIX permitirán conformar el conjunto de medias prácticas que al ser implementadas reportaran los datos sobre el monitoreo constante.

3.5.2. Presentación de las medidas de prevención y control

La prevención en el área de producción iniciaría con la separación o segmentación de las zonas de trabajo por el tipo de actividades que se puedan desarrollar por sí mismas.

El control sobre los focos de contaminación permitirá ser evaluado por la matriz MED, se cuantifican los volúmenes que ingresan al sistema de soplado, y al concluir la jornada se obtienen los resultados finales, la empresa deberá adoptar una bitácora de control sobre esa información, diseñando archivos digitales y físicos para que el supervisor pueda monitorear las libras de material abrasivo perdido por cada jornada de trabajo, el valor actual es un estimado en las pérdidas anuales, esas libras de pérdidas que son expulsadas a la atmosfera pueden ser contenidas en la caja de arenado y comparadas versus el material que ingreso con el material recuperado.

3.5.3. Presentación de las medidas de mitigación

Las medidas de mitigación que deberá incorporar Código Arte Gt son un conjunto de matrices, evaluaciones y análisis sobre los resultados que se podrán obtener diariamente.

Figura 31. Medidas de mitigación



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word

3.5.4. Elaboración del análisis final para la presentación formal del programa propuesto

Los resultados establecieron que las pérdidas actuales esparcidas al ambiente en el transcurso de un año de producción, haciende a 6 000 libras. Por este volumen de pérdidas que se pueden procesar como daños al ambiente, es necesario adoptar e incorporar medidas de prevención inmediatas.

3.6. Hacia una economía circular: un programa de cero residuos

La empresa se encuentra en el proceso de lograr migrar de su modelo de economía lineal hacia lograr alcanzar el modelo de producción orientado hacia la economía circular, parte de ese compromiso, fue la contratación de una empresa para que evaluara la forma con la que se trabaja actualmente, a través de eso piensan tramitar su licencia de impacto ambiental, una vez regulados por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, idealizan trabajar apegados a programas de prevención y mitigación de descargas contaminantes al medio ambiente.

No es una sola solución la que fortalecerá el programa de mejora continua, se emplearan diferentes mecánicos, talleres, capacitaciones, trabajos de infraestructura y la creación de conciencia ambiental en todos sus colaboradores que permita mejorar diariamente las tareas que realizan. Con la contención de fugas de partículas en las cabinas de arenado inicia la fase del cambio y de la transformación. Se analiza la opción de crear cubículos individuales para cada estación o un solo ambiente recubierto por tabla yeso, cielo falso, sistema de ventilación con filtros industriales de tamiz con diámetro de 0,005 micrones para mitigar la descarga que pudiese ocurrir si la falla de fuga persiste en los equipos.

Figura 32. **Un programa cero residuos**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

La transición se realizará con la contención de fugas en las cabinas de arenado, eso impactará drásticamente en la mitigación de partículas perdidas por suspensión, instalar trampas de recolección con inducción de aire forzada hacia ciertos puntos de la zona de producción permitirá recolectar parte del material perdido, con los trabajos de infraestructura que permitan aislar individualmente cada cabina o diseñar un solo complejo para todas las cabinas permitirá que el material que siempre puede salir de la cabina sea recolectado limpiamente sin contaminación cruzada de otros cuerpos extraños, así se puede incorporar de nuevo a la tolva de llenado de material abrasivo.

El personal deberá utilizar trajes de polímeros para evitar introducir contaminantes hacia la zona de trabajo, de igual forma se evitaría la

contaminación cruzada al concluir su horario de trabajo disminuyendo la cantidad de polvo abrasivo que se les adhiere constantemente en sus prendas de vestir. Ahorrar las 6000 libras de arena es el primer objetivo de Código Arte Gt, que a su vez reduciría esa cantidad de contaminación expulsada al ambiente y su entorno.

3.7. Departamento de producción

Se identificaron los aspectos y debilidades sobre la situación actual que compromete sus tareas constantemente, además de exponer hacia la salud física de sus colaboradores contaminan su entorno, los avances hacia una nueva cultura de trabajo permitirán que este departamento pueda mejorar en los próximos seis meses. No se tiene una fecha prevista de la repuesta por el Ministerio de Ambientes y Recursos Naturales, donde se les podría establecer diferentes tareas o aspectos que deberán mejorar para que se les otorgue su licencia de impacto ambiental.

Los colaboradores del departamento, indicaron que poseen habilidades de soldadura autógena, podría ser una solución viable para la empresa alquilar o adquirir ese tipo de equipo para soldar las cabinas con mayor desgaste en su estructura, para encontrar las fugas pueden utilizar alguna fuente potente de luz para revisar la superficie, donde se encuentren las fracturas pueden ser soldadas, esta tarea se le asignara a uno de los cinco operarios, quien deberá realizar las mismas acciones con las otras cuatro cabinas.

3.7.1. Prevenir

Disminuir las fallas y fisuras en las cabinas puede realizarse de dos formas, la primera puede ser por la destreza y forma de ataque por el operario hacia los

productos dentro de la cabina, la cabina en su parte interna no está presurizada, pero algunos operadores al manipular la pistola fijan ráfagas sobre las paredes internas, a largo plazo desgastan esos puntos provocando fallas y deficiencias.

Para la prevención será necesario el monitoreo y evaluación de la técnica, se propone evaluar al técnico no solo por trabajo concluido, también por la forma en la que lo realiza, el supervisor deberá monitorear permanentemente a su equipo de trabajo, una forma viable es instalar cámaras sobre cada cabina de arena suspendida a treinta centímetros del visor, donde puede ser monitoreado en tiempo real desde las oficinas administrativas.

Prevenir las fugas es la pieza central del programa de mejoramiento ambiental para la empresa, los trabajos de remozamiento de infraestructura sería la segunda etapa, concluyendo con la capacitación y creación de conciencia sobre la economía circular a todos sus colaboradores, para aprovechar los recursos disponibles, disminuir los desperdicios y reducir las pérdidas finales.

3.7.2. Reducir

Con la contención de las fugas en las cinco cabinas que anualmente podrían representar 6 000 libras de arena se esperaría reducir más del 70%, si la empresa decide construir las trampas de partículas suspendidas con filtros y cabinas, podría lograr alcanzarse hasta el 95% en la reducción de pérdidas por fugas, ese porcentaje estará directamente proporcionado hacia la reducción de emisión de contaminantes al medio ambiente y su entorno, traduciendo ese volumen de arena en la reducción de fletes de transporte, compra de la misma y almacenaje.

En sí, con el seguimiento de la matriz MED pueden obtenerse datos reales, la premisa es reducir hasta un 70 % comparando el volumen de desperdicio

actual sobre el volumen de desperdicio luego de tres meses con los acondicionamientos y cambios realizados.

3.7.3. Reutilizar

Por el tipo de estructura cristalina que posee la arena, puede ser reutilizada por largos periodos de tiempo en el trabajo, no es necesario desecharla, el grado de fineza aumenta luego de utilizarse por más de seis meses continuos, la única forma que el material abrasivo es desechado, es cuando ha presentado contaminación por cuerpos extraños u otro tipo de material abrasivo.

3.7.4. Reciclar

Se pueden utilizar algunos materiales de empaque con los que se reciben los productos que serán trabajados para diseñar el espacio de contención en la zona de arenado, algunos cartones que han ingresado a la empresa podrían ser recubiertos con polímeros para formar cubículos de dos metros de alto, por un metro con cincuenta centímetros de profundidad y anchura. Sería un prototipo para trabajar con la cabina uno y la cabina cinco, dejando expuestas las dos, tres y cuatro, ya que diariamente se pierden 5 libras por cada cabina, se puede evaluar cuanto se recolectaría de la cabina uno y cinco luego de ser contenidas.

3.8. Consumo responsable de materias primas e insumos suplementarios

Para Código Arte Gt, puede ser complejo establecer consumos sobre materias primas, el principio de las materias primas es sobre los productos o materiales que serán transformados para producir un nuevo producto, de igual forma los insumos suplementarios, estos serían oportunamente aprovechados para conformar un subproducto final.

El recurso que emplea Código Arte Gt, es diferente, el consumo responsable puede ser analizado sobre el aprovechamiento de la energía eléctrica en los equipos de trabajo, las luminarias y los futuros sistemas de extracción de partículas con las trampas de contención. El material abrasivo puede ser considerado para el presente análisis como el insumo suplementario, de igual forma el chorro de aire a presión.

El consumo responsable puede individualizarse para cada técnico, cuando realizan el granallado, deberían utilizar pistolas con mecanismos de disparo, sustituyendo a las boquillas de flujo continuo sin mecanismo de paro mecanizado. Esto representaría reducción a la carga de trabajo del compresor de aire, al mantener un sistema de presión en rango óptimo sin caídas de presión por la demanda de las cinco estaciones de trabajo.

Cuando las pistolas de granallado sean sustituidas el flujo de arena con aire a presión estará regulado, se reduce la descarga continua, se reduce el flujo de trabajo del material abrasivo, se reduce el trabajo del compresor, mejorando el consumo de energía, reduciendo los costos de producción y de procesamiento de los materiales.

3.9. Mitigación de residuos al medio ambiente

La empresa deberá incluir en sus tareas previas a desechar sus residuos la separación, contención y evaluación del daño que podría provocar, de esa forma emplear nuevos protocolos del manejo responsable de sus residuos.

Tabla XXIII. Programa de control y manejo de residuos para la mitigación del impacto al medio ambiente

ÁREA	RESIDUO	TIPO DE RESIDUO	GESTIÓN
Administración	Papel, plásticos	Aprovechable	Se puede recolectar en la bodega de producto terminado, colocando un cubo de proporción y tamaño considerable para almacenar lo recolectado por semana y luego poder ser vendido.
Bodega	Papel, film plástico, cartón, nylon	Aprovechable	Se puede recolectar en la bodega de producto terminado, colocando un cubo de proporción y tamaño considerable para almacenar lo recolectado por semana y luego poder ser vendido. Se deberán separar los materiales derivados del papel y de los polímeros.

Continuación tabla XXIII

Oficinas	Papel, cartón	Aprovechable	Se puede recolectar en la bodega de producto terminado, colocando un cubo de proporción y tamaño considerable para almacenar lo recolectado por semana y luego poder ser vendido.
Producción	Arena, viruta de cascaras, viruta de aceros	Aprovechable	Se recolectará el material abrasivo que sea utilizado por cada corrido o lote producido, se incorporan separaciones estratégicas para cada cabina de arenado para no comprometer la pureza del material que luego será recolectado he incorporado nuevamente en la tolva de dosificación.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

3.9.1. Impacto social

Mejorar la calidad de vida del sector donde procesa diariamente sus productos Código Arte Gt es parte del programa de conciencia y responsabilidad ambiental que será adaptado gradualmente, el estado de salud de algunas posibles enfermedades respiratorias crónicas podría disminuir en adultos mayores y niños menores de siete años. De esa forma el beneficio común sobre

su comunidad incrementará la aceptación hacia la empresa permitiendo mejorar en todas sus tareas adicionales las cuales promueven el uso responsable de los materiales abrasivos, conteniéndolos en la fuente donde se originaba la contaminación.

3.9.2. Impacto ambiental

Disminuir, reducir, mitigar y mejorar las descargas de partículas suspendidas y materiales contaminantes hacia el medio ambiente será la mejora inmediata para el medio ambiente interno y externo donde se encuentra instalada la empresa, el programa de mejora continua, con las acciones de prevención diseñadas que mejoraran la calidad de trabajo para los técnicos permitirá que ellos mismos incrementen su ritmo de producción, aprovechamiento de resultados y posiblemente algún programa de bonificación interna por optimizar los recursos disponibles, trabajar apegados a las normas internas, fortalecer los programas de manejo de residuos, disminuir los desechos sólidos o líquidos que son lanzados sin algún protocolo hacia las tuberías municipales, esto y los resultados del MARN permitirían mejorar el impacto ambiental por la empresa hacia su entorno.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

4.1. Auditorías ambientales internas

Son los mecanismos documentados y sistematizados que servirán a Código Arte Gt a verificar el cumplimiento de los cambios diseñados que permitirán abordar así el compromiso ambiental adquirido, siempre respetando las leyes y legislaciones guatemaltecas, solidarizándose con su entorno social, fijando los instrumentos necesarios para la evaluación ambiental aprobado o mejorado por el MARN. Además, se deben incorporar los criterios que permitirán garantizar los cumplimientos establecidos en las revisiones cotidianas, detectando por los supervisores las posibles fuentes y los riesgos asociados del volumen de contaminación que podría provocar nuevamente el impacto ambiental sobre las mismas zonas de interés. Estas acciones se deberán realizar periódicamente para fortalecer el compromiso con la responsabilidad ambiental y la mejora continua, obteniendo resultados diarios se valoran las condiciones establecidas en el plan de mejora continua.

