

**Diseño del Sistema de Gestión Ambiental para el proceso industrial
Sandblásting, en la empresa SEMITEC S.A.S en el municipio de Nobsa –
Boyacá.**

Ángela Yurani Cómbita Cómbita
Junio 2018.

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD
Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y de Medio Ambiente
Ingeniería Ambiental
Sogamoso
2018

**Diseño del Sistema de Gestión Ambiental para el proceso industrial
Sandblásting, en la empresa SEMITEC S.A.S en el municipio de Nobsa –
Boyacá.**

Ángela Yurani Cómbita Cómbita
Junio 2018.

Director
Biviana Esperanza Rocha Gil
Ingeniera Sanitaria y Ambiental
Especialista en Ingeniería de Sistemas Hídricos Urbanos

Proyecto aplicado para optar al título de Ingeniera Ambiental

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD
Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y de Medio Ambiente
Ingeniería Ambiental
Sogamoso
2018

Dedicatoria

Este proyecto es principalmente dedicado a DIOS, quien me ha concedido la vida, la inteligencia y me ha permitido conocer personas invaluable durante este proceso.

A mis padres Flor y Alejandro,

Por el apoyo, la comprensión, la voz de aliento en los momentos más difíciles y el amor que incondicionalmente me han brindado para seguir adelante. Por su ejemplo, sus consejos, por cada uno de los esfuerzos y sacrificios que han hecho, pues gracias a eso hoy soy lo que soy, los amo.

Agradecimientos

Quiero agradecer a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD y a los tutores que de una u otra manera compartieron sus conocimientos conmigo.

Gracias al señor Plutarco Martínez por permitirme desarrollar el proyecto en su empresa y su colaboración durante su ejecución.

Gracias a la ingeniera Biviana Rocha por su apoyo y asesoría

Contenido

	Pág.
Resumen.....	16
Abstract	18
CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO	20
Planteamiento del Problema.....	20
Justificación	21
Objetivo General	23
Objetivos Específicos	23
Marco Referencial.....	23
Marco Teórico	24
Marco Conceptual.....	28
Marco Legal.....	31
Marco Geográfico.....	31
DISEÑO METODOLÓGICO	33
Tipo de Estudio	33
Tipo de Investigación.....	40
Método de la Investigación	41
Técnicas de recolección de información	41
Matriz de Leopold para la identificación de impactos.....	42
Matriz de Leopold para descripción de impactos.	43
Matriz de Leopold para clasificación de impactos	43
Matriz de Leopold para valoración de impactos.....	43
Método	44
Técnica	46
Instrumentos.....	46
La lista de chequeo	46

Resultados de laboratorio	48
Análisis de agua	48
El diagnóstico clínico.....	49
Técnicas de análisis de información	49
Matriz de Leopold.....	49
Fichas técnicas Plan de Manejo Ambiental	50
Fichas técnicas de materias primas.....	50
Equipamiento para reconversión tecnológica.....	50
Sistema de Gestión	50
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	51
Características administrativas de la empresa.....	51
Ubicación	51
Diagrama de flujo	51
El contacto con proveedores	52
El alistamiento área de almacenamiento de materias primas.....	53
La llegada de materias primas.....	53
El ingreso de la estructura a limpieza	53
El alistamiento de elementos de trabajo y materias primas.	53
La inspección de la estructura.....	54
La presencia de residuos de cemento.....	54
La remoción residuos de cemento.....	54
La aplicación de Sandblásting.....	54
La limpieza de estructura con aire a presión.....	55
La aplicación de anticorrosivo	55
La aplicación de pintura.....	55
La Salida de la estructura	55

Estado actual	56
Evaluación de impacto ambiental	60
Aplicación de la matriz de Leopold para la identificación de impactos.....	60
Aplicación de la Matriz de Leopold para la descripción de impactos.....	61
Aplicación de la Matriz de Leopold para la clasificación de impactos	64
Aplicación de la Matriz de Leopold para la valoración de impactos.....	65
Diseño de línea base.....	66
PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	68
Diseño de la nueva línea base	68
Distribución en planta.....	68
Proceso 1(P1)	68
Proceso 2 (P2).....	69
Proceso 3 (P3).....	69
Proceso 4 (P4).....	69
Proceso 5 (P5).....	69
Proceso 6 (P6).....	69
Diagrama de flujo de los procesos de producción.....	71
Fichas del Plan de Manejo	77
Ficha 1. PSB y P – 01	77
Ficha 2. PSB y P – 02.....	77
Ficha 3. PSB y P – 03	77
Ficha 4. PSB y P – 04	77
Ficha 5. PSB y P – 05	77
SISTEMA DE GESTION AMBIENTAL –SGA-	83
Política Ambiental.....	83
Objetivos Ambientales	84
Metas, actividades e indicadores, por objetivo	86

Indicadores de la gestión ambiental	91
Indicador de desarrollo o ejecución y cumplimiento del PMA	91
Presupuesto de la implementación del PMA	91
Factor de legalidad ambiental	94
Indicador de control de impactos ambientales.....	94
Costos de inversión y operación	94
Documentación de los procesos.....	95
Monitoreo para el mejoramiento continuo.....	99
Bibliografía	104
ANEXOS	108

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. Aforo de residuos en la empresa SEMITEC S.A.S.....	47
Tabla 2. Valoración de impactos, matriz de Leopold.....	66
Tabla 3. Balance de impactos ambientales.....	67
Tabla 4. Subproceso y movimientos	73
Tabla 5. Formato ficha del Plan de Manejo Ambiental.....	74
Tabla 6. Siglas establecidas que referencian las medidas a tener en cuenta.	76
Tabla 7. Codificación para las fichas del plan de manejo	76
Tabla 8. Ficha 1 PSB y P – 01.....	78
Tabla 9. Ficha 2 PSB y P – 02.....	79
Tabla 10. Ficha 3 PSB y P – 03.....	80
Tabla 11. Ficha 4 PSB y P – 04.....	81
Tabla 12. Ficha 5. PSB y P – 05.....	82
Tabla 13. Metas, actividades e indicadores por objetivo.....	87
Tabla 14. Presupuesto para corto plazo.....	92
Tabla 15. Presupuesto para mediano plazo	93
Tabla 16. SGA – 00001	96
Tabla 17. SGA – 00002.....	97
Tabla 18. SGA – 00003.....	98
Tabla 19. SGA – 00004.....	99
Tabla 20. Lista de chequeo para el seguimiento y monitoreo de los indicadores	100

Tabla 21. Ficha de granalla metálica.....	109
Tabla 22. Ficha imprimante epóxico fosfato de Zinc.....	110
Tabla 23. Ficha esmalte uretano serie 36	111
Tabla 24. Aplicaciones de granallas esféricas y angulares.....	114
Tabla 25. Especificaciones técnicas de la granalla.....	115
Tabla 26. Principales características de la arena y la granalla	117
Tabla 27. Características de comparación	117
Tabla 28. Costo de producción y duración de boquillas	118
Tabla 29. Consumo de aire y abrasivo	120
Tabla 30. Guía de compatibilidad de componentes.....	121

Lista de Imágenes

	Pág.
Imagen 1. Vías de acceso local y regional hacia la planta de SEMITEC S.A.S, vereda Chámeza mayor, sector el triángulo, municipio de Nobsa.....	32
Imagen 2. Distribución en planta del proceso de Sandblásting y pintura de SEMITEC S.A.S.	35
Imagen 3. Acceso principal a los patios SEMITEC S.A.S.....	35
Imagen 4.Salida de la estructura de la bodega de Sandblásting en SEMITEC S.A.S.....	36
Imagen 5. Aplicación de Sandblásting en SEMITEC S.A.S.....	38
Imagen 6. Limpieza de la estructura con aire a presión en la bodega de Pintura en SEMITEC S.A.S	38
Imagen 7. Preparación y aplicación de anticorrosivo en la bodega de Pintura de SEMITEC S.A.S.	39
Imagen 8. Aplicación de pintura esmalte uretano serie 36 en la bodega de Pintura de SEMITEC S.A.S.	40
Imagen 9. Reporte de resultados de laboratorio muestra colector de aguas lluvias en SEMITEC S.A.S.	48
Imagen 10. Diagrama de flujo prestación del servicio de Sandblásting y pinturas SEMITEC S.A.S.	52
Imagen 11. Estado actual bodega de Sandblásting SEMITEC S.A.S.	57
Imagen 12. Tolvas SEMITEC S.A.S.....	58
Imagen 13. Almacenamiento sílice SEMITEC S.A.S.....	58

Imagen 14. Almacenamiento de mangueras y herramienta en SEMITEC S.A.S.	59
Imagen 15. Estado actual del poli-sombra en SEMITEC S.A.S.	59
Imagen 16. Rediseño del plano y distribución en planta.....	70
Imagen 17. Diagrama de flujo procesos de producción	72
Imagen 18. Boquillas usadas para el proceso de Sandblásting.	121
Imagen 19. Estilo de la estructura de la cabina de Sandblásting.....	122
Imagen 20. Sistema de recolección de abrasivo	124
Imagen 21. Diseño colector de polvos	127
Imagen 22. Cabina de pintura.....	129
Imagen 23. Elementos de protección personal	131
Imagen 24. Componente del manejo integral de residuos.....	133
Imagen 25. Colores usados en los puntos ecológicos.....	136
Imagen 26. Acta de aceptación de la socialización del trabajo de grado en la empresa SEMITEC S.A.S.	139
Imagen 27. Sustentación Sistema de Gestión ambiental en la empresa SEMITEC S.A.S.	140

Lista de anexos

	Pág.
Anexo A. Modelo matriz de Leopold.....	108
Anexo B. Matriz de Leopold para la identificación de impactos	108
Anexo C. Matriz de Leopold para la descripción de impactos.....	108
Anexo D. Matriz de Leopold para la clasificación de impactos.....	108
Anexo E. Matriz de Leopold para la valoración de impactos	108
Anexo F. Tabla balance de impactos ambientales.....	109
Anexo G. Automatización.....	109
Anexo H. Equipo de protección personal.....	129
Anexo I. Residuos	131
Anexo J. Descripción de sub-procesos	136
Anexo K. Ficha emisiones atmosféricas	137
Anexo L. Ficha control de ruido.....	137
Anexo M. Ficha abastecimiento de agua.....	137
Anexo N. Ficha residuos solidos	137
Anexo O. Ficha gestión social.....	137
Anexo P. Presupuesto para implementación del PMA.....	137
Anexo Q. SGA – 00001.....	138
Anexo R. SGA – 00002.....	138
Anexo S. SGA – 00003	138
Anexo T. SGA – 00004.....	138

Anexo U. Revisión ambiental inicial.....	138
Anexo V. Requisitos legales.....	138

Abreviaturas

PMA	Plan de manejo ambiental
SGA	Sistema de gestión ambiental
EIA	Evaluación de Impacto Ambiental
DGA	Departamento de Gestión Ambiental
NRS 10	Reglamento colombiano de construcción sismo resistente
MP	Materia Prima
PGIRS	Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos
PSB y P	Proceso de Sandblástring y pintura
Hp	Caballos de fuerza
CFM	Pies Cúbicos por Minuto
CO	Monóxido de carbono
CO ₂	Dióxido de Carbono

Resumen

Los impactos ambientales que se generan durante la aplicación del proceso de Sandblásting y pintura son considerables. La generación de material particulado que afecta la salud del trabajador con enfermedades respiratorias como la silicosis, la afectación a la calidad del aire, agua y suelo; los altos niveles de ruido afectan a los trabajadores y a la población presente en el área de influencia.

Teniendo en cuenta lo anterior se diseña un Sistema de Gestión Ambiental para el proceso industrial Sandblásting y pintura en estructuras metálicas, en la empresa SEMITEC S.A.S. en el municipio de Nobsa, que permita mejorar su rentabilidad y disminuir la contaminación ambiental.

Para lograr una óptima formulación del Sistema de Gestión Ambiental, se realiza un reconocimiento del proceso de producción mediante visitas de campo a la empresa SEMITEC S.A.S. En las que se identifican, describen, clasifican y valoran los diferentes impactos ambientales mediante la metodología de evaluación de Leopold; adicionalmente se realiza un análisis de agua residual para medir y analizar la carga contaminante presente en el colector de aguas lluvias. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se plantea una reconversión tecnológica para lo que se diseñan las fichas del Plan de Manejo Ambiental que buscan prevenir, controlar y mitigar los impactos ambientales.

Finalmente teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente se realiza el Sistema de Gestión Ambiental con el fin de realizar un seguimiento, monitoreo y mejora continua del proceso de producción.

Palabras clave: material particulado, silicosis, Plan de Manejo, reconversión tecnológica, Sistema de Gestión Ambiental.

Abstract

The environmental impacts that are generated during the application of the Sandblasting and painting process are considerable. The generation of particulate material that affects the health of workers with respiratory diseases such as silicosis, the impact on the quality of air, water and soil; the high noise levels affect the workers and the population present in the area of influence.

Taking into account the above, an Environmental Management System is designed for the industrial process Sandblasting and painting in metallic structures, in the company SEMITEC S.A.S. in the municipality of Nobsa, to improve its profitability and reduce environmental pollution.

To achieve an optimal formulation of the Environmental Management System, an acknowledgment of the production process is made through field visits to the company SEMITEC S.A.S. In which the different environmental impacts are identified, described, classified and evaluated through the Leopold evaluation methodology; In addition, a residual water analysis is carried out to measure and analyze the pollutant load present in the rainwater collector. Taking into account the results obtained, a technological reconversion is proposed for the design of the Environmental Management Plan cards that seek to prevent, control and mitigate environmental impacts.

Finally, taking into account the aforementioned, the Environmental Management System is carried out in order to monitor, monitor and continuously improve the production process.

Key words: particulate material, silicosis, Management Plan, technological reconversion, Environmental Management System.

CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

Planteamiento del Problema

SEMITEC S.A.S., empresa ubicada en la vereda de Chámeza mayor municipio de Nobsa – Boyacá, presta el servicio industrial de Sandblástring aplicado a tuberías, estructuras y piezas metálicas con el respectivo acabado en pintura.

El servicio industrial desarrollado para la técnica Sandblástring (patio de materiales para tratamiento, patio de materias primas, tolva depósito de arena, compresor para inyección de aire a alta presión, selección de granulometrías de arena, área de aplicación Sandblástring, manejo de emisiones sonoras, manejo de emisiones de sólidos silícicos, manejo de residuos sólidos silícicos sobrantes, zona de acabado en pintura, manejo de emisiones patio de terminados, manejo de vertimientos líquidos, área administrativa) no cuenta con estándares ISO adecuados, ni cumplimiento de normas ambientales; dando como resultado altos impactos ambientales al aire, contaminación de suelos, contaminación de cuerpos de agua, contaminación auditiva, contaminación visual paisajística y altos niveles de morbilidad de operarios y medio externo.

La empresa SEMITEC S.A.S., no ha implementado el Decreto 1299 de abril 22 de 2008, en los Artículos 1 al 6, para la creación del Departamento de Gestión Ambiental (DGA) de la Industria, a través de la herramienta consultiva Sistema de Gestión Ambiental (SGA); definido como el área especializada, dentro de la estructura organizacional,

responsable de garantizar el cumplimiento de la implementación de las acciones encaminadas a dirigir la gestión ambiental a nivel industrial; velar por el cumplimiento de la normatividad ambiental; prevenir, minimizar y controlar la generación de cargas contaminantes; promover prácticas de producción más limpia y el uso racional de los recursos naturales; aumentar la eficiencia energética y el uso de combustible más limpios; implementar opciones para la reducción de emisiones de gases de efectos invernadero; y proteger y conservar los ecosistemas.

Justificación

El elevado índice de impactos ambientales negativos se traducen a emisiones de material particulado de finos de arena (óxidos de silicio) que viajan en suspensión en el aire y son inhalados por los operarios y personas del entorno, alterando la salud y favoreciendo la aparición de enfermedades profesionales como silicosis pulmonar, ya que los operarios no cuentan con el equipo de seguridad industrial adecuados. En la sección de pintura para acabados hay emisión de partículas finas de compuestos hidrocarbonados volátiles, que son inhalados por los operarios, que no cuentan con equipo de seguridad de retención adecuado. El equipo utilizado en la técnica Sandblástring no es de tecnología de punta y genera altos decibeles de intensidad de sonido, ocasionando una fuerte contaminación auditiva a los operarios y al medio externo. Los residuos sólidos sobrantes de arena y los vertimientos líquidos de la zona de pintura, no tienen un manejo y disposición final adecuada, ocasionando contaminación de: suelos, cuerpos de agua, paisaje y aire. De acuerdo a lo anterior la empresa no da cumplimiento a la normatividad

vigente ni a los estándares ambientales, en la actividad que desarrolla; aplicación de Sandblástring y pintura en estructuras metálicas.

El SGA es la herramienta Ambiental de seguimiento empresarial e industrial, que le permite al servicio industrial, mostrar una línea de crecimiento progresivo en el tiempo, mostrando indicadores de cero impactos negativos y altos niveles de reconversión tecnológica en el campo industrial de Sandblástring y acabado en pintura.

El SGA es el punto de partida para que la empresa implemente el trámite para la certificación de Calidad Ambiental ISO 14001, la Certificación de Calidad total ISO 9001 y el Sistema de gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo la ISO/DIS 45001:2018 sobre la anterior norma OSHAS 18001. Estas nuevas condiciones de Calidad podrán posicionar a la empresa en un alto nivel tecnológico y de mercado del servicio de Sandblástring.

Con el Sistema de Gestión Ambiental documentado, la empresa SEMITEC S.A.S, se incluye en el cumplimiento legal del Decreto 1299 de 2008, y podrá crear el Departamento de Gestión Ambiental, a partir del cual se desarrolla administrativamente la Política Ambiental aprobada.

Objetivo General

Diseñar el Sistema de Gestión Ambiental (SGA) para el proceso industrial Sandblásting, en la empresa SEMITEC S.A.S en el municipio de Nobsa – Boyacá.

Objetivos Específicos.

- Realizar la Evaluación de Impactos Ambientales (EIA) utilizando un método multicriterio (Matriz de Leopold).
- Documentar las medidas de prevención, mitigación, control y compensación de los impactos ambientales mediante un Plan de Manejo Ambiental (PMA), siguiendo las consideraciones y formatos.
- Diseñar una herramienta genérica para que el Departamento de gestión Ambiental de la Empresa, evalúe el mejoramiento continuo.

Marco Referencial

Para fundamentar el presente trabajo de manera crítica y objetiva, conviene tratar con herramientas del conocimiento referenciales, de las cuales este proyecto se apropia para aplicarlas, de tal forma que se integren las tecnologías actuales activas, con las desarrolladas a nivel nacional e internacional; a la aplicación industrial de Sandblásting y

pintura de terminado, en estructuras metálicas. En adelante se plantea un marco referencial teórico, conceptual, legal y geográfico, como aquellos marcos requeribles y justamente necesarios para entender el desarrollo del trabajo, a saber:

Marco Teórico. El arenado, granallado o chorreado abrasivo, conocido en inglés como Sandblástring, es la operación de propulsar a alta presión un fluido¹, que puede ser agua o aire, o una fuerza centrífuga con fuerza abrasiva, contra una superficie para alisarla o eliminar materiales contaminantes. Esta industria que es muy difundida en el eje industrial desarrolla varias tecnologías, cuyas teorías han sido aplicadas a nivel nacional y a nivel internacional, con resultados efectivos; que traemos a colación porque van a hacer parte de los mejoramientos que se hará en el presente trabajo para beneficio de la empresa SEMITEC S.A.S.

- El Chorro húmedo abrasivo, es una de las técnicas mundiales de Sandblástring en cuyas características comunes incluyen la habilidad de usar medios extremadamente finos o gruesos con densidades del rango de plásticos a acero, la habilidad de usar agua caliente y jabón para permitir simultáneamente el chorreado y el desengrasado, y puede ser usado sin preocuparse de la eliminación del polvo del silicato, material peligrosos o desechos pueden ser removidos sin peligro; por ejemplo remoción de asbestos, Radiactivos, u otros componentes venenosos y estructuras llevadas para una efectiva descontaminación².

¹ <http://www.academia.edu/18521507/Arenado>

² <https://repositorio.itc.edu.co/bitstream/001/284/1/TGT009-01-15.pdf>

El proceso está disponible en todas las formas incluyendo gabinetes de manos, botas para caminar, maquinaria robótica para producción de unidades portátiles de chorreado.

La velocidad de proceso puede ser tan rápido como el chorreado convencional seco, cuando se utiliza un material equivalente. De cualquier manera la presencia de agua entre el material y el sustrato a ser procesado crea un colchón lubricante que puede proteger tanto el medio como la superficie de daño excesivo. Esta es una ventaja dual disminuyendo el promedio de daño de ruptura y previniendo la impregnación de material extraño en la superficie. De esto se debe que las superficies que son chorreadas en húmedo son extremadamente limpias y no hay contaminación secundaria del medio o del proceso previo de chorreado, y no hay carga estática del polvo en la superficie chorreada. Subsecuentes operaciones de recubrimiento o fondeado son siempre mejores después del chorreado húmedo que del seco, por el nivel de limpieza alcanzado. La ausencia de recontaminación de la superficie también permite usar un solo equipo para varias operaciones de chorreado, por ejemplo acero inoxidable y acero al carbono pueden ser procesados en el mismo equipo usando el mismo material de chorreado sin problemas.³

- El Chorreado con vidrio, es una técnica en la que el proceso de remover los depósitos en la superficie usando partículas finas de vidrio a alta presión sin dañar la superficie. Es utilizada para limpiar depósitos de calcio de las baldosas / azulejos de

³ <https://repositorio.itc.edu.co/bitstream/001/284/1/TGT009-01-15.pdf>

piscinas o cualquier otra superficie, y remueve los hongos y pule, "recuperando los colores". También es usado en los talleres de pintado de carros, para remover la pintura vieja⁴.

- El Chorreado de rueda, esta técnica utiliza la fuerza centrífuga de una rueda para impulsar el medio abrasivo contra el objeto. Típicamente está catalogado como operación de chorreado sin aire, porque no se usa un medio impulsor (gas o líquido). Una máquina de chorreado a rueda es de alta potencia, alta eficiencia, con un abrasivo reciclable (típicamente acero o inoxidable, alambre de corte, arena, o granos de tamaño similar).

Las ruedas de chorreado especializadas disparan plásticos abrasivos en una cámara criogénica, y son usualmente utilizados para separar los componentes de plástico y hule. El tamaño de la máquina de chorreado, el número y la potencia de la rueda varía considerablemente dependiendo de las partes a ser chorreadas así como del resultado esperado y la eficiencia⁵. La primera rueda de chorreado fue patentada por Wheelabrator en 1932.

- El hidrochorreado comúnmente conocido como chorreado con agua, es comúnmente utilizado porque usualmente solo requiere un operador. En el hidrochorreado, es un chorro de agua a alta presión que es⁶ utilizado para remover pintura vieja, químicos, o depósitos sin dañar la superficie original. Este método es ideal para limpieza de

⁴ *Ibíd.*,

⁵ *Ibíd.*,

⁶ *Ibíd.*,

superficies internas y externas porque el operador generalmente es capaz de enviar el chorro de agua en lugares que son difíciles de alcanzar con otros métodos. Otro beneficio del hidrochorreado es la habilidad para recapturar y reutilizar el agua, reduciendo el consumo de esta y mitigando el impacto ambiental.

- El Granallado es el método que se utiliza para limpiar, fortalecer y/o pulir el metal.

