



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

DIGITALIZACIÓN PARA LA GESTIÓN EFICIENTE EN LOS 3 NIVELES DE RESIDUOS ONE ADFORS

**TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA
PROFESIONAL**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

PRESENTA:

JOSÉ MANUEL SÁNCHEZ PÉREZ

NOMBRE DEL ASESOR:

ING.MA.LUISA MARTÍNEZ GUZMÁN

Agradecimientos

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mi mamá, por su apoyo incondicional, por ser mi fortaleza en los momentos difíciles y por esas conversaciones que, con amor y sabiduría, me motivaron a seguir superándome día a día. Su ejemplo de esfuerzo, constancia y entrega ha sido una guía invaluable a lo largo de este camino.

Agradezco sinceramente a mis hermanos, por estar presentes cuando más los he necesitado, por sus palabras de aliento y por su compañía en los momentos de mayor exigencia. Su apoyo me ha dado la fuerza para mantenerme firme y enfocado.

A mi asesor externo, por brindarme su confianza, acompañamiento y por involucrarme activamente en tareas que contribuyeron significativamente a mi formación profesional. Su guía práctica y su disposición para compartir conocimiento fueron clave para el desarrollo de este proyecto.

De igual manera, agradezco profundamente a mi asesora interna, por su tiempo, orientación y apoyo constante, lo cual fue determinante para llevar este trabajo a una conclusión exitosa.

A mis amigos, por su comprensión, por saber estar en los momentos adecuados y por ofrecer siempre palabras de ánimo y apoyo genuino. Gracias por acompañarme incluso en los días más complicados.

A todos ustedes, gracias por ser parte esencial de este logro.

Resumen

Se desarrolló un proyecto de mejora en las plantas Vetrotex y Adfors de Saint-Gobain América S.A. de C.V., cuyo objetivo fue digitalizar el sistema de registro de residuos generados, abarcando residuos urbanos, de manejo especial y peligrosos. El proceso anterior se realizaba de forma manual mediante tickets físicos, lo cual generaba errores recurrentes, tiempos prolongados de captura.

La solución consistió en el diseño e implementación de un módulo digital integrado al software interno de la empresa, capaz de automatizar el registro desde la báscula, estandarizar los datos, y permitir la consulta y exportación en tiempo real. Para ello, se aplicó la metodología DMAIC, estructurando el proyecto en cinco fases: definición del problema, medición del proceso actual, análisis de causas raíz, mejora con solución tecnológica y control mediante procedimientos estandarizados.

Durante el desarrollo se utilizaron herramientas como SIPOC, estudios de tiempos y movimientos, diagramas de Pareto e Ishikawa, y una matriz de priorización para seleccionar la mejor alternativa. Además, se aplicó la metodología 5S en los almacenes de residuos, se capacitó al personal de vigilancia, Medio Ambiente, y se documentaron los nuevos procedimientos operativos (SOPs).

Los resultados incluyeron la reducción del tiempo promedio de registro de 173.5 a 110 segundos, la eliminación de errores críticos, una mejora disponibilidad inmediata de la información de los residuos. El sistema también fortaleció para seguir con el cumplimiento de las normas NOM-052-SEMARNAT-2005 y NOM-161-SEMARNAT-2011.

Este proyecto demuestra cómo la digitalización, correctamente estructurada y adaptada al entorno operativo, puede mejorar significativamente los procesos ambientales industriales, reduciendo riesgos, optimizando recursos y asegurando el control normativo.

ÍNDICE

1.-CAPÍTULO 1: GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	8
1.1 Introducción	8
1.2 Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo el estudiante.	9
1.2.1 Datos generales de la empresa:	9
1.2.2 Descripción de la empresa	9
1.2.3 Misión.....	10
1.2.4 Visión	10
1.2.5 Política de Calidad	10
1.2.6 Política de EHS.....	11
1.2.7 Descripción del departamento EHS	11
1.2.8 Descripción del área del trabajo del estudiante	12
1.2.9 Macro Localización	12
1.2.10 Micro Localización	13
1.2.11 Organigrama de la empresa	14
1.2.12 Organigrama de EHS	15
1.3 Problemas a resolver, priorizándolos.....	15
1.4 Objetivos	16
1.4.1 General:.....	16
1.4.2 Específicos	16
1.5 Justificación	17
2.- CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	18
2.1 ¿Qué es un Residuo?	18
2.2 Clasificación de Residuos	18
2.2.1 Residuos Sólidos Urbanos	18
2.2.2 Residuos de Manejo Especial	19
2.2.3 Residuos Peligrosos	20
2.3 Gestión Integral de los RSU	23
2.3.1 Gestión Integral de RME	24
2.3.2 Gestión Integral de Residuos Peligrosos	26
2.4 Disposición de Residuos	27
2.5 Relleno Sanitario	27
2.6 SEMARNAT	28

2.7 Normas Oficiales Mexicanas	29
2.7.1 NOM 052-SERMANAT-2005	30
2.7.2 NOM 161-SERMANAT-2011	31
2.8 Las 5's	32
2.8.1 Historia	32
2.8.2 Metodología de las 5's	33
2.9 ¿Qué es el DMAIC?	35
2.9.1 Pasos para el proceso DMAIC	35
2.10 ¿Qué es un SIPOC?	40
2.11 Estudio de tiempos y movimientos	41
2.11.1 Estudio de tiempo con cronometro	42
2.12 Diagrama de Pareto	42
2.13 Diagrama de Ishikawa	43
2.14 Lluvia de ideas	44
2.15 Matriz de priorización	44
2.16 Procedimiento Operativo Estándar	44
2.17 Plan de salida de residuos	45
3.-CAPITULO 3: DESARROLLO	46
3.1.1 FASE 1: DEFINIR	46
3.1.2 FASE 2: MEDIR	47
3.1.3 FASE 3: ANALIZAR	48
3.1.4 FASE 4: MEJORAR	53
3.1.5 FASE 5: CONTROLAR	60
4.-CAPITULO 4: RESULTADOS	65
4.1 Comparativa del tiempo de captura por ticket	65
4.2 Eliminación de errores en el registro	67
4.3 Optimización de los almacenes mediante 5S	67
5.-CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES	68
5.1 Conclusión del proyecto	68
5.2 Recomendaciones	69
5.3 Experiencia Profesional y Personal Adquirida	69
6.-CAPÍTULO 6: COMPETENCIAS DESARROLLADAS	70
7.-CAPÍTULO 7: FUENTES DE INFORMACIÓN	72

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.Ubicación: Calle Zacatepec Mz. 42, Lt.3, Mena-Cd. Industrial Xicohtencatl, 90434 Tlax.....	12
Ilustración 2.Ubicación: Calle Zacatepec Mz. 42, Lt.3, Mena-Cd. Industrial Xicohtencatl, 90434 Tlax.....	13
Ilustración 3.Organigrama del comité directivo	14
Ilustración 4.Organigrama del departamento EHS	15
Ilustración 5.Frecuencia y defectos de One Adfors	51
Ilustración 6.Fallo de impresión térmica	52
Ilustración 7.Pantalla de inicio del software	57
Ilustración 8.Llenado de datos en digital	57
Ilustración 9.Información capturada en el software	58
Ilustración 10.Clasificación de residuos.....	58
Ilustración 11.Ubicación de residuos.....	59
Ilustración 12.Limpieza de área	59
Ilustración 13.Mantener el orden	60
Ilustración 14.Mantener la disciplina	60
Ilustración 15.SOP de acceso al menú.....	61
Ilustración 16.SOP de exportación de datos.....	62
Ilustración 17.Capacitación a vigilancia.....	63
Ilustración 18.Capacitación a Medio Ambiente.....	63
Ilustración 19.Comparación de errores.....	67
Ilustración 20.Zona sin control	67
Ilustración 21.Área en orden	68

ÍNDICE DE TABLAS DE CONTENIDO

Tabla 1.Registro de residuos	46
Tabla 2.Toma de tiempos del proceso observado	48
Tabla 3.Errores comunes en Vetrotex	49
Tabla 4.Errores comunes en Adfors	49
Tabla 5.Resumen total de los errores comunes	50
Tabla 6.Suma total de errores One Adfors	50
Tabla 7.Propuestas de soluciones	53
Tabla 8.Matriz de priorización de soluciones	54
Tabla 9.Datos requeridos	55
Tabla 10.Salida de residuos Vetrotex.....	64
Tabla 11.Salida de residuos Adfors	65
Tabla 12.Registro de residuos mediante ticket físico antes de la mejora.....	66
Tabla 13.Captura de residuos mediante el sistema implementado.....	66

1.-CAPÍTULO 1: GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 Introducción

El presente proyecto trata de la digitalización del sistema de registro de residuos generados en las plantas Vetrotex y Adfors de Saint-Gobain América S.A. de C.V., con el propósito de mejorar la trazabilidad, reducir errores y optimizar el control operativo. Anteriormente, el proceso se realizaba mediante tickets físicos, lo que ocasionaba demoras, errores frecuentes y complicaciones en el acceso a la información.

La propuesta consistió en implementar un sistema digital integrado al software interno de la empresa, automatizando el registro desde la báscula hasta la base de datos. El desarrollo se llevó a cabo utilizando la metodología DMAIC y herramientas como análisis de causa raíz, estudio de tiempos, diagramas de Pareto e Ishikawa, así como la aplicación de las 5S en los almacenes de residuos.

Con esta iniciativa se logró fortalecer el sistema de gestión ambiental, asegurar el cumplimiento normativo, aportar una solución práctica y sostenible a un problema real de la planta.

1.2 Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo el estudiante.

1.2.1 Datos generales de la empresa:

Nombre de la empresa: Saint Gobain America S.A DE C.V

Domicilio: Prol.Zacatepec,Mza.42,Lote 3-Ciudad Industrial
Xicohtencatl

Ciudad: Tetla de la Solidaridad, Tlaxcala

R.F.C:SGV980603HN2

Telefono:241-418-82-00

1.2.2 Descripción de la empresa

Vetrotex es una empresa de la división de soluciones textiles que se dedica a la fabricación de hilos de vidrio. Ofrece una gama completa de servicio y productos adaptados y enfocados a las necesidades del cliente.

Nuestros clientes, junto con nuestra experiencia tecnológica de vanguardia y un espíritu innovador, nos han permitido posicionarnos como un líder del mercado de servicios en construcción, industrial y aplicaciones con requerimientos de textiles técnicos.

Adfors cuenta con un enfoque en los mercados de construcción e industriales, ofrecemos soluciones basadas en un completo abanico de tecnologías textiles de fibra de vidrio. Somos el líder mundial más confiable e innovador en tejidos técnicos, que ofrece las soluciones más adaptadas para satisfacer las necesidades de nuestros clientes.

Ofrecemos una gama completa de textiles y tecnologías de revestimiento, fabricados con hilos de fibra de vidrio, fibras sintéticas y fibras naturales. Brindamos soluciones personalizadas, innovadoras y de alto rendimiento para el mercado OEM. Nuestra sólida experiencia en tecnología de fibra de vidrio, junto con un profundo conocimiento en tejido, tricotado, formación de esteras y revestimiento, nos otorga una posición única en el mercado.

1.2.3 Misión

Asegurar a nuestros clientes la calidad esperada de nuestros productos, ofrecerles soluciones innovadoras, sustentables y sostenibles anticipándonos a sus necesidades en la creación de nuevos productos, mejorando la calidad y/o nuestro servicio bajo un medio ambiente laboral sano y seguro.