La auditoría ambiental representa hacia la empresa una herramienta de gestión, por la cual obtendrán el seguimiento sobre la implementación eficiente de un nuevo modelo productivo, validando y certificando que las cabinas de arenado pueden ser reparadas, contenidas y mantendrán el grado de mitigación necesario para no incurrir nuevamente en los problemas ambientales que se gestionaron, el personal debería otorgar mayor participación, al señalar las deficiencias que se presentan diariamente y sobre los problemas en los equipos auxiliares que no lograron ser resueltos.

Tabla XXIV. **Actividades de la auditoría ambiental**

Código Arte Gt		Fecha: / /	
Responsable:		Ficha de inspección #:	
Lugar o equipo	Inspección	Resultados	Nivel de criticidad
Cabina de arenado 1	<ul style="list-style-type: none"> • Control de fugas • Valoración de limpieza en el lugar de trabajo • Técnica de trabajo del operario • Nivel de residuos dispersos • Control y manejo del material abrasivo • Técnica de arenado • Uso responsable de su EPP • Aprovechamiento del volumen de material abrasivo asignado 	<p>La persona responsable deberá anotar los aspectos relevantes que considere necesario y las debilidades encontradas al momento de realizar la inspección, puede emplear 30 minutos o una hora para monitorear los valores establecidos en la inspección. De las ocho variables de interés, pueden ser asignados un punto por cada aspecto cumplido, 8 sería el nivel bajo de criticidad, de 4 a 6 es moderado y de 7 a 8 se considera alto.</p>	Alto
			Moderado
			Bajo
Cabina de arenado 2	<ul style="list-style-type: none"> • Control de fugas • Valoración de limpieza en el lugar de trabajo • Técnica de trabajo del operario • Nivel de residuos dispersos • Control y manejo del material abrasivo • Técnica de arenado • Uso responsable de su EPP • Aprovechamiento del volumen de material abrasivo asignado 	<p>Se evalúa y valoran los resultados de la misma forma que en la cabina uno.</p>	Alto
			Moderado
			Bajo

Continuación tabla XXIV.

Cabina de arenado 3	<ul style="list-style-type: none"> • Control de fugas • Valoración de limpieza en el lugar de trabajo • Técnica de trabajo del operario • Nivel de residuos dispersos • Control y manejo del material abrasivo • Técnica de arenado • Uso responsable de su EPP • Aprovechamiento del volumen de material abrasivo asignado 	Se evalúa y valoran los resultados de la misma forma que en la cabina uno.	<div style="background-color: red; color: white; padding: 2px;">Alto</div> <div style="background-color: yellow; padding: 2px;">Moderado</div> <div style="background-color: green; padding: 2px;">Bajo</div>
Cabina de arenado 4	<ul style="list-style-type: none"> • Control de fugas • Valoración de limpieza en el lugar de trabajo • Técnica de trabajo del operario • Nivel de residuos dispersos • Control y manejo del material abrasivo • Técnica de arenado • Uso responsable de su EPP • Aprovechamiento del volumen de material abrasivo asignado 	Se evalúa y valoran los resultados de la misma forma que en la cabina uno.	<div style="background-color: red; color: white; padding: 2px;">Alto</div> <div style="background-color: yellow; padding: 2px;">Moderado</div> <div style="background-color: green; padding: 2px;">Bajo</div>
Cabina de arenado 5	<ul style="list-style-type: none"> • Control de fugas • Valoración de limpieza en el lugar de trabajo • Técnica de trabajo del operario • Nivel de residuos dispersos • Control y manejo del material abrasivo • Técnica de arenado • Uso responsable de su EPP • Aprovechamiento del volumen de material abrasivo asignado 	Se evalúa y valoran los resultados de la misma forma que en la cabina uno.	<div style="background-color: red; color: white; padding: 2px;">Alto</div> <div style="background-color: yellow; padding: 2px;">Moderado</div> <div style="background-color: green; padding: 2px;">Bajo</div>
Zona de producción	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel de contaminación en pisos • Nivel de contaminación en paredes • Nivel de contaminación en partículas suspendidas • Desechos esparcidos por el suelo y restos de empaques tirados en el suelo • Desorden en cajas de productos que serán procesados 	Con el cumplimiento de las seis el resultado final se sitúa en bajo, si el resultado es de dos a cuatro podría ser moderado, pero si es de uno a tres estaría en nivel alto de criticidad.	<div style="background-color: red; color: white; padding: 2px;">Alto</div> <div style="background-color: yellow; padding: 2px;">Moderado</div> <div style="background-color: green; padding: 2px;">Bajo</div>

Continuación tabla XXIV.

Departamento de producción	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel de contaminación en pisos • Nivel de contaminación en paredes • Nivel de contaminación en partículas suspendidas • Desechos sólidos esparcidos por el suelo • Restos de empaques tirados en el suelo • Desorden en cajas de productos que serán procesados 	Se le asignan un punto a cada acción de monitoreo, con el cumplimiento de las seis el resultado final se sitúa en bajo, si el resultado es de dos a cuatro podría ser moderado, pero si es de uno a tres estaría en nivel alto de criticidad.	<p>Alto</p> <p>Moderado</p> <p>Bajo</p>
Bodega de ingresos	<ul style="list-style-type: none"> • Caminamientos libres • Racks utilizados de forma correcta • Orden y limpieza en toda el área • Control de ingresos de lotes 	Cuando la persona realice la inspección, deberá distribuirse por tres veces al día, una vez en la mañana antes de iniciar labores, una vez al medio día, luego del almuerzo, y media hora antes de concluir con la jornada de trabajo. La asignación en evaluación podría ser de un punto para cada acción de interés, con cinco puntos están en un estado óptimo (bajo), con tres a cuatro puntos se encontrarían en moderado y en un punto a dos en nivel alto.	<p>Alto</p> <p>Moderado</p> <p>Bajo</p>
Bodega de productos terminados	<ul style="list-style-type: none"> • Zona libre de desechos o de residuos 	Se le asigna un punto a cada ítem de interés, se deben monitorear tres veces al día, el número óptimo de evaluación es cuatro, de dos a tres es moderado y en uno es alto.	<p>Alto</p> <p>Moderado</p> <p>Bajo</p>
Trampas de partículas en planta baja	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar que funcionen óptimamente • Verificar que no presentan materiales atrapados en sus accesos • Verificar que operan con el mejor nivel de rendimiento • Verificar los niveles recaudados de materiales abrasivos 	Se le asigna un punto a cada ítem de interés, se deben monitorear tres veces al día, el número óptimo de evaluación es cuatro, de dos a tres es moderado y en uno es alto.	<p>Alto</p> <p>Moderado</p> <p>Bajo</p>

Continuación tabla XXIV.

Paredes de planta baja	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel de contaminación adherida • Nivel de limpieza presentado • Carga de partículas en las bases de las paredes • Restos antiguos de material abrasivo 	Se le asigna un punto a cada ítem de interés, se deben monitorear tres veces al día, el número óptimo de evaluación es cuatro, de dos a tres es moderado y en uno es alto.	<div style="background-color: red; color: black; text-align: center; padding: 2px;">Alto</div> <div style="background-color: yellow; color: black; text-align: center; padding: 2px;">Moderado</div> <div style="background-color: green; color: black; text-align: center; padding: 2px;">Bajo</div>
Sanitarios y sus salidas de aire con trampas de partículas	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel de contaminación adherida • Nivel de limpieza presentado • Carga de partículas en las bases de las paredes • Restos antiguos de material abrasivo • Desechos de papel higiénico fuera del basurero 	Se le asigna un punto a cada ítem de interés, se deben monitorear tres veces al día, el número óptimo de evaluación es cuatro, de dos a tres es moderado y en uno es alto.	<div style="background-color: red; color: black; text-align: center; padding: 2px;">Alto</div> <div style="background-color: yellow; color: black; text-align: center; padding: 2px;">Moderado</div> <div style="background-color: green; color: black; text-align: center; padding: 2px;">Bajo</div>
Oficinas administrativas	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel de contaminación adherida • Nivel de limpieza presentado • Carga de partículas en las bases de las paredes • Restos antiguos de material abrasivo 	Se le asigna un punto a cada ítem de interés, se deben monitorear tres veces al día, el número óptimo de evaluación es cuatro, de dos a tres es moderado y en uno es alto.	<div style="background-color: red; color: black; text-align: center; padding: 2px;">Alto</div> <div style="background-color: yellow; color: black; text-align: center; padding: 2px;">Moderado</div> <div style="background-color: green; color: black; text-align: center; padding: 2px;">Bajo</div>
Recepción	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel de contaminación adherida • Nivel de limpieza presentado • Carga de partículas en las bases de las paredes • Restos antiguos de material abrasivo 	Se le asigna un punto a cada ítem de interés, se deben monitorear tres veces al día, el número óptimo de evaluación es cuatro, de dos a tres es moderado y en uno es alto.	<div style="background-color: red; color: black; text-align: center; padding: 2px;">Alto</div> <div style="background-color: yellow; color: black; text-align: center; padding: 2px;">Moderado</div> <div style="background-color: green; color: black; text-align: center; padding: 2px;">Bajo</div>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

4.1.1. Evaluación ambiental en el departamento de producción

Para el departamento de producción, se propone evaluar tres aspectos por separado, obtener datos, cruzar información y buscar puntos débiles en el sistema. Se indica que pueden monitorearse las cabinas de arenado de forma independiente, luego de eso, se puede evaluar la zona de trabajo, que está conformada por las cinco cabinas de arenado, los equipos auxiliares. Por último, que se evalué como un departamento de trabajo, considerando a los colaboradores como una sola fuerza de trabajo, verificar la contaminación en pisos, paredes y techos. Monitorear las trampas de materiales suspendidos y garantizar que la destreza de sus colaboradores sea la mejor. Se extra la parte de la guía de auditoría ambiental.

Tabla XXV. **Evaluación ambiental en el departamento de producción**

Código Arte Gt		Fecha: / /	
Responsable:		Ficha de inspección #:	
Lugar o equipo	Inspección	Resultados	Nivel de criticidad
Cabina de arenado 1	<ul style="list-style-type: none"> • Control de fugas • Valoración de limpieza en el lugar de trabajo • Técnica de trabajo del operario • Nivel de residuos dispersos • Control y manejo del material abrasivo • Técnica de arenado • Uso responsable de su EPP • Aprovechamiento del volumen de material abrasivo asignado 	<p>La persona responsable deberá anotar los aspectos relevantes que considere necesario y las debilidades encontradas al momento de realizar la inspección, puede emplear 30 minutos o una hora para monitorear los valores establecidos en la inspección. De las ocho variables de interés, pueden ser asignados un punto por cada aspecto cumplido, 8 sería el nivel bajo de criticidad, de 4 a 6 es moderado y de 7 a 8 se considera alto.</p>	Alto
			Moderado
			Bajo
Cabina de arenado 2	<ul style="list-style-type: none"> • Control de fugas • Valoración de limpieza en el lugar de trabajo • Técnica de trabajo del operario • Nivel de residuos dispersos • Control y manejo del material abrasivo • Técnica de arenado • Uso responsable de su EPP • Aprovechamiento del volumen de material abrasivo asignado 	<p>Se evalúa y valoran los resultados de la misma forma que en la cabina uno.</p>	Alto
Moderado			
Bajo			
Cabina de arenado 3			Alto
			Moderado
			Bajo

Continuación tabla XXV.

Cabina de arenado 4	<ul style="list-style-type: none"> Control de fugas Valoración de limpieza en el lugar de trabajo Técnica de trabajo del operario Nivel de residuos dispersos 	Se evalúa y valoran los resultados de la misma forma que en la cabina uno.	Alto
Cabina de arenado 5	<ul style="list-style-type: none"> Control y manejo del material abrasivo Técnica de arenado Uso responsable de su EPP <p>Aprovechamiento del volumen de material abrasivo asignado</p>		Moderado
			Bajo
Zona de producción	<ul style="list-style-type: none"> Nivel de contaminación en pisos Nivel de contaminación en paredes Nivel de contaminación en partículas suspendidas Desechos sólidos esparcidos por el suelo Restos de empaques tirados en el suelo Desorden en cajas de productos que serán procesados 	Se le asignan un punto a cada acción de monitoreo, con el cumplimiento de las seis el resultado final se sitúa en bajo, si el resultado es de dos a cuatro podría ser moderado, pero si es de uno a tres estaría en nivel alto de criticidad.	Alto
			Moderado
			Bajo

Continuación tabla XXV.