Este método se utiliza en prácticamente todas las industrias de metales como: la aeronáutica, la del automóvil, la de la construcción, la de fundición, la naval y la del ferrocarril. Se distinguen dos tecnologías⁷:

- El Chorreado por aire, es un método abrasivo que se acelera de forma neumática mediante aire comprimido y se proyecta a través de boquillas sobre el componente.⁸

Usos: En líneas generales, es utilizado para:

- Limpieza de piezas de fundición ferrosas y no ferrosas, piezas forjadas, etc.
- Decapado mecánico de alambres, barras, chapas, etc.
- Shot Peening (aumenta la resistencia a la fatiga de resortes, elásticos, engranajes, etc.)

⁷ *Ibíd.*,

⁸ *Ibíd.*,

- Limpieza y preparación de superficies donde serán aplicados revestimientos posteriores anticorrosivos (pintura, cauchos, recubrimientos electrolíticos o mecánicos, etc.
- En las baldosas, el granallado permite lograr distintas superficies
- También aplicado en resortes.
- Desgomado y limpieza de las pistas de aterrizaje.
- Mejora del coeficiente de rozamiento transversal (CRT) en carreteras, autovías y autopistas.⁹

Marco Conceptual. Aclara simbólicamente y semánticamente el significado de cierto vocabulario que va a ser utilizado en este acápite, y en adelante, así:

- Sandblásting, se entiende como un método de limpieza a presión usado mayormente en estructuras metálicas, este sistema usa partículas abrasivas que son capaces de remover oxido, grasa, pintura, entre otros.
- Arena sílica se conoce como óxido de silicio SiO_2 se usa en espacios abiertos, su precio es económico y su uso no debe ser mayor a dos veces debido a que genera una gran cantidad de material particulado, por otra parte cuenta con un alto contenido de sílice que provoca afectaciones a la salud para lo que se hace necesario tomar medidas de seguridad para su utilización¹⁰.

⁹ *Ibíd.*,

¹⁰ <http://www.academia.edu/18521507/Arenado>

- Escoria de cobre, son Partículas abrasivas obtenidas de la fundición de cobre y níquel, debido a su capacidad de limpieza y bajo contenido de sílice es uno de los más usados, aunque su baja fragilidad limita su reutilización¹¹.
- Oxido de aluminio, es un Sólido particulado usado por su rapidez de limpieza y su baja fragilidad permite la reutilización de las partículas¹².
- Carburo de silicio, es un abrasivo de alta dureza, limpia mucho más rápido que cualquier otro abrasivo, por lo que se puede reutilizar varias veces ya que no pierde su filo si no que solamente reduce su tamaño. Aunque su mayor desventaja es el desgaste del equipo debido a la dureza de las partículas¹³.
- Granalla de acero, es un abrasivo que permite un perfil de anclaje profundo, aunque su desventaja radica en las incrustaciones que se pueden producir en la superficie, lo cual a futuro genera oxido en la máquina, además del desgaste a causa de su dureza¹⁴.
- Silicosis, es una Enfermedad crónica del aparato respiratorio que se produce por haber aspirado polvo de sílice en gran cantidad¹⁵.

¹¹ *Ibíd.*,

¹² *Ibíd.*,

¹³ *Ibíd.*,

¹⁴ *Ibíd.*,

¹⁵ <https://es.oxforddictionaries.com/definicion/silicosis>

- Emisiones, se conoce como el vertido de determinadas sustancias a la atmósfera y pueden afectar la calidad del aire en el área local o regional¹⁶.
- Matriz de Leopold, se conoce como un método cuantitativo de evaluación de impacto ambiental creado en 1971 Se utiliza para identificar el impacto inicial de un proyecto en un entorno natural¹⁷.
- Ficha ambiental, es un documento técnico que marca el inicio del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, el mismo que se constituye en instrumento para la determinación de la Categoría de EIA y PMA¹⁸.
- Guía Ambiental, es un método que pretende mejorar y facilitar la gestión ambiental de los proyectos, obras o actividades mediante la aplicación de buenas prácticas en los procesos productivos y la adopción de medidas de manejo ambiental para prevenir, mitigar, controlar, recuperar y/o compensar los efectos ambientales negativos.
- Documentar el SGA, es un documento compuesto por pasos, condiciones, características y registros que debe seguir un proceso para asegurarse de que cada trabajador sepa cómo realizarlos correctamente o para analizar en qué se pueden mejorar.

¹⁶ <https://prezi.com/hrvekxsgmh92/emisiones-atmosfericas/>

¹⁷ <http://unrn.edu.ar/blogs/matematica1/files/2013/04/5%C2%B0-Matriz-de-Leopold-con-plantilla.pdf>

¹⁸

<http://repo.floodalliance.net/jspui/bitstream/44111/1679/1/E16910v30p09820C00Andes0E MFOP098248.pdf>

- Plan de Manejo Ambiental, es un Plan que, de manera detallada, establece las acciones que se requieren para prevenir, mitigar, controlar, compensar y corregir los posibles efectos o impactos ambientales negativos causados en desarrollo de un proyecto, obra o actividad; incluye también los Planes de Seguimiento¹⁹.

Marco Legal. Los Sistemas de Gestión Ambiental, son elementos administrativos de vital relevancia en el desarrollo industrial de Colombia, que deben ser implementados conforme al decreto ley 1299 de 2008, cuyas partes están comprendidas desde la conformación de una política ambiental, amparada en una documentación debida de cada proceso que conlleva el respectivo registro de Sandblásting y aplicación de pintura en estructuras metálicas que desarrolla la empresa SEMITEC S.A.S.

Marco Geográfico. La empresa SEMITEC S.A.S es una empresa por acción simplificada registrada en la cámara de comercio de Sogamoso con NIT.900.366.518-9 cuyo gerente es el señor Plutarco Martínez.

La planta de servicios está ubicada en el Departamento de Boyacá municipio de Nobsa, en la vereda Chámeza mayor sector el triángulo. Cuenta con vías de acceso de alto nivel que comunican con Sogamoso, Duitama, Belencito y hacia la jurisdicción de Paz del rio. Son vías pavimentadas que permiten el tráfico pesado y liviano.

19

El sector el triángulo cuenta con los servicios públicos de agua potable, red de alcantarillado, gas natural, energía eléctrica, red de internet, mensajería, red telefonía alámbrica e inalámbrica; de los cuales la empresa dispone en el presente y para futuras proyecciones (Ver imagen 1).



Imagen 1. Vías de acceso local y regional hacia la planta de SEMITEC S.A.S, vereda Chámeza mayor, sector el triángulo, municipio de Nobsa.

Fuente: adaptada por el autor, imagen tomada de Google Earth, diciembre 2017.

DISEÑO METODOLÓGICO

Tipo de Estudio

El presente trabajo se desarrolla mediante un estudio exploratorio y descriptivo, a través de visitas de campo que permite hacer un seguimiento al proceso productivo de la aplicación de Sandblásting y pintura en estructuras metálicas, mediante la toma de registros fotográficos y mediciones de requerimiento. Comprende las diferentes explicaciones que se hacen sobre la condición actual del proceso productivo que desarrolla la empresa SEMITEC S.A.S, con el fin de mejorarlas de acuerdo a los aspectos tecnológicos actuales, así:

La planta de SEMITEC S.A.S está conformada (Ver imagen 2, 3) por las siguientes partes locativas:

-. El acceso es a través de un patio de treinta (30) metros de frente por cuarenta (40) metros de fondo, este es un patio de maniobras, de ingreso y de salida de la planta. De igual manera se colocan las estructuras que llegan para el tratamiento y se ubica la zona de compresor como también la zona de parqueo.

-. Una bodega donde se aplica el proceso de Sandblásting de diez punto cinco (10, 5) metros de frente por dieciocho (18) metros de fondo, con una cubierta metálica en forma

ovalada. Las materias primas necesarias se ubican dentro de la bodega y no están protegidas.

- Una bodega de diez coma cinco (10,5) metros de frente y dieciocho (18) metros de fondo, con una cubierta ovalada, en la cual se desarrolla la actividad de pintura y secado. La estructura terminada es entregada directamente al cliente desde este lugar.

- El área administrativa y la batería de baños hacen parte de una edificación de un nivel con un área de sesenta (60) metros cuadrados.

- La estructura base está construida en pórticos estructurales en hormigón armado y mampostería en ladrillo cumpliendo con los requisitos de la norma NRS10 código antisísmico para Colombia, que establece los requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente.



Imagen 2. Distribución en planta del proceso de Sandblásting y pintura de SEMITEC S.A.S.

Fuente: Diseño del autor



Imagen 3. Acceso principal a los patios SEMITEC S.A.S.

Fuente: Diseño del autor, imagen tomada de diciembre 2017.

El proceso de Sandblásting y pintura en SEMITEC S.A.S está conformado por: llegada de la estructura, ingreso a la bodega de Sandblásting, revisión de la estructura, aplicación de Sandblásting, limpieza de la estructura con aire a presión, aplicación de anticorrosivo, aplicación de pintura, secado de la estructura y entrega de la estructura al cliente, descritos así:

-. La llegada de la estructura, en esta etapa ingresa la estructura a la empresa y se establecen los tiempos de entrega de acuerdo con el cliente y luego con ayuda de un montacargas se ubica la estructura en la bodega de Sandblásting (Ver imagen 4).



Imagen 4. Salida de la estructura de la bodega de Sandblásting en SEMITEC S.A.S.

Fuente: diseño del autor, imagen tomada de diciembre 2017

-. La revisión de la estructura, en esta etapa se realiza una revisión rápida de la estructura con el fin de identificar los daños y la presencia de cuerpos extraños en la

estructura con (restos de cemento u otro material), además se establece el grado de limpieza que requiere la pieza de acuerdo con las especificaciones del cliente.

- La aplicación de Sandblásting, en esta etapa se realiza una verificación de los equipos y herramientas a utilizar, se realiza una inspección al compresor, se revisan las mangueras y accesorios, la tolva, el equipo de filtración de aire, luego se procede a encender el compresor, en seguida el trabajador encargado de realizar el Sandblásting usa los equipos de protección necesarios para desarrollar la actividad: escafandra, equipo de filtración de aire, overol de carnaza, guantes de carnaza, botas de seguridad, protectores auditivos, mascarilla, gafas de seguridad, finalmente se gradúa el nivel de abrasivo que sale de la tolva y se inicia el proceso de limpieza con arena, el grado de limpieza más usado es el grado SP 10 (metal casi blanco), regido por la norma americana SSPC, la metodología se basa en la comparación de la superficie mediante una fotografía; este grado de limpieza significa que la superficie debe verse libre de aceite, grasa, polvo, oxido, restos de pintura y otros materiales extraños; esta reúne las características de buena preparación y rapidez en el trabajo²⁰. Una vez se aplica el Sandblásting a la estructura metálica y de acuerdo con las especificaciones del cliente se entrega la estructura o con ayuda del montacargas se dirige la pieza a la bodega de pintura y acabados (ver imagen 5).

²⁰ <https://www.utp.edu.co/cms-utp/data/bin/UTP/web/uploads/media/contratacion/documentos/granallado-normas-preparacion-de-superficie.pdf>



Imagen 5. Aplicación de Sandblásting en SEMITEC S.A.S.

Fuente: Diseño del autor, imagen tomada de diciembre 2017

- La limpieza de la estructura con aire a presión, en esta etapa con ayuda de un compresor de aire se realiza la limpieza de la estructura con aire a presión para eliminar los restos de sílice presentes en la estructura metálica (Ver imagen 6).



Imagen 6. Limpieza de la estructura con aire a presión en la bodega de Pintura en SEMITEC S.A.S

Fuente: diseño del autor, imagen tomada de diciembre 2017

- La aplicación de anticorrosivo, en esta etapa con ayuda de un compresor se aplica a la estructura una capa de imprimante epóxico y anticorrosivo, se deja secar alrededor de 40 minutos para luego pasar a la siguiente actividad. El personal encargado del proceso de pinturas y acabados usa elementos de protección personal (botas de seguridad, overol, mascarilla, guantes, casco) (Ver imagen 7).

- La entrega de la estructura al cliente, en esta etapa la estructura ya terminada y habiendo cumplido con el tiempo de secado, se entrega al cliente y la estructura sale de las instalaciones de la empresa SEMITEC S.A.S. (Ver imagen 8)



Imagen 7. Preparación y aplicación de anticorrosivo en la bodega de Pintura de SEMITEC S.A.S.

Fuente: diseño del autor, imagen tomada de diciembre 2017



Imagen 8. Aplicación de pintura esmalte uretano serie 36 en la bodega de Pintura de SEMITEC S.A.S.

Fuente: diseño del autor, imagen tomada de diciembre 2017

Tipo de Investigación

La investigación es cualitativa, se realizan visitas de campo que permitieron observar las diferentes actividades del proceso productivo, y sus falencias que se traducen en los efectos e impactos ambientales actualmente generados en las etapas del proyecto: planificación, pre-operación y operación, de la empresa SEMITEC S.A.S.

La investigación es también de tipo Cuantitativa, se tomó una muestra de agua del colector de aguas lluvias para realizar un análisis físico-químico de agua, se realizaron

exámenes médicos a los trabajadores, con el fin de obtener un diagnóstico de las condiciones de la salud de quienes trabajan en la empresa SEMITEC S.A.S.

Método de la Investigación

El método usado para el proyecto es Inductivo, mediante la aplicación de la Matriz de Leopold (Ver Anexo A), esta permite identificar, describir, valorar y clasificar los impactos ambientales de cada subproceso de la aplicación de Sandblásting y pintura en estructuras metálicas. La Revisión ambiental inicial (RAI), sugerida por la ANLA, discrecional a los proceso de evaluación, se presenta en el Anexo U.

La Matriz permite identificar las actividades, procesos y sub-procesos que se llevan a cabo durante el proceso productivo, estas están ubicadas en las filas de la Matriz (horizontal), también se establecen los impactos y afectaciones ambientales que se pueden presentar durante la ejecución de las diferentes fases del proyecto, planificación, pre-operación y operación, están ubicadas en las columnas de la Matriz (vertical).

Técnicas de recolección de información

La base de datos lógica de lo que sucede actualmente del proceso industrial se retoma para determinar las condiciones de los impactos del proceso, la situación tecnológica y la reconversión de los mismos procesos. La toma de información usada en el proyecto es primaria, se realizan visitas de campo, se toman registros fotográficos del proceso

productivo y muestras de agua del colector de aguas de la empresa. La información exhaustiva obtenida, establece la línea base que requiere la Matriz de Leopold, el uso de información es tanto cualitativa como cuantitativa; durante las visitas de campo a la empresa y la ejecución del proceso de aplicación de Sandblásting y pintura en estructuras metálicas se identificaron las actividades realizadas y las posibles afectaciones e impactos causados al ambiente y el área de influencia.

La línea base para la evaluación ambiental está diseñada bajo la concepción analítica de cuatro matrices: para identificación de impactos, descripción de impactos, clasificación de impactos y valoración de impactos, así:

Matriz de Leopold para la identificación de impactos. Se identifican las actividades que pueden causar un impacto potencial tanto negativo como positivo en cada uno de los componentes ambientales, abiótico, biótico y social, esta identificación se hace de forma cualitativa mediante el uso de un círculo ● que se ubica de acuerdo a los impactos ambientales causados en cada una de las actividades realizadas durante las fases de planificación, pre-operación y operación de la empresa (Ver Anexo B).

Matriz de Leopold para descripción de impactos. Se describen los impactos ambientales reconocidos en la Matriz de identificación de impactos en las fases de planificación, pre-operación y operación del proceso productivo, la información es cualitativa, la descripción de los impactos se hace teniendo en cuenta en cada celda como sucede, que lo provoca y que lo genera (Ver Anexo C).

Matriz de Leopold para clasificación de impactos. Se clasifican los impactos ambientales descritos en la Matriz de descripción de impactos, la información recolectada es cuantitativa, se da una clasificación a cada impacto; positivo, negativo, directo, indirecto, continuo, discontinuo, simple, periódico, acumulativo, permanente, irregular, reversible y sinérgico (Ver Anexo D).

Matriz de Leopold para valoración de impactos. Se da un valor de 1 a 10 a los impactos identificados en las diferentes actividades del proceso productivo con el fin de establecer si la afectación del impacto es baja, media o alta, los valores se dan de acuerdo a los resultados obtenidos en las anteriores matrices, teniendo en cuenta la descripción y clasificación de impactos en las diferentes fases del proceso productivo (Ver Anexo E).

Método

La observación se hace de forma directa, y focalizada con el fin de reconocer las condiciones ambientales particulares de cada uno de los procesos y subprocesos realizados en la empresa SEMITEC S.A.S.

En la fase de observación directa se realizan visitas de campo para identificar los procesos y subprocesos que realiza la empresa al prestar el servicio de aplicación de Sandblásting y pintura en estructuras metálicas, estas permiten identificar las afectaciones e impactos ambientales provocados en las fases de planificación, pre-operación y operación del proceso productivo en la empresa SEMITEC S.A.S.

De acuerdo con las observaciones realizadas durante las visitas, se establece que el desarrollo del proceso productivo causa afectaciones al agua, el aire y el suelo, principalmente por el sílice (SiO_2) utilizado y el óxido de silicio (SiO_2) como material particulado que se genera en cada una de las actividades, este se presenta como nubes de polvo que afectan la visibilidad y la salud del trabajador, la exposición al sílice puede provocarle silicosis además afecta al ambiente por las corrientes de aire y el inadecuado cerramiento de la bodega de Sandblásting.

Por otra parte la aplicación de pintura en estructuras metálicas también presenta afectaciones al aire, al agua y al suelo por emisiones de solución orgánica tipo aceitosa y gases (pintura, anticorrosivo) que se dispersan por la aplicación de pintura a cielo abierto,

las emisiones atmosféricas no controladas indirectamente afectan a la población y a la fauna cercana al área de influencia, generando un deterioro a la salud del trabajador, la población y la fauna del área de influencia.

El proceso productivo realizado en la empresa SEMITEC S.A.S. presenta afectaciones considerables al ambiente debido a la emisión de contaminantes atmosféricos como la arena sílica, el óxido de silicio como material particulado y emisiones de solución orgánica tipo aceitosa (pintura, anticorrosivo) también se evidencia que la bodega destinada para llevar a cabo el proceso de Sandblásting no cuenta con los filtros y ventiladores adecuados para garantizar un ambiente y visibilidad propicios para el trabajador durante la ejecución de la actividad, además se presenta escape de material particulado.

De acuerdo con las afectaciones e impactos ambientales identificados en cada uno de los procesos y subprocesos realizados por la empresa, se establece que esta cuenta con una tecnología de operación obsoleta por lo cual se sugiere realizar una reconversión tecnológica que permita mejorar el proceso productivo y las condiciones de trabajo del empleado, así como aumentar la rentabilidad y asegurar el crecimiento de la empresa a mediano plazo.

La reconversión se basa principalmente en cambiar el abrasivo desechable por uno reciclable, usando un equipo de recuperación y limpieza del abrasivo. El abrasivo reciclable como la granalla de acero puede utilizarse hasta más de doscientas (200) veces

garantizando ahorros significativos. Además se sugiere la instalación de una cabina de Sandblásting, un sistema de recuperación y un sistema de limpieza de abrasivo.

Técnica

Consulta de normas, base de datos, casos; la evaluación de impactos se hace sobre el criterio de las normas de calidad de aire, suelos, agua y ruido. También teniendo en cuenta los criterios e indicadores de las ISO 14001 y de las ISO 9001 e ISO 45001 que competan.

Instrumentos

Los instrumentos utilizados para recopilar información son: lista de chequeo, resultados de laboratorio (análisis de agua) y diagnóstico clínico.

La lista de chequeo. Permite identificar el tipo y la cantidad de residuos sólidos generados en la empresa SEMITEC S.A.S; el aforo se realizó con residuos generados durante aproximadamente 8 meses. Obteniendo 165,5 kg de residuos sólidos entre tarros de pintura, filtros, residuos metálicos (chatarra), mangueras, madera y plástico (Ver tabla 1).

Tabla 1. Aforo de residuos en la empresa SEMITEC S.A.S.

FORMATO DE RECOLECCION DE RESIDUOS														
<i>Responsable toma de aforo: Angela Yurani Cómbita</i>														
Tipo de residuo	Composicion	Cantidad (No de unidades)	Peso (kg)	CARACTERISTICA DE PELIGROSIDAD										
				R	F	M	CP	AU	Q	O	P	Ot		
REGISTRO														
REGISTRO FOTOGRAFICO														
Tarros de pintura	Plomo y Acero	150	53,5			X		X	X			X		
Filtros	Acero y Plástico	9	12			X		X				X		
Chatarra	Acero	-	78			X						X		
Mangueras	Plástico	5	12										X	
Residuos	Plástico PHLT	-	5			X					X	X		
Total Kg			160,5											
R RADIATIVO, F FARMACO, M METALES, CP CONTENEDOR PRESURIZADO, AU ACEITE USADO, Q QUIMICO, O ORGANICO, P PELIGROSOS, OT OTROS														

Fuente: diseño del autor

Resultados de laboratorio. Las pruebas de laboratorio fisicoquímico de agua fueron realizadas por la empresa Servi-Quimicos en subcontratación con la empresa Prodycon.

Análisis de agua.

Se realiza un análisis físico-químico de agua, la toma de la muestra se hace del colector de aguas lluvias, el análisis se hace para la identificación de grasas y aceites, hierro, plomo y solidos suspendidos totales (Ver imagen 9).

LABORATORIOS PRODYCON S.A.S.
 Bogotá D.C., 07/10/2017 N.I.T. 900,366,518-9
 Solicitante : SEMITEC S.A.S.
 Telefonos: 3143425430 FAX :
 Dirección: KM 4 VIA SOGAMOSO BELENCITO

IDEAM
 RESOL. No. 0860/27-04-2017

Prodycon
 Grupo AG3 Labs Laboratorio Ambiental
 NIT. 800,070,853 - 7

REPORTE DE RESULTADOS DE LABORATORIO MUESTRA 165990
 Fecha Recepción: 22/09/2017
 AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL
 OBSERVACIONES :

DATOS DE RECEPCION DE LA MUESTRA
 Cadena de Custodia Fecha toma: 20/09/2017 Departamento: BOYACA Municipio: NOBSA
 Datos de Campo Hora toma: 10.25 Coordenadas:
 Preservación Monitoreo: Cliente Sitio COLECTOR DE AGUAS LLUVIA
 Plan Muestral Nombre plan: Monitoreo

Parámetro de Análisis	Reproceso	Método	LC	Incertidumbre Combinada	Resultado	Unidades
A-Grasas y Aceites (GR) ⊗		SM 5520 B	15	0.0185	< 15	mg/L
A-Hierro (ICP) ⊗		EPA 200.7	0.1	0.0292	0.4	mg/L Fe
A-Plomo (ICP) ⊗		EPA 200.7	0.05	0.0282	< 0.05	mg/L Pb
A-Sólidos Suspendidos Totales ⊗		SM 2540 D / 103-105°C	10	0.01241	24	mg/L

Nota: El resultado de este análisis es único y solo valido con el sello seco del Laboratorio. Queda totalmente prohibida la reproducción del mismo y solamente son validas las copias autorizadas con el sello seco del laboratorio. Este reporte aplica unicamente a la muestra analizada. Los valores de incertidumbre reportados corresponden a incertidumbre combinada (uc). Para expansion aplique: k*uc*Concentración. El factor de cobertura es k=2 con un nivel de confianza del 95%.
 * Identifica en donde se generó reproceso dentro del reporte de resultados por causa de PQR, PQR: Preguntas, quejas o reclamos.
 La información asociada a estas muestras (Cadenas de custodia) reposaran en los archivos de Prodycon S.A.S. por un año.

Observaciones :
Firma Autorizada:

 Director Técnico
 Danilo A. Riaño A.
 T.P. PQ-1480
LABORATORIOS PRODYCON S.A.S

Imagen 9. Reporte de resultados de laboratorio muestra colector de aguas lluvias en SEMITEC S.A.S.