1.2.4 Visión

Ser la planta referente en la manufactura de “especialidades” innovadoras (bajos micrajes) y productos “cero twist” de hilo de fibra de vidrio acorde a las necesidades de nuestros clientes con un impacto mínimo sobre el medio ambiente, desarrollando equipos de alto desempeño y la digitalización de nuestros procesos.

1.2.5 Política de Calidad

Es nuestro compromiso suministrar siempre a nuestros clientes externos e internos, hilo de fibra de vidrio y servicios asociados que cumplan con sus expectativas explícitas e implícitas.

Para lograr ser considerado como el “Proveedor de preferencia”

Buscamos permanentemente:

- Conocer a profundidad los procesos de nuestros clientes externos e internos y como nos evalúan.
- Disminuir las pérdidas y variabilidad de nuestros procesos a través de WCM y de la mejora continua para lograr una mayor satisfacción en nuestros clientes externos e internos.
- Motivar y desarrollar a nuestro personal.
- Desarrollar a nuestros proveedores.

1.2.6 Política de EHS

Nos comprometemos, cada día, para alcanzar nuestros objetivos:

Cero accidentes de trabajo

Cero enfermedades profesionales

Cero accidentes ambientales e impacto mínimo de nuestras actividades.

Mediante la adhesión a los siguientes principios:

- Respeto a la Legislación, así como los Estándares de Saint-Gobain.
- Ejemplaridad en todos nuestros procesos, productos y servicios, a lo largo de su ciclo de vida
- Prevención y reducción continua de todos los riesgos para nuestros empleados, trabajadores temporales, contratistas, visitantes y clientes, así como para el medio ambiente.
- Diálogo continuo, responsable y abierto con nuestros grupos de interés (colaboradores, autoridades e instituciones públicas, vecinos, clientes, proveedores, etc.).

1.2.7 Descripción del departamento EHS

EHS, acrónimo de Environmental, Health, and Safety (Medio Ambiente, Salud y Seguridad), representa un conjunto esencial de prácticas y políticas diseñadas para proteger a los empleados, ciudadanos y el medio ambiente de los riesgos y los impactos negativos asociados con las operaciones de una empresa.

Este enfoque integral no solo abarca la prevención de accidentes y enfermedades laborales mediante la identificación, evaluación y control de riesgos en el lugar de trabajo, sino que también incluye una gestión ambiental responsable para minimizar la huella ecológica de las actividades empresariales. (Unificas, 2024)

1.2.8 Descripción del área del trabajo del estudiante

Actualmente realizo mis prácticas profesionales en el área de Medio Ambiente, la cual se encarga de asegurar que la empresa cumpla con las normativas ambientales, gestionar adecuadamente los residuos y promover una cultura de cuidado ambiental dentro de la organización.

Mis actividades dentro del área están enfocadas principalmente en el apoyo a la gestión y control de residuos urbanos, de manejo especial y peligrosos. Me encargo de revisar almacenes, capturar información de la generación de los tickets físicos que actualmente se utiliza para el registro de estos.

Como parte de mis prácticas, estoy desarrollando un proyecto cuyo objetivo es transformar el proceso de gestión de residuos mediante la digitalización del sistema de registro. Esto busca eliminar la captura manual de tickets físicos y mejorar la trazabilidad, eficiencia operativa y el control sobre los residuos generados en la planta.

Estas actividades me han permitido involucrarme en procesos clave del sistema de gestión ambiental y aportar propuestas que contribuyen a la mejora continua de la empresa en este ámbito.

1.2.9 Macro Localización



Ilustración 1. Ubicación: Calle Zacatepec Mz. 42, Lt.3, Mena-Cd. Industrial Xicohtencatl, 90434 Tlax.

Fuente: Google Maps

1.2.10 Micro Localización



Ilustración 2. Ubicación: Calle Zacatepec Mz. 42, Lt.3, Mena-Cd. Industrial Xicohtencatl, 90434 Tlax.

Fuente; Google Maps

1.2.11 Organigrama de la empresa



Ilustración 3. Organigrama del comité directivo

Fuente: Vetrotex

1.2.12 Organigrama de EHS

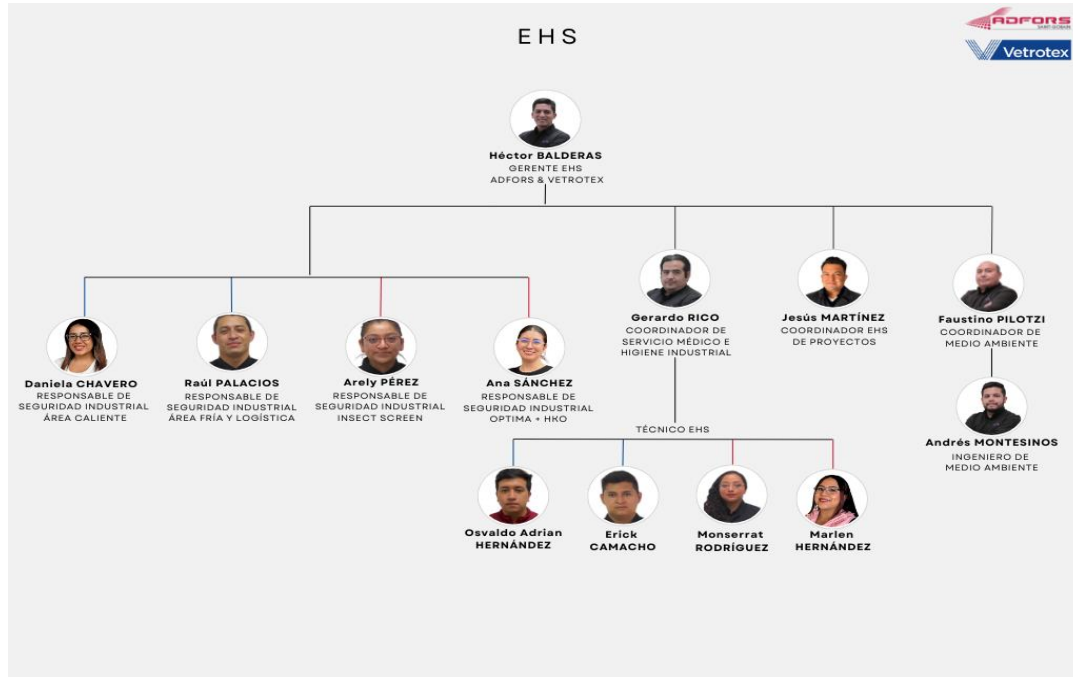


Ilustración 4. Organigrama del departamento EHS

Fuente: Vetrotex

1.3 Problemas a resolver, priorizándolos

1. Gestión manual de residuos mediante tickets físicos
2. Acceso limitado a la información de residuos
3. Integración del sistema digital
4. Prueba piloto antes de la implementación

1.4 Objetivos

1.4.1 General:

Transformar el proceso de gestión de residuos en One Adfors mediante la digitalización del sistema de registro, eliminando la necesidad de capturar manualmente los tickets físicos generados en el sitio. Esto permitirá optimizar la trazabilidad, mejorar la eficiencia operativa y reducir los errores con el control de los residuos urbanos, de manejo especial y peligrosos.

1.4.2 Específicos:

- Diseñar e implementar un sistema digital que permita el registro automático de los residuos
- Optimizar la recopilación y almacenamiento de datos para facilitar el acceso, consulta y análisis de la información.
- Capacitar al personal de vigilancia en el uso del nuevo sistema.
- Realizar un 5´s en los centros de acopio.

1.5 Justificación

En la actualidad, la gestión de residuos representa un componente crítico dentro de los sistemas de gestión ambiental de las industrias, tanto por su impacto ecológico como por el cumplimiento normativo que exige la legislación vigente. En el caso de Saint-Gobain América S.A. de C.V., específicamente en la planta Vetrotex y Adfors, el proceso de control de residuos: urbanos, de manejo especial y peligrosos se realiza mediante un sistema manual basado en tickets físicos, lo que genera ineficiencias, retrasos en el acceso a la información, errores humanos y limitaciones en la trazabilidad.

Este proyecto busca transformar dicho sistema mediante la digitalización del registro de residuos, lo que permitirá automatizar la recopilación de datos, facilitar la consulta, fortalece el control operativo y reducir significativamente los márgenes de error. Al contar con un sistema digital, se logrará no solo una mejor gestión de la información, sino también una mejora sustancial en la toma de decisiones relacionadas con la disposición, almacenamiento y seguimiento de residuos, asegurando así un control más riguroso y eficaz que facilite el cumplimiento con las disposiciones establecidas en la LGPGIR, la NOM-052-SEMARNAT-2005 y la NOM-161-SEMARNAT-2011.

2.- CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 ¿Qué es un Residuo?

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) al definir residuo señala que es aquel: “Material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta Ley y demás ordenamientos que de ella deriven”. (Residuos, 2003).

2.2 Clasificación de Residuos

2.2.1 Residuos Sólidos Urbanos

Los residuos sólidos urbanos son los que se generan en las casas habitación como resultado de la eliminación de los materiales que se utilizan en las actividades domésticas (p. e., de los productos de consumo y sus envases, embalajes o empaques) o los que provienen también de cualquier otra actividad que se desarrolla dentro de los establecimientos o en la vía pública, con características domiciliarias, y los resultantes de las vías y lugares públicos siempre que no sean considerados como residuos de otra índole (DOF, 2003).

Según la procedencia y naturaleza de estos residuos se clasifican en:

- a) Domiciliarios o aquellos generados en las actividades domésticas.
- b) Voluminosos de origen domiciliario, que no pueden recibir el mismo tratamiento que los otros por su tamaño.
- c) Comerciales y de servicios.
- d) Residuos procedentes de limpieza de red viaria(calles, jardines, etc.).
- e) Industriales. Se trata de la “basura” generada en las industrias localizadas dentro de los núcleos urbanos y que están sujetos, por

tanto, al mismo sistema de recogida que los residuos domiciliarios, comerciales, etc. (Gómez, 1995).

2.2.2 Residuos de Manejo Especial

Los Residuos de Manejo Especial (RME) están definidos en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) como aquéllos generados en los procesos productivos que no reúnen las características para ser considerados residuos sólidos urbanos o peligrosos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos (DOF, 2003).

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos clasifica a los residuos de manejo especial en ocho categorías según su origen:

- 1) Los residuos de las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen para este fin, así como los productos derivados.
- 2) Los de servicios de salud, generados por los establecimientos que realicen actividades médico-asistenciales a las poblaciones humanas o animales, centros de investigación, con excepción de los biológico-infecciosos.
- 3) Residuos generados por las actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas, incluyendo los residuos de los insumos utilizados en esas actividades.
- 4) Residuos de los servicios de transporte, así como los generados a consecuencia de las actividades que se realizan en puertos, aeropuertos, terminales ferroviarias y portuarias y en las aduanas.
- 5) Lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales.
- 6) Residuos de tiendas departamentales o centros comerciales generados en grandes volúmenes.
- 7) Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general.