Departamento de producción	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel de contaminación en pisos • Nivel de contaminación en paredes • Nivel de contaminación en partículas suspendidas • Desechos sólidos esparcidos por el suelo • Restos de empaques tirados en el suelo • Desorden en cajas de productos que serán procesados 	Se le asignan un punto a cada acción de monitoreo, con el cumplimiento de las seis el resultado final se sitúa en bajo, si el resultado es de dos a cuatro podría ser moderado, pero si es de uno a tres estaría en nivel alto de criticidad.	Alto
			Moderado
			Bajo

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

4.1.2. Tabulación y manejo de resultados obtenidos con programas estadísticos

Se pueden utilizar modelos estadísticos de control, estableciendo datos de la media, mediana o moda representativa, donde se ubicaron los sesgos observados sobre las auditorías, controles, protocolos y levantado de información, se pueden utilizar histogramas o diagramas de círculo. Se consignarán las variables de medición y los posibles resultados.

Tabla XXVI. **Manejo de resultados obtenidos**

Código Arte Gt		Fecha: / /		
Responsable:		Ficha de inspección #:		
Lugar o equipo	Alto	Moderado	Bajo	
Cabina de arenado 1				
Cabina de arenado 2				
Cabina de arenado 3				
Cabina de arenado 4				
Cabina de arenado 5				
Zona de producción				
Departamento de producción				
Bodega de ingresos				
Bodega de productos terminados				
Trampas de partículas en planta baja				
Paredes de planta baja				
Sanitarios y sus salidas de aire con trampas de partículas				
Oficinas administrativas				
Recepción				

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

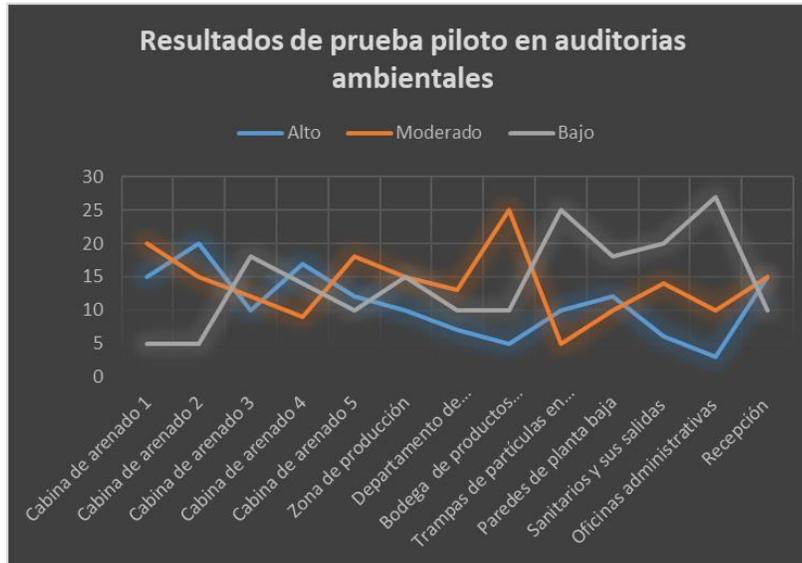
Tabla XXVII. **Resultados de cuarenta días de observación con el modelo de auditorita propuesto**

Variable de monitoreo	Alto	Moderado	Bajo
Cabina de arenado 1	15	20	5
Cabina de arenado 2	20	15	5
Cabina de arenado 3	10	12	18
Cabina de arenado 4	17	9	14
Cabina de arenado 5	12	18	10
Zona de producción	10	15	15
Departamento de producción	7	13	10
Bodega de productos terminados	5	25	10
Trampas de partículas en planta baja	10	5	25
Paredes de planta baja	12	10	18
Sanitarios y sus salidas	6	14	20
Oficinas administrativas	3	10	27
Recepción	15	15	10

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Los valores fueron obtenidos desde la empresa, luego de implementar un plan piloto de monitoreo, a partir de esos datos se obtuvieron valores reales que reflejan pérdidas de materiales y continuando la descarga de contaminación al medio ambiente sin los protocolos fortalecidos.

Figura 33. Resultados de prueba piloto de cuarenta días



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

La grafica anterior demuestra las debilidades en la empresa, en algunas áreas de inspección fueron alarmantes los datos captados, cuando la empresa adopte todas las estrategias que mejoraran sus rutinas de trabajo y disminuirán las cargas de contaminación al medio ambiente la gráfica de moderado iniciaría a ser una recta, transmutara hacia una línea llana, pero en rangos bajos.

De esta forma Código Arte Gt puede continuar evaluando sus aspectos importantes con los mecanismos de evaluación que se diseñaron para contener los problemas funcionales, problemas técnicos y problemas económicos que perjudican desde su interior a la empresa hasta la sociedad civil del sector donde se encuentran instalados.

4.2. Nombramiento del personal responsable de los diagnósticos necesarios

Se presenta una distribución en función al rol del personal y sus tareas que realizan diariamente en la empresa.

Tabla XXVIII. **Distribución del personal para el monitoreo y diagnóstico necesario**

Código Arte Gt		Fecha: / /	
Responsable:		Ficha de inspección #:	
Lugar o equipo	Primer responsable	Segundo responsable	Analista
Cabina de arenado 1	Técnico 1 Técnico 2	Supervisor de producción	Jefe de departamento
Cabina de arenado 2	Técnico 2 Técnico 3	Supervisor de producción	Jefe de departamento
Cabina de arenado 3	Técnico 3 Técnico 4	Supervisor de producción	Jefe de departamento
Cabina de arenado 4	Técnico 4 Técnico 5	Supervisor de producción	Jefe de departamento
Cabina de arenado 5	Técnico 5 Técnico 4	Supervisor de producción	Jefe de departamento
Zona de producción	Supervisor Personal de limpieza Colaboradores	Supervisor de producción	Jefe de departamento
Departamento de producción	Supervisor Personal de limpieza Colaboradores	Supervisor de producción Supervisor de administración	Jefe de departamento

Continuación tabla XXVIII.

Bodega de ingresos	Supervisor Personal de limpieza Colaboradores	Supervisor de producción Supervisor de administración	Jefe de departamento
Bodega de productos terminados	Supervisor Personal de limpieza Colaboradores	Supervisor de administración	Jefe de departamento
Trampas de partículas en planta baja	Supervisor Personal de limpieza Colaboradores	Supervisor de producción Supervisor de administración	Jefe de departamento
Paredes de planta baja	Supervisor Personal de limpieza Colaboradores	Supervisor de administración Supervisor de producción	Jefe de departamento
Sanitarios y sus salidas de aire con trampas de partículas	Supervisor Personal de limpieza Colaboradores	Supervisor de producción Supervisor de administración	Jefe de departamento

Fuente: elaboración propia, empleado Microsoft Word.

Los supervisores pueden colaborar de forma bipartita, prestando apoyo hacia el fortalecimiento de las tareas de monitoreo, control y prevención en la mitigación de los residuos, se optó por trabajar de esa forma, ya que transitan entre sus departamentos y las áreas de producción.

4.2.1. Comparación de los niveles actuales de contaminación versus los niveles permisibles por el MARN

No se logró utilizar un método científico exacto para obtener los datos o valores de las descargas de contaminantes provenientes de las cabinas de arenado, la empresa responsable del estudio de impacto ambiental no compartió información sobre sus resultados obtenidos. El MARN no divulga o expone una tabla de valores permisibles de contaminación por descargas en partículas suspendidas al medio ambiente.

4.2.2. Medios y métodos eficientes para elaboración de la matriz MED

La inspección, selección, separación de variables es parte de los medios necesarios a monitorearse, la matriz MED establece que deben ser monitoreados todos aquellos recursos necesarios para obtener resultados productivos, para Código Arte Gt será necesario incluir los valores utilizados por peso de los materiales abrasivos, la cantidad de potencia requerida para accionar los compresores y los valores de los desechos captados.

La matriz permitirá obtener datos exactos sobre el tiempo de inspección necesario, donde se incluyeron los valores del ingreso al sistema productivo y los valores finales luego de procesar cierta cantidad productos en determinado lote.

Tabla XXIX. **Matriz MED**

Proceso	Materiales	Cantidad por año	Energía	Cantidad por año	Desechos	Cantidad por año
ARENADO O SANDBLASTING	Arena				Papel	
	Viruta de cascara				Cartón	
	Viruta de metal				Polvo de viruta	
	Viruta de polímeros				Plástico	
	Viruta de aceros				Papel film	
	Agua					

Fuente: elaboración propia, empleado Microsoft Word.

Los valores serán representados por cada lote procesado, la diferencia en la empresa, es no trabajar de forma intermitente. De otra forma se podría utilizar un solo registro para diferentes días de monitoreo.

4.3. Disposiciones finales de la evaluación del cumplimiento legal

Para el MARN es esencial que se obtenga principalmente la licencia de impacto ambiental, con el formulario BI categorizado en una empresa de bajo impacto ambiental, es de esperar que sea autorizada la licencia de impacto ambiental, dentro del cumplimiento legal, Código Arte Gt se encuentra desarrollando diferentes acciones de restauración y contención sobre sus desechos dispersos al medio ambiente. La legislación guatemalteca impone sanciones legales, multas y encarcelamiento a quienes incumplan las leyes.

Así es como el cambio inicia con las auditorías ambientales internas, el mantenimiento correctivo en las cabinas de arenado, la contención de sus

desechos por cada área de trabajo y el manejo responsable de sus desechos finales.

4.3.1. Cumplimiento de los procesos de producción según la normativa legal

La responsabilidad legal hacia la empresa es trabajar apegado a la norma legal vigente, contaminando con la menor cantidad de desechos posibles al medio ambiente y su entorno, el manejo responsable de los mismos dentro de la empresa es uno de los principales objetivos del MARN. Diseñaron sanciones económicas para toda aquella empresa o persona que forme parte de la industria activa guatemalteca y no incorpore protocolos de prevención hacia la contaminación del medio ambiente.

El cumplimiento del proceso de contención para la empresa inicia desde la recuperación total de sus cabinas de arenado, es la raíz de sus problemas, adecuando un ambiente controlado en el departamento de producción, continuaran desarrollando las siguientes fases o etapas del sistema de gestión ambiental, centralizar las cinco estaciones de trabajo bajo un solo ambiente cerrado y controlado es parte de las siguientes etapas, evitar la contaminación cruzada y la fuga de partículas suspendidas con la instalación de trampas de aire o rejillas en los ductos de ventilación, es parte de la última fase de la infraestructura, monitorear los desechos que son vertidos a las aguas negras puede mejorar aún más la relación legal entre sus acciones y lo que está contemplado. De no ser así, la empresa podría ser demandada, clausurada o cancelada por el MARN, se quedaría a la espera de su resolución sobre el expediente ingresado por la empresa externa.

4.3.2. Validación de aspectos históricos (oficinas ambientales)

Solamente se posee la solicitud de la licencia de impacto ambiental, el expediente se encuentra en trámite en el MARN, anterior a eso la empresa no disponía de algún programa de evaluación y monitoreo ambiental en sus instalaciones o sobre sus técnicas de métodos productivos.

4.4. Indicadores eficientes sobre el programa propuesto

Los aspectos de mayor relevancia son el monitoreo y la contención, las auditorías diarias proveerán información que podrá ser procesada constantemente, los indicadores de eficiencia se encuentran en los rangos medio y bajo impacto sobre las descargas continuas al medio ambiente.

La eficiencia se obtendrá en mayor ventaja con la reducción de pérdidas de arena o de materiales abrasivos en las cajas de arenado, si aún persistiera esa falla, se podría utilizar el modelo de contención por zona de trabajo, aunque las descargas de las cabinas de arenado se fuguen, quedarían dispersas dentro de un mismo ambiente, se evitaría la contaminación ambiental hacia las demás zonas internas y hacia los vecinos de la empresa.

El indicador de eficiencia principal podría ser establecido por el uso de la matriz MED, por la guía de evaluación de datos sobre las auditorías, la correlación de esa información permitirá establecer que el volumen de arena que ingresa en la empresa para procesar los materiales debería ser el mismo al concluir el lote de producción o al concluir un mes de trabajo.

4.4.1. Normas ambientales que regulan el manejo responsable de desechos

El Acuerdo Gubernativo de Creación de la Comisión Nacional para el Manejo de los Desechos Sólidos (234-2004), establece a la comisión como el órgano consultor y asesor en la formulación, además de la dirección de las políticas Nacionales e involucra a los principales actores nacionales en el tema, como son: el MARN que ejerce la presidencia, el Ministerio de Salud y Asistencia Social, el Comisionado Presidencial para el desarrollo local, la Secretaria General de Programación y Planificación (SEGEPLAN), el Instituto de Fomento Municipal (INFOM), la Asociación Nacional de Municipalidades (ANAM), y la Coordinadora de Asociaciones Agrícolas, Comerciales, Industriales y Financieras (CACIF).

La unión funcional con el MARN, es una estrategia del gobierno, porque la CONADES asumirá las tareas de coordinación para ejecutar la política y su estrategia se basa en las alianzas con distintos sectores, como lo prueba la realización de esta política. Con base en los mandatos de ley, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y la Comisión Nacional para el Manejo de los Desechos Sólidos (CONADES), el primero como rector de las políticas ambientales del país y el segundo como el órgano asesor y coordinador de las acciones tendientes a mejorar el manejo integral de los residuos y desechos sólidos en Guatemala, proponen la política de Manejo Integral de los Residuos y Desechos Sólidos, que tiene una visión a 10 años.