Fuente: laboratorio ambiental Prodycon

El diagnóstico clínico

Evalúa las condiciones de salud de los trabajadores de la empresa SEMITEC S.A.S., con el fin de determinar el estado actual de los trabajadores, el estudio se basa en la revisión, análisis y tabulación de 10 historias clínicas ocupacionales en los que se tabulan variables como: sexo, escolaridad, edad, patologías visuales, auditivas, respiratorias, vasculares, osteo-musculares, endocrinas, gastrointestinales, entre otras.

Técnicas de análisis de información

El manejo matricial de la información, admite un manejo fácil y efectivo de la información porque compara los aspectos de los ámbitos ambientales en diferentes actividades realizadas del proceso, para el caso se presenta la Matriz de Leopold, fichas técnicas Plan de Manejo Ambiental, fichas técnicas de materias primas, equipamiento para reconversión tecnológica y Sistema de Gestión, cada una con una información particular así:

Matriz de Leopold. Permite identificar de forma detallada los impactos ambientales que se generan en los procesos y sub procesos de la aplicación de Sandblásting y pintura en estructuras metálicas; El análisis se realiza con 4 matrices en las que se identifican, se describen, se clasifican y se valoran los impactos ambientales generados en la empresa durante el desarrollo del proceso productivo.

Fichas técnicas Plan de Manejo Ambiental. Las fichas se realizan con base en las guías establecidas por el ministerio de minas y energía y el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible.

Fichas técnicas de materias primas. Describe las materias primas utilizadas tanto en el proceso de aplicación de Sandblásting como en el de pintura.

Equipamiento para reconversión tecnológica. Se establece cuáles son las tecnologías más adecuadas a implementar en la empresa y así mejorar el proceso productivo de aplicación de Sandblásting y pintura en estructuras metálicas.

Sistema de Gestión. Se documenta la información seriada del Sistema de Gestión Ambiental (SGA), incluyendo las partes componentes por el Decreto 1299 de 2008 y Guías Ambientales del Ministerio de Ambiente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características administrativas de la empresa

Ubicación. La empresa SEMITEC S.A.S. se ubica en el kilómetro 5 vía Belencito, vereda Chámeza mayor, sector el triángulo, municipio de Nobsa, departamento de Boyacá, limita al oriente con viviendas familiares, al occidente limita con la avenida (Nazareth-Sogamoso) y el parque principal de la vereda Chámeza mayor, al norte limita con un monta-llantas y viviendas familiares y al sur limita con viviendas familiares. La ubicación geográfica de esta empresa posibilita un crecimiento industrial dada la calidad y la importancia a nivel nacional de las vías de acceso y cuenta con todos los servicios públicos necesarios para la implementación de nuevas tecnologías.

Diagrama de flujo. Evidencia la secuencia lógica de las actividades que desarrolla la empresa tanto administrativa como la técnica del proceso de Sandblásting y pintura, indicando los tiempos y movimientos de cada uno; elementos que facilitan comprender en que momentos del proceso se deben realizar ajustes tecnológicos y administrativos, (Ver imagen 10). Relacionando este con los respectivos resultados de las matrices de evaluación ambiental. El proceso con sus tiempos y movimientos se describen así:

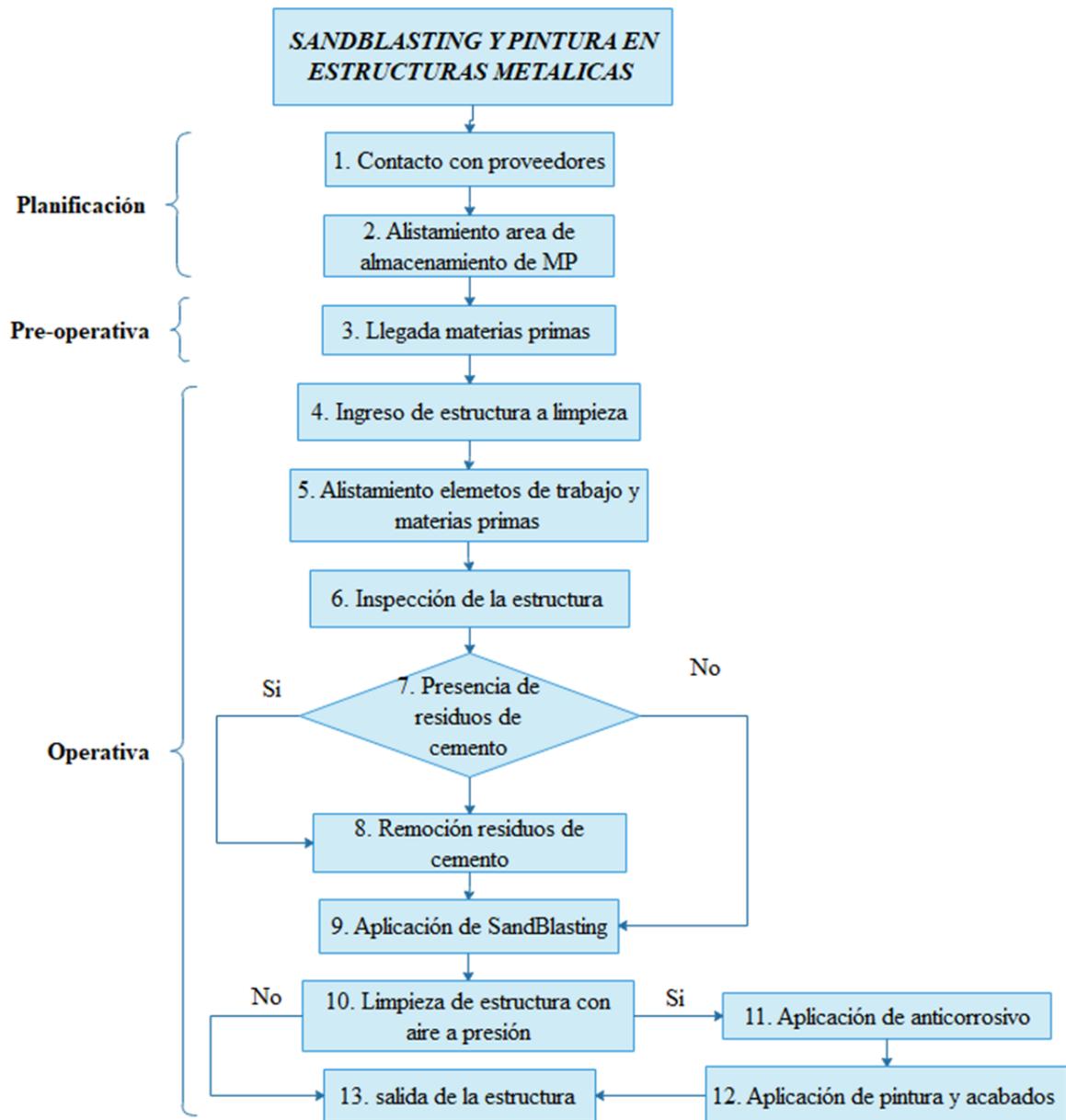


Imagen 10. Diagrama de flujo prestación del servicio de Sandblásting y pinturas SEMITEC S.A.S.

Fuente: diseño del autor, uso del software E-draw Max 7.9

El contacto con proveedores. Se contacta a los proveedores de forma personal o telefónica, con el fin de abastecer las materias primas e insumos necesarios para llevar a cabo el proceso productivo de Sandblásting y pintura de estructuras metálica en la empresa

SEMITEC S.A.S: Sílice o arena 20/30 (0,850 a 0,600 mm de diámetro), esmalte uretano aluminio, imprimante epóxico de Zinc, mangueras, elementos de protección personal.

El alistamiento área de almacenamiento de materias primas. En esta etapa tanto en la bodega de Sandblásting como en la de pintura, se hace alistamiento del área de almacenamiento con la materia prima (MP) existente, esto de acuerdo a los tiempo de llegada de los insumos y materias primas a la empresa SEMITEC S.A.S.

La llegada de materias primas. En esta etapa llegan los insumos y materias primas a la empresa, luego de verificar el pedido se procede a descargar y almacenar la materia prima y los insumos en la respectiva zona de almacenamiento.

El ingreso de la estructura a limpieza. En esta etapa ingresa la estructura a la empresa y se establecen los tiempos de entrega de acuerdo con el cliente y luego con ayuda de un montacargas se ubica la estructura en la bodega de Sandblásting.

El alistamiento de elementos de trabajo y materias primas. En esta etapa se definen las herramientas, materias primas e insumos necesarios para realizar la aplicación de Sandblásting: Compresor, tolva, monta cargas, escafandra, mangueras, filtro de aire, boquillas sílice de granulometría 20/30; aplicación de pintura: (esmalte uretano aluminio, imprimante epóxico de Zinc), equipo convencional para pintura, equipo para medición de rugosidad, equipo para medición de película en seco, equipo para medición de humedad.

La inspección de la estructura. En esta etapa se realiza una revisión rápida de la estructura con el fin de identificar los daños y la presencia de cuerpos extraños en la estructura (restos de cemento u otro material), además se establece el grado de limpieza que requiere la pieza de acuerdo con las especificaciones del cliente.

La presencia de residuos de cemento. En esta etapa se identifica si se presentan o no cuerpos extraños adheridos a la estructura.

La remoción residuos de cemento. En esta etapa con ayuda de martillo y cincel se remueven los restos de cemento más grandes encontrados en la etapa anterior.

La aplicación de Sandblásting. En esta etapa se realiza una verificación de los equipos y herramientas a utilizar, se realiza una inspección al compresor, se revisan las mangueras y accesorios, la tolva, el equipo de filtración de aire, luego se procede a encender el compresor, en seguida el trabajador encargado de realizar el Sandblásting usa los equipos de protección necesarios para desarrollar la actividad: escafandra, equipo de filtración de aire, overol de carnaza, guantes de carnaza, botas de seguridad, protectores auditivos, mascarilla, gafas de seguridad, finalmente se gradúa el nivel de abrasivo que sale de la tolva y se inicia el proceso de limpieza con arena, el grado de limpieza más usado es el grado SP 10 (metal casi blanco), una vez se aplica el Sandblásting a la estructura

metálica y de acuerdo con las especificaciones del cliente se entrega la estructura o con ayuda del montacargas se dirige la pieza a la bodega de pintura y acabados.

La limpieza de estructura con aire a presión. En esta etapa con ayuda de un compresor de aire se realiza la limpieza de la estructura con aire a presión para eliminar los restos de sílice presentes en la estructura metálica.

La aplicación de anticorrosivo. En esta etapa con ayuda de un compresor se aplica a la estructura una capa de imprimante epóxido y anticorrosivo, se deja secar alrededor de 40 minutos para luego pasar a la siguiente actividad. El personal encargado del proceso de pinturas y acabados usa elementos de protección personal (botas de seguridad, overol, mascarilla, guantes, casco).

La aplicación de pintura. En esta etapa se preparan la pintura a utilizar, en un recipiente plástico (botella de gaseosa) se prepara la pintura (uretano 36) a utilizar luego con ayuda del compresor y una pistola de pintura se aplica a la estructura metálica hasta obtener un buen acabado y finalmente se deja secar, para la respectiva entrega.

La Salida de la estructura. En esta etapa la estructura ya terminada y habiendo cumplido con el tiempo de secado, se entrega al cliente y la estructura sale de las instalaciones de la empresa SEMITEC S.A.S.

Estado actual

La empresa SEMITEC S.A.S. actualmente ofrece el servicio de Sandblásting y pintura a estructuras metálicas en una bodega de aproximadamente ciento ochenta metros cuadrados (180 m^2) ($10,5\text{m} \times 18\text{m}$) con una altura de cinco punto ochenta metros ($5,80\text{m}$), no cuenta con los colectores y filtros adecuados para ejecutar el proceso de Sandblásting (Ver imagen 11). El almacenamiento en la bodega es deficiente, los bultos de sílice se encuentran distribuidos de forma desordenada e inadecuada (imagen 12), las tolvas que se encuentran en la bodega no cuentan con un lugar exclusivo para su almacenamiento, (Ver imagen 13) las mangueras también están almacenadas de forma inadecuada en varios puntos de la bodega, los empaques de lona de la arena tampoco cuentan con un almacenamiento optimo, (ver imagen 14) la bodega no cuenta con la debida señalización de seguridad industrial. Durante la aplicación de Sandblásting a la estructura, el trabajador está expuesto a una atmosfera de emisiones de material particulado, altos niveles de ruido, que dificultan la visibilidad debido a la poca ventilación, y afectan la salud auditiva del trabajador que se encuentra tanto en la bodega como fuera de ella ya que los niveles de ruido no son controlados y algunos trabajadores no hacen uso de tapa oídos; actualmente la bodega tiene una división en poli sombra que deja escapar cantidades considerables de sílice en suspensión al exterior, (Ver imagen 15) afectando a los trabajadores y a la población cerca al área de influencia. La seguridad del trabajador es precaria teniendo en cuenta que la bodega no cuenta con medidores de CO_2 que garanticen el bien estar del trabajador mientras está realizando la aplicación del Sandblásting, además la recolección de abrasivo se realiza de forma manual con pala, esta actividad tarda alrededor de 4 horas y la realiza el

mismo operario, este material es empacado en lonas de cincuenta kilogramos (50 kg) que posteriormente es sacado de forma directa a un comprador externo. La empresa no cuenta con registros de entradas y salidas de las estructuras metálicas.



Imagen 11. Estado actual bodega de Sandblásting SEMITEC S.A.S.

Fuente: diseño del autor, foto tomada en las visitas de campo



Imagen 12. Tolvas SEMITEC S.A.S

Fuente: diseño del autor, foto tomada en las visitas de campo



Imagen 13. Almacenamiento sílice SEMITEC S.A.S.

Fuente: diseño del autor, foto tomada en las visitas de campo



Imagen 14. Almacenamiento de mangueras y herramienta en SEMITEC S.A.S.

Fuente: diseño del autor, foto tomada en las visitas de campo



Imagen 15. Estado actual del poli-sombra en SEMITEC S.A.S.

Fuente: diseño del autor, foto tomada en las visitas de campo a la empresa SEMITEC S.A.S

Evaluación de impacto ambiental

La evaluación de impactos ambientales determina en que actividades tanto de planificación pre operación y operación se presentan impactos ambientales en los diferentes aspectos bióticos abiótico y social.

Aplicación de la matriz de Leopold para la identificación de impactos. La Matriz de identificación se realiza con el fin de establecer las actividades del proceso productivo que afectan al ambiente durante el desarrollo del proyecto; el análisis se trabajó bajo tres componentes ambientales: abiótico biótico y social, en cada uno se plantearon afectaciones al agua, aire, suelo, fauna y riesgos laborales. Así mismo estos se evaluaron con respecto a cada una de las actividades realizadas en el proceso productivo aplicación de Sandblásting y pintura en estructuras metálicas (Ver anexo B).

Las mayores afectaciones se presentan en los componentes abiótico y social, siendo el componente abiótico el que presenta impactos más evidentes al ambiente. Mientas que el componente social presenta impactos positivos en la generación de empleo pero presenta graves afectaciones en la salud de los trabajadores, la fauna y la población cercana al área de influencia de la empresa SEMITEC S.A.S, el sílice que se usa para el desarrollo del proceso productivo no cuenta con un manejo y disposición final adecuados, esto causa enfermedades respiratorias y pulmonares graves como la silicosis (cáncer de pulmón) que de no tratarse a tiempo puede causar la muerte del individuo.

La etapa de operación es la que más impactos provoca al ambiente debido a la aplicación de sílice en estructuras metálicas, la cual durante el proceso genera gran cantidad de material particulado que disminuye la visibilidad dentro de la bodega y crea nubes de polvo que se escapan al exterior, además se presentan altos niveles de ruido durante la aplicación del abrasivo causado por el compresor y la aplicación del Sandblásting. En la etapa de la planeación y pre-operación se evidencian menores afectaciones esto a causa de que en estas etapas solamente se preparan las materias primas e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad, cabe mencionar que el sílice no tiene un manejo adecuado y este causa una afectación respiratoria leve a los Trabajadores que si no se controla con el tiempo se puede convertir en silicosis.

Aplicación de la Matriz de Leopold para la descripción de impactos. La descripción de impactos se elaboró para conocer de forma detallada los impactos ambientales registrados en la Matriz de identificación durante el proceso productivo aplicación de Sandblásting y pintura en estructuras metálicas (Ver anexo C).

Esta Matriz se desarrolló mediante 3 componentes: abiótico, biótico y social, los cuales a su vez se desprenden en afectaciones más puntuales; abiótico: cambios en la calidad físico química del agua, emisión de material particulado y gases, generación de ruido, generación de emisiones, contaminación del suelo, generación de escombros y residuos; biótico: afectación de comunidades faunísticas; social: generación de expectativas, generación de empleo, cambios en el uso del suelo, afectación de patrimonio cultural,

modificación del paisaje, riesgos profesionales. Así mismo las actividades se encuentran divididas en tres fases: planificación, pre-operación y operación. Esta clasificación permite identificar la etapa, la actividad y el componente ambiental específico en la que se generan impactos ambientales y sociales tanto negativos como positivos.

El análisis de resultados obtenido en la Matriz da como resultado que los mayores impactos ambientales se dan por el ruido, emisiones atmosféricas, mal manejo de los residuos sólidos y riesgos profesionales.

Los niveles de ruido identificados son relativamente bajos en consideración con los niveles máximos permisibles establecidos en la norma; la exposición constante a esta contaminación por ruido puede llegar a ser molesta, lo que puede generar estrés e incomodidad al trabajador disminuyendo su productividad en el puesto de trabajo.

La cantidad de material particulado que se evidencia en la cabina de Sandblásting es alto y excede los niveles máximos permisibles exigidos por la norma. Lo que significa que la exposición constante del trabajador al material particulado afecta la salud causándole problemas respiratorios, que de no tratarse pueden convertirse en enfermedades respiratorias graves como la silicosis.

Por otra parte la emisión de contaminantes atmosféricos presentes en la cabina de pintura son relativamente baja de acuerdo con los valores máximos permisibles de la norma, aunque se debe tener en cuenta que a largo plazo la exposición a estos contaminantes le pueden generar problemas de salud al trabajador como mareos, náuseas y pérdida de la conciencia.

Actualmente la empresa no cuenta con un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) que permita implementar procesos de selección, reciclaje y reutilización. Los impactos encontrados se dan por la contaminación que la arena o el sílice provoca a las aguas lluvias; el manejo y disposición final inadecuada de las mangueras de compresores, los filtros, el plástico tipo PET y envases de pintura, provocan la proliferación de plagas y estancamiento de aguas, además el almacenamiento de estos residuos a la intemperie provoca su deterioro y se presenta generación de lixiviados; también encontramos los residuos de papel, plástico y cartón generados en el área administrativa, estos residuos no tienen ningún proceso de reutilización y reciclaje por lo que se hace necesario implementar un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS).

Los diferentes impactos identificados afectan directa e indirectamente al trabajador, la principal afectación se presenta por la exposición a largos periodos de contacto con sílice provocando que el trabajador sufra enfermedades pulmonares tales como la silicosis que si no se detecta a tiempo puede desarrollarse y llegar a causar hasta la muerte. La exposición a niveles de ruido constantes reducen la capacidad auditiva del trabajador a corto, mediano

y largo plazo dependiendo el tiempo de exposición, llevándolo a sufrir de sordera, por otra parte, la exposición continua por largos periodos de tiempo a los gases generados durante el proceso de pintura afectan la salud del trabajador provocando mareos y nauseas. Además el manejo y la disposición final inadecuada de los residuos generan un riesgo biológico, proliferación de plagas y epidemias por que el trabajador está expuesto a picaduras de animales, riesgo de sufrir cortaduras y estar en contacto con sustancias peligrosas generadas por residuos en mal estado.

Aplicación de la Matriz de Leopold para la clasificación de impactos. Esta Matriz permite clasificar los impactos ambientales en positivos-negativos, temporales-permanentes, directos – indirectos, reversibles – irreversibles, periódicos – irregulares, continuos – discontinuos, simples – acumulativos – sinérgicos. De acuerdo a los impactos ambientales causados por el proceso productivo de Sandblásting y pintura en estructuras metálicas, en la empresa SEMITEC S.A.S (Ver anexo D).

La matriz clasifica en cada celda los impactos de acuerdo con los componentes ambientales que afecta, teniendo en cuenta la actividad del proceso productivo, los impactos ambientales se pueden presentar de forma directa e indirecta durante la ejecución del servicio de Sandblásting y pintura en estructuras metálicas, esta Matriz establece el tipo de impacto causado en cada uno de los componentes ambientales, las mayores afectaciones se evidencian en la etapa operativa debido a la aplicación de Sandblásting y pintura.

Aplicación de la Matriz de Leopold para la valoración de impactos. En la aplicación de la Matriz se evidencio que los impactos más significativos al ambiente se dan en la etapa de operación en las actividades de presión de aire, flujo de Sandblástring, aplicación de Sandblástring y aplicación de pintura. Estas actividades causan afectaciones como: contaminación atmosférica, generación de ruido constante que afecta a los trabajadores, la población y fauna cercana al área de influencia. (Ver anexo E), disminuyendo la capacidad auditiva de los individuos a corto, mediano y largo plazo, dependiendo del tiempo de exposición. La contaminación por sílice es un factor importante ya que afecta la calidad del aire disminuyendo la visibilidad y provocando el arrastre de material particulado en suspensión por las corrientes de aire presentes en el sector, estas partículas al ser respirables además del aire afectan las vías respiratorias de los trabajadores, la fauna y la población cercana al área de influencia de la empresa llevándolos a sufrir enfermedades respiratorias que si no se detectan a tiempo pueden producir silicosis y si no se trata puede producir hasta la muerte. El arrastre de sílice en suspensión y partículas de pintura por corrientes de aire generan altos niveles de contaminación al agua, en este caso alteraciones de las características físico químicas del agua presente en el colector de aguas lluvias.

La Matriz de valoración de impactos establece mediante valores numéricos la afectación del impacto ambiental sobre el ambiente, (Ver tabla 2). La valoración utilizada en la Matriz de Leopold se da bajo tres rangos: bajo de 1-4, medio de 5-7 y alto de 8-10, los impactos se califican de acuerdo a la gravedad del impacto.

Tabla 2. Valoración de impactos, Matriz de Leopold

Rango	Valor	Descripción
BAJO	1	imperceptible
	2	medianamente perceptible
	3	perceptible
	4	altamente perceptible
MEDIO	5	moderadamente perceptible
	6	perceptible
	7	altamente perceptible
ALTO	8	perceptible
	9	muy perceptible
	10	altamente perceptible

Fuente: diseño del autor

Diseño de línea base.

La situación real en la planta sobre el balance de masas y producción de impactos, a lo largo del desarrollo industrial, representan la línea base sobre la cual se valoran los impactos, parámetros obtenidos a partir de esa evaluación balance, que son situaciones que conllevan al deterioro ambiental, porque su balance real así lo determina (Ver Tabla 3, anexo F). A partir de esta relaciones de la línea base de impactos, se establecen los parámetros para el Plan de Manejo, hacia adelante del proceso industrial, con medidas de prevención, mitigación, control y compensación; que conllevan a que el desarrollo industrial se integre a tres variables ambientalmente sostenible, económicamente rentable y socialmente rentable. Además se establece la Matriz de Requisitos Legales (Ver Anexo V).