- 8) Residuos tecnológicos provenientes de las industrias de la informática, fabricantes de productos electrónicos o de vehículos automotores y otros que, al transcurrir su vida útil, por sus características, requieren de un manejo específico. (DOF, 2003)

2.2.3 Residuos Peligrosos

La gran diversidad de sustancias químicas que existe en la actualidad, si bien es cierto que ha servido para mejorar significativamente el nivel de vida de la población, también ha ejercido una presión importante sobre el medio ambiente y la salud humana. Una vez finalizada la vida útil de muchos de los productos que se fabrican a partir de estas sustancias o que las contienen, se convierten en desechos que ponen en riesgo la salud de las personas o pueden causar daños al medio ambiente. Entre estos desechos se encuentran los residuos peligrosos, definidos como aquellos que poseen alguna de las características CRETIB que les confieren peligrosidad (corrosividad, C; reactividad, R; explosividad, E; toxicidad, T; inflamabilidad, I; o ser biológico-infecciosos, B), así como los envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados, según lo establece la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (Naturales, 2012).

Explosivos : Por sustancia explosiva o desecho se entiende toda sustancia o desecho sólido o líquido (o mezcla de sustancias o desechos) que por sí misma es capaz, mediante reacción química, de emitir un gas a una temperatura, presión y velocidad tales que puedan ocasionar daño a la zona circundante.

Líquidos inflamables: Por líquidos inflamables se entiende aquellos líquidos, o mezclas de líquidos, o líquidos con sólidos en solución o suspensión (por ejemplo, pinturas, barnices, lacas, etc. pero sin incluir sustancias o desechos clasificados de otra manera debido a sus características peligrosas) que emiten vapores inflamables a temperaturas no mayores de 60.5 C, en ensayos con cubeta abierta. (Como los resultados de los ensayos con cubeta abierta y con cubeta cerrada no son estrictamente comparables, e incluso los resultados

obtenidos mediante un mismo ensayo a menudo difieren entre sí, la reglamentación que se apartara de las cifras antes mencionadas para tener en cuenta tales diferencias sería compatible con el espíritu de esta definición.)

Sólidos inflamables: Se trata de los sólidos, o desechos sólidos, distintos a los clasificados como explosivos, que en las condiciones prevalecientes durante el transporte son fácilmente combustibles o pueden causar un incendio o contribuir al mismo, debido a la fricción.

Sustancias o desechos susceptibles de combustión espontánea: Se trata de sustancias o desechos susceptibles de calentamiento espontáneo en las condiciones normales de transporte, o de calentamiento en contacto con el aire, y que pueden entonces encenderse.

Sustancias o desechos que, en contacto con el agua, emiten gases inflamables: Sustancias o desechos que, por reacción con el agua, son susceptibles de inflamación espontánea o de emisión de gases inflamables en cantidades peligrosas.

Oxidantes: Sustancias o desechos que, sin ser necesariamente combustibles, pueden en general, al ceder oxígeno, causar o favorecer la combustión de otros materiales.

Peróxidos orgánicos: Las sustancias o los desechos orgánicos que contienen la estructura bivalente -O-O- son sustancias inestables térmicamente que pueden sufrir una descomposición auto acelerada exotérmica.

Tóxicos (venenos) agudos: Sustancias o desechos que pueden causar la muerte o lesiones graves o daños a la salud humana, si se ingieren o inhalan o entran en contacto con la piel.

Sustancias infecciosas: Sustancias o desechos que contienen microorganismos viables o sus toxinas, agentes conocidos o supuestos de enfermedades en los animales o en el hombre.

Corrosivos: Sustancias o desechos que, por acción química, causan daños graves en los tejidos vivos que tocan, o que en caso de fuga, pueden dañar gravemente, o hasta destruir, otras mercaderías o los medios de transporte; o pueden también provocar otros peligros.

Sustancias tóxicas (con efectos retardados o crónicos): Sustancias o desechos que, de ser aspirados o ingeridos, o de penetrar en la piel, pueden entrañar efectos retardados o crónicos, incluso la carcinogénica.

Ecotóxicos: Sustancias o desechos que, si se liberan, tienen o pueden tener efectos adversos inmediatos o retardados en el medio ambiente, debido a la bioacumulación o los efectos tóxicos en los sistemas bióticos. (Benavides, 1997)

Legalmente se consideran tóxicos y peligroso aquellos residuos que contienen en su composición alguna de las sustancias y materias que se presentan a continuación, en cantidades o concentraciones tales que presenten un riesgo para la salud humana, recursos naturales y medio ambiente:

- El berilio y los compuestos de berilio
- Los compuestos de cromo hexavalente
- Los compuestos solubles de cromo
- El arsénico, y los compuestos de arsénico
- El selenio, y los compuestos de selenio
- El cadmio y los compuestos de cadmio
- El antimonio y los compuestos de antimonio
- El telurio y los compuestos de telurio
- El mercurio y los compuestos de mercurio
- El talio y los compuestos del talio
- El plomo y los compuestos del plomo
- Los cianuros inorgánico
- Los carbonilos metálicos
- Los peróxidos

- Los cloratos
- Los percloratos
- Los nitruros
- Los PCB y/o PCT
- Los compuestos farmacéuticos o veterinarios
- Los pesticidas y otros biocidas
- Los isocianatos
- Los cianuros orgánicos
- Los fenoles y los compuestos fenólicos
- Los disolventes halogenados
- Los éteres
- Los disolventes orgánicos no halogenados
- Los compuestos organohalogenados, con exclusión de las materias polimerizadas
- Los compuestos aromáticos y los compuestos orgánicos policíclicos y heterocíclicos
- Todo producto de la familia de los dibenzofuranos policlorados
- Todo producto de la familia de las dibenzo-para-dioxinas policloradas
- Los productos a base de alquitrán
- Los aceites usados minerales o sintéticos
- Las sustancias químicas de laboratorio no identificables nuevas cuyos efectos sobre el medio ambiente no sean conocidos.

Estos residuos, además, pueden presentarse en forma sólida, líquida, gaseosa o en forma de lodos (Gómez, 1995).

2.3 Gestión Integral de los RSU

Es un sistema de manejo de los residuos sólidos urbanos (RSU) que, basado en el desarrollo sostenible, tiene como objetivo primordial la reducción de los residuos enviados a disposición final. Ello deriva en la preservación de la salud

humana y la mejora de la calidad de vida de la población, como así también el cuidado del ambiente y la conservación de los recursos naturales.

La Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos, o GIRSU, se impuso como el método adecuado para el manejo de los RSU luego de años de estudio y numerosas experiencias realizadas en el mundo. La gestión integral de RSU está dirigida a disminuir los residuos generados que son consecuencia inevitable de las actividades humanas como medio idóneo para reducir sus impactos asociados y los costos de su manejo, a fin de minimizar los potenciales daños que causan al hombre y al ambiente. Sin embargo, aun en la fecha es relativamente común que los residuos se depositen en espacios cercanos a las vías de comunicación o en depresiones naturales del terreno como cañadas, barrancas y cauces de arroyos. En el ciclo de vida de los residuos, después de su generación existen diversas etapas importantes para su manejo. (Argentina.gob.ar, 2024)

2.3.1 Gestión Integral de RME

Los esfuerzos que se han emprendido para cumplir lo establecido en la LGPGIR y en la NOM-161-SEMARNAT-2011 no han logrado el cometido de modificar el manejo de los RME para reintegrarlos a la cadena productiva. Las razones son múltiples. Algunas son reglamentarias, otras son operativas o técnicas. Sin duda, en los exiguos resultados obtenidos, un elemento de gran importancia es la falta de aplicación de la Ley. A continuación, se detallan las causas mencionadas.

Las razones de esta índole incluyen rubros legislativos, normativos, de trámites, entre otras. El análisis ha permitido identificar, a manera de resumen, las siguientes:

- La elaboración del listado para definir residuos de manejo especial siempre es limitada, incompleta y desactualizada, por lo que debe desarrollarse otra manera de identificar a los residuos. Por ejemplo,

identificar aquellos útiles para el reciclaje y definir con claridad las características que deben cumplir de manera que un residuo nuevo pueda ser identificado con facilidad, tanto por el generador como por las autoridades encargadas de la vigilancia, o de aquellos residuos que deben ser destinados a la generación de energía eléctrica, térmica o mecánica, como los residuos orgánicos.

- Corregir los vacíos entre autoridades federales y locales en materia de residuos de manejo especial y aclarar sus atribuciones con relación a empresas identificadas de ámbito federal.
- Los planes de manejo han mostrado ser inoperantes por falta de claridad, las entidades federativas aplican estos planes como una manera de obtener información de los generadores y, en todos los casos, no se aplica el plan de manejo para productos puestos en el mercado y que se convierten en residuos después de su consumo. Las excepciones a esto es el PET, donde hay clara evidencia de la recuperación de este material por los productores y aún con resultados limitados, el de neumáticos usados, los cuales a pesar de los esfuerzos no se ha consolidado como un plan de manejo adecuado para fomentar el reciclaje de estos residuos.
- Es necesario que la regulación, su aplicación, reporte y seguimiento sea estandarizado, de manera que todo el país reporte de la misma forma, con el mismo nivel de información y criterios, esto mejorará sustancialmente la vigilancia a los generadores y permitirá el desarrollo de mejores instrumentos de regulación, económicos y sociales que contribuyan al desarrollo sustentable del país. Mucho de esto puede ser alcanzado con una buena estrategia de comunicación, una gestión adecuada con las entidades federativas y buenos instrumentos de reporte de información que organice adecuadamente la gestión de residuos en el país y reduzca aspectos como: diferencia en la separación de residuos en las entidades, reporte con información

diferente a la indicada en la NOM-161-SEMARNAT-2011 y sus modificaciones.

2.3.2 Gestión Integral de Residuos Peligrosos

La gestión integral de los residuos, especialmente, de los peligrosos, debe ser el conjunto articulado e interrelacionado de acciones normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación para el manejo de residuos, desde su generación hasta la disposición final, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región” (LGPGIR, Art. 5°, Fracción X). En este sentido, y con motivo de la actualización del INGRP, resulta de gran interés revisar a la luz de los avances en la gestión integral de estos residuos las experiencias acumuladas desde la vigencia de la LGPGIR, considerando los siguientes elementos de discusión y análisis:

- El desconocimiento e incumplimiento de la ley por parte de las autoridades fiscales y administrativas de los tres ámbitos de gobierno, ya que desde el establecimiento de la unidad económica se debería de obligar al registro como generador de residuos peligrosos, con obligaciones diferenciadas dado el tipo de residuos generados y el tamaño del establecimiento.
- De acuerdo con la LGPGIR, el manejo integral de los residuos considera “las actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, co-procesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar” (LGPGIR, Art. 5°, Fracción XVII). En este sentido, se entiende entonces que el manejo integral implica todas las actividades técnicas inherentes a los residuos peligrosos, partiendo del hecho de

que el total de residuos peligrosos generados, sería el universo total a atender; y conforme a la Ley de la Conservación de la Materia y de la Energía, desarrolladas en el ámbito científico, se entendería que el total de residuos peligrosos generados, sería el total de residuos peligrosos que entrarían a alguna de las corrientes (o a la combinación de más de una) del manejo integral. ((SEMARNAT, 2020)

2.4 Disposición de Residuos

La disposición final consiste en los procesos u operaciones que se realizan para tratar o disponer en un determinado lugar los residuos sólidos, como última etapa de su manejo, en forma permanente, sanitaria y ambientalmente segura. La disposición final se debe realizar en infraestructuras habilitadas, es decir en instalaciones debidamente equipadas y operadas.