Con la definición de esta política, tanto el MARN como la CONADES asumen sus responsabilidades rectora y coordinadora, en la competencia ambiental de “Manejo Integral de los Residuos y Desechos Sólidos” y por ende también asumen la responsabilidad de todas las acciones de apoyo a los entes ejecutores de esa competencia que son las municipalidades, de manera que en

forma concurrente coadyuven para resolver la problemática del país, finalmente el Acuerdo Gubernativo fue el No. 111-2005.

4.4.2. Matriz eficiente de los requisitos por el MARN

Se establecen los criterios de evaluación del MARN sobre la actividad principal de trabajo en la empresa.

Tabla XXX. Matriz eficiente de los requisitos por el MARN

	Muy satisfecho	Insatisfecho	Satisfecho	Muy satisfecho	Excede expectativas	
Cantidad de desechos contenidos						Muy satisfecho
Nivel de seguridad en su entorno						Insatisfecho
Uso de mecanismos para contención de desechos						Satisfecho
Manejo de desechos responsablemente						Muy satisfecho
Reciclaje de materiales						Excede expectativas
	Costos necesarios para la mejora continua		Promoción de las normas reglamentos ambientales		Monitoreo y supervisión	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Los valores son estimados, el MARN no ha diseñado una matriz como tal, pero se modelaron los datos o aspectos principales que pueden ser mapeados mensualmente, se creó una muestra piloto que puede ser parte de la empresa y sus cambios a corto plazo.

4.4.3. Matriz FODA del sistema de gestión de calidad

Se evaluaron las variables involucradas en la gestión de calidad presente y los resultados actuales en la empresa, además se considera una visión a futuro sobre los posibles escenarios de mejora continua y el aprovechamiento de las oportunidades actuales.

Tabla XXXI. **Matriz FODA**

Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> • El departamento de producción posee control interno sobre sus reglamentos internos. • Con las deficiencias presentes, el departamento ha desarrollado las bases de una cultura amigable al medio ambiente • El departamento de producción presenta, creatividad, iniciativa y disposición • Los cambios sugeridos pueden ser tareas prácticas para los colaboradores del departamento 	<ul style="list-style-type: none"> • El departamento tiene la posibilidad de contener áreas de trabajo por cada cabina de arenado • Presenta oportunidad de crecimiento y expansión por la disposición total de su espacio físico • Los colaboradores presentan actitud de cambio • Los supervisores ya han iniciado con algunos cambios físicos en el las zonas de trabajo de arenado
Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Base legal deficiente • Falta de asignación de tareas preventivas • Ausencia de protocolos sobre el cuidado del medio ambiente • Ausencia de compromiso colectivo por todo el personal de la empresa • Ausencia de controles sobre los materiales abrasivos empleados 	<ul style="list-style-type: none"> • Imposición de sanciones legales • Enfermedades crónicas al recurso humano • Demandas legales por los vecinos del lugar • Cierre provisional de la empresa • Descarga continua al medio ambiente por contaminantes abrasivos

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

4.5. Selección de tareas primarias para ejecutar las mejoras ambientales

Algunas tareas son derivadas de acciones conjuntas, para seleccionar las tareas primero se debe desglosar el conjunto de tareas que relacionadas entre sí permitan implementar mejoras ambientales en la administración de los recursos disponibles de la empresa. Lograr cumplir con la incorporación de todas las actividades propuestas en las auditorías ambientales podrían demostrar a corto plazo las tareas efectivas y representativas sobre las mejoras ambientales captadas.

No solo es cuestión de reparar las cabinas de arenado, por lo mismo se diseñaron un conjunto de tareas, basadas en la prevención, control, reducción y monitoreo sobre los procesos productos, además del manejo de materiales y la recolección ordenada de los desechos sólidos presentes en la empresa. De esa forma las tareas pueden individualizadas para un operario, para una acción única por cada área de influencia.

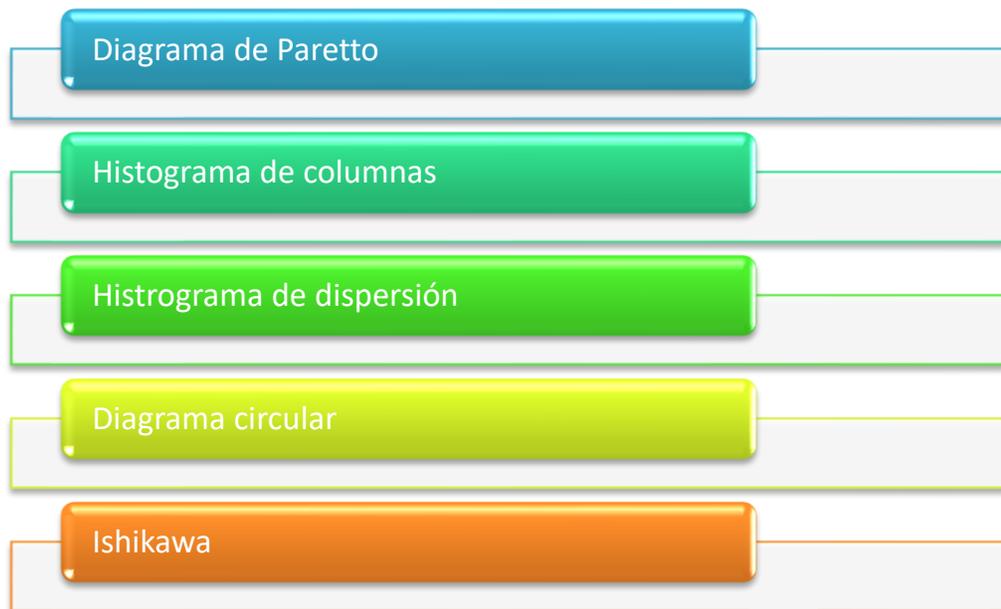
Las mejoras ambientales serán comprometidas por el trabajo en conjunto de todas las actividades diseñadas. De lo contrario, una sola tarea no permitirá alcanzar el grado de beneficio ambiental. Las tareas primarias se basarán en el constante monitoreo sobre la cultura organizacional que promete mejorar el rol de cada persona sobre sus tareas asignadas. Así como el mejoramiento en la infraestructura, la instalación de protocolos de contención, remodelaciones en el Departamento de producción y los datos monitoreados a futuro.

Es relevante pensar que los datos obtenidos en tres meses permitirán reflejar las zonas de mayor vulnerabilidad o las tareas que dejaron de cumplirse en el orden seleccionado por las auditorías ambientales.

4.5.1. Gráficos de control sobre resultados esperados

Un histograma de barras permitirá mostrar los alcances, debilidades, valores máximos y valles obtenidos al graficar los datos obtenidos en los primeros tres meses, la empresa podría considerar oportuno que sus supervisores por área elaboren estos gráficos una vez al mes y sean debatidos en mesas de trabajo multi departamentos para garantizar que un protocolo de prevención es respetado pero el departamento próximo a sus tareas podría estar afectando sus resultados finales.

Figura 34. Gráficos de control de fácil redacción, lectura y comprensión



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Los gráficos de control pueden variar por el diseñador, en la gráfica 33 se presentó un histograma de dispersión con diferentes valores monitoreados, podría servir como guía para los futuros análisis en la empresa.

4.5.2. Gráficos de control sobre las mejoras de prevención y control

Se incorporan los valores iniciales de cómo se iniciaron las labores al ingreso del sistema productivo, luego se podría evaluar una fase intermedia para que sirva de punto de referencia en treinta días laborados, finalmente se pueden utilizar valores de los siguientes treinta días donde ya se han incorporados protocolos de reducción sobre los desperdicios de material abrasivo, así como el uso eficiente de las zonas de trabajo como las cabinas de arenado.

Separando esos tres escenarios se pueden graficar los datos de los materiales que ingresaron, los que fueron aprovechados hasta la fase intermedia y los resultados de los valores finales a través del uso de la matriz MED.

4.5.3. Guía de medidas de mitigación de contaminantes

La responsabilidad ambiental es colectiva, no se puede obligar a un colaborador a que trabaje con conciencia ambiental, tampoco se puede responsabilizar únicamente a los mandos medios y superiores de la empresa, por lo que todo el personal deberá trabajar apegado al programa ambiental desarrollado.

Tabla XXXII. **Guía de medidas de mitigación de contaminantes**

ÁREA	RESIDUO	TIPO DE RESIDUO	GESTIÓN
Administración	Papel, plásticos	Aprovechable	Se puede recolectar en la bodega de producto terminado, colocando un cubo de proporción y tamaño considerable para almacenar lo recolectado por semana y luego poder ser vendido.
Bodega	Papel, film plástico, cartón, nylon	Aprovechable	Se puede recolectar en la bodega de producto terminado, colocando un cubo de proporción y tamaño considerable para almacenar lo recolectado por semana y luego poder ser vendido. Se deberán separar los materiales derivados del papel y de los polímeros.
Oficinas	Papel, cartón	Aprovechable	Se puede recolectar en la bodega de producto terminado, colocando un cubo de proporción y tamaño considerable para almacenar lo recolectado por semana y luego poder ser vendido.
Producción	Arena, viruta de cascaras, viruta de aceros	Aprovechable	Se recolectará el material abrasivo que sea utilizado por cada corrido o lote producido, se incorporan separaciones estratégicas para cada cabina de arenado para no comprometer la pureza del material que luego será recolectado he incorporado nuevamente en la tolva de dosificación.

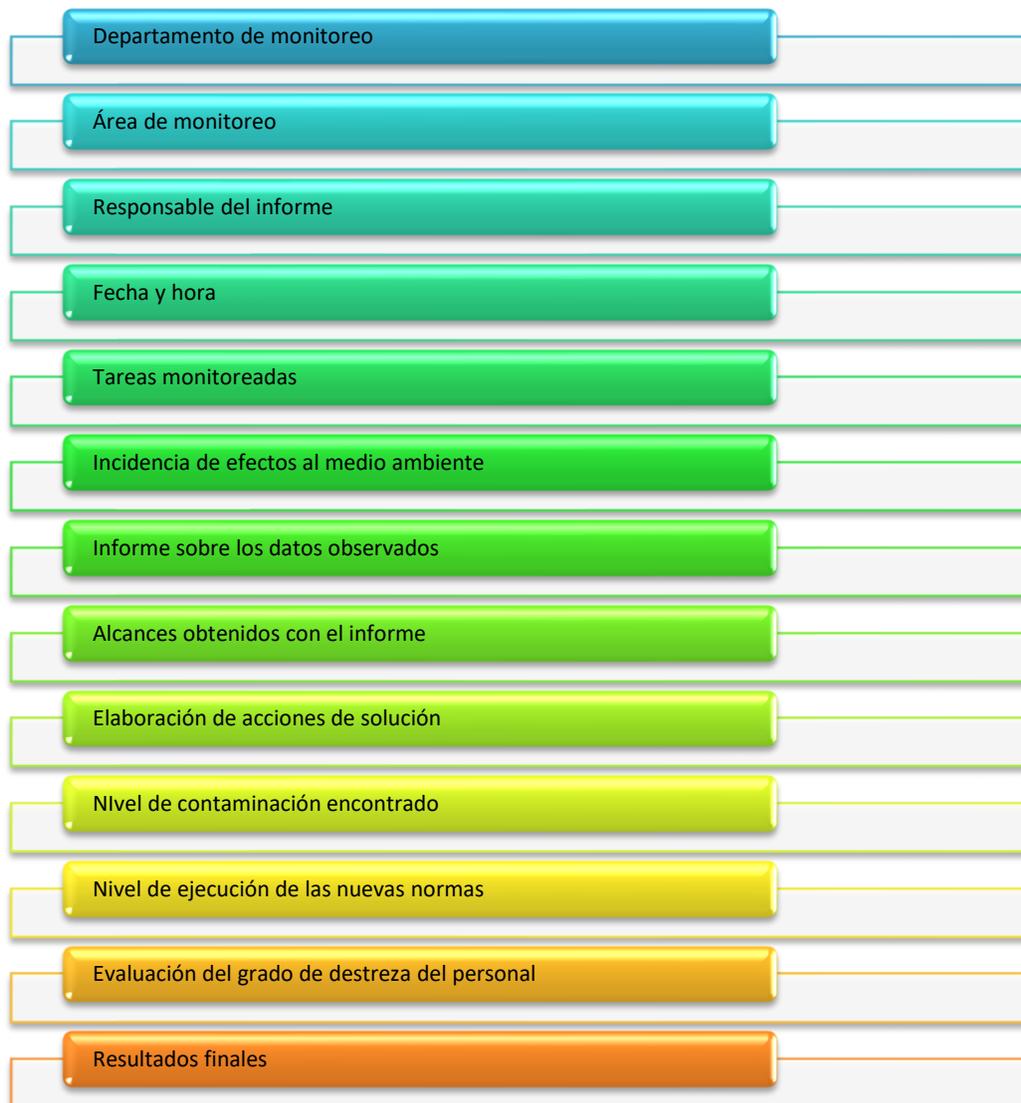
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word

4.5.4. Guía de análisis sobre la presentación de los informes del programa

Los departamentos involucrados pueden desarrollar las estrategias necesarias para obtener parámetros de interés en los informes mensuales, se utilizarán las gráficas de control, la presentación de resultados luego de evaluar los resultados de las auditorias diarias. Cada informe deberá contener datos

claros, concluyentes y con resultados comparativos sobre el último periodo previamente evaluado. La guía deberá contener los siguientes aspectos.