Tabla 3. Balance de impactos ambientales

tipo	Impacto	localización	valoracion real	norma permisible	exceso	peso de valoracion
negativo	ruido	compresor de sandblasting	200 Db	La resolución 06 27 de 2006 establece que la presión sonora tipo A de referencia son 20 µPa. Para cualquier evaluación o diseño. El artículo 9 de la resolución, establece que los niveles máximos permisibles en el sector ruido intermedio restringido y el subsector industrial, deben ser de máximo 70 dB en el día y de 60 dB en la noche.	El exceso en los niveles de ruido es de 130dB, que equivalen a 285% de incremento como impacto de lo permisible $\frac{200}{70} = 2,85 \cdot 100\% = +285\%$	A10
negativo		cabina de sandblasting	$dB = 20Log_{10}(4036568) Pa = 132,12 dB$	En la resolución 0627 como conocemos el valor mínimo de la presión sonora entonces se aplica la fórmula, y se obtienen los decibeles reales $dB = 20Log_{10}(presión sonora o trabajo) Pa = dB$	El flujo de aire comprimido es de 100 psi y la presión de aire del compresor es de 137 pies cúbicos por minuto, se multiplica (se hace la conversión). El exceso es de +62,12 dB	A10
negativo		Compresor de pintura	35dB	La resolución 0627 establece que el valor máximo permitido en el subsector de industria es de 70 Db en el día	35 - 70 = -35 El exceso es de -35dB exceso	B3
negativo		paños	18dB automoviles (tomado de las normas del ministerio del transporte de Chile)	De acuerdo a lo establecido por la resolución 0627 de 2006 que establece que los valores máximos permisibles deben ser de 70 db. Aunque los niveles de ruido son bajos llegan a ser molestos, este impacto puede mitigarse o controlarse.	18 - 70 = -18 El exceso es de -18dB	B4
negativo			26dB vehiculos a gasolina de dos ejes (tomado de las normas del ministerio del transporte de Chile)	De acuerdo a lo establecido por la resolución 0627 de 2006 que establece que los valores máximos permisibles deben ser de 70 db. Aunque los niveles de ruido son bajos llegan a ser molestos, este impacto puede mitigarse o controlarse.	El exceso es de -26dB	B4
negativo			54dB vehiculos diesel de tres ejes (tomado de las normas del ministerio del transporte de Chile)	De acuerdo a lo establecido por la resolución 0627 de 2006 que establece que los valores máximos permisibles deben ser de 70 db. Aunque los niveles de ruido son bajos llegan a ser molestos, este impacto puede mitigarse o controlarse.	El exceso es de -54dB	A10
negativo	emisiones	cabina sandblasting	133,32 micro gramos por metro cubico (µg/m³)	Los materiales que se usan en carreteras como por ejemplo el cuarzo se debe medir el porcentaje (%) de desgaste, este material no debe tener un desgaste mayor al 5 % porque impide su reutilización, para el caso del cuarzo el desgaste es de 0,1% y son partículas reteridas en el taniz 200 o mayor en partículas menores a 0.0001mm. de acuerdo a lo establecido por la resolución 2254 de 2017 se establece que los valores máximos permisibles para partículas menores a PM2.5 es de 50 micro gramos por metro cubico día (µg/m³ * día). se evidencia un incumplimiento de la norma teniendo en cuenta que el exceso es mayor al establecido por la norma	El exceso es de +63.32 (µg/m³)	A10

Fuente: diseño del autor

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El Plan de Manejo es un conjunto de actividades orientadas a prevenir, mitigar, controlar y compensar los impactos ambientales que se causan forma directa e indirecta durante el desarrollo del proceso productivo de la empresa, aplicación de Sandblástring y pintura en estructuras metálicas.

Diseño de la nueva línea base

Hecha la evaluación ambiental de los impactos con la respectiva valoración y clasificación, es fácil predecir que el proceso industrial que desarrolla la empresa SEMITEC S.A.S, produce una serie de impactos negativos que pueden ser prevenidos, mitigados y controlados. Con un rediseño del orden del proceso de producción que parte desde la fundamentación básica de la localización en planta y la reconversión tecnológica (Ver anexo G), se implementa el Plan de Manejo Ambiental del presente capítulo.

Distribución en planta. La distribución en planta rediseñada (ver Imagen 16), abarca seis procesos en línea así:

Proceso I(PI). Se refiere a un proceso administrativo básicamente en donde se registra el ingreso de materias primas y de las estructuras a tratar.

Proceso 2 (P2). Se refiere al proceso que se lleva a cabo para el alistamiento de la estructura antes de la aplicación de Sandblásting.

Proceso 3 (P3). Se refiere a la aplicación de Sandblásting a la estructura.

Proceso 4 (P4). Se refiere a la entrada de la estructura a la cabina de pintura.

Proceso 5 (P5). Se refiere a la aplicación de pintura a la estructura.

Proceso 6 (P6). Se refiere a la entrada de la estructura al patio de salidas para la entrega al cliente.

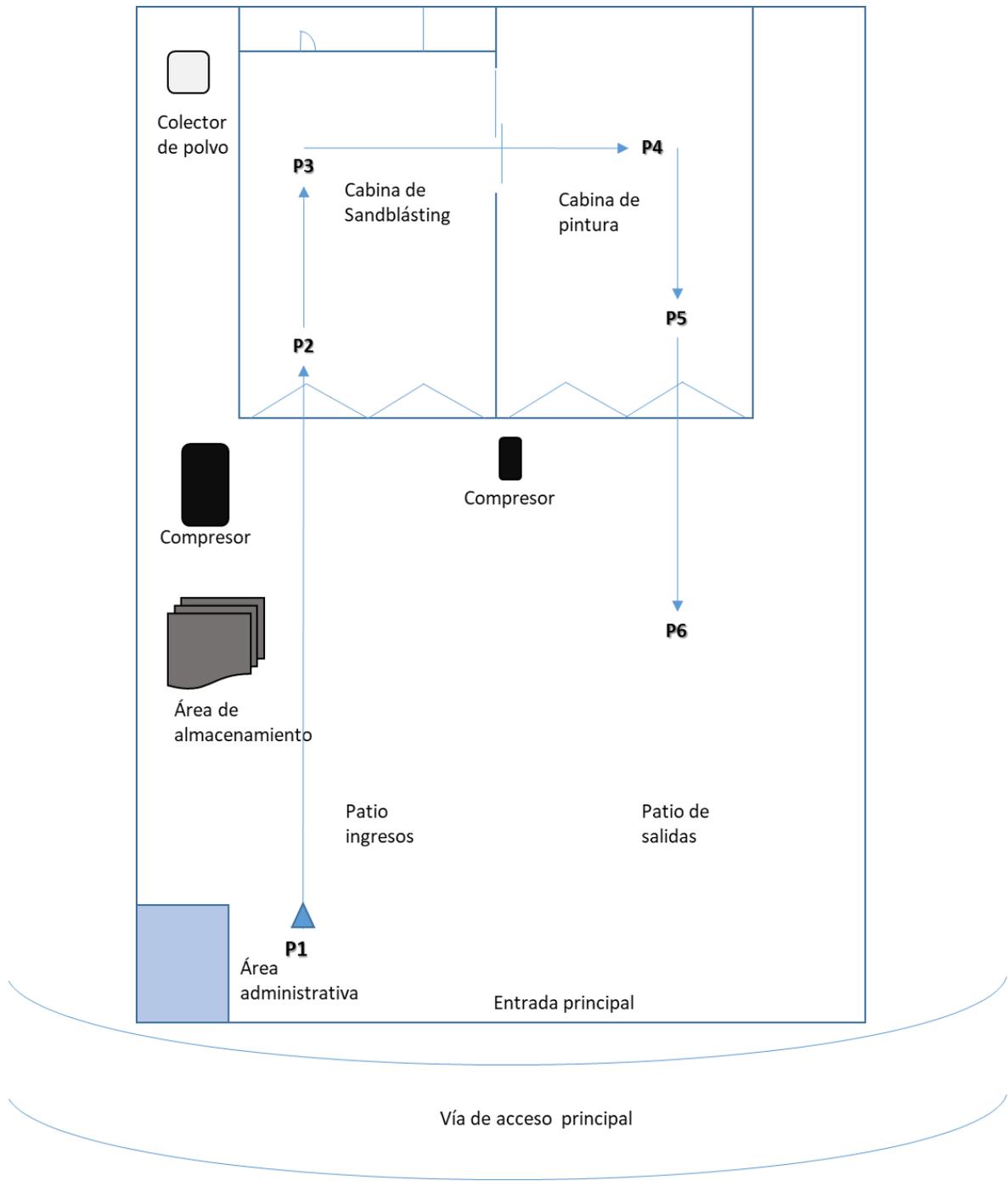


Imagen 16. Rediseño del plano y distribución en planta

Fuente: el autor

Diagrama de flujo de los procesos de producción.

La nueva reconversión tecnológica, permite que los impactos ambientales de la primera línea base se puedan prevenir, mitigar y controlar aplicando la nueva reconversión tecnológica, por esta razón los tiempos y movimientos de los sub-procesos establecen una nueva ruta crítica para seis procesos fundamentales, que se diseñan bajo una línea mínima de producción establecida en 11m^2 de área efectiva de estructura, para un tiempo máximo de aplicación de 5,06 horas (ver imagen 17). Se entiende por área efectiva de tratamiento, a la medición de la superficies de cada uno de los elementos componentes de la estructura, mas no del volumen total de la misma. Para tuberías y formas geométricas cilíndricas o triangulares los tiempos y movimientos equivalentes se evalúan como $\text{área total} = \text{área de la base} + \text{el área lateral}$.

Los procesos productivos cuentan con sub-procesos que son descritos teniendo en cuenta los movimientos que se llevan a cabo en cada actividad (Ver tabla 4, Anexo J).

A continuación se encuentran las fichas de manejo que deberán seguir el o los encargados del departamento de gestión ambiental de la empresa, con el fin de reducir los impactos que se puedan generar en la fase de planificación, pre-operación y operación en los componentes abiótico, biótico y social.

Para describir el Plan de Manejo Ambiental, se diseña el formato con características apropiadas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (ver tabla 5), como una

herramienta técnica, administrativa y operativa DEL SISTEMA DE GESTION AMBIENTAL²¹.

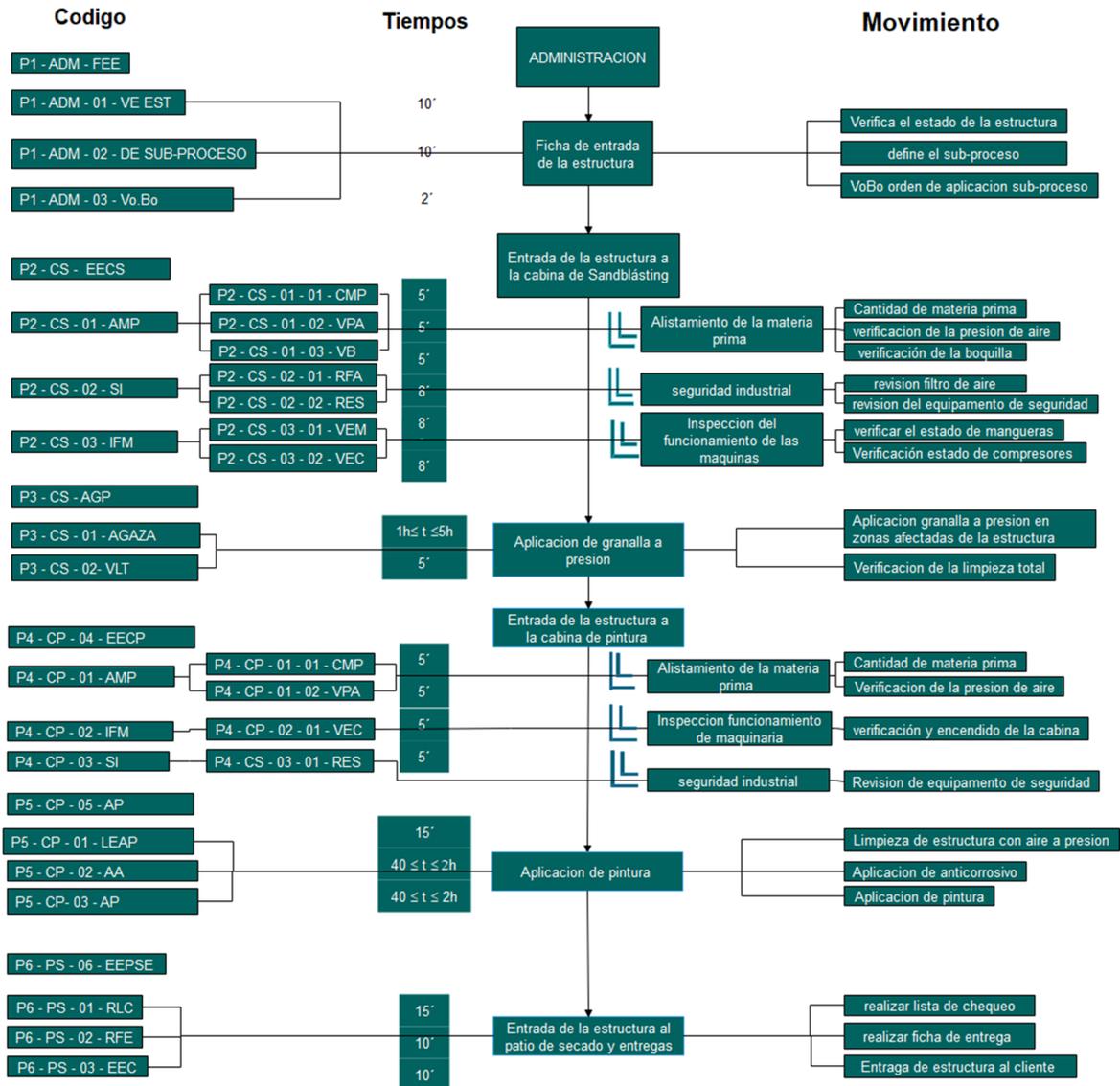


Imagen 17. Diagrama de flujo procesos de producción

Fuente: Diseño del autor

²¹ Guía ambiental para la formulación de planes de pretratamiento de efluentes industriales

Tabla 4. Subproceso y movimientos

subproceso	movimientos de subproceso
P1 - ADM - 02 - DAC	define actividades correspondientes: dependiendo de la afectacion medida, se evalua en lista de chequeo las cantidades de granalla metalica, los numeros de boquillas la presion de aire en pascales (Pa).



1



2



3



4



5



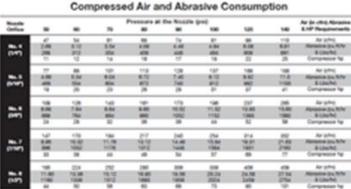
6

Compressed Air and Abrasive Consumption

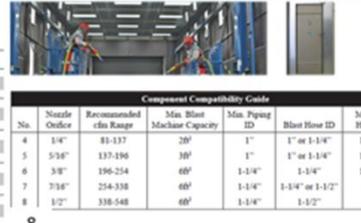
Nozzle Orifice	Pressure at the Nozzle (psi)				Air per Min. (cfm)	Air per Min. (m³/min)
	50	60	70	80		
1/4"	27	33	40	48	1.5	0.042
3/8"	55	66	80	96	3.0	0.084
1/2"	83	100	120	144	4.5	0.126
5/8"	111	134	160	192	6.0	0.168
3/4"	139	166	200	240	7.5	0.210
7/8"	167	200	240	288	9.0	0.252
1"	195	234	280	336	10.5	0.294
1 1/8"	223	270	320	384	12.0	0.336
1 1/4"	251	302	360	432	13.5	0.378
1 1/2"	279	334	400	480	15.0	0.420
1 3/4"	307	366	440	528	16.5	0.462
2"	335	398	480	576	18.0	0.504

Compressed Compatibility Guide

No.	Nozzle Orifice	Recommended cfm Range	Min. Blast Machine Capacity	Min. Piping ID	Blast Hose ID	Min. Air Hose ID
4	1/4"	81-117	20 ⁰	1"	1" or 1-1/4"	1-1/4"
5	5/8"	137-190	30 ⁰	1"	1" or 1-1/4"	1-1/4"
6	3/8"	196-254	60 ⁰	1-1/4"	1-1/4"	1-1/2"
7	7/8"	254-338	60 ⁰	1-1/4"	1-3/4" or 1-1/2"	2"
8	1/2"	338-548	60 ⁰	1-1/4"	1-1/2"	2"



7



8

1. Tipo de manguera

2. Compresor

3. Boquillas

4. Pistola de control remoto neumático

5. Granalla metálica

6. Cabina Sandblásting

7. Tabla Presión de aire

8. Tipo de boquillas

Fuente: Diseño del autor

Cada ficha se estructura de tal manera que su interpretación, análisis y aplicación, sea de fácil manejo y aplicación de cada uno de los componentes, que se describen en adelante:

- El objetivo, define la actividad a controlar y el alcance de las medidas a aplicar.
- Las actividades que ocasionan el impacto, son las encargadas de identificar las mediciones generaron los impactos durante el proceso productivo.

- Los impactos ambientales, son los que determinan el deterioro ambiental durante el proceso productivo teniendo en cuenta el tipo, la causa y la afectación generada.

Tabla 5. Formato ficha del Plan de Manejo Ambiental

PROGRAMA	SEGURIDAD INDUSTRIAL		FICHA
SUBPROGRAMA	SEGURIDAD INDUSTRIAL		PSB 5 -07
OBJETIVO			
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO			
IMPACTOS AMBIENTALES	TIPO		
	CAUSA		
	AFECCIÓN		
TIPO DE MEDIDA			
ACCIONES A DESARROLLAR			
TECNOLOGIAS UTILIZADAS			
LUGAR DE APLICACIÓN			
PERIODO DE EJECUCION			
PERSONAL REQUERIDO			
SEGUIMIENTO Y MONITOREO			

Fuente: Diseño del autor

- El tipo de medida, especifica las medidas de control más adecuadas de acuerdo con los impactos identificados (Ver tabla 6).
- Las acciones a desarrollar, son las propuestas para prevenir, mitigar, controlar y compensar los impactos y efectos ambientales generados por la empresa durante la aplicación de Sandblásting y pintura en estructuras metálicas.
- Las tecnologías utilizadas, se encargan de describir la maquinaria, materias primas, tiempos, movimientos, seguridad industrial, producto final; en cada una de las condiciones que requiera el proceso de producción.
- El lugar de aplicación, identifica las áreas de la empresa en las que se debe aplicar lo establecido.
- El periodo de ejecución, indica en qué fase del proyecto se ejecutan las medidas establecidas.
- El personal requerido, establece la persona o personas responsables de la ejecución de las actividades de prevención, mitigación, compensación y control.
- El seguimiento y monitoreo, establece las actividades de evaluación continua para evaluar la efectividad de los indicadores del Sistema de Gestión Ambiental, ante la alta gerencia de la empresa y los órganos de vigilancia y control.

Tabla 6. Siglas establecidas que referencian las medidas a tener en cuenta.

Medida	Abreviación
mitigar	MI
prevenir	PR
controlar	CN
compensar	CM

Fuente: diseño del autor

Cada ficha se identifica con un código que interpreta el proceso, un número que identifica el sub-proceso, y un número que identifica la continuidad de las fichas para cada sub-proceso; dentro de cada sub-programa (Ver tabla 7).

Tabla 7. Codificación para las fichas del Plan de Manejo

Ficha N°	Programa
PSB y P - 01	Manejo de emisiones atmosféricas
PSB y P -02	Manejo y control de ruido
PSB y P -03	Abastecimiento de agua
PSB y P -04	Manejo de residuos solidos
PSB y P -05	Gestión social

Fuente: diseño del autor

Fichas del Plan de Manejo

Definida la reconversión tecnológica al proceso de Sandblásting que desarrolla SEMITEC S.A.S, dada la complejidad de los impactos ambientales y a que el proceso de producción y medio productivo no son económicamente viables y que ambientalmente no hay una sustentabilidad plausible a corto plazo. Las fichas del Plan de Manejo que se presentan a continuación corresponden precisamente a la base del Sistema de Gestión Ambiental que se debe implementar en la empresa siguiendo los parámetros de la reconversión tecnológica, y de lo expreso en las normas ISO 14000, y con algunos elementos a tratar de las ISO 9000 y las OSHAS, así:

Ficha 1. PSB y P – 01. Manejo de emisiones atmosféricas (ver tabla 8) (Anexo K).

Ficha 2. PSB y P – 02. Manejo y control de ruido (Ver tabla 9) (Anexo L).

Ficha 3. PSB y P – 03. Abastecimiento de agua (ver tabla 10) (Anexo M).

Ficha 4. PSB y P – 04. Residuos sólidos (ver tabla 11) (Anexo N).