2.5 Relleno Sanitario

Es la instalación destinada a la disposición sanitaria y ambientalmente segura de los residuos sólidos en la superficie o bajo tierra. Se basa en los principios y métodos de la ingeniería sanitaria y ambiental. Un relleno sanitario es una obra de ingeniería destinada a la disposición final de los residuos sólidos domésticos, los cuales se disponen en el suelo, en condiciones controladas que minimizan los efectos adversos sobre el ambiente y el riesgo para la salud de la población. Consiste en preparar un terreno, colocar los residuos, extenderlos en capas delgadas, compactarlos para reducir su volumen y cubrirlos al final de cada día de trabajo, con una capa de tierra de espesor adecuado. Un relleno sanitario planificado, ofrece, una vez terminada su vida útil, excelentes perspectivas de una nueva puesta en valor del sitio, gracias a su eventual utilización en usos distintos al relleno sanitario, tales como áreas verdes y de recreación. (Perú, 2009)

2.6 SEMARNAT

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) es la dependencia del gobierno federal encargada de diseñar y supervisar las políticas públicas dirigidas a la protección del medio ambiente, la conservación de los recursos naturales y la promoción del desarrollo sostenible en México.

Su labor es clave para asegurar el equilibrio entre crecimiento económico y salvaguarda de la biodiversidad, atendiendo temas como cambio climático, agua, bosques, residuos y vida silvestre.

Funciones

Creada bajo diferentes denominaciones a lo largo del tiempo, la SEMARNAT ha ido asumiendo competencias relacionadas con la gestión ambiental, la regulación de actividades productivas y el fomento de la educación ecológica.

Sus atribuciones incluyen:

- Elaboración y aplicación de normas ambientales: Coordina la emisión de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y otros criterios técnicos para regular las emisiones, descargas y uso de recursos.
- Evaluación de impacto ambiental: A través de la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), revisa proyectos de gran escala para asegurar que cumplan con los lineamientos ecológicos.
- Protección de áreas naturales: Administra y supervisa parques nacionales, reservas de la biosfera y santuarios, promoviendo la conservación de especies endémicas.
- Política de cambio climático: Lidera la implementación de la Ley General de Cambio Climático y coordina programas como el Programa Especial de Cambio Climático (PECC).

La SEMARNAT impulsa diversas iniciativas para conservar y restaurar los ecosistemas mexicanos.

Entre ellas se destacan:

- Reforestación y restauración de suelos: En colaboración con CONAFOR y otros organismos, promueve la siembra de árboles y la recuperación de zonas degradadas.
- Gestión integral de residuos: Desarrolla campañas para la correcta disposición de residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial, fomentando el reciclaje y la economía circular.
- Transición energética y movilidad sustentable: Trabaja con la Secretaría de Energía y la iniciativa privada para reducir la huella de carbono en transporte, industria y generación eléctrica. (Manglai, s.f.)

2.7 Normas Oficiales Mexicanas

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) son regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedidas por las dependencias competentes, que tienen como finalidad establecer las características que deben reunir los procesos o servicios cuando estos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana; así como aquellas relativas a terminología y las que se refieran a su cumplimiento y aplicación. Las NOM en materia de Prevención y Promoción de la Salud, una vez aprobadas por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Prevención y Control de Enfermedades (CCNNPCE) son expedidas y publicadas en el Diario Oficial de la Federación y, por tratarse de materia sanitaria, entran en vigor al día siguiente de su publicación. Las NOM deben ser revisadas cada 5 años a partir de su entrada en vigor. El CCNNPCE deberá de analizar y, en su caso, realizar un estudio de cada NOM, cuando su periodo venza en el transcurso del año inmediato anterior y, como conclusión de dicha revisión y/o estudio podrá decidir la modificación, cancelación o ratificación de las mismas. (Salud, 2015)

2.7.1 NOM 052-SERMANAT-2005

NORMA Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

Los residuos peligrosos, en cualquier estado físico, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, inflamables, tóxicas, y biológico-infecciosas, y por su forma de manejo pueden representar un riesgo para el equilibrio ecológico, el ambiente y la salud de la población en general, por lo que es necesario determinar los criterios, procedimientos, características y listados que los identifiquen.

Los avances científicos y tecnológicos y la experiencia internacional sobre la caracterización de los residuos peligrosos han permitido definir como constituyentes tóxicos ambientales, agudos y crónicos a aquellas sustancias químicas que son capaces de producir efectos adversos a la salud o al ambiente.

Esta Norma Oficial Mexicana establece el procedimiento para identificar si un residuo es peligroso, el cual incluye los listados de los residuos peligrosos y las características que hacen que se consideren como tales.

El residuo es peligroso si presenta al menos una de las siguientes características, bajo las condiciones señaladas en los numerales de esta Norma Oficial Mexicana:

- Corrosividad
- Reactividad
- Explosividad
- Toxicidad Ambiental
- Inflamabilidad
- Biológico-Infecciosa (SEMARNAT, 2006)

2.7.2 NOM 161-SERMANAT-2011

NORMA Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.

Gran parte de los residuos que se generan en los procesos industriales, y actividades comerciales y de servicios, como subproductos no deseados o como productos fuera de especificación, son Residuos de Manejo Especial. Incorporados a tales residuos, se generan residuos derivados del consumo, operación y mantenimiento de las demás áreas que forman parte de las instalaciones industriales, comerciales y de servicios, como oficinas, comedores, sanitarios y mantenimiento, los cuales por sus características se consideran como Residuos Sólidos Urbanos, pero que por sus volúmenes de generación superiores a 10 toneladas por año o su equivalente en otras unidades, se convierten en Residuos de Manejo Especial.

Para que un Residuo de Manejo Especial se encuentre sujeto a un Plan de Manejo, deberá estar listado en la presente Norma.

- Que, con base en el Diagnóstico Básico Estatal para la Gestión Integral de Residuos, o en un Estudio Técnico-Económico, se demuestre que se cuenta con la infraestructura necesaria para manejar el residuo, y que por sus características y cantidad generada, se requiera facilitar su gestión o mejorar su manejo en todo el país
- Que se trate de un residuo de alto volumen de generación, lo que implica que el residuo generado represente al menos el 10% del total de los Residuos de Manejo Especial, incluidos en el Diagnóstico Básico Estatal para la Gestión Integral de Residuos; únicamente para efectos del cálculo anterior no se considerarán los residuos de la construcción; y que sea generado por un número reducido de generadores, esto es,

que el 80% del mismo, sea generado por el 20% o menos, de los generadores

- Que el residuo como tal o los materiales que lo componen tengan un alto valor económico para el generador o para un tercero, es decir, que genere un beneficio en su manejo integral, a través de la reducción de costos para el generador o que sea rentable para el generador o para el tercero, con base en las posibilidades técnicas y económicas del residuo para:
 - a) Su aprovechamiento mediante su reutilización, reciclado o recuperación de materiales secundarios o de energía;
 - b) Su valorización o co-procesamiento a través de su venta o traslado a un tercero
 - c) La recuperación de sus componentes, compuestos o sustancias.(SEMARNAT, 2013)

2.8 Las 5's

2.8.1 Historia

Las 5S's establece una metodología para alcanzar mejoras en la organización del lugar de trabajo mediante la formación de hábitos de orden y limpieza, desarrollada por primera vez en Toyota en el año de 1960 por Eili Toyoda, en el entorno industrial (Liker, 2006). Como herramienta base para el principio del sistema de producción Toyota (casa Toyota), con el objetivo de lograr lugares de trabajo más organizados, ordenados y limpios de forma permanente para mejorar la productividad y el entorno laboral.

Actualmente las empresas se encuentran en una situación especial de desarrollar y aprovechar de las fortalezas y oportunidades para poder competir y posicionarse frente a sus competidores, con el objetivo de mejorar su productividad, implementado técnicas y herramientas que logren el fortalecimiento del trabajo empresarial.

Las 5S's es algo más que una simple campaña de limpieza, son compromisos para mejorar el entorno en beneficio de todos.

El método de la 5S's, es denominado por la primera letra del nombre que, en japonés, se designa cada una de las cinco etapas, es una técnica de Gestión Japonesa, basada en cinco principios simples. El movimiento de la 5S's es una concepción ligada a la orientación hacia la Calidad Total, orientada por W.E. Deming, hace unos 40 años y está incluido dentro del Mejoramiento Continuo. (Jara, 2017)

2.8.2 Metodología de las 5's

Primer S: Eliminar (Seiri)

La primera de las 5'S significa clasificar y eliminar del área del trabajo todos los elementos innecesarios para la tarea que se realiza. Por lo tanto, consiste en separar lo que se necesita de lo que no se necesita, y controlar el flujo de cosas para evitar estorbos y elementos inútiles que originan despilfarros (Rajadell & Sánchez, 2010).

Al clasificar se preparan los lugares de trabajo para que estos sean más seguros y productivos. El primer y más directo impacto está relacionado con la seguridad. Ante la presencia de elementos innecesarios, el ambiente de trabajo es tenso, impide la visión completa de las áreas de trabajo, dificulta observar el funcionamiento de los equipos y máquinas, y las salidas de emergencia quedan obstaculizadas haciendo que el área de trabajo sea más insegura (Rodriguez, 2009).

Segundo S: Ordenar (Seiton)

Consiste en organizar los elementos clasificados como necesarios, de manera que se puedan encontrar con facilidad. Para esto se ha de definir el lugar de ubicación de estos elementos necesarios e identificarlos para facilitar la

búsqueda y el retorno a su posición. La actitud que más se opone a lo que representa seiton, es la de “ya lo ordenaré mañana”, que acostumbra a convertirse en “dejar cualquier cosa en cualquier sitio” (Rajadell & Sánchez, 2010)

Tercer S: Limpieza e Inspección (Seiso)

Seiso significa limpiar, inspeccionar el entorno e identificar el defecto y eliminarlo. En otras palabras, seiso da una idea de anticipación para prevenir defectos. La aplicación del seiso comporta (Rajadell & Sánchez, 2010):

- Integrar la limpieza como parte del trabajo diario.
- Asumir la limpieza como una tarea de inspección necesaria.
- Centrarse tanto o más en la eliminación de las causas de la suciedad que en las de sus consecuencias.

Cuarto S: Estandarización (Seiketsu)

Seiketsu es la metodología que permite consolidar las metas alcanzadas aplicando las tres primeras “S”, porque sistematizar lo hecho en los tres pasos anteriores es básico para asegurar unos efectos perdurables. Estandarizar supone seguir un método para aplicar un procedimiento o una tarea de manera que la organización y el orden sean factores fundamentales (Rajadell & Sánchez, 2010).

Quinto S: Disciplina (Shitsuke)

Shitsuke se puede traducir como disciplina o normalización, y tiene por objetivo convertir en hábito la utilización de los métodos estandarizados y aceptar la aplicación normalizada. Uno de los elementos básicos, ligados a Shitsuke, es el desarrollo de una cultura de autocontrol. El que los miembros de la organización apliquen la autodisciplina, para hacer perdurable el proyecto de las 5'S, es la fase más fácil y más difícil a la vez; la más fácil porque consiste

en aplicar regularmente las normas establecidas y mantener el estado de las cosas, y la más difícil porque su aplicación depende del grado de asunción del espíritu de las 5'S a lo largo del proyecto de implantación (Rajadell & Sánchez, 2010). Se cito de (Pérez Sierra & Quintero Beltrán, 2017)

2.9 ¿Qué es el DMAIC?

DMAIC es el método central de trabajo de Six Sigma, fue creado en los años 80 como una parte de la metodología de Six Sigma por el ingeniero Bill Smith. Está enfocado en la resolución de problemas, el cual se basa en los datos que promueven la mejora incremental y la optimización de los productos, el diseño y los procesos comerciales.