Figura 35. **Información y datos importantes sobre la presentación de resultados en modalidad de informe**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

4.6. Manejo responsable de los residuos disponibles

Los residuos finales que no fueron incorporados nuevamente al proceso productivo y en la disposición final se contaminaron con cuerpos extraños, deberán ser recolectados por el personal de limpieza, vaciados en un nuevo cubo de residuos abrasivos que podrá instalarse en el departamento de producción, la intención de esta tarea es reducir que las partículas perdidas pueden unirse a una corriente de viento y escapar de las instalaciones.

La respuesta inmediata consistirá en establecer el perímetro de contención en la zona de trabajo o incorporando en un solo ambiente las cinco estaciones de arenado, con la finalidad de reducir el área de descarga hacia el medio ambiente, inmediatamente con la propuesta se evitan fugas hacia otros departamentos y mejoraría el protocolo de recolección solamente en un área específica.

De persistir la problemática, la empresa puede capacitar y girar instrucciones a su personal para que la recolección de los desechos en todas sus instalaciones puede realizarse con mejor técnica y control, sin hacer demasiada fuerza o presión a sus escobas para evitar que se levante nuevamente en nubes de partículas suspendidas.

Parte de la gestión ambiental es la prevención, de esa forma iniciaría la gestión responsable en el manejo de sus residuos disponibles, acá nuevamente es necesario utilizar la matriz MED, que brindara valores exactos del material que ingreso a la empresa, el recurso de energía utilizado y el material recolectado al final de las tareas. No se podrán mezclar desechos del departamento de producción con basura común de otras áreas o de otros departamentos, tampoco mezclarse con desechos sólidos diferentes.

4.7. Modelo efectivo en el departamento de producción

Se basará en repasar las tareas precedentes para poder optar al siguiente nivel de trabajo, el departamento de producción estará potencializado con estrategias de monitoreo, los técnicos se apoyarán en sus tareas diarias para garantizar que los residuos y pérdidas por fugas del material abrasivo ha sido reducido en valores permisibles, se estimaría que un valor óptimo de pérdidas sería de 0,5 libras por cada estación de arenado.

Tabla XXXIII. **Modelo efectivo**

Código Arte Gt		Fecha: / /	
Responsable:		Ficha de inspección #:	
Lugar o equipo	Primer responsable	Segundo responsable	Acción
Cabina de arenado 1	Técnico 1 Técnico 2	Supervisor de producción	Acompañamiento en el desarrollo de sus actividades, gestionando el nivel de pérdidas del material abrasivo. Respaldara a la estación más próxima cuando se monitorean pérdidas continuas para localizar la fuente o la causa de la misma.
Cabina de arenado 2	Técnico 2 Técnico 3	Supervisor de producción	
Cabina de arenado 3	Técnico 3 Técnico 4	Supervisor de producción	
Cabina de arenado 4	Técnico 4 Técnico 5	Supervisor de producción	
Cabina de arenado 5	Técnico 5 Técnico 4	Supervisor de producción	
Zona de producción	Supervisor Personal de limpieza Colaboradores	Supervisor de producción	Recolectar los desechos con el manejo responsable, sin mezclar material abrasivo con otros productos contaminantes, depositar la basura en los cubos asignados específicamente para las disposiciones finales.
Departamento de producción	Supervisor Personal de limpieza Colaboradores	Supervisor de producción Supervisor de administración	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

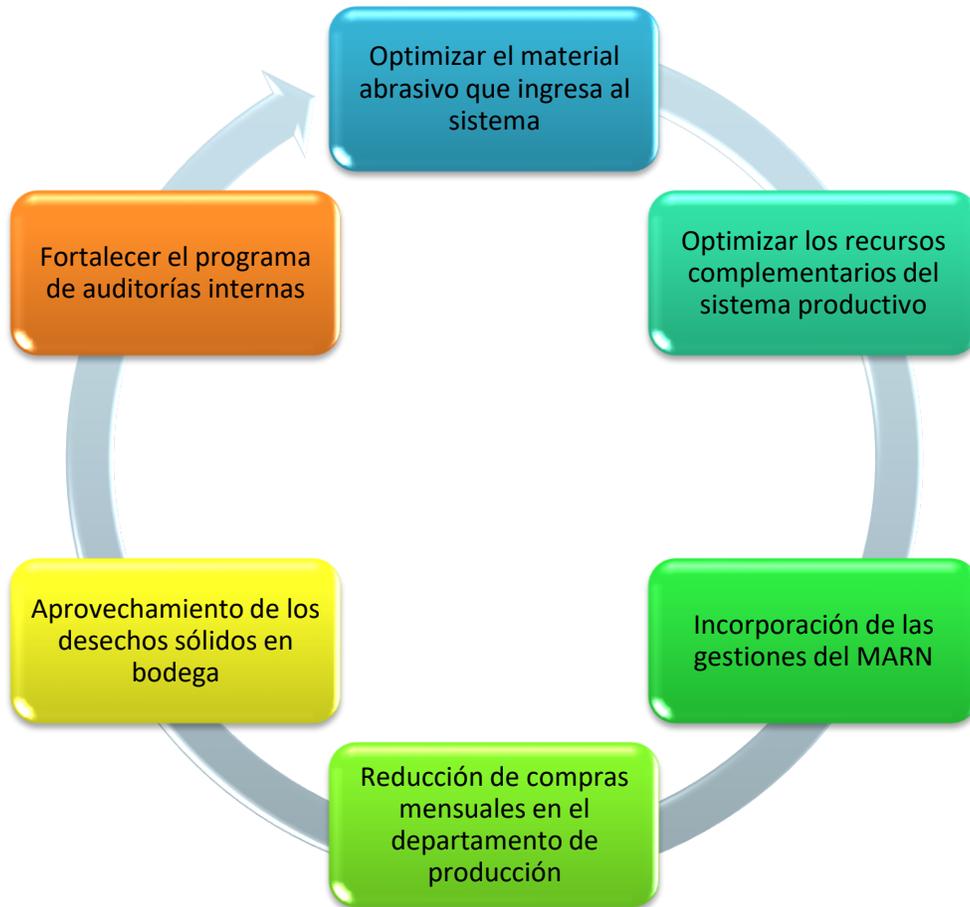
4.8. Manejo responsable de materias primas

Utilizar el recurso del material abrasivo con nuevas pistolas de soplado sería vital en la empresa, de esa forma el material reduciría el caudal de consumo cuando no es necesario accionar el mecanismo de salida, los ahorros podrán ser significativos, por cada hora transcurrida el caudal podría succionar las 50 libras, pero empleando ese nuevo modelo, pueden ser útiles únicamente 10 libras.

4.9. Incorporación de normativas básicas empleadas por el MARN en la economía circular

Aprovechar el volumen de los materiales abrasivos que ingresan al sistema es la principal consideración, luego de eso es optimizar los recursos que participan en su sistema productivo, incorporar las gestiones que el MARN promulgue necesarias para obtener la licencia de impacto ambiental, disminuir las compras mensuales, utilizar los desechos que forman partes de las tarimas para darles un nuevo uso y hacer practico el programa de auditorías diarias, solamente de esa forma Código Arte Gt, puede incorporar las normativas básicas del MARN en su gestión de operaciones.

Figura 36. **Incorporación de la economía circular según los lineamientos del MARN**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

5. SEGUIMIENTO

5.1. Resultados esperados del departamento de producción

Luego de presentar la metodología de trabajo, con las propuestas y las acciones de monitoreo que pueden gestionar su administración ambiental en la empresa, se evaluaron los futuros escenarios para los próximos tres trimestres. Empleando los valores del plan piloto incorporado por 40 días, donde se obtuvieron datos preliminares en relación a la contención, mitigación, aprovechamiento y esfuerzo de trabajo en equipo de sus colaboradores.

Implementando el control de auditoria diario, fortalece los mecanismos de monitoreo y supervisión de los supervisores hacia sus colaboradores, posiblemente la falta de presión hacia el personal provocaba debilidades operativas en el sistema de trabajo que Código Arte Gt desarrollaba constantemente, la correlación entre supervisores de los departamentos de producción con el departamento de administración fortalecerá que la gestión de desarrollada para optimizar los recursos sea alcanzada con éxito.

Parte de la estrategia es inducir al personal, crear conciencia ambiental y mejorar sus habilidades de trabajo, para la empresa será importante contener las fugas de los materiales contaminantes desde las cabinas de arenado, cada cabina deberá ser reconstruida o soldada en las fisuras, de no lograr ese objetivo podrían reforzar el modelo de contención por cada estación de trabajo utilizando materiales reciclados creando una cabina transitoria, hasta que se pueda obtener el costo total por alguna empresa de remodelaciones que incluya el trabajo de tabla yeso con mano de obra.

Tabla XXXIV. Proyección de eventos en los próximos tres trimestres según el comportamiento de la prueba piloto con datos asociados por supervisores de administración y producción

	Alto	Moderado	Bajo	Alto	Moderado	Bajo	Alto	Moderado	Bajo
Cabina de arenado 1	15	20	5	11	14	0	6	11	0
Cabina de arenado 2	20	15	5	16	9	0	11	6	0
Cabina de arenado 3	10	12	18	6	6	11	1	3	9
Cabina de arenado 4	17	9	14	13	3	7	8	0	5
Cabina de arenado 5	12	18	10	8	12	3	3	9	1
Zona de producción	10	15	15	6	9	8	1	6	6
Departamento de producción	7	13	10	3	7	3	0	4	1
Bodega de productos terminados	5	25	10	1	19	3	0	16	1
Trampas de partículas en planta baja	10	5	25	6	0	18	1	0	16
Paredes de planta baja	12	10	18	8	4	11	3	1	9
Sanitarios y sus salidas	6	14	20	2	8	13	0	5	11
Oficinas administrativas	3	10	27	0	4	20	0	1	18
Recepción	15	15	10	11	9	3	6	6	1

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Los datos fueron proyectados con una relación de menos 4 puntos en el segundo trimestre, el supervisor del departamento de producción, indico que sería un valor estimado por la relación que se obtuvo de la prueba piloto, hacia el tercer trimestre ambos supervisores expresaron que un valor de 9 puntos de diferencia podría llegar a ser el mejor escenario esperado, dentro de ese análisis no se contempló que los problemas crecieran de la forma que actualmente presenta la empresa, ya que algunas mejoras fueron puestas en marcha, de las cinco cabinas, dos fueron restauradas y en las otras tres, dos fueron independizadas con un diseño provisional de estructura con cartón y plásticos reciclados.