Ficha 5. PSB y P – 05. Gestión social (ver tabla 12) (Anexo O)

Tabla 8. Ficha 1 PSB y P – 01

PROGRAMA	PROGRAMA DE MANEJO DE EMISIONES ATMOSFERICAS		FICHA
SUBPROGRAMA	MANEJO Y CONTROL DEL USO DE LA MATERIA PRIMA GRANALLA		PSB y P - 01
OBJETIVO	Evaluar, prevenir y controlar las emisiones de material particulado en las actividades de control al proveedor, almacenamiento, transporte de la materia prima al area de almacenamiento y transporte a la cabina de Sandblásting , manejo, aplicación y disposición final.		
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	1. Llegada de empaque de granalla en mal estado 2. Aplicación de la granalla a presión de 200MPa SiO ₂ 3. En el alistamiento de granalla metálica		
IMPACTOS AMBIENTALES	TIPO	Negativo, simple, directo, indirecto, discontinuos, acumulativo, irregular, reversible,	
	CAUSA	1. Emisión de material particulado, 2. Se presentan nubes de polvo, como material particulado en suspensión	
	AFECTACIÓN	1. Emisión de material particulado, afecta al trabajador y a la población cercana al área de influencia, implicando morbilidad pulmonar con enfermedades respiratorias como la silicosis.	
TIPO DE MEDIDA	Mitigación y Prevención		
ACCIONES A DESARROLLAR	* Realizar un monitoreo permanente de la concentración de gases, O ₃ , O ₂ , NO ₂ , SO ₂ , CO ₂ , CO, CH ₄ , mediciones alarma con un metanómetro, evitando la concentración en las zonas de trabajo. * Realizar aspirometrías dos veces por año a los trabajadores. * Implementación de las medidas de seguridad industrial que aplique		
TECNOLOGIAS UTILIZADAS	* Instalar una cabina de granallado que cuente con sistema de recuperación de abrasivo y colector de polvo (Ver figura 17, 18 y 19) * Monitoreo de gases con metanómetro * Mantenimiento periódico de la cabina de aplicación y equipo * Subcontratos de salud ocupacional para aplicación de aspirometrías y servicios médicos * Implementar el uso de elementos de protección personal (Ver figura 20)		
LUGAR DE APLICACIÓN	Área de aplicación de Sandblasting, bodegas de almacenaje		
PERIODO DE EJECUCION	Planificación , pre-operación y operación		
PERSONAL REQUERIDO	Profesional encargado del área de sistema de gestión		
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	* Medición permanente de gases y material particulado en la cabina de sandblasting, en el patio de maniobras y en la bodega de almacenamiento de materias primas. * Monitoreo y seguimiento de los procesos de morbilidad y mortalidad por inhalación gases y material particulado fino metálico		

Fuente: Diseño el autor

Tabla 9. Ficha 2 PSB y P – 02

PROGRAMA	PROGRAMA DE MANEJO DE EMISIONES ATMOSFERICAS		FICHA
SUBPROGRAMA	MANEJO Y CONTROL DE RUIDO		PSB y P - 02
OBJETIVO	Evaluar, prevenir, controlar y reducir los niveles de ruido generados en la etapa de planificación, pre- operación y operación.		
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingreso de vehiculos a la planta 2. Descargue y cargue de materias primas y de otros insumos 3. Alistamiento de materia prima y movilizacion de equipos 4. Llegada de la estructura y descargue de la misma 5. Cabina de sandblasting 6. Cabina de pintura 7. Patio de salida y entregas 		
IMPACTOS AMBIENTALES	TIPO	Negativo, directo, continuo, irregular, reversible	
	CAUSA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Vehiculos con imperfecciones mecanicas, accion de bocinas 2. Manipulacion de elementos por golpeo, arrastre y movilizacion con montacargas 3. Chorro de granalla a presion (200MPa) 4. Golpe del chorro de la granalla con la estructura 5. Automatizacion sistematica del recolector de abrasivo, colectores de polvo y recuperador de abrasivo 	
	AFECTACIÓN	1. Contaminación auditiva de operarios y entorno	
TIPO DE MEDIDA	Mitigación y Control		
ACCIONES A DESARROLLAR	<ul style="list-style-type: none"> * Reducir los niveles de ruido * Exigir la revision tecnico mecanica y de gases de los vehiculos que ingresen a la empresa * Mediciones de la intensidad de ruido 		
TECNOLOGIAS UTILIZADAS	<ul style="list-style-type: none"> * Uso de protectores auditivos adecuados * Implementacion de una cabina termoacustica para la aplicacion de granalla * Implementar una cabina termoacustica de lana de roca (polvo de roca volacnica) para la aplicacion de pintura 		
LUGAR DE APLICACIÓN	Pacios de entradas y salidas. Cabinas de Sandblásting y pintura		
PERIODO DE EJECUCION	<ul style="list-style-type: none"> * Periodica * Permanente * Periodica 		
PERSONAL REQUERIDO	Profesional capacitado		
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	<ul style="list-style-type: none"> * Medicion de niveles de ruido con sonometro una vez cada 6 meses, con intensidades que no excedan los niveles maximos establecidos en la norma * La revision tecnico mecanica y de gases de los vehiculos este actualizada * monitoreo audiometrias y aspirometrias una vez cada vez seis meses 		

Fuente: Diseño el autor

Tabla 10. Ficha 3 PSB y P – 03

PROGRAMA	PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HIDRICO	FICHA
SUBPROGRAMA	ABASTECIMIENTO DE AGUA	PSB 5 -03
OBJETIVO	Implementar un sistema de abastecimiento de agua para consumo humano y necesidades industriales.	
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	1. Necesidad de obtención de agua para consumo humano teniendo en cuenta el personal permanente y transitorio que ingresa a la empresa, baños, duchas. 2. Necesidad de satisfacer la necesidades de agua industriales que permitan atender las diferentes actividades, como lavado de equipos, aseo de instalaciones.	
IMPACTOS AMBIENTALES	TIPO	residual
	CAUSA	Deficiencia para atender las necesidades de agua para consumo humano e industrial en la empresa
	AFECTACIÓN	Deficiencias en la implementación de medidas de manejo que requieren del agua en actividades como: la limpieza de equipos, baños y duchas
TIPO DE MEDIDA	Prevencion, Mitigacion	
ACCIONES A DESARROLLAR	<ul style="list-style-type: none"> * Determinar las necesidades de agua potable para consumo humano e industrial * Realizar un inventario de los consumos actuales y proyectados. * Realizar analisis fisico quimicos para las aguas destinadas a consumo industrial * Solicitar consecion de aguas a la autoridad ambiental competente. 	
TECNOLOGIAS UTILIZADAS	Control de calidad de agua	
LUGAR DE APLICACIÓN	Area administrativa, area de Sandblásting, area de pintura	
PERIODO DE EJECUCION	Permanente	
PERSONAL REQUERIDO	Profesional capacitado	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	<ul style="list-style-type: none"> * Monitoreos de calidad de agua, estableciendo metodos de muestreo y periodicidad * Verificar el cumplimiento de las acciones y tecnologías planteadas de abastecimiento de agua 	

Fuente: el autor

Tabla 11. Ficha 4 PSB y P – 04

PROGRAMA	RESIDUOS SOLIDOS		FICHA
SUBPROGRAMA	MANEJO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS		PSB y P-04
OBJETIVO	Reducir la generacion de residuos solidos, liquidos y toxicos e inflamables; metalicos y realizar un manejo y disposicion final de los mismos		
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Uso de papel, tintas, palasticos envases, papeleria en general en el area administrativa. 2. Llegada de materias primas e insumos 3. Alistamiento de granalla 4. Apliacacion de granalla a presion 5. Alistamiento de pintura 6. Salida de la estructura 		
IMPACTOS AMBIENTALES	TIPO	1: Negativo, directo. 2: negativo, indirecto. 3: negativo, directo. 4: directo. 5: negativo, directo. 6: negativo, directo	
	CAUSA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Actividades propias de los procesos administrativos en oficinas 2. Descargue y manipulacion de materias primas e insumos, entrada de vehiculos y otros agentes. 3. Empaque de granalla cuando es desocupada cada bolsa de 25 kg 4. Chorro de granalla a presion cuando se dispersan granulos de la misma 5. Aplicacion de pintura, cajas de carton embalaje desocupadas, recipientes metalicos desocupados, derrames y sobrantes mal manejados. 6. Residuos de papel y carton 	
	AFECTACIÓN	1. Generacion de residuos solidos metalicos y no metalicos. Residuos liquidos toxicos, inflamables.	
TIPO DE MEDIDA	Prevencion, Mitigación y control		
ACCIONES A DESARROLLAR	<ul style="list-style-type: none"> * separacion en la fuente mediante puntos ecologicos: residuos * Diseñar un plan de gestion integral de residuos solidos (PGIRS) 		
TECNOLOGIAS UTILIZADAS	* Separacion de residuos en (tipos)		
LUGAR DE APLICACIÓN	Area administrativa, patio de entradas, cabina de Sandblásting, cabina de pintura y patio de salidas		
PERIODO DE EJECUCION	Permanente		
PERSONAL REQUERIDO	Profesional capacitado		
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	<ul style="list-style-type: none"> * Cuantificar periodicamente que la cantidad de residuos correspondan a las cantidades base de materias primas utilizadas. * Que la disposicion final se desarrolle conforme a las fechas que se establezcan 		

Fuente: el autor

Tabla 12. Ficha 5. PSB y P – 05

PROGRAMA	PROGRAMA DE GESTION SOCIAL		FICHA
SUBPROGRAMA	EDUCACION AMBIENTAL		PSB y P -05
OBJETIVO	Concientizar y capacitar a las comunidades y al personal de la empresa sobre la importancia de la gestion ambiental, la preservacion ambiental y los recursos naturales		
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	<p>1. La educacion y capacitacion ambiental es la base fundamental para el desarrollo de la actividas de Sanblasting y pintura de acuerdo con los principios de sostenibilidad ambiental. A partir de la concientización de la comunidad y del personal presente en la empresa, es posible evitar o disminuir los efectos negativos que ocasione el proceso productivo.</p> <p>2. La educacion ambiental con las comunidades se deben realizar a traves de un dialogo interactivo de saberes, mediante jornadas pedagogicas participativas, orientadas al mejor conocimiento del entorno ambiental, social y al manejo sostenible del proyecto</p>		
IMPACTOS AMBIENTALES	TIPO	1. Positivo, directo 2. Positivo, directo	
	CAUSA	1. Falta de educacion ambiental y de conocimiento de los valores naturales y culturales de la region en la que se encuentra la empresa	
	AFECTACIÓN	<p>1. Conflictos de las empresa con las comunidades</p> <p>2. Deterioro ambiental del entorno</p>	
TIPO DE MEDIDA	Prevencion, mitigacion		
ACCIONES A DESARROLLAR	<ul style="list-style-type: none"> * Concientizacion ambiental al personal de la empresa y a la comunidad * Dar a conocer la importancia del cumplimiento de la gestion ambiental * Promover el conocimiento del entorno natural y cultural de la region y su importancia de proteccion * Promover el respeto por las comunidades y las autoridades de la region * Dar capacitacion en normatividad ambiental , participacion ciudadana y uso eficiente de los recursos naturales 		
TECNOLOGIAS UTILIZADAS	<ul style="list-style-type: none"> * Verificacion de cumplimiento de las acciones y tecnologias de educacion y capacitacion ambiental desarrolladas * Observaciones sobre la efectividad del proceso de capacitacion realizado. 		
LUGAR DE APLICACIÓN	area de influencia de la empresa		
PERIODO DE EJECUCION	En todas las etapas del proyecto		
PERSONAL REQUERIDO	Tecnicos en capacitacion ambiental, comunicadores sociales		
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	<ul style="list-style-type: none"> *Verificacion de cumplimiento de las acciones y tecnologias de educacion y capacitacion ambiental desarrolladas * Observaciones sobre la efectividad del proceso de capacitacion realizado. 		

Fuente: el autor

SISTEMA DE GESTION AMBIENTAL –SGA-

(Según normas NTC-ISO 14001:2015)

Política Ambiental

SEMITEC S.A.S, es una empresa del sector de servicios que especializa sus actividades en la aplicación de Sandblásting y terminados en pintura, a estructuras metálicas usadas que utilizan otras industrias para diversos montajes.

SEMITEC S.A.S, reconoce que para desarrollar los diferentes procesos, subprocesos y actividades, se pueden generar impactos ambientales al interior y con incidencia en el entorno inmediato, por lo que tomará las medidas necesarias para que esos impactos se transformen en efectos positivos sobre los trabajadores y el entorno, y así contribuir a la protección del medio ambiente y a mantener un desarrollo sustentable, dentro de las políticas nacionales e internacionales ambientales. Para dar cumplimiento con lo expuesto anteriormente se compromete a desarrollar las siguientes estrategias:

- A cumplir con la normatividad ambiental legal vigente aplicable a las actividades a desarrollar en los procesos y subprocesos del servicio ofrecido por la organización, manteniendo y ejecutando las acciones necesarias para alcanzar los requisitos legales.

- A mejorar el desempeño ambiental, más allá de lo descrito en la normatividad ambiental vigente y futura, desarrollando acciones que permitan minimizar los impactos ambientales que no cuenten con legislación.
- A manejar responsablemente los residuos sólidos, vertimientos líquidos, generados en la implementación de la nueva tecnología, orientado a prácticas de selección, reutilización y reciclaje, cuando éstas sean económicamente viables, y cuando no a hacer la disposición final adecuada.
- A proporcionar capacitación adecuada a los trabajadores, que incentive hacia una actitud responsable frente a cada una de las actividades que realizan.
- A emprender acciones sociables con el entorno a través de eventos formativos.

Para dar cumplimiento a los principios formulados se proclaman objetivos y metas medibles, con una revisión periódica, con el fin de vislumbrar un mejoramiento continuo en el desempeño del Sistema de Gestión Ambiental.

Objetivos Ambientales

Para dar cumplimiento a la Política Ambiental de SEMITEC SAS, a la normatividad ambiental vigente y a la revisión de la evaluación e los impactos ambientales derivados de

la actividad productiva, se da prioridad a aquellas actividades en donde los impactos mayor peso en la valoración, y así se plantean los siguientes objetivos:

1. Cambiar la arena como materia prima para la aplicación de Sandblásting, por granalla metálica, con el fin de disminuir las emisiones de material particulado, morbilidad y residuos.

2. Montar una cabina de Sandblásting, con tecnología de punta, capaz de hacer un manejo adecuado de emisiones particuladas, ruido y residuos sólidos.

3. Montar una cabina para el terminado en pintura, con tecnología de punta, capaz de hacer un manejo adecuado de emisiones tóxicas, ruido, residuos sólidos y vertimientos.

4. Optimizar el consumo de materia prima en la limpieza con Sandblásting y en el terminado con pintura, de las estructuras.

5. Establecer un sistema de manejo adecuado para los residuos sólidos y líquidos, tanto comunes como tóxicos epóxicos, a fin de minimizar esta generación.

6. Fomentar las buenas prácticas ambientales entre los trabajadores para contribuir a la conservación del ambiente.

7. Racionalizar el uso de la energía y agua para disminuir su consumo.

8. verificar que la ejecución presupuestal del PMA Tenga unos indicadores de cumplimiento a corto, mediano y largo plazo, como elemento fundamental de la evaluación de la gestión ambiental.

Metas, actividades e indicadores, por objetivo

Son las herramientas básicas que se deben revisar periódicamente (Ver tabla 13), con las cuales se establecen los mecanismos de monitoreo y los tiempos de valoración del mejoramiento continuo.

Tabla 13. Metas, actividades e indicadores por objetivo

No. objetivo	Meta	Actividad	Indicador
1	-. Disminuir las pérdidas volumétricas de granalla en el proceso de Sandblásting.	-. Control exhaustivo de recuperación de granalla en las bandas y recoge polvos. -. Reutilizar la granalla	-. (Kg granalla recuperada / kg total granalla usada)*100% -. (No de veces usada/No de procesos efectivos ejecutados)*100
2	-. Reducir los niveles de ruido.	-. Controlar el deterioro del material acústico y térmico de la cabina	-. (Onda sonora por hora de exposición actual / Onda sonora por hora de exposición de mes anterior)*100
	-. Reducir la pérdida de residuos metálicos y escombros.	-. Realizar separación mecánica y electrostática de las partículas colectadas del colector de polvos.	-. (Cantidad de material metálico / cantidad total de residuos del colector de polvos) *100

3	-. Reducir la generación de residuos metálicos	-. Lavado de galones de pintura con disolvente al desocuparlos, para reutilizarlos en el mercado de metálicos	-. (No galones desocupados vendidos / No galones con pintura comprados)*100
	-. Reducir las generación de residuos tóxicos	-. Almacenado de sobrantes de pintura, para reutilizarlos en el mercado de vinilos para uso escolar	-. (No de galones con sobrantes/No galones desempacados para uso)*100
	-. Reducir la generación de residuos de cartón de empaque	-. Almacenado de cajas de cartón desempacado	-. (No cajas de cartón desempacado/No cajas de cartón de embalaje de pintura comprada nueva)*100
4	-. Disminuir pérdidas de materias primas	-. Elaborar tablas de consumo de granalla y pintura por áreas o superficies a tratar.	-. (Cantidad de materias primas despachadas de almacén / Cantidad de superficies tratadas en m2)*100

Continuación Tabla 13.

No.	Meta	Actividad	Indicador
5	-. Disposición adecuada de residuos sólidos dentro de la empresa.	-. Señalizar y colocar los elementos básicos de PGIRLS para disposición final de residuos de empaques y embalajes.	-. (Kg de residuos recolectados / kg total de residuos para disposición final)*100%
6	-. Engranaje de la política ambiental entre los directivos y trabajadores	-. Capacitación a los trabajadores sobre educación ambiental	-. No de capacitaciones por año -. (No de asistentes por capacitación/No total de trabajadores)*100%
7	-. Reducir el uso de energía y agua	-. Señalizar sobre el buen uso de la energía y agua, tanto en zonas administrativas y operativas	-. (Cantidades consumidas por mes actual/cantidades consumidas por mes el año anterior)*100%

<p style="text-align: center;">8</p>	<p>-. Medir el cumplimiento económico del Plan de Manejo Ambiental como elemento fundamental del SGA</p>	<p>Elaboración y seguimiento de un presupuesto corto plazo (1 mes) mediano plazo (6 meses) largo plazo (+ 1 año) para cada una de las actividades propuestas en el Plan de Manejo Ambiental dentro de un marco genérico.</p>	$I_{GA} = I_{PMA} * FP_{PMA} + I_{Permisos} * FP_{Perm} + I_{IA} * FP_{IA}$ <p>I_{GA} =Indicador de gestión ambiental: valor entre 0 y 100</p> <p>I_{PMA}:Indicador de cumplimiento del PMA: valor entre 0 y 100</p> <p>FP_{PMA}:Factor de ponderación del PMA</p> <p>$I_{Permisos}$=indicador de gestión de permisos ambientales: valor entre 0 y 100</p> <p>FP_{Perm}Factor de ponderación permisos ambientales</p> <p>I_{IA}=Indicador de impacto ambiental: valor entre 0 y 100</p> <p>FP_{IA}=Factor de ponderación del impacto ambiental</p>
---	--	--	---

Fuente: Autor

Indicadores de la gestión ambiental (I_{GA})

Es un factor que permite integrar el nivel de desempeño de la empresa en relación a la ejecución y cumplimiento del PMA, la legalidad ambiental de las actividades de la empresa y al nivel de control de los impactos ambientales derivados de las actividades. Este indicador es el resultado del monitoreo que ejecuta el encargado del SGA a corto plazo, mediano plazo y largo plazo, y que hará parte de las auditorías ambientales externas para el mejoramiento continuo.

Indicador de desarrollo o ejecución y cumplimiento del PMA (I_{PMA}). Evalúa la ejecución presupuestal de cada una de las actividades señaladas en las correspondientes fichas del PMA. Puede ser erogaciones a corto plazo (comprendida en un (1) mes) a mediano plazo (comprendida en seis (6) meses) y largo plazo (comprendida en más de un (1) año). Es el presupuesto que la alta gerencia debe apropiar en su estado de cuentas para la implementación del SGA (Ver Anexo P). El indicador que aplica a la fórmula establecida en la tabla 18, corresponde a los porcentajes de ejecución de este presupuesto.

Presupuesto de la implementación del PMA. (FP_{PMA}) Muestra el presupuesto que se debe establecer para la implementación del SGA dividido en tres partes; corto plazo, mediano plazo y largo plazo, de acuerdo con lo establecido en las actividades de implementación que se encuentran en las fichas del PMA. El valor de apropiación a corto plazo (un (1) mes) es de \$11.880.000,00 (Ver tabla 14).

Tabla 14. Presupuesto para corto plazo

ACTIVIDAD	CORTO PLAZO (1 mes)			
	Unidad	Cant	Valor Unitario	Valor Parcial
Ejecución PMA				
Contaminantes atmosféricos				
Monitoreo				
Mediciones cabina Sandblásting	Puntos	1	\$ 20.000	\$ 20.000
Espirometrías	Unidades	10	\$ 35.000	\$ 350.000
Elementos seguridad industrial	Dotaciones	10	\$ 500.000	\$ 5.000.000
			\$ 555.000	\$ 5.370.000
Manejo y control de ruido				
Monitoreo				
Sonometría	Puntos	4	\$ 65.000	\$ 260.000
Audiometrías	Unidades	10	\$ 35.000	\$ 350.000
Impresión formatos	Impresión formatos	100	\$ 1.000	\$ 100.000
			\$ 101.000	\$ 710.000
Abastecimiento de agua				
Monitoreo				
Análisis físico químicos				
Concesión de aguas y permiso de vertimientos	Concesión	1	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000
				\$ 2.000.000
Residuos solidos				
PGIRS	Plan	1	\$ 500.000	\$ 500.000
Puntos ecológicos (canecas de colores)	Unidad	5	\$ 600.000	\$ 3.000.000
			\$ 1.100.000	\$ 3.500.000
Control ambiental				
Capacitaciones				
Papelería y otros elementos	Unidad	1	\$ 300.000	\$ 300.000
			\$ 300.000	\$ 300.000
	TOTAL CORTO PLAZO			\$ 11.880.000

Fuente: el autor

El valor de apropiación a mediano plazo (Seis (6) meses) es de \$7.085.000.00 (Ver tabla 15).

Tabla 15. Presupuesto para mediano plazo

ACTIVIDAD	MEDIANO PLAZO (6 meses)			
	Unidad	Cant	Valor Unitario	Valor Parcial
Ejecución PMA				
Contaminantes atmosféricos				
Monitoreo				
Mediciones cabina Sandblásting				
Espirometrías	Unidades	10	\$ 35.000	\$ 350.000
Elementos seguridad industrial	Dotaciones	10	\$ 500.000	\$ 5.000.000
			\$ 535.000	\$ 5.350.000
Manejo y control de ruido				
Monitoreo				
Sonometría	Puntos	4	\$ 65.000	\$ 260.000
Audiometrías	Unidades	10	\$ 35.000	\$ 350.000
Impresión formatos	Impresión formatos	600	\$ 1.000	\$ 600.000
			\$ 101.000	\$ 1.210.000
Abastecimiento de agua				
Monitoreo				
Análisis físico químicos	Examen	1	\$ 225.000	\$ 225.000
Concesión de aguas y permiso de vertimientos				
			\$ 225.000	\$ 225.000
Residuos solidos				
PGIRS				
Puntos ecológicos (canecas de colores)				
Control ambiental				
Capacitaciones				
Papelería y otros elementos	Unidades	1	\$ 300.000	\$ 300.000
			\$ 300.000	\$ 300.000
	TOTAL MEDIANO PLAZO			\$ 7.085.000

Fuente: el autor

Se contempla un porcentaje de 5% como imprevistos equivalentes a \$1.133.250.00.
Para un total de presupuesto de implementación de \$23.798.250.00 (ver Anexo P).

Factor de legalidad ambiental (FP_{perm}) Evalúa en forma ponderada al Plan de Manejo en porcentaje de aplicación y $I_{PERMISOS}$. Gestionados, valorado y aprobados ante el organismo ambiental. Son dos factores que se miden cuantitativamente entre 0 y 100% evaluando cantidades inherentes.

Indicador de control de impactos ambientales (I_{IA}) Derivado de las actividades ambientales. Evalúa el impacto ambiental, valora porcentualmente la cantidad de impactos controlados I_{IA} y la respectiva ponderación o peso de la evaluación.

Estos indicadores hacen parte del monitoreo y mejoramiento continuo del SGA.

Costos de inversión y operación. La reconversión tecnológica que se plantea como producto de la evaluación de impactos ambientales de la evaluación y clasificación de impactos ambientales así:

Montaje de una cámara de Sandblástring con colector de polvos y recuperación de abrasivo por una inversión de \$250.000.000.00. Una cabina de pintura para los acabados con una inversión de \$120.000.000.00. La inversión total para la reconversión tecnológica equivale a \$370.000.000.00

Costos de operación corresponde a los gastos de mano de obra, prestaciones de ley, mantenimiento de máquinas, materias primas, insumos, parafiscales. Este tiene costo de \$25.000.000.00.

Estos costos tanto de inversión como de operación son independientes del presupuesto para implementación del PMA.

Documentación de los procesos

Los procesos, subprocesos, condiciones tecnológicas y actividades están integradas en fichas específicas debidamente codificadas, así:

Tabla 16. SGA – 00001

(Anexo Q)

	APLICACIÓN DEL PROCESO DE SANDBLÁSTING Y PINTURA EN ESTRUCTURAS METÁLICAS	SGA - 00001
	Ficha entrada de la estructura	P1 – ADM – 01 - FEE
Hoja de	Verifica el estado de la estructura	P1 – ADM – 01 VEE
fecha	Registro ficha plan de manejo ambiental	PSB y P – 01

Sandblásting: Es un proceso para limpieza de superficies contaminadas en materiales metálicos y no metálicos, utilizando un material abrasivo como granalla tipo D con dureza de 577-720 Hv – 54-61 Hrc, aplicado utilizando presión de aire a 300 pies cúbicos (100 psi), a través de mangueras de alta presión (200 Mpa), cuya salida se hace por una pistola neumática, la cual es graduada para un caudal de salida con boquillas de números 4 a 8. Las especificaciones de la granalla a utilizar por SEMITEC corresponden a las siguientes características:

Material	Mesh Size	Shape	Density lbs/ft ³	Mohs	Friability	Initial Cost	No. of Cycles	Per Use Cost	Source	Typical Applications
Steel Grit	10-325	★	230	8.0	low	high	200+	med.	mfg.	Removing heavy scale

Las características de la manguera, compresor, boquillas y la cabina técnica de Sandblásting se describen en las figuras citadas en la ficha de plan de manejo PSB y P 01, y en la ficha que define el sub-proceso P1 – ADM – 02 – DAC.

OPERARIO: el operario debe contar con el siguiente equipamiento: overol, guantes, botas, tapabocas, tapa oídos, casco respirador, monitor de CO2, tubo de control de clima, capa protectora de cuello y hombros, que se describen en las figuras citadas en la ficha del plan de manejo PSB y P 01 y en la ficha que define el sub- proceso P2 – CS – 02 – 02 – RES.