Este método utiliza los datos recopilados y posteriormente los analiza para poder encontrar soluciones precisas de los problemas o posibles problemas que se llegan a generar en la producción. Asimismo, se puede argumentar que el DMAIC es de mucha utilidad para solucionar problemas de origen desconocido. Además, se encarga de brindar un contexto para la mejora continua; el DMAIC viene siendo un acrónimo en inglés de las siguientes palabras: Definir, medir, analizar, mejorar y controlar. (Corral, 2023)

2.9.1 Pasos para el proceso DMAIC

Etapas Definir.

Es la primera fase de la metodología DMAIC, donde se identifica el proceso que va a mejorarse y también es la etapa donde se dispondrán de los recursos para la ejecución del proyecto. Esta etapa constituye el interés del proyecto y mantiene la orientación de la estrategia Seis Sigma a los requerimientos del cliente:

Qué

1. Definir los requerimientos del cliente.
2. Desarrollar enunciado del problema, metas y beneficios.
3. Identificar al Campeón, dueño del proceso (process owner) y al equipo.
4. Definir los recursos.
5. Evaluar sustento organizacional clave.
6. Desarrollar el propósito del proyecto.
7. Descripción del proceso.

Cómo

1. Carta de equipo (Team Charter).
2. Flujograma del proceso.
3. Diagrama SIPOC (Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Clients).
4. Definiciones de CTQ's (variables críticas para la calidad).
5. Recolección de VOC (voz del cliente) (Manzur, 2015).

Etapas Medir.

En la segunda etapa se describe los defectos existentes, se da a conocer cómo está el proceso en estado presente con las mediciones confiables y que otorguen una validez el sistema, asegurando que la información sea pertinente y que permita la toma de decisiones, para que la mejora a desarrollar sea lo que mejor convenga.

Que

1. Definición de unidad, oportunidad, defecto y métrica.
2. Mapear el proceso a evaluar.
3. Planificar recolección de datos.
4. Definir el sistema de medición.
5. Recolectar información.
6. Comenzar a desarrollar la relación $Y(x)$.
7. Determinar la capacidad del proceso y nivel sigma.

Cómo

1. Diagramar flujo de proceso.
2. Plan de recolección de datos.
3. Benchmarking (marca de referencia).
4. Análisis del sistema de medición/Gage R & R.
5. Recolección de voz del cliente VOC. (Manzur, 2015)

Etapas Analizar.

En la tercera etapa se ejecuta el análisis de la información obtenida en la fase de medición y se determinan las prioridades que afectan en la fuente de variación. En esta etapa se discriminar entre las causas más importantes de un problema (los pocos y vitales), y las que lo son menos (los muchos y triviales).

Qué

1. Definir los objetivos de desempeño.
2. Identificar pasos de valor agregado y de no valor agregado del proceso.
3. Identificación fuentes de variación.
4. Determinar la(s) causa(s) raíz.
5. Determinar las x's vitales en la relación Y (x).

Cómo

1. Histograma.
2. Diagrama de Pareto.
3. Series de tiempo.
4. Diagrama de dispersión.
5. Análisis de regresiones.
6. Diagrama de Ishikawa/Causa y efecto.
7. 5 porqués.
8. Análisis estadístico.
9. Pruebas de hipótesis.
10. FMEA (Análisis de Modo y Efecto de Falla) (Manzur, 2015).

Etapas Mejorar.

En la cuarta etapa de la metodología DMAIC se confirma que la propuesta planteada alcanzará los objetivos y metas planteadas. En esta etapa se comprueba que la variabilidad del proceso analizado se acerca al objetivo deseado.

Qué

1. Generación de soluciones para cada causas raíz.
2. Realizar matriz de prioridades para elección de la mejor solución.
3. Definir tolerancias operacionales del sistema.
4. Evaluar modos de falla que afectarían a la solución propuesta.
5. Validar mejoras con estudios o pruebas.
6. Corrección y validación de soluciones potenciales.

Cómo

1. Técnicas de lluvia de ideas.
2. Métodos heurístico de prueba y error.
3. Diseño de experimentos.
4. Matrices de prioridades.
5. Identificación de las expectativas de clientes con Despliegue de la función de la calidad QFD.
6. Análisis de Modos de falla y efectos FMEA.
7. Software de simulación (Manzur, 2015).

Etapas Controlar

En esta última etapa se implementan las soluciones definitivas que surgieron en el proceso estudiado, también se debe asegurar que la solución sea sostenida en el tiempo para no regresar en al estado anterior. También en esta quinta etapa lo ideal es compartir el aprendizaje a otras áreas.

Qué

1. Estandarización en el proceso.
2. Documentar y formalizar el plan de control.
3. Monitorear el proceso.
4. Actualizar y difundir el proyecto.

Cómo

1. Cálculo de niveles sigma del proceso
2. Cartas de control estadísticos por variables o atributos
3. Cálculo de ahorros y costos
4. Plan de control (Manzur, 2015). Se cita de : (Desimavilla, 2021)

2.10 ¿Qué es un SIPOC?

El diagrama SIPOC proporciona un panorama general de un proceso a través de la documentación de proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes. Muestra cómo los participantes de un proceso reciben materiales o datos unos de otros y, a menudo, se utiliza para mejorar o comprender los procesos asociados con la experiencia del cliente.

Los diagramas SIPOC no están diseñados para proporcionar demasiados detalles, sino que brindan a las partes interesadas un mapa general de los procesos para ayudarlos a tomar decisiones y generar ideas de mejora. Por lo tanto, los diagramas SIPOC son solo una de las herramientas para la gestión de procesos de negocios (BPM), la cual implica investigar procesos, planificar cómo mejorarlos e implementar dichas mejoras.

El acrónimo SIPOC proviene de estos cinco componentes:

- Proveedores (Suppliers): la fuente de las entradas del proceso

- Entradas (Inputs): los recursos que necesitas para que el proceso funcione
- Proceso (Process): los pasos generales que componen el proceso
- Salidas (Outputs): los resultados del proceso
- Clientes (Customers): las personas que reciben los resultados o salidas, o se benefician del proceso (MacNeil, C., 2025)

2.11 Estudio de tiempos y movimientos

Una de las técnicas más utilizadas para superar deficiencias y elevar la productividad de los trabajadores es el estudio del trabajo, definido como el examen sistemático de los métodos para realizar actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se están realizando, tuvo sus orígenes a principios del siglo XX, con los trabajos realizados por Frederick W. Taylor y continuados unos años después por los esposos Gilbreth (Kanawaty, 1996).

Esta actividad implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido de trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables (Niebel & Freivalds, 2014).

El estudio de movimiento implica el análisis de los movimientos básicos de la mano, brazos y cuerpo, utilizados para llevar a cabo una tarea. Incluye el diseño del lugar de trabajo, el medio ambiente, así como las herramientas y el equipo utilizado en la operación (por ejemplo; porta piezas, accesorios, herramientas manuales y máquinas herramientas) (Groover, 2007). Para Niebel & Freivalds (2014), el estudio de métodos o movimientos, incluye el

diseño, creación y selección de los mejores métodos, procesos, herramientas, equipos y habilidades de manufactura para fabricar un producto, adicionalmente deben considerar sobre cualquier cosa la seguridad de los trabajadores (Meyers, 2005).

2.11.1 Estudio de tiempo con cronometro

Es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, con base en un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido. Un estudio de tiempos con cronómetro se lleva a cabo cuando se va a ejecutar una nueva operación, actividad o tarea; cuando se presentan quejas de los colaboradores o de sus representantes sobre el tiempo de una operación; cuando se encuentran demoras causadas por una operación lenta, que ocasiona retrasos en las demás operaciones: cuando se pretende fijar los tiempos estándar de un sistema de incentivos y cuando se encuentren bajos rendimientos o excesivos tiempos muertos de alguna máquina o grupo de máquinas. (García, 2005).

El estudio de tiempos con cronómetro se ha venido perfeccionando desde 1920 y actualmente se considera como un instrumento o medio necesario para el funcionamiento eficaz de las empresas o la industria. Los profesionales de la actualidad ven necesario considerar o tomar en cuenta al elemento humano en su trabajo. (Instituto de Investigaciones Económico-Sociales, Universidad Veracruzana., 2020)

2.12 Diagrama de Pareto

Se reconoce que más de 80% de la problemática en una organización es por causas comunes, es decir, se debe a problemas o situaciones que actúan de manera permanente sobre los procesos. Pero, además, en todo proceso son pocos los problemas o situaciones vitales que contribuyen en gran medida a la problemática global de un proceso o una empresa.

Lo anterior es la premisa del diagrama de Pareto, el cual es un gráfico especial de barras cuyo campo de análisis o aplicación son los datos categóricos, y tiene como objetivo ayudar a localizar el o los problemas vitales, así como sus principales causas. La idea es que cuando se quiere mejorar un proceso o atender sus problemas, no se den “palos de ciego” al trabajar en todos los problemas al mismo tiempo atacando todas sus causas a la vez, sino que, con base en los datos e información aportados por un análisis estadístico, se establezcan prioridades y se enfoquen los esfuerzos donde éstos puedan tener mayor impacto.

La viabilidad y utilidad general del diagrama está respaldada por el llamado principio de Pareto, conocido como “Ley 80-20” o “Pocos vitales, muchos triviales”, en el cual se reconoce que pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto (80%), y el resto de los elementos propician muy poco del efecto total. El nombre del principio se determinó en honor al economista italiano Wilfredo Pareto (1843-1923).

2.13 Diagrama de Ishikawa

El diagrama de causa-efecto o de Ishikawa es un método gráfico que relaciona un problema o efecto con los factores o causas que posiblemente lo generan. La importancia de este diagrama radica en que obliga a buscar las diferentes causas que afectan el problema bajo análisis y, de esta forma, se evita el error de buscar de manera directa las soluciones sin cuestionar cuáles son las verdaderas causas.

Método de las 6M

El método de las 6 M es el más común y consiste en agrupar las causas potenciales en seis ramas principales (6 M): métodos de trabajo, mano o mente de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente. Estos seis elementos definen de manera global todo proceso y cada uno aporta parte de

la variabilidad del producto final, por lo que es natural esperar que las causas de un problema estén relacionadas con alguna de las 6 M.

2.14 Lluvia de ideas

Las sesiones de lluvia o tormenta de ideas son una forma de pensamiento creativo encaminada a que todos los miembros de un grupo participen libremente y aporten ideas sobre determinado tema o problema. Esta técnica es de gran utilidad para el trabajo en equipo, ya que permite la reflexión y el diálogo con respecto a un problema y en términos de igualdad. (Gutiérrez, 2018).

2.15 Matriz de priorización

La matriz de priorización o valoración de problemas es una herramienta que consiste en una tabla en la que se presentan diferentes criterios que permiten realizar una elección, en este caso, definir cuál problema puede ser prioritario de abordar.

La matriz de priorización de problemas es útil para tomar decisiones y clasificar problemas, con base en la ponderación de iones y aplicación de criterios. (Agencia de Calidad de la Educación (Chile), 2021).

2.16 Procedimiento Operativo Estándar

SOP significa procedimiento operativo estándar (del inglés, *standard operating procedure*). Se trata de un conjunto de instrucciones documentadas que describen cómo llevar a cabo una actividad de manera eficiente, uniforme y segura. De ese modo, un empleado sin experiencia puede resolver una situación simplemente siguiendo unas instrucciones.