Figura 37. **Proyección implementando la economía circular, cabina de arenado 1**



Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Figura 38. **Proyección implementando la economía circular, cabina de arenado 2**



Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Figura 39. **Proyección implementando la economía circular, cabina de arenado 3**



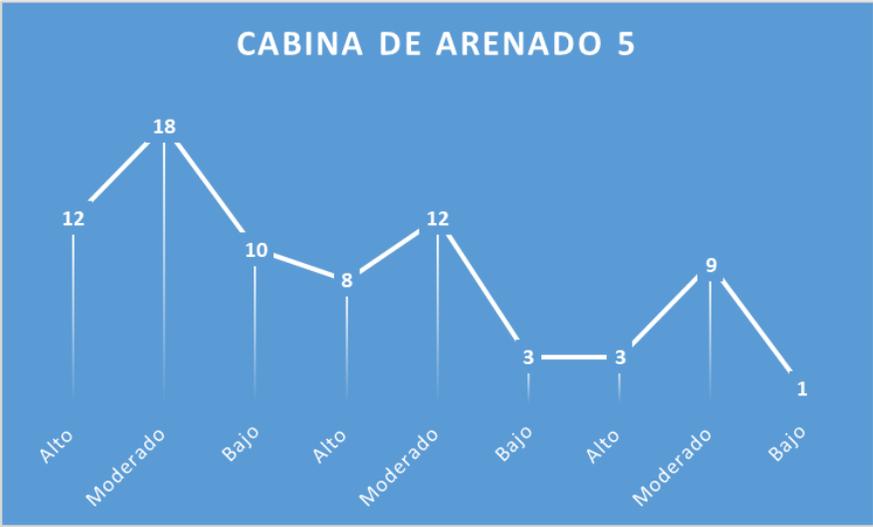
Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Figura 40. **Proyección implementando la economía circular, cabina de arenado 4**



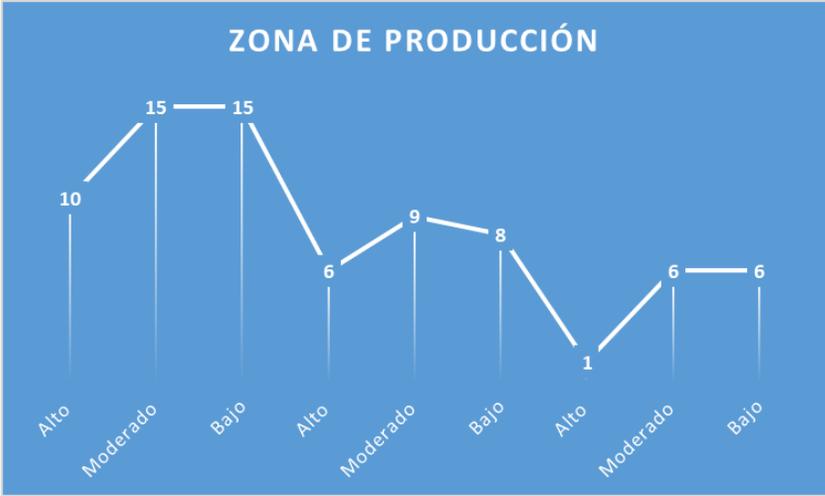
Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Figura 41. **Proyección implementando la economía circular, cabina de arenado 5**



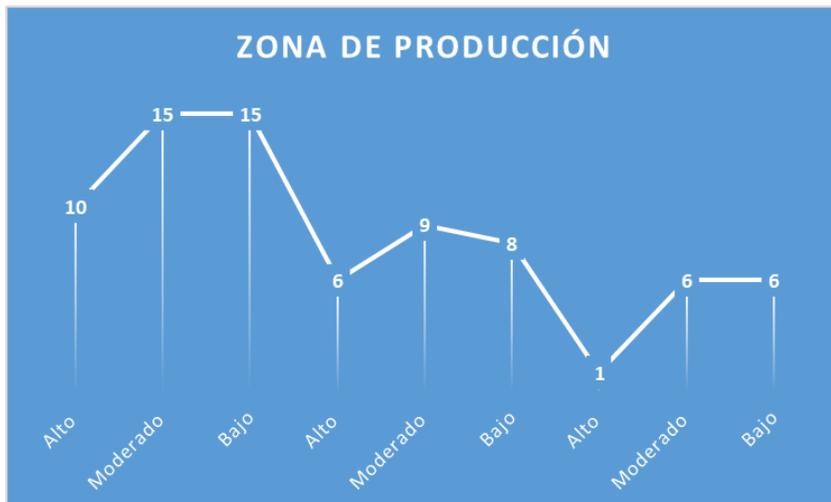
Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Figura 42. **Proyección implementando la economía circular, zona de producción**



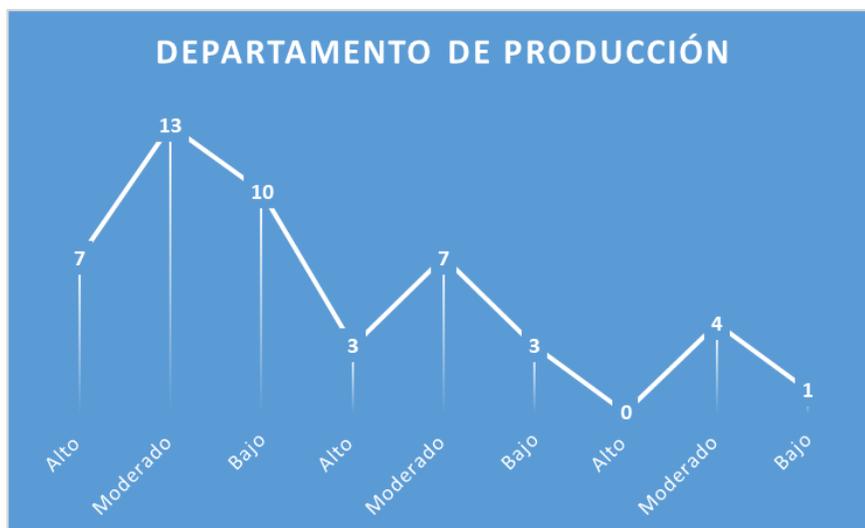
Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Figura 43. **Proyección implementando la economía circular, zona de producción**



Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Figura 44. **Proyección implementando la economía circular, departamento de producción**



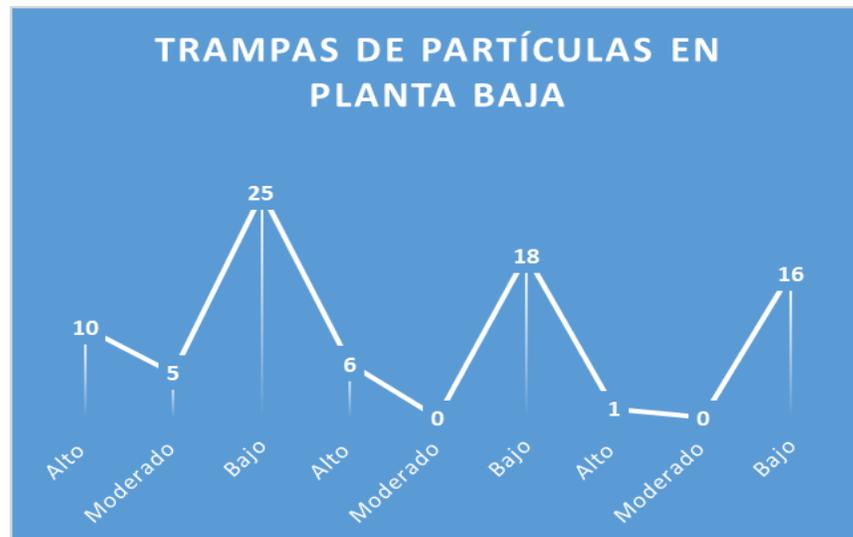
Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Figura 45. **Proyección implementando la economía circular, bodega de productos terminados**



Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Figura 46. **Proyección implementando la economía circular, trampas de partículas en planta baja**



Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Figura 47. **Proyección implementando la economía circular, paredes de planta baja**



Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Figura 48. **Proyección implementando la economía circular, sanitarios y sus salidas**



Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Figura 49. **Proyección implementando la economía circular, oficinas administrativas**



Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Figura 50. **Proyección implementando la economía circular, recepción**



Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

5.1.1. Interpretación

La economía circular no es un programa de reducción de materiales o algún tipo de herramienta administrativa, la economía circular vincula los ingresos de materiales al sistema productivo, incorpora valores independientes que fueron consumidos en la elaboración de los productos finales, propone estrategias para optimizar los recursos disponibles, mejora el aprovechamiento de las máquinas y herramientas, consolida su participación en la conciencia ambiental de todo el recurso humano presente en la empresa, por lo tanto la economía circular es una gestión administrativa de las operaciones que funcionan sinérgicamente para lograr llegar a obtener las metas propuestas.

Para Código Arte Gt, no será simplemente contener las descargas de contaminantes al medio ambiente, tal y como lo propone la economía circular, es aprovechar al máximo posible el conjunto de recursos que dispone la empresa, luego de eso los resultados podrán ser traducidos en calidad del aire, bajos niveles de descargas atmosféricas por partículas suspendidas, reducción de materiales perdidos, disminución del impacto ambiental en su entorno, dentro y fuera de las instalaciones.

De la proyección estimada para los próximos tres trimestres se desea estabilizar todas sus gráficas, proyectando simetría en la evaluación constante con la incorporación de su auditoría ambiental, a partir del desarrollo del presente documento la empresa inicia con el desarrollo de sus bitácoras de control, por departamentos, por zonas de interés y por el alcance de las tareas realizadas por su personal, de tal forma que el compromiso común inicia a adoptar una nueva ruta, conforme los lineamientos del MARN se especularía que la empresa adquiera su licencia de impacto ambiental, promueva las mejoras continuas y monitoreo sus procesos responsablemente.

5.1.2. Aplicación

La gestión ambiental incorpora las acciones que fueron propuestas según las debilidades encontradas, los aspectos operativos serán incorporados exponencialmente por los supervisores hacia sus operarios. Los trabajos de infraestructura se evaluarán según el total de los costos que representen.

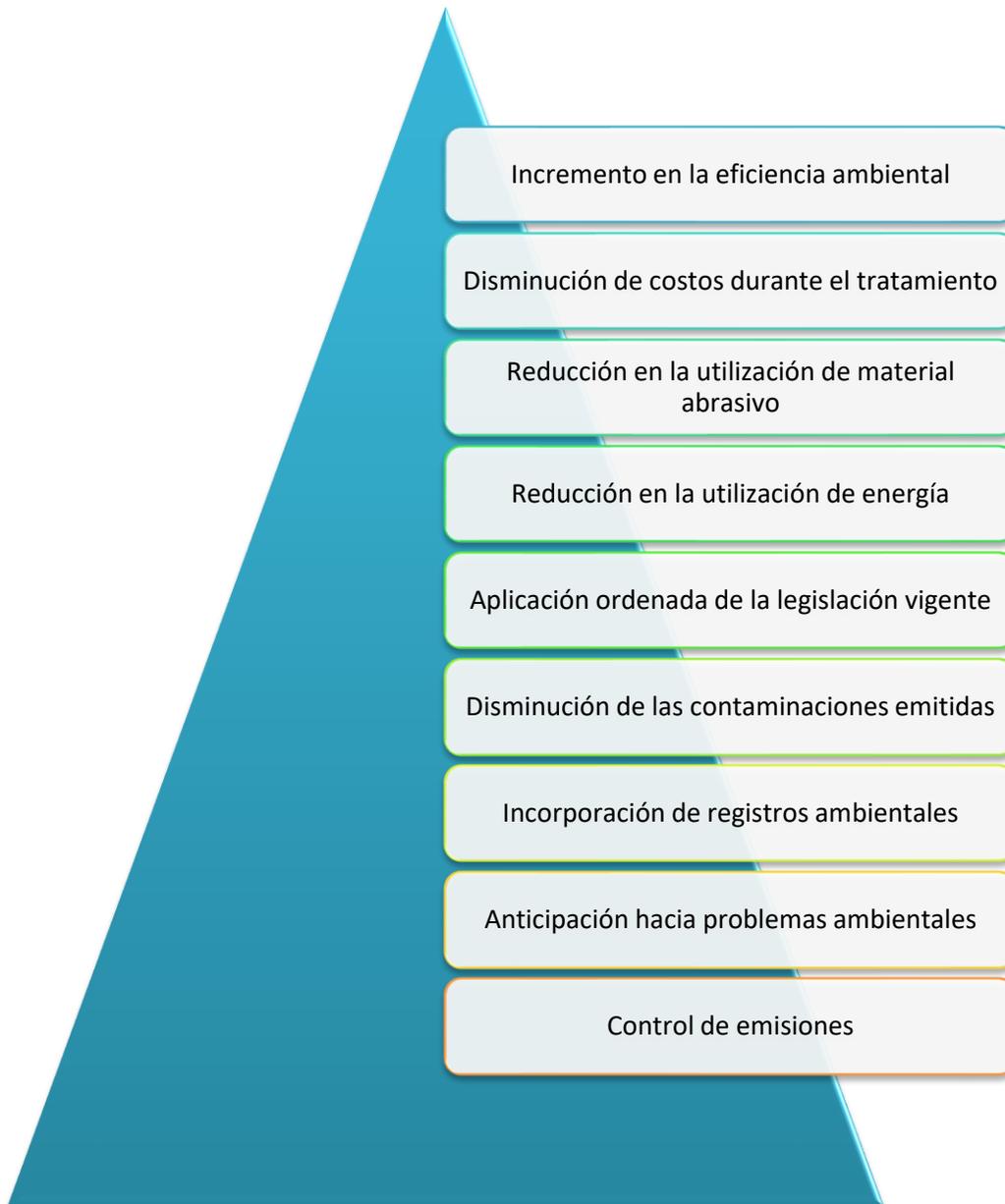
5.2. Beneficios de implementar un sistema de gestión ambiental

Diferentes ventajas pueden ser obtenidas con la implementación de los protocolos de monitoreo, prevención y manejo de los desechos en la empresa, estas ventajas podrían ser proyectadas en ventajas económicas, operativas y administrativas.

Algunos beneficios podrán ser visualizados a corto plazo, en el campo legal podrían esperar un poco más, a criterio del MARN pueden obtenerse ventajas, con la licencia de impacto ambiental debidamente acreditada la empresa podría participar en licitaciones estatales, incrementar su red de clientes a otro nivel superior, empleando nuevas técnicas de marketing digital donde se promueva el compromiso ambiental hacia el medio ambiente y su entorno.