Actividades básicas: alistamiento de materias primas, alistamiento de materias primas, cantidad de granalla necesaria, selección de la boquilla, revisión de los elementos y equipamiento de protección, revisión del mantenimiento y buen funcionamiento del compresor con sus respectivas mangueras, revisión del flujo de aire de los compresores, revisión de la pistola, Revisión de la Cabina, Sistema de recuperación de abrasivo, colectores de polvo, recepción de la estructura, posicionamiento de la estructura en el área de aplicación de Sandblásting, Encendido de equipos y aplicación del proceso.

Tiempo de aplicación: en la siguiente tabla se muestran las diferentes áreas a tratar y el tiempo aplicado a cada una

Área	Tiempo (h)
11 m2	5.06
15m2	8
20m2	11
25 m2	14

1. Verificación de los resultados del proceso
Si es óptimo va a cabina de pintura
Si no es óptimo se hace la corrección
2. Visto bueno del superior

Fuente: el autor

Tabla 17. SGA – 00002

(Anexo R)

	APLICACIÓN DEL PROCESO DE SANDBLÁSTING Y PINTURA EN ESTRUCTURAS METÁLICAS	SGA 00002
	Ficha entrada de la estructura	P1 – ADM – 01 - FEE
Hoja de	Verifica el estado de la estructura	P1 – ADM – 01 VEE
fecha	Registro ficha plan de manejo ambiental	PSB y P – 01

Ruido: en exceso o superior a 80 dB y con exposición continua produce sordera.

Para elegir el tipo de dispositivo a utilizar se debe calcular la onda mn sonora y el tiempo de exposición, la ponderación frecuencial utilizado (A, C, D u otro) y el filtro de ponderación temporal F, S o I según sea rápida, lenta o de impulso (Fast, Slow o Impulse, en inglés); utilizando la siguiente ecuación

$$I_s = 10 \text{LOG} \sum_{x=1}^n 10^{0,1(L+(A)-(A+P+V))} \text{dB}$$

Donde:

L = Tiempo De Exposición

A(A, C, D u otro)= ponderación frecuencia

P (Fast, Slow, Impulse)= Ponderación temporal

Cuando la intensidad evaluada es mayor o igual a 80 dB se requiere indefectiblemente tapones u orejeras de seguridad. De todas maneras si hay exposición a bajas intensidades de manera continua superiores a dos horas inferiores a 80 dB se requiere utilizar el uso de tapa oídos.

Operarios que deben usar protección auditiva

Operario en los patios de entrada: Debe portar protectores auditivos, tipo tapón, intensidad sonora inferior a 30 dB pero es continua superior a dos horas.

Operario en la cabina de Sandblásting: Debe portar protectores auditivos, tipo tapón. Intensidad sonora superior a 80 dB

Operario en la cabina de Pintura: Debe portar protectores auditivos tipo, orejeras con amnés intensidades sonoras inferiores a 50 dB y debe tener las manos completamente libres pero es continua superior a dos horas.

Operario en el patio de salida: Debe portar protectores auditivos de tapón, intensidad sonora inferior a 30 dB pero es continua superior a dos horas.

Cabina de Sandblásting: la presión de salida de presión de la granalla de aplicación es del orden de 220 Mpa que equivale aproximadamente a 165 dB de intensidad sonora, esto implica una protección auditiva del operario debe ser exhaustiva que cubra el ciento por ciento del oído, es decir que además de entrar al oído cubra toda la oreja.

- **Sistema de recuperación de abrasivo:** es un transportador de banda con diseño en U, tiene un sistema mecánico adecuado para granalla de acero, su diseño de carga controlada de abrasivo impide la sobre carga de la correa, está compuesto por rejillas de piso con clasificación de 250 libras por pie cuadrado, con una correa de 12 pulgadas de ancho y un motor de tambor de accionamiento de correa de 1-1/2 Hp, un cubo elevador y limpiador de abrasivo por aire, para su instalación es necesario realizar un canal colector de 70 cm de ancho, para la instalación de las rejillas a ras del piso de la cabina, cuenta con una serie de tolvas de recolección que tienen un tubo dosificador de abrasivo, construidas con acero resistente de calibre 10, el elevador de cangilones tiene una correa de PVC reforzada y resistente además cuenta con cubos de polietileno liviano.

- **Cabina de pintura** la presión utilizada por la pistola y salida de fluidos genera una presión inferior de 40db si la exposición es superior a 2 dos horas continuas es necesario utilizar la protección auditiva. Si la aplicación es intermitente con periodos largos de descanso en la aplicación se puede pensar en usar una protección área efectiva.

Los paneles de la cabina de pintura son de una sola pieza de material termo acústico con lana de roca (polvo de roca volcánica), internamente el panel tiene una estructura de refuerzo para que no se necesiten elementos de fijación, teniendo como resultado un paso de aire completamente laminar y limpio, cuenta con puertas seccionales para facilitar el ingreso a la cabina también cuenta con un diafragma de división que divide la cabina, para trabajar independientemente. Cuenta con accionamiento directo entre el eje del motor y la turbina sin correas, ni poleas, también cuenta con palas grande para facilitar el mantenimiento y limpieza, tiene rejillas reforzadas de diferentes capacidades para aspirar aire, cuenta con flujo de aire Downdraft. La iluminación es con pantallas electrónicas LED con una duración de 80.000 horas de uso, el cuadro de comandos es táctil de fácil manejo y programación, control automático de todas las variables.

Patio de salidas: se debe tener en cuenta lo dicho en el patio de entradas

Tiempo de aplicación: periódico: establecido para un tiempo de seis meses

Permanente: establecido para aplicarse todos los días

Se deben realizar las mediciones con el sonómetro digital

Visto bueno: aprobación de los elementos de seguridad por el superior.

Fuente: el autor

Tabla 18. SGA – 00003

(Anexo S)

	APLICACIÓN DEL PROCESO DE SANDBLÁSTING Y PINTURA EN ESTRUCTURAS METÁLICAS	SGA - 00003
	Ficha de entrada de la estructura	P1 – ADM - FEE
	entrada de la estructura a la cabina de Sandblásting	P2 – CS – EECS
	aplicación de granalla a presión	P3 – CS - AGP
	entrada de la estructura a la cabina de pintura	P4 – CP - EECF
	aplicación de pintura	P5 – CP - AP
	entrada de la estructura al patio de salida	P6 – PS - EEPS
Hoja de	Generación de residuos sólidos	P1 – ADM - 05 - GR
fecha	Manejo y disposición final de residuos sólidos	PSB y P – 03

Residuos están divididos en aprovechables y no aprovechables

- **Residuos no aprovechables**, se considera a los materiales u sustancia solida o semisólida de origen orgánico e inorgánico, que no proviene de actividades domésticas, industriales, comerciales que no ofrecen ninguna posibilidad de aprovechamiento reutilización o reincorporación.

- **Residuos sólidos aprovechables**, es cualquier material, objeto, sustancia o elemento solido que no tiene valor de uso directo o indirecto para quien lo genere pero que es susceptible a incorporación a un proceso productivo.

Tipo de residuos producidos en SEMITEC

- Área administrativa: papel de bajo gramaje, cartón de caja de embalaje de papel y plástico de baja densidad

-Patio de llegada: plástico de baja densidad, papel de bajo gramaje,

- Cabina de Sandblásting: empaque de la granalla sacos de plástico de 25 kg, los contaminantes de la estructura limpiados en el proceso son llevados al recuperador de abrasivo que posterior mente llega al colector de polvos, pasar por filtros y cae por gravedad a una caneca para luego realizar una separación de los residuos metálicos mediante selección mecánica por tamizado para separar los residuos metálicos de los no metálicos, posteriormente se pasan los residuos no metálicos por el filtro de manga con placa electrostática, para realizar separación magnética de los residuos metálicos de los no metálicos. La disposición final de los residuos metálicos se hace aportándolos como materia prima para otros procesos. Mientras que la disposición final de los residuos no metálicos se hace en la escombrera del relleno sanitario del municipio.

- Cabina de pintura

- Residuos líquidos: sustancias epóxicas, residuos de pintura, disolventes. Para disposición final de los envases metálicos de pintura se les debe hacer un lavado especial y almacenar esos residuos líquidos en un recipiente para luego entregarlos a una empresa que se encargue de realizar una disposición final adecuada a este tipo de residuos, de igual manera los recipientes de pintura se deben entregar a una empresa que se encargue de la disposición final de los mismos.

- Residuos sólidos: cartones envases de pintura, para el cartón el método de disposición final se hace una vez se desocupe la caja, desdoblándola y llevándola al punto de recolección de cartón para posteriormente venderla a un comprador externo.

- Patio de salida: papel, para el manejo de este residuo se instala un punto ecológico para hacer una disposición final de este

Tiempo de aplicación: permanente, establecido para aplicarse todos los días

Fuente: el autor

Tabla 19. SGA – 00004.

(Anexo T)

	APLICACIÓN DEL PROCESO DE SANDBLÁSTING Y PINTURA EN ESTRUCTURAS METÁLICAS	SGA - 00004
	Ficha de entrada de la estructura	P1 – ADM - FEE
	entrada de la estructura a la cabina de Sandblásting	P2 – CS – EECS
	entrada de la estructura a la cabina de pintura	P4 – CP - EECF
Hoja de	Uso de agua	P1 - ADM - 06 - UA
fecha	Abastecimiento de agua	PSB y P – 04

Agua: es una sustancia líquida encontrada en la naturaleza constituida por hidrógeno y oxígeno.

El uso del agua en la empresa SEMITEC es de uso industrial. Actualmente solo cuenta con una batería de baño que es usada tanto por el área administrativa como por los operarios del área de producción, no existe un sistema de duchas

Usos del agua actuales

Área administrativa: lavado de manos, baños

Área industrial: lavado y limpieza de equipos

Es necesario establecer puntos de servicio de agua en el área de pintura y en el patio de entradas

- Área de pintura: punto de agua para limpieza de accesorios o para el lavado de manos del trabajador

- Patio de entradas: punto de agua para el lavado y limpieza de equipos

Teniendo en cuenta el uso de aguas en la empresa se debe solicitar un permiso de concesión de agua que de acuerdo con el decreto 1541 de 1978 que establece en su artículo 36 que toda persona natural o jurídica, pública o privada, requiere concesión para obtener el derecho al aprovechamiento de las aguas, en este caso de uso industrial. La solicitud debe hacerse al Instituto Nacional de los Recursos Naturales y del ambiente -INDERENA-

Fuente: el autor

Monitoreo para el mejoramiento continuo

El Sistema de Gestión Ambiental de SEMITEC SAS, esta integralmente conformado por los capítulos de Evaluación Ambiental de Impactos, Análisis de resultados y discusión, Plan de Manejo Ambiental y Sistema de Gestión Ambiental. Cada uno de los procesos y subprocesos que realiza la empresa en cumplimiento de su objeto social, están engranados por las partes de la política ambiental y objetivos ambientales (Con las metas, actividades e indicadores), los cuales deben ser evaluados por una auditoria externa solicitada una vez

por año por la alta gerencia. La implementación del SGA por la empresa debe estar dirigido por un profesional capacitado, quién ejecuta las metas y actividades, utilizando un presupuesto mensual preestablecido y aprobado por la alta gerencia; y quién dará periódicamente informes de evaluación del cumplimiento del mismo y la apertura de situaciones requeridas para el mejoramiento continuo. Estas evaluaciones periódicas se verifican chequeando el cumplimiento de los indicadores propuestos (Ver tabla 20).

Tabla 20. Lista de chequeo para el seguimiento y monitoreo de los indicadores

Objetivo	Indicadores	Responsables	Si cumple, en cuanto	No cumple, en cuanto	Propuesta de mejoramiento
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					

VoBo, Auditor

Vo Bo, Alta Gerencia

Fecha de aplicación:

Fuente: Autor

Conclusiones

La evaluación de impacto ambiental realizada mediante el método multicriterio Matriz de Leopold permitió establecer que la aplicación de la arena como abrasivo genera grandes cantidades de material particulado que afectan al trabajador provocándole enfermedades respiratorias como la silicosis, que de no tratarse puede causar la muerte; además es un abrasivo no reutilizable que incrementa los costos de operación y de residuos sólidos.

Los impactos ambientales con afectaciones más significativas al ambiente y al trabajador son: el material particulado; la exposición constante afecta la salud del trabajador causándole problemas respiratorios. La contaminación auditiva; aunque no excede los niveles máximos permisibles la exposición constante al ruido puede llegar a ser molesta y generar estrés, lo que por ende disminuye la productividad del trabajador. Por otra parte, en la cabina de pintura se encuentran contaminantes atmosféricos; la exposición constante y por largos periodos de tiempo puede generar problemas de salud al trabajador como mareos náuseas y desmayos.

La documentación del Plan de Manejo sugiere implementar una reconversión tecnológica en la empresa SEMITEC S.A.S. que propende a la disminución y reducción de los impactos ambientales que se presentan actualmente en el desarrollo del proceso productivo. La reconversión sugiere el cambio de abrasivo, así como la instalación de

cabinas de Sandblásting y pintura con sistemas óptimos, que permitan prestar un servicio de calidad y ambientalmente sostenible.

La implementación del Sistema de Gestión Ambiental en la empresa SEMITEC S.A.S. es de vital importancia teniendo en cuenta que es una herramienta que permite evaluar el mejoramiento continuo, mejorar el proceso productivo y por ende prevenir, mitigar, controlar y compensar los impactos ambientales provocados durante la prestación del servicio industria de Sandblásting y acabado en pintura.

Recomendaciones

Con el fin de realizar un monitoreo al mejoramiento continuo de la empresa se recomienda crear el departamento de gestión ambiental siguiendo lo establecido en el decreto 1299 de 2008, esta dependencia debe estar dirigida por un profesional capacitado quien ejecutará actividades disponiendo de un presupuesto establecido.

Para disminuir los niveles de ruido, las emisiones de material particulado y los residuos sólidos generados en la empresa se recomienda aplicar las medidas de manejo ambiental establecidas en las fichas del Plan de Manejo Ambiental, siguiendo lo establecido en el Sistema de Gestión Ambiental formulado.

Con el fin de disminuir los impactos ambientales, las afectaciones al trabajador y los costos de operación, se recomienda realizar una reconversión tecnológica en la que se reemplace la arena por granalla metálica angular. Así como la instalación de cabinas de Sandblásting y pintura que permitan que el proceso productivo sea sustentable.

Para garantizar una minimización de los impactos ambientales y aumentar la producción se recomienda tener en cuenta lo documentado en las matrices de Leopold, el Plan de Manejo Ambiental y de igual manera lo establecido en el Sistema de Gestión ambiental, de igual manera en atención a los cambios surgidos entre las normas ISO 14001:2004 a ISO 14001:2015 e OSHAS 18001 a ISO 45001:2018.

Bibliografía

ABRASIVOS Y MAQUINARIA, S.A. (s.f.). *aymsa.com*. Recuperado el 17 de Enero de 2018, de <http://aymsa.com/producto/granalla-de-acero/>

agricultura, R. d.-m. (26 de Julio de 1978). <http://www.minambiente.gov.co>. Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Decreto_1541_de_1978.pdf

Caire Compresores. (2016). *www.cairecompresores.com*. Obtenido de <https://www.cairecompresores.com/new-inventory>

Celiber. (2012). *www.celiber.com*. Obtenido de <http://www.celiber.com/pintura/cabina-de-pintura-industrial>

Clemco Industries Corp. (Agosto de 2006). *www.clemcoindustries.com*. Obtenido de <http://www.clemcoindustries.com/images/pdfs/22908.pdf>

Clemco Industries Corp. (Mayo de 2013). *www.clemcoindustries.com*. Obtenido de <http://www.clemcoindustries.com/images/pdfs/25324.pdf>

Clemco Industries Corp. (Junio de 2013). *www.clemcoindustries.com*. Obtenido de <http://www.clemcoindustries.com/images/pdfs/21966.pdf>

Clemco Industries Corp. (Enero de 2014). *www.clemcoindustries.com*. Obtenido de <http://www.clemcoindustries.com/images/pdfs/25580.pdf>

Clemco Industries Corp. (Junio de 2015). *www.clemcoindustries.com*. Obtenido de <http://www.clemcoindustries.com/images/pdfs/09292.pdf>

Clemco Industries Corp. (Mayo de 2017). *www.clemcoindustries.com*. Obtenido de <http://www.clemcoindustries.com/images/pdfs/25323.pdf>

Clemco Industries Corp. (2017). *www.clemcoindustries.com* . Obtenido de <http://www.clemcoindustries.com/images/pdfs/28505.pdf>

CYM MATERIALES S.A. (s.f.). *www.cym.com.ar*. Recuperado el Diciembre de 2017, de <https://cym.com.ar/intranet/Abrasivos-Arenado-Granalla-Costos-Comparativos-cym-sandblasting.pdf>

CYM MATERIALES SA. (s.f.). *Granalla de Acero al Carbono Angular-Grit*. Recuperado el Diciembre de 2017, de <https://cym.com.ar/intranet/Abrasivos-granalla-acero-carbono-angular-grit-ficha-tecnica-cym-blasting.pdf>

Duarte, A. C. (2015). *propuesta para el desarrollo de la recolección de datos para el “reemplazo de arenado por granalla”*. Bogotá. Obtenido de <https://repositorio.itc.edu.co/bitstream/001/284/1/TGT009-01-15.pdf>

floodalliance.net. (s.f.). Recuperado el Diciembre de 2017, de <http://repo.floodalliance.net/jspui/bitstream/44111/1679/1/E16910v30p09820C00A ndes0EMFOP098248.pdf>

INDÚSTRIA DE FUNDIÇÃO TUPY LTDA. (s.f.). <http://www.tupy.com.br>. Obtenido de http://www.tupy.com.br/downloads/pdfs/granalhas/grana_esp.pdf

Mena, W. (s.f.). *Academia*. Recuperado el Noviembre de 2017, de <http://www.academia.edu/18521507/Arenado>

Ministerio de Ambiente . (3 de Agosto de 1994). *ministerio de ambiente y desarrollo sostenible*. Obtenido de

http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/1994/dec_1753_1994.pdf

Ministerio de minas y energia, ministerio de ambiente vivienda y desarrollo territorial.

(2004). GUÍA MINERO AMBIENTAL DE MINERÍA SUBTERRÁNEA Y PATIOS DE ACOPIO DE CARBÓN. En E. S.A.. Bogotá: PREPrensa E IMPRESION - ACOSMO GRAFICO.

Ministerio de salud- San José, Costa Rica . (17 de Mayo de 2016).

www.ministeriodesalud.go.cr. Obtenido de <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/noticias/noticias-2016/930-salud-lanza-estrategia-nacional-de-reciclaje>

Montenegro, N. (19 de Octubre de 2012). Emisiones Atmosfericas. Obtenido de

<https://prezi.com/hrvekxsgmh92/emisiones-atmosfericas/>

Mott Macdonald, Ministerio de vivienda. (Enero de 2017). Obtenido de

<http://www.minvivienda.gov.co/Documents/Gu%C3%ADa%20de%20Manejo%20de%20Residuos%202017.pdf>

Oxford University Press. (2018). *Oxford Living Dictionaries*. Obtenido de

<https://es.oxforddictionaries.com/definicion/silicosis>

Sika. (s.f.). *col.sika.com*. Recuperado el diciembre de 2017, de

<https://col.sika.com/es/recubrimientos-metal/recubrimientos-metal/02a029/elementos-fabricados-acero-de-carbono.html>

Sika. (s.f.). *col.sika.com*. Recuperado el Diciembre de 2017, de

<https://col.sika.com/es/recubrimientos-metal/recubrimientos-metal/02a029/elementos-fabricados-acero-de-carbono.html>

Universidad Nacional Rio Negro. (2013). *Universidad Nacional Rio Negro*. Obtenido de

<http://unrn.edu.ar/blogs/matematica1/files/2013/04/5%C2%B0-Matriz-de-Leopold-con-plantilla.pdf>

WESTECO SRL. (s.f.). *www.westeco.com.ar*. Obtenido de

<http://www.westeco.com.ar/productos-seguridad-detalle.php?xIDproducto=298>

ANEXOS

Los anexos se encuentran en archivos de Excel adjuntos a continuación

Anexo A. Modelo Matriz de Leopold

[Modelo Matriz de Leopold](#)

Anexo B. Matriz de Leopold para la identificación de impactos

[Matriz de Leopold para la identificación de impactos](#)

Anexo C. Matriz de Leopold para la descripción de impactos

[Matriz de Leopold para la descripción de impactos](#)

Anexo D. Matriz de Leopold para la clasificación de impactos

[Matriz de Leopold para la clasificación de impactos](#)

Anexo E. Matriz de Leopold para la valoración de impactos

[Matriz de Leopold para la valoración de impactos](#)

Anexo F. Tabla balance de impactos ambientales

Tabla balance de impactos ambientales

Anexo G. Automatización

A continuación, se describen las características fisicoquímicas de las materias primas; también se especifica la maquinaria y equipos necesarios durante el proceso de producción.

Fichas técnicas de materias primas. Las fichas presentan especificaciones técnicas a tener en cuenta para el manejo y disposición final de las materias primas usadas en el proceso productivo aplicación de Sandblásting y pintura en estructuras metálicas (Ver tabla 21, 22, 23)

Tabla 21. Ficha de granalla metálica

Hoja técnica del producto	
Granalla de acero angular	
Descripción	Es un abrasivo que se obtiene mediante un proceso tecnológico con hornos de fusión y composiciones químicas controladas.

Usos	La granalla tiene aplicaciones tales como: remoción de arenas de fundición, decapado de piezas forjadas, laminados planos y redondos, estructuras metálicas, preparación de superficies para pinturas.
Composición	<p>Carbono (C) 0.80 % - 1.20 %</p> <p>Manganeso (Mn)</p> <p>S-110 0.35 % - 1.20 %</p> <p>S-170 0.50 % - 1.20 %</p> <p>≥ S-230 0.60 % - 1.20 %</p> <p>Silicio (Si) > 0.40 %</p> <p>Fósforo (P) ≤ 0.05 %</p> <p>Sulfuro (S) ≤ 0.05 %</p>
Propiedades Físico-químicas	<p>densidad: 230lbs/ft³</p> <p>Densidad aparente: 3,2 -4,0/cm³</p> <p>tamaño de malla: 10-325</p> <p>dureza: 8.0</p>

Fuente: <https://cym.com.ar/intranet/Abrasivos-granalla-acero-carbono-angular-grit-ficha-tecnica-cym-blasting.pdf>

Tabla 22. Ficha imprimante epóxico fosfato de Zinc

Resumen hoja técnica del producto
Imprimante epóxido fosfato de zinc

Descripción	Es un recubrimiento de dos componentes con base en resinas epóxicas y endurecedor poliamida, no contiene pigmentos con base de cromato zinc.
Uso	Para estructuras metálicas, expuestas a ambientes agresivos industriales.
Dosificación	90m ² /galón a un espesor de película seca de 25,4 micrones (0,25 mm).
Características	<ul style="list-style-type: none"> - Buena adherencia al soporte - Buena resistencia química - Buena resistencia a la abrasión - Ecológico - Atoxico

Fuente: <https://col.sika.com/es/recubrimientos-metal/recubrimientos-metal/02a029/elementos-fabricados-acero-de-carbono.html>

Tabla 23. Ficha esmalte uretano serie 36

Resumen hoja técnica del producto	
Esmalte Uretano Serie 36	
Descripción	Recubrimiento de uretano (poliuretano) brillante, tipo alifático de dos componentes, usando una capa de acabado para la protección y

	decoración de estructuras metálicas expuestas a la intemperie y a los rayos UV en ambientes agresivos.
Uso	<ul style="list-style-type: none"> - Protección de superficies metálicas expuestas a la intemperie en ambientes agresivos. - Protección de elementos metálicos expuestos a vapores industriales, polvos, salpiques y derrames de productos químicos y solventes. - Protección de “obra muerta”, cubiertas, entre otras. - Para la protección exterior de tanques, tuberías, maquinarias.
Dosificación	96m ² /galón a un espesor de película seca de 25,4 micrones (0,25 mm).
Características	<ul style="list-style-type: none"> - Excelente dureza y resistencia a la abrasión. - Excelente resistencia a los rayos U.V. - Excelente retención de color y brillo. - No presenta entizamiento.