Los procedimientos operativos estándar pueden presentarse en distintos formatos según el público y el contexto.

El nivel de detalle de un procedimiento operativo estándar depende de la complejidad de la tarea y del perfil de los empleados que la ejecutarán. Estos son algunos factores que determinan el grado de precisión a alcanzar:

- Complejidad de la tarea. Los procesos críticos o con alto riesgo requieren una mayor concreción en las indicaciones.
- Experiencia del personal. Si los operadores son nuevos, el SOP deberá ser más explicativo y servir como herramienta de capacitación.
- Regulaciones y normativas. Los procesos sujetos a auditorías tienen que ser lo más exhaustivos posible.
- Frecuencia de la tarea. Las tareas poco frecuentes suelen requerir más pormenores para evitar errores. (Mecalux, 2025)

2.17 Plan de salida de residuos

Un plan de gestión de residuos es un documento que establece las directrices y procedimientos necesarios para gestionar de forma adecuada los residuos generados por una empresa.

Este plan detalla toda la información relacionada, desde la identificación de los tipos de residuos hasta su correcta eliminación o reciclaje, garantizando que se cumplan todas las normativas medioambientales aplicables.

Además, un buen plan de residuos también debe incluir medidas para reducir la generación de los mismos, así como estrategias para reutilizar y reciclar siempre que sea posible.

3.-CAPITULO 3: DESARROLLO

3.1.1 FASE 1: DEFINIR

Problema: En la planta One Adfors, la gestión de residuos urbanos, manejo especial y residuos peligrosos se realiza mediante un sistema de ticket físicos. Este método genera problemas como errores en la captura manual y actualización lenta en los datos, lo que puede ocasionar pagos indebidos o excesivos.

Objetivo del proyecto:

Transformar el proceso de gestión de residuos mediante la implementación de un sistema digital que elimine la captura manual, mejore el acceso a la información y optimice la trazabilidad y control.

Con el SIPOC nos da un enfoque para visualizar de forma integral cómo fluye la información desde que un residuo es generado, hasta que es registrado y utilizado para control interno o cumplimiento legal.

Registro de Residuos				
S (Proveedores)	I (Entradas)	P (Proceso)	O (Salidas)	C (Clientes)
*Personal de recolección ecológico	*Tickets físicos con información del tipo de residuo	*Recolección del residuo	*Ticket llenado en físico	*Área de medio ambiente
*Áreas generadoras de residuos	*Listas de residuos	*Llenado de ticket a mano	*Captura manual en sistema (Excel, hojas)	*Auditorías (ISO 14001)
	*Normativas de residuos (clasificación, manejo)	*Entrega del ticket al área de medio ambiente		*Gerencia / Dirección
				*Entidades regulatorias (SEMARNAT, etc.)

Tabla 1.Registro de residuos

Fuente: Propia

3.1.2 FASE 2: MEDIR

En esta fase se evalúa el desempeño actual del proceso de registro de residuos mediante el uso de tickets físicos en las plantas Vetrotex y Adfors. Para ello, se realizó una toma de tiempos y movimientos.

Estudio de tiempos y movimientos

Actualmente, el registro de residuos (urbanos, de manejo especial y peligrosos) se realiza de forma manual por parte del personal de vigilancia, quien llena un ticket físico al momento de la recepción del residuo. Posteriormente, el área de Medio Ambiente acude físicamente al punto donde se encuentran los tickets para recolectarlos, lo que genera desplazamientos adicionales.

En el estudio de tiempos con cronometro se evaluaron dos escenarios: con remarcación y sin remarcación del ticket. Es importante destacar que los tiempos presentados en la tabla corresponden al tiempo estándar por ticket.

Adicionalmente, se identificó que el proceso de recolección de tickets incluye un desplazamiento promedio de 198 segundos. No obstante, este recorrido no se realiza por cada ticket individualmente, sino en bloques, donde se recolectan entre 5 y 10 tickets por visita, según la cantidad de residuos generados durante la semana. Por esta razón, el tiempo de traslado no se incorpora directamente en el tiempo estándar por ticket en la tabla.

En este caso, cuando ocurre el desplazamiento para la recolección de los tickets, dicho tiempo se considera dentro del tiempo estándar, lo que incrementa el tiempo total por ticket capturado. Esta situación refuerza aún más la necesidad de optimizar el proceso mediante su digitalización, eliminando recorridos innecesarios y mejorando la eficiencia operativa.

Operación :	Captura de tickets						
Analista:	José Manuel Sánchez Pérez						
Operario:	Vigilancia						
Toma de Tiempo y Movimientos							
Nº	Actividad	Descripción de la actividad	TO (s)	Ritmo (normal=100%,Lento =95%,Rápido=110%)	Tiempo Normal (TN)	Suplemento (Fatiga,demora%)	Tiempo Estándar (TE)
1	Recepción del residuo	El operador se detiene en la bascula,para el pesaje del residuo	10	100	10	0.1	11.0
2	Llenado manual del ticket	El personal escribe a mano el,nombre del operador,tipo de camión,placas,nombre y firma del responsable	45	95	42.75	0.1	47.0
3	Validación inmediata del ticket	Se verifica si el ticket está completo antes de guardarlo.	10	100	10	0.1	11.0
4	Remarcación por errores (si aplica)	En caso de fallas de impresión, letra ilegible o equivocación.	90	100	90	0.1	99.0
5	Recolección del ticket físico	El responsable de medio ambiente va a vigilancia a recoger los tickets	180	100	180	0.1	198.0
6	Captura manual al sistema	El ticket se transcribe en el sistema por otro operador.	50	100	50	0.1	55.0
		Tiempos totales estimados					
		Tipo de ejecución	Tiempo total estándar(seg)	Min			
		Sin remarcación	124.0	2.07			
		Con remarcación	223.03	3.72			

Tabla 2. Toma de tiempos del proceso observado

Fuente: Vetrotex

Con el estudio de tiempos y movimientos se muestra que el sistema manual en ambas plantas es ineficiente, con errores frecuentes, tiempo perdido en tareas repetitivas y manuales ,al igual del traslado del personal.

3.1.3 FASE 3:ANALIZAR

En esta fase se identifica la causas raíz que provocan los errores frecuentes en el proceso de registro manual de residuos en los sitios Vetrotex y Adfors,

utilizando herramientas como un análisis de errores, gráfica de Pareto, y el diagrama de Ishikawa.

Análisis de errores detectados

Las siguientes tablas muestran los errores registrados en los tickets físicos entre los meses de enero a mayo, clasificados por tipo de error y por planta:

Tickets (Vetrotex)						
Mes	Fallo de impresión termica	Letra no legible	Equivocación de datos en casillas	Remarcación de tickets	Total de fallos	Total de tickets
Enero	47	2	7	46	102	206
Febrero	20	5	10	17	52	172
Marzo	22	0	6	17	45	178
Abril	9	0	8	7	24	156
Mayo	12	18	2	12	44	135

Tabla 3. Errores comunes en Vetrotex

Fuente: Propia

Mes	Fallo de impresión termica	Letra no legible	Equivocación de datos en casillas	Remarcación de tickets	Total de fallos	Total de tickets
Enero	9	1	3	9	22	50
Febrero	5	2	7	5	19	52
Marzo	11	1	0	7	19	68
Abril	7	0	1	6	14	57
Mayo	4	9	4	3	20	63

Tabla 4. Errores comunes en Adfors

Fuente: Propia

Se observa que Vetrotex presenta mayor volumen de errores, destacando el fallo de impresión térmica y remarcación de tickets como los más frecuentes.

Grafica de Pareto

Con base en la tabla anterior, se resumen los errores acumulados por tipo:

Recolección de datos			
Tipo de error	Total Vetrotex	Total Adfors	Total combinado
Fallo de impresión térmica	110	36	146
Remarcación de tickets	99	30	129
Equivocación de datos	33	15	48
Letra no legible	25	13	38
TOTAL	267	94	361

Tabla 5. Resumen total de los errores comunes

Fuente :Propia

Se realiza la siguiente tabla donde se representa el número de tickets con error por tipo, ya combinados Vetrotex y Adfors.

Resumen de datos	
Tipo de error	Frecuencia
Fallo de impresión térmica	146
Remarcación de tickets	129
Equivocación de datos	48
Letra no legible	38
Total	361

Tabla 6. Suma total de errores One Adfors

Fuente: Propia

A partir de estos datos, se construyó la siguiente gráfica de Pareto:

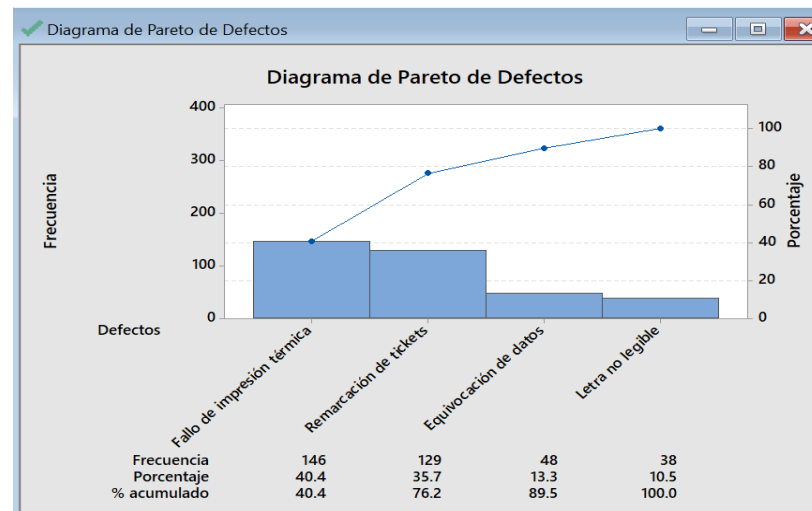


Ilustración 5. Frecuencia y defectos de One Adfors

Fuente: Propia

Como se muestra en la figura anterior, el 76.2% de los errores proviene de solo dos causas: Fallo de impresión térmica y Remarcación de tickets. Esto refleja el principio de Pareto (80/20)

Los errores por equivocación de datos y letra no legible representan juntos solo el 23.82%, por lo tanto, no son prioritarios para una primera intervención correctiva.

Diagrama de Ishikawa

Con base al Pareto, se realizó el Diagrama de Ishikawa (causa-efecto) con el propósito de identificar y clasificar de forma estructurada las posibles causas del fallo de impresión térmica en los tickets físicos, el cual representa la principal fuente de errores en el proceso de registro de residuos en las planta Vetrotex y Adfors.