Se anticiparán hacia futuros problemas ambientales que puedan irse presentando en el seguimiento de sus operaciones, previniendo la aparición de los antiguos problemas y focos de contaminación que dieron vida al estudio, investigación y desarrollo de diferentes propuestas que en conjunto mejoraran la imagen pública de la empresa. Convivir responsablemente con el medio ambiente y su entorno es la primera regla que incorpora Código Arte Gt, a partir del año 2020.

Figura 51. **Ventajas de implementar la gestión ambiental**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

5.2.1. Corto plazo

El compromiso de la empresa es poder reducir las emisiones y descargas de contaminantes hacia el medio ambiente, mitigando la carga de partículas suspendidas con el control reactivo sobre las fuentes que lo originan, fabricación y colocación de las trampas de partículas, reducción del volumen de desechos por mal manejo y mejoramiento del clima organizacional con nueva conciencia ambiental progresivamente.

5.2.1.1. Ahorro de energía eléctrica

Colocar las pistolas con control manual que sustituye la boquilla abierta sin mecanismo de cierre, mejorara gradualmente el uso constante de los compresores de aire que alimentan el sistema de chorro de aire con material abrasivo, la diferencia del sistema actual hacia el que se desea migrar, es poder utilizar ese flujo de presión de aire solamente cuando el operario accione el mecanismo de disparo. Actualmente las mangueras de caucho terminan en la boquilla abierta, no se detiene el flujo constante, por lo mismo los compresores se detienen con menor frecuencia.

5.2.1.2. Reducción en índices de rotación de personal

Una persona altamente capacitada y fortalecida sobre los conocimientos que posee puede ser la diferencia para Código Arte Gt, en disminuir los despidos y nuevas contrataciones de personal, los operarios demostraran habilidades y destrezas, es propicio robustecer sus conocimientos, adaptando las nuevas técnicas de trabajo, escuchándolos en reuniones mensuales para que expresen punto débiles sobre la administración, las tareas asignadas y los equipos que

emplean diariamente, solamente ellos tienen el conocimiento exacto de las fallas en los equipos y las fugas de los desechos.

5.2.1.3. Disminución de emisiones nocivas al medio ambiente

Las descargas no volverán a ser las mismas, con las estrategias propuestas disminuirán gradualmente, los eventos que se proyectaron en la tabla XXXIV demuestran que se pueden obtener escenarios positivos para la empresa y su entorno, de las 6 000 libras que escapan al medio ambiente puede esperarse una reducción de 5 000 libras para el primer año. Los valores fueron estimados por los supervisores del departamento de administración y de producción.

5.2.1.4. Ahorro de combustible en transporte

Podría adaptarse a los vehículos que son empleados semanalmente para trasladar los desechos de la empresa que no fueron cargados por la empresa recolectora municipal, los eventos no fueron determinísticos, ocurrieron con frecuencia de dos o tres veces por mes, se utilizó un pickup para trasladarse hacia el relleno municipal de la zona 3, el ahorro no podría ser significativo por la falta de uso de ese sistema.

5.2.2. Largo plazo

Se espera reducir el volumen de desechos mal manejados, el mal uso y deterioro de zonas verdes, mejoran el clima ambiental en forma progresiva. Con el MARN se esperaría disponer de la autorización formal con la emisión de su licencia de impacto ambiental.

5.2.2.1. Reducción en costos de operación

La empresa podrá mejorar la gestión del manejo de sus desechos, la contaminación podría ir descendiendo gradualmente, siendo un efecto directo hacia los costos de operación, con la economía circular se contemplan las variables asociadas al proceso de producción, donde se impacta en diferentes variables, la matriz MED expondrá los valores de los materiales, energía y desechos reducidos, donde la operación del manejo y aprovechamiento de los mismos reflejará esos costos aprovechados.

5.2.2.2. Reducción de mermas en el departamento de producción

La técnica de trabajo por los operarios reflejará la reducción de productos fallados, el departamento de producción considera como merma a un diseño mal tallado, un producto con el diseño bajamente legible, un producto con daños en su estructura o productos astillados cuando son derivados del vidrio.

Mermas sobre el material abrasivo no es totalmente aceptado, ese material se considera como parte de la acción en el trabajo realizado, no sufre transformación o reproceso en su estructura como tal.

5.2.2.3. Mejora de puestos de trabajo

Los técnicos responsables de las cabinas de arenado expusieron que su trabajo puede llegar a realizarse de mejor forma si la empresa considera cerrar espacios individuales por cada cabina, así es posible que la respuesta efectiva sobre el escape de sus desechos se concentre en una sola área y no en del departamento como tal.

5.2.2.4. Incentivos laborales

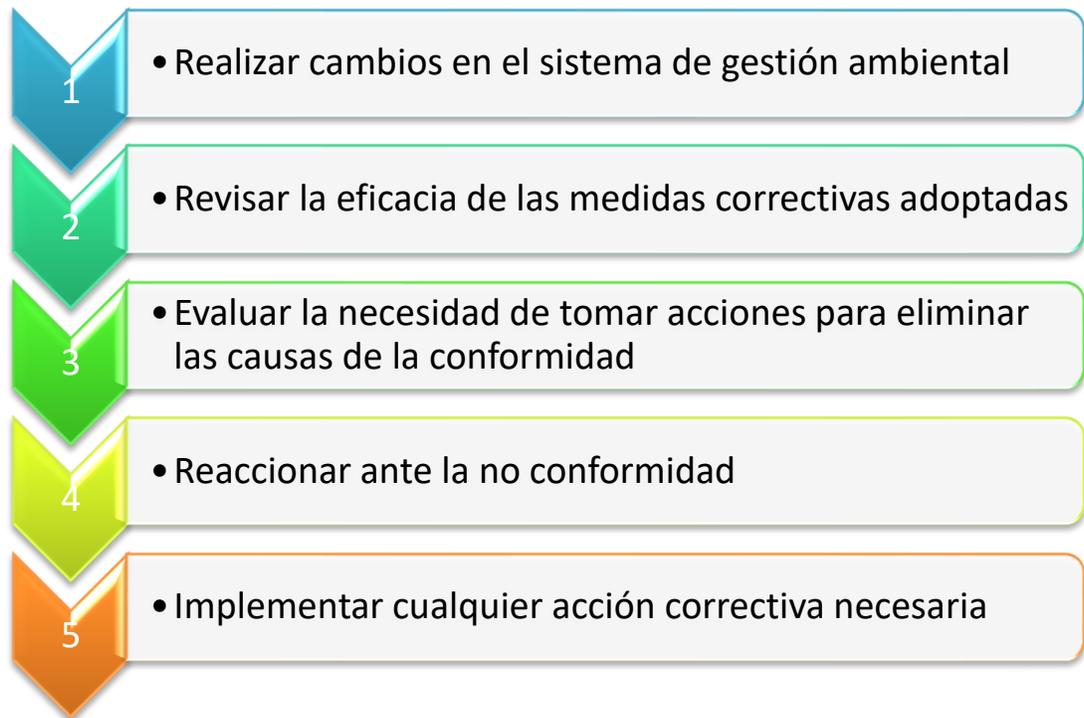
Cada técnico posee una estación de trabajo asociada y un volumen inicial de material abrasivo, se puede diseñar una estrategia de compensación por disminuir el volumen de productos dañados, optimizar el recurso disponible de material abrasivo, emplear la pistola de presión justo como lo indica el fabricante del equipo. Se pueden reconocer acciones particulares sobre el cambio en los procesos, donde ellos demuestren que la conciencia ambiental responsable es una lucha de todos en la empresa y no solamente de la alta gerencia.

5.3. Acciones correctivas

Se deben implementar las auditorías internas, desarrollar la conciencia ambiental entre el personal de la empresa con el compromiso social del sector donde están instalados, apoyar campañas de limpieza en su entorno por el continuo asedio a su entorno por los desechos que escaparon de sus instalaciones. La fiscalización del control de reportes es una acción clave por la administración, de esa forma se monitorean los valores obtenidos diariamente, descartando problemas menores que pueden provocar nuevamente daños ambientales.

Las acciones no son eventos únicos que pueden ser incorporados, estas acciones son los mecanismos propuestos que pueden incorporarse estratégicamente, destacarán en función del daño que se desea reducir, primeramente, la empresa deberá decidir si es viable remozar sus instalaciones o solamente reparar las fugas de las cabinas de arenado, la necesidad y la intención se verá comprometida por la oportunidad de inversión económica que dispongan actualmente.

Figura 52. **Acciones correctivas**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

5.3.1. **Acciones correctivas a corto plazo**

Las estrategias sobre acciones correctivas dependerán de ciertas áreas aprobadas de la gestión ambiental y la migración hacia una economía circular, el pilar de las acciones correctivas se verá influenciado en la concientización de todo su personal, no se pretende emplear castigos por mala ejecución de las tareas asignadas, que promuevan la discordia entre los supervisores y sus subordinados, el objetivo central es propiciar el clima ideal de entendimiento e implementación de la propuesta.

5.3.1.1. Reducción en niveles de consumo de agua potable

El uso de este recurso puede disminuir si es utilizado ordenadamente, en la investigación se pudo observar que el personal de limpieza lavaba algunas áreas del departamento de producción por el tipo de material que no podía ser barrido o absorbido por el trapeador, de tal forma que recurrían a lavar la zona. Aproximadamente se utilizaban 45 minutos para un área de diez metros cuadrados, no se logró obtener un dato aproximado de esas pérdidas de agua, pero con la iniciativa en la contención de fugas se reducirán estas tareas, únicamente limpiando con un trapo o *mopa* por todo el lugar de trabajo.

5.3.1.2. Reducción de focos de contaminación

Los cubos o baldes que se encuentran dispersos en la empresa deberán ser unificados, colocando uno de mayor volumen por cada departamento de trabajo, se exceptúa el departamento de producción, ellos instalarán un cubo industrial con bolsas de recolección y su respectiva tapadera. El mayor foco de contaminación está siendo contenido por los trabajos en la estructura de las cabinas de arenado y los diseños pilotos de estructuras sobre dimensionadas donde se incorpora la cabina de arenado y el técnico operario.

5.3.1.3. Mejora continua del clima laboral

El compromiso de la gerencia es mejorar constantemente como una empresa que necesita de su personal activamente para satisfacer la demanda de sus clientes, esto con el objetivo de una remuneración económica. El clima laboral estará conformado por el eficiente uso de los recursos disponibles, optimización de las tareas asignadas, intercambio de ideas sobre fallas en los

protocolos de trabajo, puntos intermedios de opiniones sobre la gestión ambiental incorporada y el mejoramiento de las relaciones interpersonales que puedan suscitar de talleres laborales.

La conducta humana es compleja, pero dentro de la empresa deberán sincronizar sus tareas laborales con su selección de decisiones personales, claramente para eso deben de participar en talleres de capacitación, charlas de sus supervisores, asignación de roles y los alcances otorgados por el puesto o cargo que representan, así podrían mejorar su clima laboral, respetando la jerarquía de funciones y apegándose a los protocolos de trabajo ya establecidos por la gerencia general.

5.3.2. Acciones correctivas a largo plazo

Dentro del organigrama podrían crear el departamento de recursos humanos, estratégicamente liberaría responsabilidades a los jefes de cada departamento, el Gerente general podría enfocarse únicamente a la gestión de operaciones, medición de resultados y crecimiento de la empresa como tal. Es una acción correctiva que permitirá a todo el personal orientarse sistemáticamente sobre sus atributos, puestos y funciones, no dependerán de autorizaciones o permisos solicitados verbalmente, oportunamente se crearía un canal de comunicación asertivo sin sesgo por el cargo representado, donde el personal de recursos humanos podría captar las quejas de todo su personal sobre actos, acciones y problemas que se presentan diariamente, los técnicos han trasladado informes a través de los años, desde que las cabinas iniciaron a expulsar partículas al medio ambiente, donde sus supervisores solamente tomaron las quejas pero no accionaron emergentemente, todo ese clima organizacional empeoro las situaciones llevándolos hasta la fase donde se encuentran actualmente.

5.3.2.1. Uso adecuado del equipo de seguridad

Parte de las responsabilidades de los supervisores es garantizar la continuidad en las operaciones, formar responsablemente a sus colaboradores con el uso adecuado de su equipo de protección personal que les fue asignado al momento de contratarlos, la prevención sobre los riesgos constantes es la clave de éxito que reduzca la probabilidad que ocurra un evento de emergencia.

No solamente es portar el equipo de protección personal dentro de las instalaciones o cuando se está trabajando, es trabajar ordenadamente con la responsabilidad y el compromiso adquirido desde las capacitaciones, el personal portara en todo momento su EPP, pero tampoco puede golpearlo intencionalmente o por descuidos fortuitos, cuando el equipo presenta deterioro podría ser sustituido por uno nuevo.