Fuente: <https://col.sika.com/es/recubrimientos-metal/recubrimientos-metal/02a029/elementos-fabricados-acero-de-carbono.html>

Granalla de acero. Es un abrasivo obtenido del acero a través de proceso de fusión con composiciones químicas controladas. Del proceso primario de fabricación se obtienen

partículas redondeadas que constituyen las granallas de acero esféricas (shot). Estas partículas en el estado de mayor diámetro se parten formando así la granalla de acero angular de 0,2 mm (grit).²²

Para trabajos donde se reemplaza el uso de arena, se utilizan exclusivamente granallas angulares. Una partícula de granalla angular presenta aristas y puntas y al ser proyectada trabaja como una herramienta que clava y arrastra en la superficie a procesar.

Este abrasivo es seleccionado de acuerdo al trabajo a realizar, no solo por el tamaño de la partícula²³ (Ver tabla 24). La granalla es altamente reciclable, puede ser usada desde 700 a 5000 veces conforme al diámetro, tipo y dureza de abrasivo utilizado. Al ser partículas de acero templado y revenido no provoca ningún problema de contaminación en la superficie de trabajo.

El polvo producido en la operación es solo básicamente el resultado de los materiales removidos sobre la superficie a tratar. Debido a que no absorbe humedad, la granalla de acero no requiere de un secado previo y al ser todas las partículas de similar granulometría, producen un trabajo totalmente uniforme. La granalla cuenta con dos tipos, S Y G, usada para granalla esférica y para granalla angular respectivamente (Ver tabla 25), sus

²² <https://cym.com.ar/intranet/Abrasivos-Arenado-Granalla-Costos-Comparativos-cym-sandblasting.pdf>

²³ <https://cym.com.ar/intranet/Abrasivos-Arenado-Granalla-Costos-Comparativos-cym-sandblasting.pdf>

características y composición química permiten conocer los diferentes elementos que la componen, así como su dureza, color, densidad y forma.(Ver tabla 25).

Tabla 24. Aplicaciones de granallas esféricas y angulares

ESFERICAS		ANGULARES		APLICACIONES GENERALES
Tamaño (SAE)	Rugosidad	Tamaño	Rugosidad	
S-660	Rugosidad muy alta a alta	G-12	Rugosidad muy alta	1- Remoción de escama espesa o tenaz; 2- Limpieza de fundidos de acero o hierro, de grandes dimensiones.
S-550 S-460 S-390	Rugosidad alta a mediana	G-14 G-16 G-18	Rugosidad Alta	1- Limpieza de fundidos medianos de acero; 2- Remoción de capas espesas de tinta o óxido (*); 3- Limpieza de fundidos espesos de hierro gris, nodular, etc. 4- Granallado de cilindro laminador (*); 5- Remoción de escamas de zoquetes, de chapas gruesas y placas
S-330 S-280 S-230	Rugosidad Mediana a baja	G-25	Rugosidad Baja	1- Limpieza de fundidos livianos de acero; 2- Limpieza de fundidos medianos de hierro gris, maleable y nodular y de no ferrosos; 3- Remoción de escama de piezas tratadas térmicamente, forjados medianos, chapas gruesas, finas y estructurales; 4- Preparación de tanques de agua caliente antes de la esmaltación (*); 5- Remoción de tintas y óxido (*); 6- Granallado de cilindro laminador (*);
S-170 S-110	Rugosidad baja a muy baja	G-40 G-50 G-80	Rugosidad Baja	1- Limpieza de fundidos livianos de acero; 2- Remoción de escama de barras, bobinas, forjadas livianas, piezas tratadas térmicamente, tubos, chapas finas, tiras e inoxidable 3- Remoción de tinta y óxido liviano (*); 4- Limpieza de piezas maquinadas; 5- Granallado de cilindro laminador (*);
-----	-----	G-120	Rugosidad Muy Baja	1 - Limpieza de piezas fundidas ferrosas e no ferrosas muy pequeñas; 2- Remoción de capas finas de tinta, óxido y escama (*); 3- Limpieza de piezas fundidas en coquilla o pequeñas piezas maquinadas; 4- Limpieza y preparación de moldes para vidrio y para fundición en coquilla (*); 5- Granallado de cilindro laminador (*);
(*) solamente com granalla angular				

Fuente: http://www.tupy.com.br/downloads/pdfs/granalhas/grana_esp.pdf

Tabla 25. Especificaciones técnicas de la granalla.

GRANULOMETRÍA			COMPOSICIÓN QUÍMICA		CARACTERÍSTICAS	
esférica	mm.	angular	C	0,85 – 1,20 %	Dureza	46-51 HRC
S-70	0,2	G-80	Mn	0,60 – 1,20 %	Otras durezas	53-57 y >64 HRC
S-110	0,3	G-50	Si	0,40 – 1,50 %	Color	acero
S-170	0,4	G-40	S	0,05 %	Densidad	7,4 g/cm ³
S-230	0,6	–	P	0,05 %	Forma	esférica o angular
S-280	0,7	G-25				
S-330	0,8	–				
S-390	1,0	G-18				
S-460	1,2	G-16				
S-550	1,4	G-14				
S-660	1,7	G-12				
S-780	2,0	G-10				

Fuente: <http://aymsa.com/producto/granalla-de-acero/>

-. Tipo de acabado. Se recomienda el uso de granallas angulares ya que se obtiene una superficie más rugosa que permite un mayor anclaje de la pintura²⁴.

-. Grado de acabado superficial. Experimentalmente, se verifica que la presencia de granallas gruesas en el chorro sirve para romper las películas de escama, los óxidos en la superficie de la pieza mientras las granallas medianas y finas sirven para limpiar y dar acabado a la superficie²⁵.

²⁴ http://www.tupy.com.br/downloads/pdfs/granalhas/grana_esp.pdf

²⁵ http://www.tupy.com.br/downloads/pdfs/granalhas/grana_esp.pdf

La granalla tiene un diámetro de 0,2 mm y su porcentaje de desgaste es de 0,001%, haciendo la conversión $\frac{0,2*0,001\%}{100} = 0,000002\%$ De desgaste por cada 500 veces que se aplique, lo que quiere decir que el desgaste es muy poco. La granalla viene en sacos de plástico de 25kg que deben ser almacenados sobre pallets o estivas para proteger de la lluvia y la humedad²⁶.

Para disminuir la generación de material particulado que se presenta actualmente se sugiere realizar un cambio de abrasivo de arena a granalla metálica ya que esta es más rentable teniendo en cuenta que puede reutilizarse de 700 hasta 5000 veces. Para lo que se realiza una comparación de las principales características de los dos abrasivos (Ver tabla 26, 27). Para el proceso de Sandblástring en una estructura pequeña de 11m², se necesitan 5.06 horas de trabajo; La cantidad de granalla utilizada es menor en comparación con la arena.

Para llevar a cabo el proceso de aplicación de Sandblástring en la empresa de SEMITEC S.A.S se deben comprar alrededor de 10 toneladas de arena por mes; 1 m² cuesta \$90.000 + \$50.000 de acarreo para lo que 1m² arena cuesta \$140.000. Teniendo en cuenta que se usa una volqueta de dos ejes se deben hacer 3 viajes, es decir que 10 toneladas de arena tendrán un valor total de \$420.000.

La granalla tiene un costo menor de aplicación en comparación con la arena según comparaciones de consumo de abrasivo, costo y producción. (Ver tabla 28).

²⁶ <http://aymsa.com/producto/granalla-de-acero/>

Tabla 26. Principales características de la arena y la granalla

Abrasivo	Tipo	Forma	Dureza	Densidad	Sílice Libre	Mallas	Factor de reutilización
Arena	Sílice	Irregular redondeada	5-6 MOHS	1600 Kg/m ³	90 %	6-300	1 vez
Granalla de acero	Metálica	Angular	40 a 68 RC	4000 Kg/m ³	0	18-200	De 700 a 5000 veces

Fuente: [https://cym.com.ar/intranet/Abrasivos-Arenado-Granalla-Costos-](https://cym.com.ar/intranet/Abrasivos-Arenado-Granalla-Costos-Comparativos-cym-sandblasting.pdf)

[Comparativos-cym-sandblasting.pdf](https://cym.com.ar/intranet/Abrasivos-Arenado-Granalla-Costos-Comparativos-cym-sandblasting.pdf)

Tabla 27. Características de comparación

Abrasive Characteristic Comparison

Material	Mesh Size	Shape	Density lbs/ft ³	Mohs	Friability	Initial Cost	No. of Cycles	Per Use Cost	Source	Typical Applications
Sil. Sand †	6-270	★	100	5.0-6.0	high	low	1	med.	nat.	Outdoor blast cleaning
Min. Slag	8-80	★	85-112	7.0-7.5	high	med.	1-2	med.	b-p	Outdoor blast cleaning
Steel Grit	10-325	★	230	8.0	low	high	200+	med.	mfg.	Removing heavy scale
Steel Shot	8-200	●	280	8.0		high	200+	low	mfg.	Cleaning, peening
Al. Oxide	12-325	★	125	8.0-9.0+	med.	high	6-8	med.	mfg.	Cleaning, finishing, deburring, etching
Glass Bead	10-400	●	85-90	5.5	med.	med.	8-10	low	mfg.	Cleaning, finishing
Plastic	12-80	★	45-60	3.0-4.0	low/med.	high	8-10	med.	mfg.	Paint stripping, deflashing, cleaning
Wheat Starch	12-80	★	45	3.0	med.	med.	12-15	high	mfg.	Paint, adhesive removal; composites
XL-Corn Hybrid Polymer	16-60	★	45	3.0	low	high	14-17	med.	mfg.	Composite paint removal, adhesive deflash
Corn Cob	8-40	★	35-45	2.0-4.5	med.	low	4-5	low	b-p	Removing paint from delicate surfaces

★ = Angular ● = Spherical nat. = Natural b-p = By-product mfg. = Manufactured
 † Consult OSHA regulations before using silica sand as a blast abrasive.

Fuente: ©2007 Clemco Industries Corp. • Washington, MO 63090 •

www.clemcoindustries.com

Tabla 28. Costo de producción y duración de boquillas

Tipo de Abrasivo	Producción	Consumo de Abrasivo (1)		Costo abrasivo		Duración de boquillas	Generación de polvo
	m ² /hr	Kgr/hr.	Kgr/m ²	u\$s/kgs (2)	u\$s/m ² (3)	Horas	
Granalla de acero "Sablacier"	20	5	0.25	\$ 0.80	\$ 0.20	700	Muy baja formación de polvo
Granalla de acero Angular "G40E"	15	5	0.33	\$ 0.80	\$ 0.26	1200	
Arena	10	400	40	\$ 0.09	\$ 3.60	300	Muy Alta formación de polvos

Notas:

(1) El consumo de abrasivo es promediado. El mismo puede variar conforme sea la calidad, la dureza, velocidad de impacto, etc.

(2) El costo promedio de los abrasivos es estimado y varía conforme los distintos proveedores.

Fuente: [https://cym.com.ar/intranet/Abrasivos-Arenado-Granalla-Costos-](https://cym.com.ar/intranet/Abrasivos-Arenado-Granalla-Costos-Comparativos-cym-sandblasting.pdf)

[Comparativos-cym-sandblasting.pdf](https://cym.com.ar/intranet/Abrasivos-Arenado-Granalla-Costos-Comparativos-cym-sandblasting.pdf)

Costos

Cantidad de Granalla para una estructura de 11m²

$$\frac{11m^2 * 5kg}{15m^2} = 3,66 kg$$

Costo en dólares = U\$2,933

Costo en pesos colombianos: \$8.800

La aplicación de Sandblásting en la empresa SEMITEC S.A.S actualmente cuesta \$20.000 m².

Boquilla

Tiene como función acelerar el aire y el abrasivo a medida que la mezcla sale del extremo de la manguera. El estrechamiento y la longitud de entrada y salida de la boquilla. La composición del material del forro determina su resistencia al desgaste.

-. Requisitos para la operación. Las boquillas están dimensionadas por el diámetro de sus orificios, el diámetro interno es más pequeño. Una boquilla n°2 tiene un orificio de 2/16 de pulgada (1/8 de pulgada), una boquilla n° 3 tiene un orificio de 3/16 de pulgada. El tamaño del orificio de la boquilla determina el consumo de abrasivo y aire²⁷ (ver tabla 29). Al elegir la boquilla se debe tener en cuenta la cantidad de aire disponible en pies cúbicos por minuto (CFM), la capacidad de la máquina de chorro, el diámetro interior de la tubería, las mangueras de aire y de chorreado. Para un rendimiento óptimo, estos elementos deben ser de tamaño compatible²⁸ (Ver tabla 30). La selección de la boquilla adecuada es importante si se quiere conseguir un acabado perfecto, ya que si se usa una boquilla muy grande para el compresor, se producirá baja presión en el chorro. Si se usa una boquilla muy grande para la manguera de chorro, se producirá un desgaste rápido en la manguera de chorro. Si se usa una boquilla muy pequeña, será difícil lograr un flujo suave de los medios²⁹ (Ver imagen 18).

²⁷ <http://www.clemcoindustries.com/images/pdfs/28505.pdf>

²⁸ <http://www.clemcoindustries.com/images/pdfs/28505.pdf>

²⁹ <http://www.clemcoindustries.com/images/pdfs/28505.pdf>

-. Descripción de la operación. El operador debe insertar la arandela de la boquilla en un soporte y atornilla la boquilla girándola a mano, hasta que se asiente firmemente contra la arandela. Una vez se han alistado, ensamblado y probado todos los equipos correctamente, el operador apunta la boquilla hacia la superficie que se va a chorrear y presiona la manija del control remoto para comenzar la voladura. El operador sostiene la boquilla y la mueve suavemente a una velocidad que produce la limpieza deseada, cada pasada debe aplicarse ligeramente³⁰. El operador debe reemplazar la boquilla una vez que el orificio se desgasta 1/16 de pulgada más allá de su tamaño original³¹.

Tabla 29. Consumo de aire y abrasivo

Nozzle Orifice	Pressure at the Nozzle (psi)								Air (in cfm) Abrasive & HP Requirements
	50	60	70	80	90	100	125	140	
No. 4 (1/4")	47	54	61	68	74	81	98	110	Air (cfm)
	2.68	3.12	3.54	4.08	4.48	4.94	6.08	6.81	Abrasive (cu.ft/hr & Lbs/hr)
	268	312	354	408	448	494	608	681	Compressor hp
No. 5 (5/16")	11	12	14	16	17	18	22	25	Air (cfm)
	77	89	101	113	126	137	168	188	Abrasive (cu.ft/hr & Lbs/hr)
	4.68	5.34	6.04	6.72	7.40	8.12	9.82	11.0	Compressor hp
No. 6 (3/8")	468	534	604	672	740	812	982	1100	Air (cfm)
	18	20	23	26	28	31	37	41	Abrasive (cu.ft/hr & Lbs/hr)
	108	126	143	161	173	196	237	265	Compressor hp
No. 7 (7/16")	6.68	7.64	8.64	9.60	10.52	11.52	13.93	15.60	Air (cfm)
	668	764	864	960	1052	1152	1393	1560	Abrasive (cu.ft/hr & Lbs/hr)
	24	28	32	36	39	44	52	58	Compressor hp
No. 8 (1/2")	147	170	194	217	240	254	314	352	Air (cfm)
	8.96	10.32	11.76	13.12	14.48	15.84	19.31	21.63	Abrasive (cu.ft/hr & Lbs/hr)
	896	1032	1176	1312	1448	1584	1931	2163	Compressor hp
No. 8 (1/2")	33	38	44	49	54	57	69	77	Air (cfm)
	195	224	252	280	309	338	409	458	Abrasive (cu.ft/hr & Lbs/hr)
	11.60	13.36	15.12	16.80	18.56	20.24	24.59	27.54	Compressor hp
No. 8 (1/2")	1160	1336	1512	1680	1856	2024	2459	2754	Air (cfm)
	44	50	56	63	69	75	90	101	Abrasive (cu.ft/hr & Lbs/hr)
									Compressor hp

Fuente: <http://www.clemcoindustries.com/images/pdfs/28505.pdf>

³⁰ <http://www.clemcoindustries.com/images/pdfs/28505.pdf>

³¹ <http://www.clemcoindustries.com/images/pdfs/28505.pdf>

Tabla 30. Guía de compatibilidad de componentes

Component Compatibility Guide						
No.	Nozzle Orifice	Recommended cfm Range	Min. Blast Machine Capacity	Min. Piping ID	Blast Hose ID	Min. Air Hose ID
4	1/4"	81-137	2ft ³	1"	1" or 1-1/4"	1-1/4"
5	5/16"	137-196	3ft ³	1"	1" or 1-1/4"	1-1/4"
6	3/8"	196-254	6ft ³	1-1/4"	1-1/4"	1-1/2"
7	7/16"	254-338	6ft ³	1-1/4"	1-1/4" or 1-1/2"	2"
8	1/2"	338-548	6ft ³	1-1/4"	1-1/2"	2"

Fuente: <http://www.clemcoindustries.com/images/pdfs/28505.pdf>



Aluminum Contractor Thread

Brass 1-1/4" Thread

Imagen 18. Boquillas usadas para el proceso de Sandblásting.

Fuente: Clemco industries Corp. Washington, MO 63090 • www.clemcoindustries.com

Cabina Sandblásting

Con estilo de columna atornillada que ofrece mayor resistencia estructural por qué usa paneles atornillables prefabricados y fijados a un marco de acero, los paneles de las

paredes son de acero galvanizado calibre 10, cuenta con luces brillantes, generalmente entre 50 y 80 lúmenes, instaladas en el techo para la iluminación general o en las paredes para una iluminación sin sombras o si se prefiere se pueden combinar³². Cuenta con dos puertas de tipo batiente y a un lado contara con una puerta enrollable de goma, además contara con una puerta personal que además de servir como salida de emergencia facilita la entrada y salida de un operador o supervisor³³. Esta cabina se realizara por pedido especial debido a que actualmente existe una infraestructura. (Ver imagen 19)



- | | |
|---|------------------------------|
| 1. Interior de la cabina | 4. Iluminación de la cabina |
| 2. Estilo de cabina (columna atornillada) | 5. Puerta de emergencia |
| 3. Puertas tipo batiente | 6. Puerta enrollable de goma |

Imagen 19. Estilo de la estructura de la cabina de Sandblásting

Fuente: <http://www.clemcoindustries.com/images/pdfs/09292.pdf>

³² <http://www.clemcoindustries.com/images/pdfs/09292.pdf>

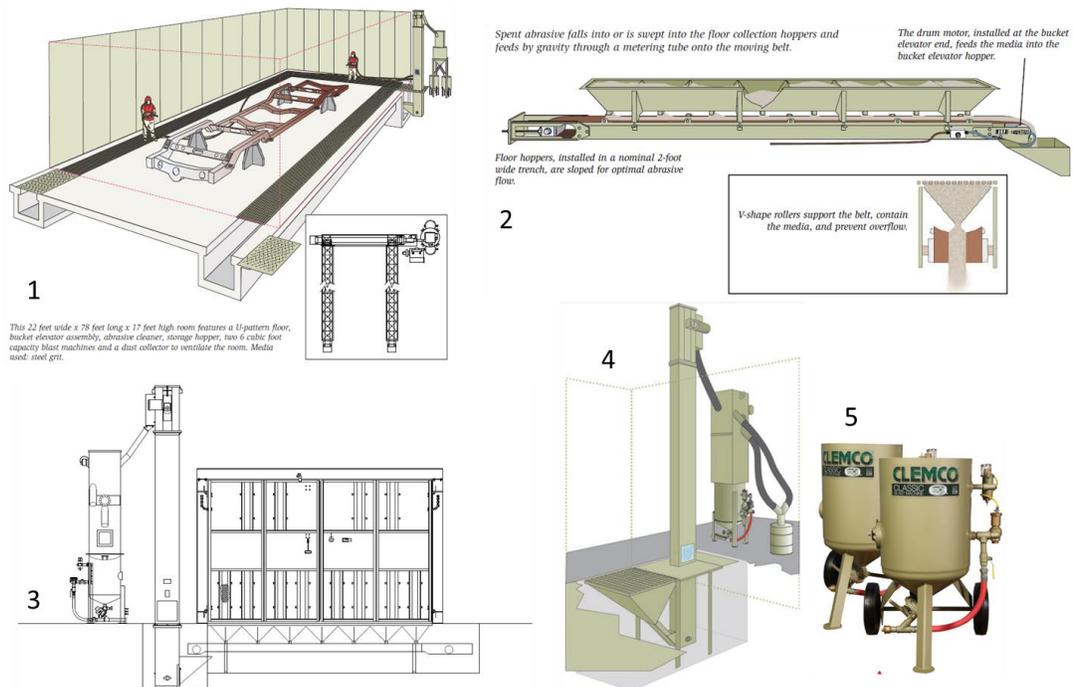
³³ <http://www.clemcoindustries.com/images/pdfs/09292.pdf>

Sistema de recuperación de abrasivo

Tipo transportador de banda, es un sistema de recuperación que permite optimizar el proceso productivo y reutilizar el abrasivo, es un sistema sencillo, confiable, de bajo mantenimiento, de bajo costo de operación, cuenta con un sistema mecánico simple adecuado para granalla de acero, compuesto por tolvas de recuperación, rejillas de piso, un motor de tambor para las correas, un cubo elevador y un limpiador de abrasivo por aire. Las tolvas se instalan en una zanja cubierta con rejillas de setenta centímetros (70 cm) de ancho y 375 kg/m^2 de carga uniforme, inclinadas para que haya un flujo de abrasivo óptimo, la profundidad de la zanja depende de la configuración del sistema, el abrasivo cae dentro de las tolvas de recolección del piso y es arrastrado por la gravedad a través de un tubo de medición hacia la cinta de movimiento. Las tolvas están construidas con acero resistente de calibre 10, el conjunto de elevador de cangilones cuenta con una cinta de 10 cm de ancho, 1 motor de 1Hp, correa de PVC reforzada y resistente, también cuenta con cubos de polietileno liviano. El motor de tambor de accionamiento de correa de 1-1/2 Hp, está instalado en el externo del elevador de cangilones y alimenta la tolva del elevador de cangilones³⁴. El sistema de recolección será de área parcial en un patrón de U, con un elevador de cangilones, un limpiador de abrasivo, una tolva de almacenamiento, dos máquinas de chorreado de 6 pies cúbicos de capacidad y un colector de polvo para ventilar la habitación. El limpiador de abrasivo con lavado de aire tiene un motor de 1/4 Hp, el almacenamiento de abrasivo es de $0,45\text{m}^3$ total. La tolva de chorreado tiene 200 lts de

³⁴ <http://www.clemcoindustries.com/images/pdfs/25323.pdf>

capacidad, 24" de diámetro con un control remoto neumático, manguera de 15 mts con conexiones y boquilla TXP – 6. La tolva cuenta con una cabeza cóncava donde almacena el abrasivo para cargar, la parte inferior es cónica y garantiza un flujo abrasivo suave y un vaciado completo, tiene una presión de 159 psi³⁵ (Ver imagen 20). Esta máquina se selecciona para que el trabajador tenga un tiempo de trabajo de 30 minutos.