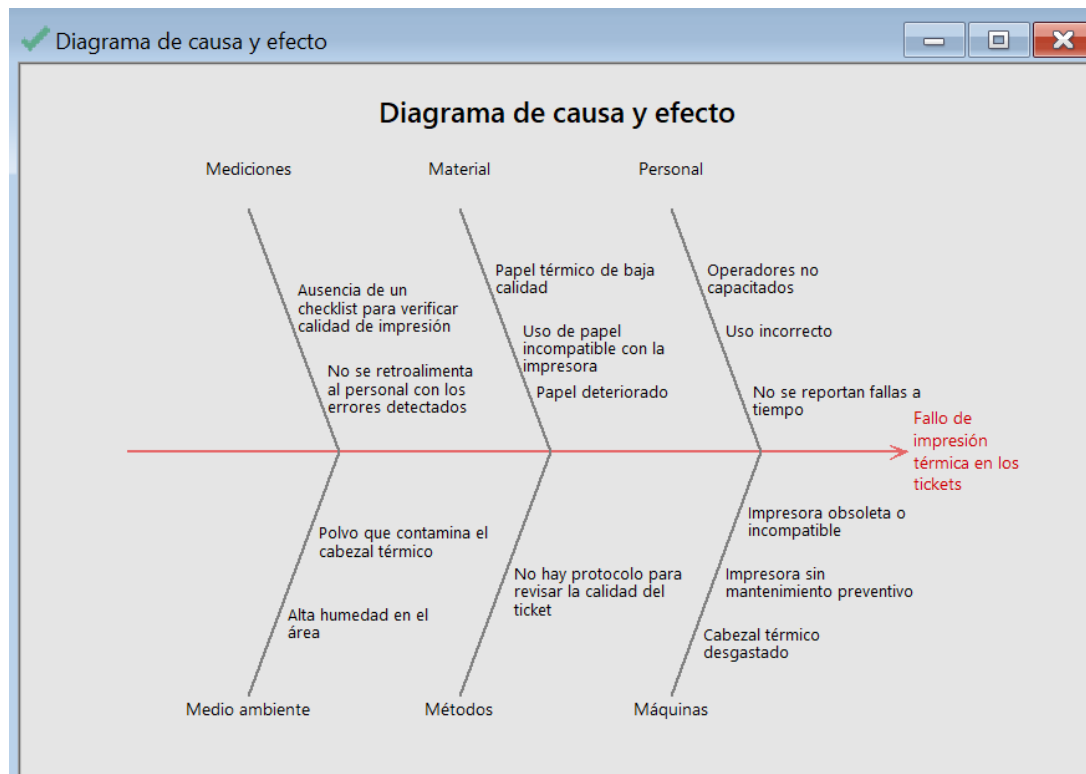


Ilustración 6. Fallo de impresión térmica

Fuente: Propia

Con base al causa-efecto se puede determinar que el uso continuo de tickets físicos con impresoras térmicas sin mantenimiento ni estandarización ha provocado fallas recurrentes que afectan directamente la calidad del registro de residuos. Este análisis refuerza la necesidad de implementar un sistema digital, que elimine la dependencia de equipos obsoletos, automatice la captura de datos, mejore la trazabilidad y control operativo.

3.1.4 FASE 4:MEJORAR

En esta fase se desarrolla e implementa soluciones efectivas que eliminen las causas raíz identificadas previamente. La prioridad es sustituir el sistema manual basado en tickets físicos por un sistema digital de captura y registro de residuos, que elimine errores derivados de fallos técnicos, reduzca tiempos de operación y mejore la trazabilidad.

Lluvia de ideas

Se realizó una lluvia de ideas, para las posibles soluciones de eliminar la captura manual de los tickets.

Generación de soluciones		
Propuesta	Ventajas	Desventajas
1. Digitalizar el registro mediante el software interno de la empresa	*Elimina el uso de Tickets físicos *Mejora trazabilidad y acceso a datos *Facilita reportes automáticos *Reduce errores humanos	*Requiere red interna *Capacitación obligatoria
2. Uso de tabletas o QR para escanear residuos	Registro más rápido y sin papel	*Inversión inicial en hardware
3. Reemplazo de impresoras térmicas defectuosas	*Mejora temporal si se mantiene el formato físico	*Costo elevado *Riesgo de nuevas fallas técnicas
4.Mantenimiento preventivo en impresoras	*Prolonga vida útil del equipo *Bajo costo	* Requiere cumplimiento riguroso
5.Digitalización en la nube	*Accesibilidad *Reducción de costos	*Falta de control *Preocupaciones de seguridad * Complejidad en la migración de información

Tabla 7.Propuestas de soluciones

Fuente: Propia

Matriz de priorización

Con base en la tabla anterior de generación de soluciones (lluvia de ideas), se procede a elaborar una matriz de priorización con el fin de evaluar objetivamente cada propuesta. Para ello, se asignan valores numéricos a dos criterios clave: el impacto que cada solución tendría sobre el proceso y el esfuerzo requerido para su implementación. Ambos criterios se valoran en una escala del 1(bajo) al 5(alto), y el producto de estas valoraciones permite obtener una puntuación total. Esta puntuación facilita la comparación entre alternativas y permite identificar la opción más viable y estratégico.

Calificación de propuestas				
Nº	Propuesta	Impacto (I)	Esfuerzo (E)	Puntuación total (I × E)
1	Digitalizar el registro mediante el software interno	5	4	20
2	Uso de tabletas o códigos QR para escanear residuos	4	4	16
3	Reemplazo de impresoras térmicas defectuosas	3	2	6
4	Mantenimiento preventivo en impresoras	2	5	10
5	Digitalización en la nube	4	2	8

Tabla 8. Matriz de priorización de soluciones

Fuente: Propia

Tras evaluar las alternativas, la solución que ofrece el mayor beneficio con un impacto sostenido en el tiempo es; la digitalización mediante el software interno de la empresa ya que resuelve directamente el fallo de impresión térmica (problema raíz), errores humanos, mejora la trazabilidad.

Descripción de la solución seleccionada

“Digitalización para la gestión eficiente en los 3 niveles de residuos One Adfors”

Como parte de la fase de mejora, se desarrolló e implementó un sistema digital para el registro de residuos en las plantas Vetrotex y Adfors, con el objetivo de eliminar los errores derivados del uso de tickets físicos y mejorar la trazabilidad del proceso. Para ello, se trabajó en estrecha colaboración con el equipo de Tecnologías de la Información (IT) de la empresa, manteniendo reuniones periódicas para alinear los requerimientos operativos con las capacidades técnicas del sistema.

La empresa cuenta con un software interno , por lo que se decidió construir el módulo de registro de residuos dentro de esta plataforma existente, lo cual permitió una integración completa con los sistemas ya utilizados en planta, evitando la necesidad de adquirir programas externos o licencias adicionales. Este enfoque garantizó la compatibilidad con los procesos actuales y facilitó el acceso al personal involucrado.

El nuevo módulo fue personalizado para capturar todos los datos necesarios en el proceso de salida de residuos.

Incorporación de datos	
Fecha de ingreso	Peso indicado en la remisión
Fecha de salida	Tipo de camión
Num. Ticket	M ³ del camión
Remisión	Placas del camión
Proveedor	Peso entrada
Material	Peso salida
Scrap	Peso neto

Tabla 9. Datos requeridos

Fuente: Propia

Hay que hacer mención, que al momento en que un camión cargado de residuos pasa por la báscula, el sistema registra automáticamente el peso y lo vincula al formulario digital en tiempo real.

Para habilitar esta funcionalidad, se proporcionó al equipo de desarrollo una lista actualizada de residuos generados en ambas plantas. En algunos casos, fue necesario actualizar residuos existentes y, en otros, agregar nuevos residuos que no se encontraban registrados previamente. Con esta información, se realizó una opción desplegable para el personal de vigilancia, así facilitando el llenado del registro sin errores de escritura.

El flujo del nuevo proceso funciona de la siguiente manera: cuando un camión con residuos se dirige a la salida, primero pasa por la báscula industrial. En ese momento, el sistema captura automáticamente el peso del vehículo y lo almacena en la base de datos. De manera inmediata, el personal de vigilancia completa los datos restantes desde un equipo conectado al sistema, como una computadora de escritorio. Al finalizar el registro, la información se envía directamente a la base de datos interna, donde el área de Medio Ambiente puede consultar la información en tiempo real, y exportar datos para cumplir con los requisitos de las autoridades ambientales correspondientes o realizar los reportes mensuales de residuos.

Previo a su implementación definitiva, se llevaron a cabo diversas pruebas piloto, tanto en Adfors como en Vetrotex, con residuos urbanos y de manejo especial. Estas pruebas sirvieron para verificar que el sistema capturara correctamente los datos, que no se presentaran errores de sincronización y que la información fluyera sin interrupciones hacia la base de datos. Gracias a estas validaciones, se garantizó que la herramienta digital fuera funcional, segura y adaptada a las necesidades reales de la operación.

La implementación del sistema representa un avance importante en términos de eficiencia, control y sustentabilidad. Se eliminó la captura manual de los tickets, se eliminaron los errores provocados por fallas de impresión térmica y remarcación. Este desarrollo no solo fortalece el cumplimiento normativo, sino que también permite mejorar la toma de decisiones basada en datos reales y confiables.

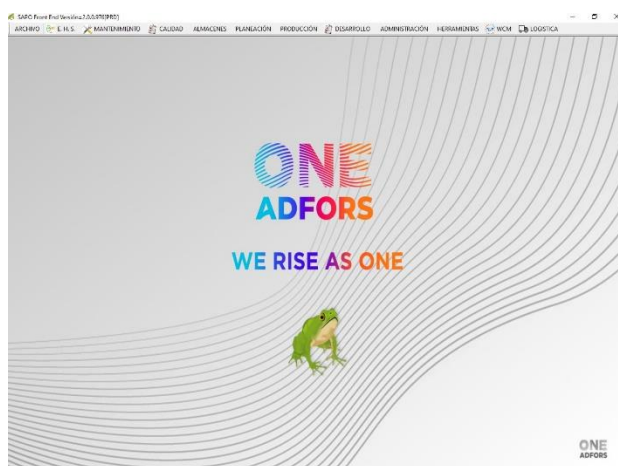


Ilustración 7. Pantalla de inicio del software

Fuente: Vetrotex

Ilustración 8. Llenado de datos en digital

Fuente: Vetrotex

SAPO Front End Versión=2.0.0.976[PRD] - [Report Weighing Scale]

ARCHIVO E. H. S. MANTENIMIENTO CALIDAD ALMACENES PLANEACIÓN PRODUCCIÓN DESARROLLO ADMINISTRACIÓN HERRAMIENTAS WCM LOGISTICA

Fecha Inicio: 12/06/2025 17:01 Fecha Termino: 12/06/2025 17:01 Mostrar Exportar a Excel Cerrar

Tabla: Drag a column header here to group by that column.