5.3.2.2. Empleo eficiente del equipo para *sandblasting*

Si la empresa sustituye las boquillas por pistolas de disparo controlado mejorarán la calidad de su trabajo, las habilidades y destrezas en el trabajo manual que realizan sus técnicos podría ser detallado, disminuyendo los errores comunes, asociando este proceso con la reducción de costos por operación, disminuye la demanda de presión aire, por lo tanto, los compresores no accionan continuamente para volver a llenar los tanques de aire. Los equipos auxiliares deberán monitorearse diariamente, tal cual como se expone en la guía de las auditorías ambientales. El mantenimiento preventivo en esta área es necesario, las reparaciones se programan hasta que un equipo se encuentra detenido o colapsado totalmente.

5.3.2.3. Uso eficiente de campanas extractoras de contaminantes

Parte de la propuesta que permitirá atrapar las partículas suspendidas, se prevé colocarlas sobre cada estación de trabajo a dos metros de altura de cada una de las cabinas. A diferencia de las trampas que se piensan instalar en paredes y techos falsos las cuales trabajan con la corriente natural de aire que circula en el ambiente, la campana de extracción incorpora el mecanismo de succión de aire, forzando así a que la corriente de aire interior circule en un solo sentido, aislando las cabinas de arenado se podría adaptar una campana por estación de trabajo, conectado a un solo sistema donde se colocan filtros recolectores con tolvas de recepción, para que después de una jornada de trabajo sea menor el desperdicio en los suelos, paredes y techos.

5.4. Seguimiento y medición

La empresa adopta con el plan piloto la fase introductoria de la gestión ambiental y de la economía circular, durante esos cuarenta días se presentaron problemas operativos, ajustes en las cabinas de prueba, monitoreo de pérdidas del material abrasivo, acciones conductuales por sus colaboradores y el deseo del cambio por la gerencia general.

Las mediciones se establecerán diariamente, el vaciado, procesamiento de información, análisis, discusión de resultados y diseño de estrategias posteriores, pueden realizarse cada treinta días calendario. A excepción, si dentro del programa de gestión ambiental y la migración del modelo de trabajo actual surgen inconvenientes o resultados que no fueron considerados que comprometan las labores, deberán ajustarse las estrategias que disminuyan los efectos negativos sobre los resultados esperados.

5.4.1. Evaluación de cumplimiento legal

Con la emisión de la licencia de impacto ambiental por el MARN, se estarían cumpliendo los requisitos establecidos en sus normativas y reglamentos, de no ser así, la empresa podría iniciar una nueva gestión con el desarrollo de las acciones correctivas que se proponen. Trabajando en conjunto con las acciones correctivas que disponga la empresa externa responsable del trámite legal en el MARN.

5.4.2. Compromiso empresarial

Disminuir la carga de desechos evacuados al medio ambiente por la falta de protocolos de seguridad en la gestión ambiental, es el principal compromiso para Código Arte Gt. Aplicar constantemente el programa de bajo impacto ambiental con las reformas administrativas y operativas sobre sus labores cotidianas es el segundo compromiso adquirido, emisiones residuales a nivel cero partes por millón hacia el entorno, es su meta final.

5.4.3. Valorización ambiental

Aprovechar las oportunidades presentes que le otorguen calidad de vida en el trabajo a todos sus colaboradores es un valor alcanzable, Código Arte Gt, mejora día a día al trabajar con materiales que no pueden ser controlados fácilmente, pero se comprometieron sus autoridades hacia la sociedad y su entorno para trabajar apegados a un reglamento ambiental y ordenamiento jurídico establecido por el MARN. Respetar el medio ambiente es una tarea adquirida en la empresa, no solamente por acondicionar sus instalaciones, es por el conjunto de acciones diseñadas para optimizar sus recursos disponibles, disminuir las descargas al medio ambiente y manejar sus desechos.

CONCLUSIONES

1. Las fugas de material abrasivo en las cabinas de arenado es la principal causa de estos desechos, luego de ser dirigidos a presión hacia el objeto que trabajan, pueden dirigir sin intención el flujo de abrasivo con aire a presión hacia diferentes direcciones, erosionando las paredes internas de la cabina hasta adelgazarlas y crear fisuras.
2. Actualmente la empresa trabaja con el principio de economía lineal, se iniciaron trámites administrativos y legales en las oficinas del MARN para obtener su licencia ambiental, incorporando procedimientos en el manejo de las operaciones que permita migrar hacia la economía circular.
3. El dato exacto no se pudo obtener, para medir la densidad del ambiente es necesario utilizar equipo técnico, para hacer las tomas necesarias, monitorear los resultados en partes por millón y crear un juicio exacto sobre esa información, se logró demostrar aritméticamente que la contaminación anual asciende a 6 000 libras de arena, se encuentra en suspensión de partículas muy cerca de los techos, en las paredes y pisos de toda la empresa.
4. Los desechos por viruta y otros tipos de materiales, han sido tratados de forma irresponsable, algunos de estos desechos se mezclan con agua luego de las jornadas de trabajo, cuando el personal de limpieza no puede barrer la zona de trabajo incurre en el lavado de pisos, desechando los contaminantes en tuberías municipales de agua.

5. En ciertas áreas de la empresa se encuentran depósitos para basura, en el área de producción es de ausencia total, los técnicos que trabajan en las cabinas de arenado no disponen de tareas para recolección y control de los desechos que se producen en sus estaciones de trabajo, es responsabilidad del personal de limpieza.
6. De las cabinas de arenado se filtran diariamente cinco libras de arena transformada en polvo de viruta abrasiva, estos desechos se mezclan con las corrientes de aire que circulan desde las líneas de producción hasta los techos de la empresa, que luego escapan hacia el medio ambiente y su entorno, afectando directamente a los vecinos del lugar he indirectamente a la fauna y flora de la colonia donde están instalados.
7. Los costos que ha monitoreado específicamente la empresa son por el material abrasivo perdido en las cinco cabinas de arenado, por las 6 000 libras anuales afirmaron que esos costos directos ascendieron a Q 15 000,00

RECOMENDACIONES

1. Presentar dos opciones inmediatas a Código Arte Gt que permita reducir y contener las fugas de los desechos hacia el medio ambiente, la primera opción consistió en reconstruir sus cabinas de arenado, sellando las fisuras con soldadura autógena, la segunda es limitar o restringir a cada cabina de arenado colocando una infraestructura tipo cubículo con trampa de aire en la parte superior.
2. Accionar de forma temprana hacia una economía circular, reduciendo la cantidad de desperdicio en su material abrasivo con trabajos preventivos en las cabinas de arenado, seguidamente después, optaron por un plan piloto, haciendo casi herméticas dos estaciones de trabajo, en la tabla XXVII se muestran los valores de cuarenta días de esa estrategia, demostrando la viabilidad para incorporarse en las otras tres estaciones de trabajo.
3. Instalar campanas de succión por cada estación de trabajo, eso dependerá del valor de inversión total, pero se garantiza que no existirán contaminantes ambientales expulsados en las cabinas de arenado.
4. Reducir la probabilidad de volver a encontrar desechos tipo viruta en los suelos del área de producción con la contención de fugas desde las cabinas de arenado, por la nueva gestión ambiental, quedo prohibido utilizar agua para lavar esas zonas de trabajo, solamente podrán ser barridas y limpiadas con trapeador o alguna *mopa*.

5. Instalar un cubo de grado industrial para la contención, depósito y almacenaje de los desechos que se producen en departamento de producción, este cubo deberá poseer tapa hermética, vaciado tres veces a la semana hacia el recolector municipal, de igual forma en otras áreas es necesario instalar cubos para basura pero con tapa hermética, quedará completamente prohibido por la empresa liberar sus desechos nuevamente en los vertederos municipales sin la separación, control y supervisión de sus productos predominantes que contaminan el medio ambiente.
6. Accionar con las tareas mínimas pero viables que mejoren los niveles de descargas que actualmente se presentan en el trabajo de infraestructura es tarea colosal para la empresa y dependerá de la valoración del impacto ambiental que decidan seguir provocando lo que permita.
7. Minimizar las descargas al medio ambiente es su principal objetivo, aprovechar los recursos disponibles y mejorar sus procesos productivos es una de sus acciones a implementar hacia la economía circular, es la meta fijada por la empresa, la conciencia ambiental, es una de sus tareas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Acuerdo Gubernativo Número 33-2016. Diario de Centroamérica, Ministerio de Trabajo y Previsión Social, Reformas al Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional, *Acuerdo Gubernativo Número 229-2014*, Guatemala, 23 de julio de 2014. p. 2-13.
2. Acuerdo Gubernativo Número 137-2016. Diario de Centroamérica, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, *Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental*, 11 de julio de 2016. p.2-15.
3. Almacén del Pintor. Catálogo de productos. Año 2021. P. 145-195.

American Thoracic Society. [en línea]
<<https://www.thoracic.org/professionals/clinical-resources/environmental-and-occupational/>>. Consulta: 2 de febrero de 2021.
4. *Así se hace.*[en línea] <<https://asisehace.gt/procedure/578/608?l=es.>>
Consulta: 1 de abril de 2021.
5. AZQUETA, Diego. *Valoración económica de la calidad ambiental.* Madrid: McGraw Hill. 1994. 320 p.
6. BAIN, David. *Productividad, solución a problemas de la empresa.* México: McGraw-Hill. 2001. 190 p.

7. BALLESTER, Diez. *Efectos de la Contaminación Atmosférica sobre la Salud*. p. 63.
8. BARBIER, Edward. *Valoración económica de los humedales, guía para decisores y planificadores*. Suiza: s.e. 1997. 225 p.
9. BUCKINGHAM, Wille. *El impacto de la automatización en la gente y en los negocios*. Argentina: Hobbs. 2006. 275 p.
10. Decreto 68-86. Diario de Centroamérica, Organismo Legislativo, Congreso de la República de Guatemala, *Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente*, Guatemala 19 de diciembre de 1986. p. 577-579.
11. Departamento de ordenación del territorio y medio ambiente. *Monografía sobre residuos de construcción y demolición*. España: s.e. 2004. 130 p.
12. Departamento de Recursos Humanos. Código Arte Gt. *Memoria de Labores*. Guatemala 2016.
13. Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales. *Guía de Instrumentos Ambientales*. Guatemala: Gobierno de Guatemala. 2015. 64 p.

14. Google Maps *CÓDIGO ARTE GT*. [Mapa online]. Recuperado de:
<<https://www.google.com/maps/place/SDB+ARRIVILLAGA/@14.6250594,-90.4946766,646m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x8589a2444df64ef9:0x9e5c9109ba32ab8f!8m2!3d14.626489!4d-90.5002982>>.
Consulta: 31, enero de 2021.
15. HARRINGTON, James. *Cómo incrementar la calidad productiva en su empresa*. Colombia: McGraw-Hill. 2015. 190 p.
16. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
https://www.marn.gob.gt/paginas/Categoria_B1_Actividades_de_Moderado_a_Alto_Impacto_Ambiental. Consulta: 1 de abril de 2021.
17. NORMA ISO 14001:2015. *Sistema de gestión ambiental*. p 18.
18. PÉREZ, Carlos. *Desarrollo sostenible*. p 36-75.
19. *Pinturama de Obregón*. <<http://pinturamadeobregon.com/limpieza-con-chorro-de-arena-o-sand-blast-que-es-y-como-funciona> junio 2021>. Consulta: 31 de enero de 2021.
20. RONDÓN, Estefani. *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*. España: CEPAL. 2016. 211 p.
21. SÁNCHEZ, Piedad. *Propuesta de manejo de residuos sólidos industriales, un apoyo al ambiente antrópico*. España: s.e. 2018. 240 p.

22. Seminario Internacional de Educación Ambiental. *La carta de Belgrado: una estructura global para la educación ambiental*. Belgrado: s.e. 1975. 350 p.
23. VALLADARES, Luis. *Crecimiento acelerado y vulnerabilidad, la gestión de riesgo sobre residuos sólidos mal procesados*. Guatemala: Centro de estudios urbanos y regionales. 2014. 146 p.
24. VILLEGAS, Pablo. *Memorias del curso "Economía de los recursos naturales y del medio ambiente: una aproximación conceptual"*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia. 2003. 130 p.

APENDICE

Apéndice 1. Impresora de láminas (*sticker*) con el prediseño



Fuente: CÓDIGO ARTE GT.

Continuación del apéndice 1.

Tiraje de cortes laminados previos a ser colocados en los productos que ingresaran a la cabina de arenado



Fuente: CÓDIGO ARTE GT.

Continuación del apéndice 1.

Shots tequileros con estampado inicial



Fuente: CÓDIGO ARTE GT.

Continuación del apéndice 1.

Producto final



Fuente: CÓDIGO ARTE GT.