1. Tipo de diseño área parcial de recolección
2. Sistema de recuperación
3. Vista lateral sistema de recuperación

4. Tipo del sistema de recolección
5. Granalladora

Imagen 20. Sistema de recolección de abrasivo

Fuente: <http://www.clemcoindustries.com/images/pdfs/25323.pdf>

³⁵ <http://www.clemcoindustries.com/images/pdfs/22908.pdf>

Colector de polvo

Se selecciona de acuerdo al área de la bodega con el fin conocer el volumen del aire que se debe desplazar dentro del cuarto, este se da en pies cúbicos por minuto (CFM) para lo que se realizan los siguientes cálculos.

Área de sector circular

$$\text{Area Sector Circular} = \frac{\theta \times \pi \times r^2}{360^\circ}$$

$$ASC = \frac{130^\circ \times \pi \times (5.25)^2}{360^\circ}$$

$$ASC = \frac{130^\circ \times \pi \times 27,6}{360^\circ}$$

$$ASC = \frac{65 \times \pi \times 27,6}{180}$$

$$ASC = \frac{5636,030}{180}$$

$$ASC = 31,31 \text{ CFM}$$

Volumen de aire Bodega

vol de aire = w × h × velocidad de despejar cortina aire para granalla

$$volumen de aire = 10,5 \times 3,45 \times 60$$

$$volumen de aire = 2173,5 \text{ CFM}$$

Arco bodega

vol de aire = w × h × velocidad de despejar la cortina de aire para la granalla

$$volumen de aire = 31,31 \times 60$$

$$volumen de aire = 1878,6 \text{ CFM}$$

$$\mathbf{Volumen total = 4052,1 \text{ CFM}}$$

De acuerdo con los resultados se establece que el colector de polvos adecuado para la bodega es el colector modelo número 6, este trabaja máximo con 6000 CFM, cuenta con 12 cartuchos, 1 tambor, un extractor de aproximadamente 15 HP, su montaje y tipo de extractor cuenta con una tapa superior con transmisión directa y cuenta con una entrada. Las dimensiones del colector son: 50 pulgadas de ancho, 86 pulgadas de profundidad y 192 pulgadas de alto y pesa 1088.62 kg (Ver imagen 21).

El cartucho de filtro está elaborado con celulosa / poliéster, la suspensión exterior tiene malla de alambre. El flujo de aire máximo por cartucho es de 500 CFM. El límite de presión es de 22-in HG. La permeabilidad es de 2 CFM por 1 pie cuadrado de medios filtrantes. Cada cartucho (código RS 23744) tiene 252 pies cuadrados de filtro y mide 14 "de diámetro x 26" de largo.

Nota: El acondicionador de cartucho (código RS 23771 - no incluido) debe ser usado cuando se instalan los cartuchos nuevos para obtener una mayor vida útil del cartucho.

El manómetro diferencial monitorea la presión entre el lado limpio y sucio de los filtros para simplificar la configuración del colector.

El temporizador ajustable controla el tiempo de 'apagado' del pulso del cartucho. El 'A tiempo' está preestablecido; y el 'Fuera de tiempo' determina el tiempo entre pulsos.

1 CDF-4

Ensuring adequate ventilation protects workers and neighbors, safeguarding worker health and protecting the environment.

Dust-laden air is pulled into the filter housing

Optional explosion vent

Cartridges are automatically reverse-pulse cleaned

Ducting to pull-through exhaustor (not shown)

Rugged discharge valve allows precise control of disposable material.

Dust and debris fall into a drum for disposal

Model Number	Max CFM	No. of Cartridges	Filter Media Area (Sq Ft)	No. of Drums	Approx. Exhauster HP*	Exhauster Mount & Type	No. of Inlets	Dimensions/ w x d x h (Inches)	Weight in lbs
4	4,000	8	2,016	1	10	Top, direct drive	1	50 x 86 x 172	2,000
6	6,000	12	3,024	1	15	Top, direct drive	1	50 x 86 x 192	2,400
8	8,000	16	4,032	1	20	Top, direct drive	1	50 x 86 x 212	2,800
12	12,000	24	6,048	2	20	Floor, belt drive	2	90 x 86 x 167	4,400
16	16,000	32	8,064	2	30	Floor, belt drive	2	90 x 86 x 187	5,100
18	18,000	36	9,072	3	30	Floor, belt drive	3	130 x 86 x 167	6,400
24	24,000	48	12,096	3	50	Floor, belt drive	3	130 x 86 x 187	7,400
32	32,000	64	16,128	4	75	Floor, belt drive	4	170 x 86 x 187	9,700
40	40,000	80	20,160	5	75	Floor, belt drive	5	210 x 86 x 187	12,000
48	48,000	96	24,192	6	100	Floor, belt drive	6	250 x 86 x 187	14,300
56	56,000	112	28,224	7	100	Floor, belt drive	7	290 x 86 x 187	16,600
64	64,000	128	32,256	8	125	Floor, belt drive	8	330 x 86 x 187	18,900
72	72,000	144	36,288	9	125	Floor, belt drive	9	370 x 86 x 187	21,200
80	80,000	160	40,320	10	150	Floor, belt drive	10	410 x 86 x 187	23,500

2

3

4

Each filter cartridge has 252 square feet of filter area with an efficiency rating of 99.7% for submicron (0.3) particulate.

Structural steel cartridge supports self-align cartridges for easy removal and replacement.

1. Colector de polvos
2. Características del colector
3. Filtro
4. Cartucho del filtro

Imagen 21. Diseño colector de polvos

Fuente: <http://www.clemcoindustries.com/images/pdfs/25324.pdf>

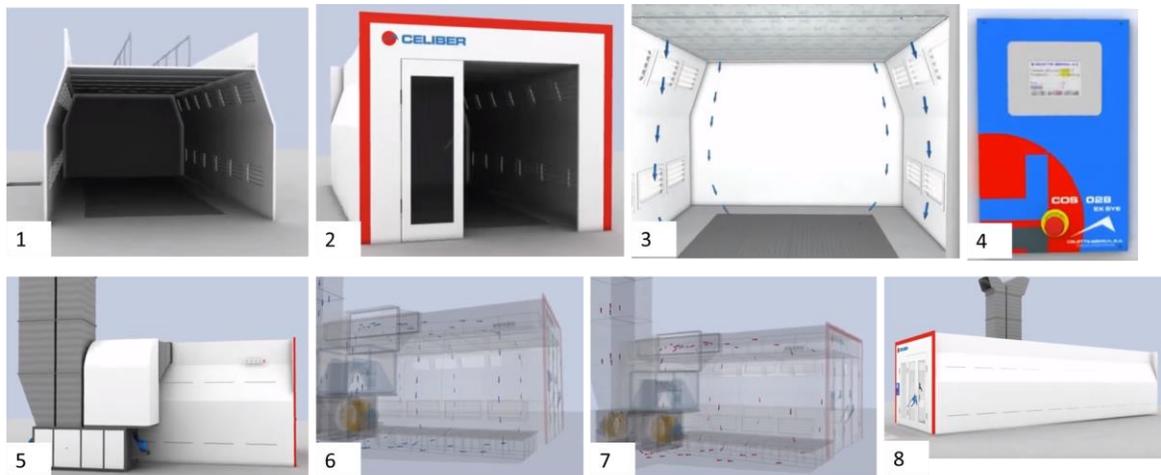
Cabina de pintura

Paneles de una sola pieza, se montan mediante el sistema de machihembrado; tiene en su interior lana de roca (Polvo de roca volcánica) de alto rendimiento (145 Kg/m^3) lo que la hace incombustible al fuego, Internamente el panel tiene una estructura de refuerzo para que no se necesite ningún elemento de fijación teniendo como resultado un paso del aire completamente limpio, ya que no existen obstáculos que puedan crear turbulencias en el aire o acumulación de partículas.

La cabina de pintura cuenta con puertas seccionales para facilitar el ingreso de estructuras a la cabina, la transmisión directa es de accionamiento directo entre el eje del motor y la turbina, sin correas, ni poleas, cuenta con palas grandes para facilitar el mantenimiento y limpieza. Tiene rejillas reforzadas con diferentes capacidades, gran cantidad de opciones para aspirar aire. Contará con flujo de aire Downdraft, la iluminación es mediante pantallas electrónicas LED con un aporte de luz de hasta 2.500 LUX y luz blanca pura, genera menos consumo eléctrico y duración de por vida, tiene una durabilidad de aproximadamente 80.000 horas de uso. El cuadro de mandos, cuenta con pantalla táctil de fácil manejo y programación, control automático de todas las variables³⁶ (Ver imagen 22).

³⁶ <http://www.celiber.com/pintura/cabina-de-pintura-industrial>

La aplicación de pintura en una estructura cuesta \$12.000 por m² y se usan alrededor de 5 galones de pintura al mes.



- | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Estructura y vista interna | 5. Vista succionador y quemadores |
| 2. Vista frontal | 6. Circulación aire frio |
| 3. Salida de aire | 7. Circulación aire caliente |
| 4. Pantalla táctil | 8. Vista lateral |

Imagen 22. Cabina de pintura

Fuente: <http://www.celiber.com/pintura/cabina-de-pintura-industrial>

Anexo H. Equipo de protección personal

Para contrarrestar los efectos negativos en la salud del trabajador, se hace necesario el uso adecuado de elementos de protección personal en cada uno de los procesos de producción.

El operario debe contar con el siguiente equipamiento: overol de tipo enterizo garantiza la protección del trabajador contra el abrasivo que rebota. Los guantes de cuero para proteger al operario de que sufra afectaciones en las manos, botas. El tapabocas tipo semi-mascara que garantiza una perfecta protección respiratoria contra partículas sólidas

como polvos y diversos tipos de gases³⁷, del operario de los gases y vapores generados en el proceso de producción. El uso de tapa oídos se da de acuerdo al área en la que se encuentre el operario, existen diferentes tipos de protectores auditivos, los protectores a usar son protectores tipo copa, plug-flex y protector auditivo tipo tapón³⁸. El casco respirador definido por el instituto nacional de seguridad y salud ocupacional (NIOSH) para el chorreado con abrasivo, es usado como fuente de aire y protección del trabajador contra el rebote del abrasivo. El monitor de CO₂, es un monitor aprobado por la NIOSH, acondicionador de aire para asegurar la protección del operador. El monitor personal CMS-3, que se monta dentro del respirador Apollo³⁹ Envía una advertencia inmediata a quien lleva puesto el respirador⁴⁰. El tubo de control de clima, proporciona hasta 50° de enfriamiento es un tubo de aluminio al que se le hace un mantenimiento interno⁴¹. La capa protectora de cuello y hombros, es una capa gris que protege el cuello, los hombros y el pecho del trabajador de los abrasivos que se desprenden (Ver imagen 23)

³⁷ <http://www.westeco.com.ar/productos-seguridad-detalle.php?xIDproducto=298>

³⁸ <file:///F:/trabajo%20de%20grado%20UNAD/epp/proteccionauditiva.pdf>

³⁹ <http://www.clemcoindustries.com/images/pdfs/25580.pdf>

⁴⁰ <http://www.clemcoindustries.com/images/pdfs/09292.pdf>

⁴¹ <http://www.clemcoindustries.com/images/pdfs/21966.pdf>



- | | | |
|-------------------|---------------------|-----------------------------|
| 1. Overol y botas | 4. Tapa oídos | 7. Monitor de CO2 |
| 2. Gafas | 5. Guantes | 8. Tubo de control de clima |
| 3. Tapabocas | 6. Casco respirador | |

Imagen 23. Elementos de protección personal

Fuente: © 2014 Clemco Industries Corp. • Washington, MO 63090 •

Anexo I. Residuos

El manejo y disposición final de residuos sólidos y líquidos se hace teniendo en cuenta su composición y posibilidad de utilización, estos se dividen en dos grupos, no aprovechables y aprovechables.

Residuos no aprovechables

Se considera a los materiales u sustancia solida o semisólida de origen orgánico e inorgánico, que no proviene de actividades domésticas, industriales, comerciales que no ofrecen ninguna posibilidad de aprovechamiento reutilización o reincorporación⁴².

Residuos sólidos aprovechables

Es cualquier material, objeto, sustancia o elemento solido que no tiene valor de uso directo o indirecto para quien lo genere pero que es susceptible a incorporación a un proceso productivo⁴³.

Residuos peligrosos

Son los que por sus características infecciosas toxicas, explosivas, corrosivas, inflamables, volátiles, consumibles radiactivas o reactivas pueden causar riesgo a la salud humana o deteriorar la calidad ambiental hasta niveles que causen riesgo a la salud humana⁴⁴.

42

<http://www.minvivienda.gov.co/Documents/Gu%C3%ADa%20de%20Manejo%20de%20Residuos%202017.pdf>

43

<http://www.minvivienda.gov.co/Documents/Gu%C3%ADa%20de%20Manejo%20de%20Residuos%202017.pdf>

44

<http://www.minvivienda.gov.co/Documents/Gu%C3%ADa%20de%20Manejo%20de%20Residuos%202017.pdf>

El manejo integral de residuos implica la planeación, y cobertura de las actividades relacionadas con los residuos desde la generación hasta la disposición final, por eso es necesario tener en cuenta los componentes del manejo integral de residuos (Ver imagen24).

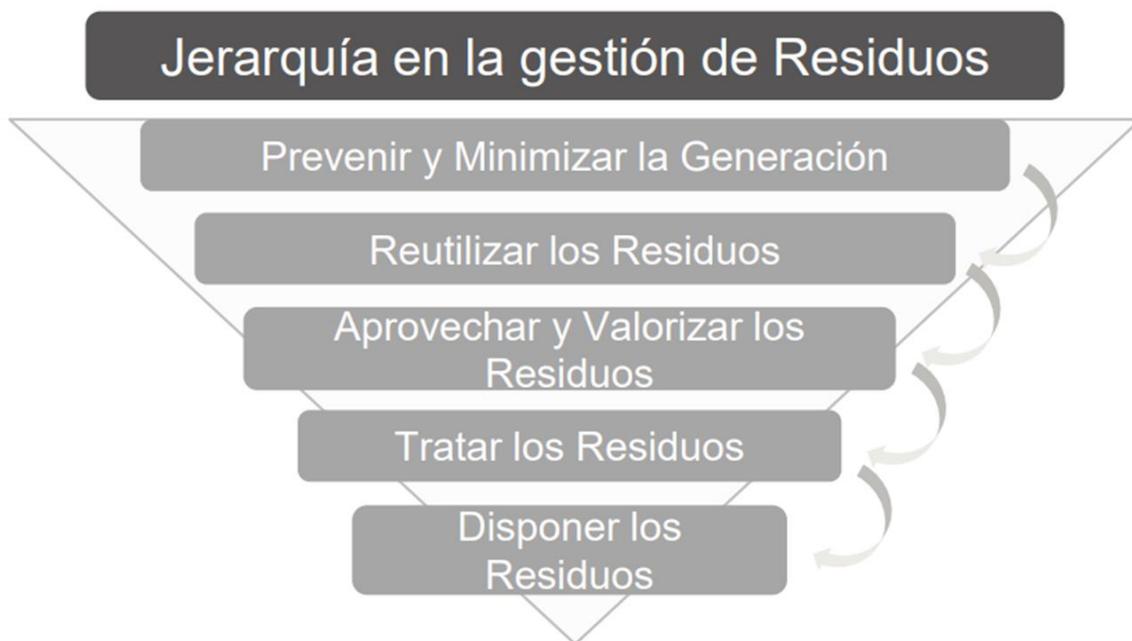


Imagen 24. Componente del manejo integral de residuos

Fuente: <http://www.minvivienda.gov.co/Documents/Gu%C3%ADa%20de%20Manejo%20de%20Residuos%202017.pdf>

Residuos generados en las áreas de la empresa SEMITEC S.A.S. actualmente son:

-. Área administrativa: papel de bajo gramaje, cartón de caja de embalaje de papel y plástico de baja densidad.

-.Patio de llegada: plástico de baja densidad, papel de bajo gramaje.

- Cabina de Sandblásting: empaque de la granalla sacos de plástico de 25 kg y contaminantes de la estructura limpiados en el proceso

- Cabina de pintura: Residuos líquidos: sustancias epóxicas, residuos de pintura, disolventes. Residuos sólidos: cartones envases de pintura.

El manejo y disposición final para los residuos generados en la empresa se llevara a cabo de la siguiente manera

Cabina de Sandblásting

El manejo para los contaminantes de la estructura limpiados se hace llevándolos por el recuperador de abrasivo, allí se separa la granalla de los contaminantes limpiados por medio de un tamiz rotativo, que posteriormente lleva los residuos al colector de polvos, allí pasan por filtros que mediante un “estornudo” hace que el polvo caiga por gravedad a una caneca. Posteriormente los residuos se les hace un proceso de separación mecánica, esta se puede llevar a cabo en el tamiz rotativo del colector de abrasivo, una vez hecha la separación mecánica, se hace una separación electrostática, que consiste en pasar los residuos no metálicos por un filtro de manga normal con placa electrostática, para separar totalmente los residuos metálicos de los no metálicos.

La disposición final de los residuos metálicos se hace mediante la venta a un comprador externo que pueda usarlos como materia prima para otros procesos. Mientras

que la disposición final de los residuos no metálicos se hace en la escombrera del relleno sanitario del municipio.

Cabina de pintura

Teniendo en cuenta que actualmente la empresa SEMITEC S.A.S compra 5 galones de pintura al mes se plantea realizar el siguiente manejo y disposición final de los residuos líquidos como sustancias epóxicas, residuos de pintura, disolventes, se hará en el área establecida para abrir las pinturas, allí se encuentra un recipiente que contara con una ficha técnica que especifique la fecha de apertura, el color y el almacenamiento específico, este recipiente (tarro) será dispuesto en un armario de almacenamiento para usarlo cuando sea necesario. La recolección de sobrantes de pintura se hará mediante la separación de pintura por colores. Para el manejo y disposición final de los envases metálicos de pintura es necesario realizarles un lavado especial con disolvente que será dispuesto en canecas que serán separadas de acuerdo al color de la pintura sobrante, esos residuos líquidos se estragaran a una empresa especializada en la disposición final adecuada de ese tipo de residuos.

El manejo y disposición final de residuos de cartón hace una vez se desocupe la caja de las pinturas, esta debe desdoblarse y ser llevada al área de recolección de cartón para posteriormente venderla a un comprador externo.

El manejo para el papel que se genera en el Patio de salida es mediante la instalación de un punto ecológico que permita realizar una buena separación para una posterior disposición final.

La instalación de los puntos ecológicos se realizara usando colores **Verde, Azul, Gris, Negro, Amarillo** (Ver imagen 25)



Imagen 25. Colores usados en los puntos ecológicos

Fuente: <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/noticias/noticias-2016/930-salud-lanza-estrategia-nacional-de-reciclaje>

Anexo J. Descripción de sub-procesos

Descripción de sub-procesos

Anexo K. Ficha emisiones atmosféricas

[Ficha emisiones atmosféricas](#)

Anexo L. Ficha control de ruido

[Ficha control de ruido](#)

Anexo M. Ficha abastecimiento de agua

[Ficha abastecimiento de agua](#)

Anexo N. Ficha residuos solidos

[Ficha residuos solidos](#)

Anexo O. Ficha gestión social

[Ficha gestión social](#)

Anexo P. Presupuesto para implementación del PMA

[Presupuesto implementación PMA](#)

Anexo Q. SGA – 00001

[SGA – 00001](#)

Anexo R. SGA – 00002

[SGA – 00002](#)

Anexo S. SGA – 00003

[SGA – 00003](#)

Anexo T. SGA – 00004

[SGA – 00004](#)

Anexo U. Revisión ambiental inicial

[RAI](#)

Anexo V. Requisitos legales

[Requisitos legales](#)

Acta de Aceptación

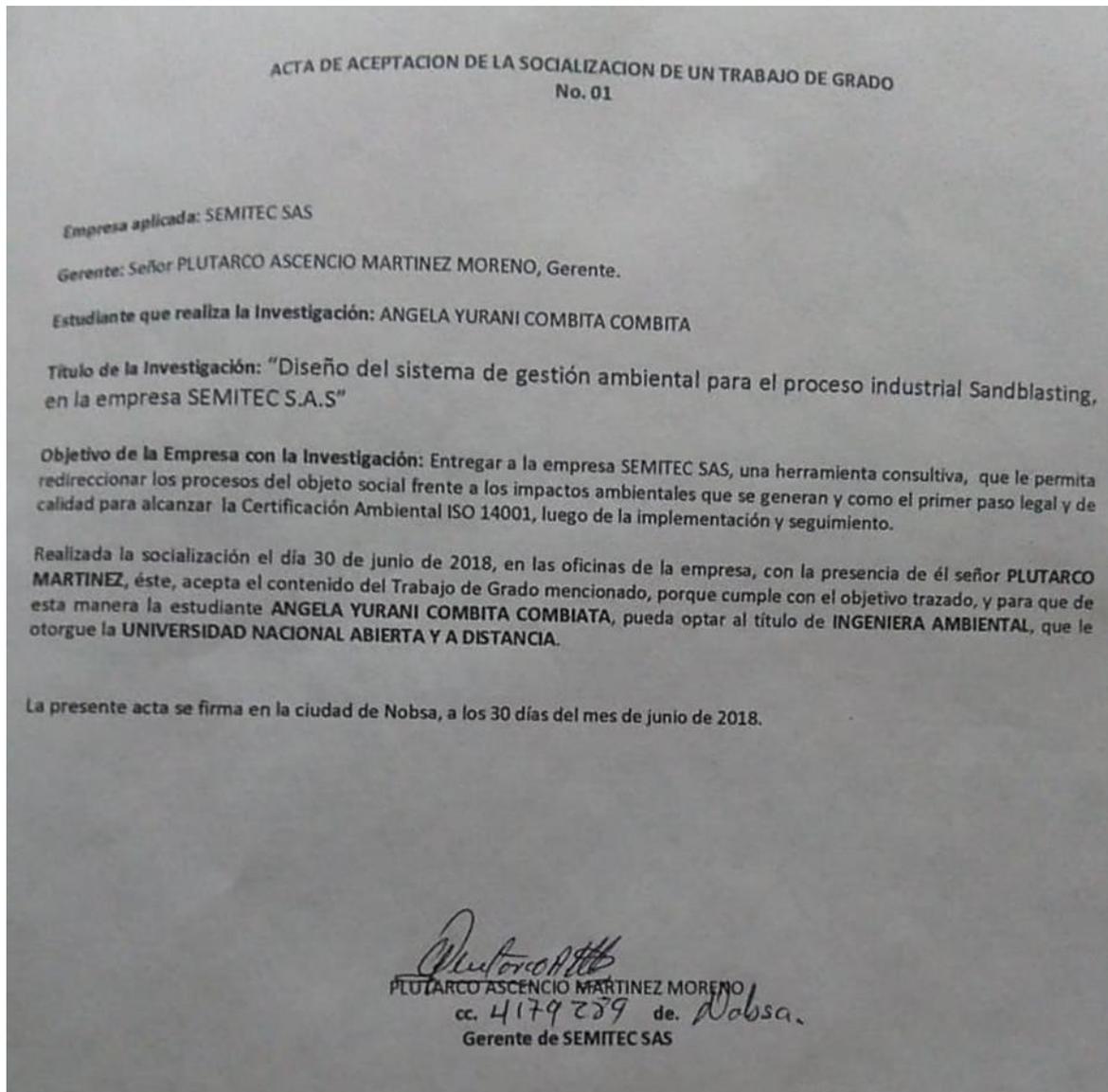


Imagen 26. Acta de aceptación de la socialización del trabajo de grado en la empresa SEMITEC S.A.S.

Fuente: el autor

Socialización Sistema de Gestion Ambiental en la empresa SEMITEC S.A.S.



Imagen 27. Sustentación Sistema de Gestión Ambiental en la empresa SEMITEC S.A.S.

Fuente: el autor