Table: 17 Items

FECHA INGRESO	FECHA SALIDA	Nº TICKET	REMISION	PROVEEDOR	MATERIAL	SCRAP	PESO INDICADO EN LA RE
12/06/2025 07:55:00 a. m.	12/06/2025 09:04:00 a. m.	1833.2	3110	TEOBA LOGISTICS	COLEMITA	☐	
12/06/2025 08:10:00 a. m.	12/06/2025 09:36:00 a. m.	1833.4	3111	TEOBA LOGISTICS	COLEMITA	☐	
12/06/2025 08:15:00 a. m.	12/06/2025 11:08:00 a. m.	1833.7	RC4030	TRANSPORTE GOM	CAOLIN	☐	
12/06/2025 08:19:00 a. m.	12/06/2025 09:20:00 a. m.	1833.3	N/A	SETSA	FIBRA DE SOTANO	☒	
12/06/2025 09:17:00 a. m.	12/06/2025 11:57:00 a. m.	1833.9	N/A	RECUPERADORA DE NIFTAL PS.	CARTON ADFORS	☒	
12/06/2025 09:29:00 a. m.	12/06/2025 10:27:00 a. m.	1833.5	3110	TEOBA LOGISTICS	COLEMITA	☐	
12/06/2025 10:00:00 a. m.	12/06/2025 11:02:00 a. m.	1833.6	3111	TEOBA LOGISTICS	COLEMITA	☐	
12/06/2025 10:47:00 a. m.	12/06/2025 11:52:00 a. m.	1833.8	N/A	SETSA	FIBRA DE SOTANO	☒	
12/06/2025 11:44:00 a. m.	12/06/2025 12:06:00 p. m.	1834.0	N/A	MORPHOPLAST	PET ADFORS	☒	
12/06/2025 11:48:00 a. m.	12/06/2025 01:11:00 p. m.	1834.2	RC4031	TRANSPORTE GOM	CAOLIN	☐	
12/06/2025 12:32:00 p. m.	12/06/2025 12:49:00 p. m.	1834.1	N/A	SERVICIOS ECOLOGICOS	RESIDUOS URBANOS VETROTEX COMEDOR	☒	
12/06/2025 01:15:00 p. m.	12/06/2025 02:44:00 p. m.	1834.4	N/A	SERVICIOS ECOLOGICOS	MALLA ADFORS	☒	
12/06/2025 01:25:00 p. m.	12/06/2025 03:56:00 p. m.	1834.5	N/A	SETSA	FIBRA DE SOTANO	☒	
12/06/2025 01:48:00 p. m.	12/06/2025 04:12:00 p. m.	1834.6	RC4032	TRANSPORTE GOM	CAOLIN	☐	
12/06/2025 01:53:00 p. m.	12/06/2025 02:13:00 p. m.	1834.3	N/A	SERVICIOS ECOLOGICOS	RESIDUOS URBANOS VETROTEX TORSIÓN	☒	
12/06/2025 03:49:00 p. m.			N/A	SERVICIOS ECOLOGICOS	FIBRA DE SOTANO	☒	
12/06/2025 04:49:00 p. m.			RC4033	TRANSPORTE GOM	CAOLIN	☐	

Ilustración 9. Información capturada en el software

Fuente: Vetrotex

Aplicación de la metodología 5's en los almacenes de residuos

Como complemento a la digitalización del sistema de registro, se propuso aplicar la metodología de las 5S en los almacenes de residuos de One Adfors, con el objetivo de ordenar, estandarizar y mantener limpios y funcionales los espacios de almacenamiento, tanto para residuos urbanos, como de manejo especial y peligrosos.

Seiri (Clasificar): Se identificaron y separaron los residuos que realmente deben estar encada tipo de almacén, eliminando materiales innecesarios o mal clasificados.



Ilustración 10. Clasificación de residuos

Fuente: Vetrotex

Seiton (Ordenar): Se asignaron ubicaciones específicas y señalizadas para cada tipo de residuo, lo cual permitió un registro más claro y exacto al momento de digitalizar la información.



Ilustración 11. Ubicación de residuos

Fuente: Vetrotex

Seiso (Limpiar): Se realizaron jornadas de limpieza profunda en los almacenes, eliminando polvo, etiquetas ilegibles.



Ilustración 12. Limpieza de área

Fuente: Vetrotex

Seiketsu (Estandarizar): Se definieron reglas visuales y criterios comunes para mantener el orden.



Ilustración 13. Mantener el orden

Fuente: Vetrotex

Shitsuke (Disciplinar): Se estableció supervisión periódicas y se capacitó al personal para reforzar el cumplimiento constante de las 5S.

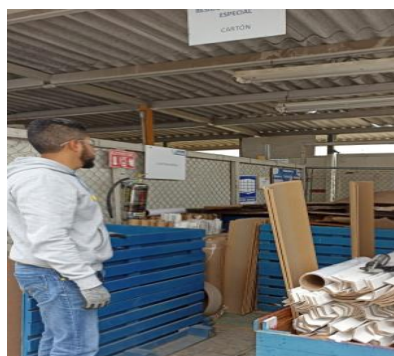


Ilustración 14. Mantener la disciplina

Fuente: Vetrotex

3.1.5 FASE 5: CONTROLAR

La finalidad de esta última fase del ciclo DMAIC es garantizar que la mejora implementada (la digitalización del sistema de registro de residuos)

permanezca operativa, estable y funcional a lo largo del tiempo. Esta etapa busca prevenir el retroceso al proceso manual anterior, mantener la calidad de los datos. Para ello se definieron SOP, capacitación y Plan de salida de residuos.

Procedimiento Operativo Estándar (SOP)

Se elaboró dos Procedimiento Operativo Estándar (SOP) dirigido al equipo del área de Medio Ambiente. Este procedimiento no está enfocado en la captura de datos, sino en la correcta consulta, validación, uso y exportación de la información.



SOP : Acceso al Menú de SAPO

☒ Conocimiento básico
 ☐ Problema
 ☐ Mejora

Título : Acceso al Menú de SAPO

Rev. : 0

Fecha : 10-abr-23

Código : SOP-EHSV-047

Área/Taller/Maq. :
 Medio Ambiente
 Departamento : EHS

1. Abre el programa Sapo Standard Tools



2. Da clic en la opción de "Iniciar Sapo Vetrotex"



3. Aparecerá una nueva ventana, donde se visualizarán tus datos y darás clic en "Ingresar"



Elaborado por:

Revisión ISO

Revisión Área

Aprobado por:

José Sánchez

Alfredo Mejía

Andrés Montesinos

Héctor Balderrás

CONTROL DE CAMBIOS

HOJA 1

Rev. No.	Sección	
0	0	Creación

Ilustración 15.SOP de acceso al menú

Fuente: Vetrotex

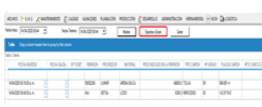
 SOP : Visualizar Datos de Residuos					
☒ Conocimiento básico		☐ Problema		☐ Mejora	
Título : Visualizar Datos de Residuos					
Área/Taller / Maq. :	Medio Ambiente	Departamento :	EHS	Rev. :	0
				Fecha :	14-abr-25
				Código :	SOP-EHSV-048
 1. Abre vSAP O  2. Dirígete a la pestaña "Almacenes"  3. Selecciona las opciones "Control de Entradas/Salida" y "Reporte de pesaje de báscula"  4. Aparecerá una nueva ventana, haz clic en "mostrar"  5. Se mostrarán los datos correspondientes a la fecha en la que estás realizando la consulta  6. Da clic en la opción "Exportar a Excel", para descargar los datos					
Elaborado por:		Revisión ISO		Revisión Área	
José Sánchez		Alfredo Mejía		Andrés Montesinos	
Aprobado por:		Héctor Balderas			
HOJA 1					
CONTROL DE CAMBIOS					
Rev. No.	Sección				
0	0	Creación			

Ilustración 16. SOP de exportación de datos

Fuente: Vetrotex

Capacitación del personal

Para garantizar el correcto uso del nuevo sistema, se realizó una capacitación formal dirigido al personal de vigilancia, quienes realizan el registro digital de los residuos, y al personal del área de Medio Ambiente, quienes consultan, validan y gestionan la información.



Ilustración 17. Capacitación a vigilancia

Fuente: Vetrotex



Ilustración 18. Capacitación a Medio Ambiente

Fuente: Vetrotex

Plan de salida de residuos

El plan de salida de residuos fue inicialmente proporcionado por el área de Medio Ambiente, con el objetivo de establecer una programación ordenada y eficiente para el retiro de residuos generados en planta, abarcando residuos urbanos, de manejo especial y peligrosos. Sin embargo, durante el desarrollo del proyecto y la fase de análisis de la situación actual, se identificaron áreas de oportunidad que motivaron la necesidad de ajustar dicho plan.

Uno de los principales hallazgos fue que, en ciertos almacenes temporales de residuos, se presentaba una acumulación excesiva, especialmente en aquellos que no contaban con salidas frecuentes, por

PLANTA VETROTEX				ALMACENES TEMPORALES DE ACOPIO DE RESIDUOS								
TIPO DE RESIDUO	PRESENTACIÓN	VOLUMEN MENSUAL EN KG	FRECUENCIA DE RETIRO	CENTRO DE ACOPIO CARRETE	CENTRO DE ACOPIO TORSIÓN	CENTRO DE ACOPIO BACH HOUSE	ALMACEN CHATARRA	PTAR	SOTANO	OFICINAS	COMEDOR	ALAMCEN DE REFACCIONES
CHATARRA	A GRANEL	10,000.00	CADA 15 DIAS									
CARTON	A GRANEL	20,000.00	3 VECES POR SEMANA									
PAPEL Y ARCHIVO	A GRANEL	50.00	1 VEZ POR MES									
EMPLAYE/PLASTICO	A GRANEL	1,200.00	3 VECES POR SEMANA									
BOTELLAS DE PET	A GRANEL	50.00	CADA 15 DIAS									
FLEJE DE PLASTICO	A GRANEL	200.00	1 VEZ POR SEMANA									
TARIMAS DE MADERAS	PIEZAS APILADAS	20,000.00	2 VECES POR SEMANA									
PEDACERIA DE MADERA	A GRANEL	200.00	CADA 15 DIAS									
ALUMINIO	A GRANEL	VARIABLE	1 VEZ POR MES									
CURSORES DE PLASTICO	BOLSA	200.00	CADA 15 DIAS									
RAPIA(SUPERSACOS ROTOS)	ALMACENADOS EN SUPERSACOS	1,000.00	1 VEZ POR SEMANA									
SUPERSACOS VACIOS EN BUEN ESTADO	A GRANEL	1,000.00	2 VECES POR SEMANA									
TAMBORES Y TAMBORES VACIOS	PIEZAS APILADAS	500.00	CADA 15 DIAS									
SCRAP ELECTRONICO	A GRANEL	200.00	1 VEZ POR MES									
VIDRIO VERDE ANDENES	CONTENEDOR ABIERTO DE 14 m3	60,000.00	CADA 15 DIAS									
BASURA A RELLENO	CONTENEDOR ABIERTO DE 6 m3	15,000.00	2 VECES POR SEMANA									
ODOS PLANTA DE TRATAMIENTOS REPROCESA	CONTENEDOR CERRADO DE 30 m3	30,000.00	2 A 3 VECES POR SEMANA									
LODOS PLANTA DE TRATAMIENTO SETSA	CAMION DE VOLTEO 7 m3	10,000.00	1 VEZ DOMINGO Y URGENCIAS									
FIBRA DE VIDRIO ALMEJAS	CAMION DE VOLTEO 7 m3	300,000.00	DIARIO									
FIBRA DE VIDRIO SOTANO	CONTENEDOR ABIERTO DE 14 m3	300,000.00	DIARIO									
SCRAP DE FIBRA DE VIDRIO	CONTENEDOR ABIERTO DE 14 m4	120,000.00	2 VECES POR SEMANA									

Tabla 10. Salida de residuos Vetrotex

Fuente: Vetrotex

Antes

Operación :	Captura de tickets						
Analista:	José Manuel Sánchez Pérez						
Operario:	Vigilancia						
Toma de Tiempo y Movimientos							
Nº	Actividad	Descripción de la actividad	TO (s)	Ritmo (normal=100%,Lento=95%,Rápido=110%)	Tiempo Normal (TN)	Suplemento (Fatiga,demora%)	Tiempo Estándar (TE)
1	Recepción del residuo	El operador se detiene en la bascula,para el pesaje del residuo	10	100	10	0.1	11.0
2	Llenado manual del ticket	El personal escribe a mano el,nombre del operador,tipo de camión,placas,nombre y firma del responsable	45	95	42.75	0.1	47.0
3	Validación inmediata del ticket	Se verifica si el ticket está completo antes de guardarlo.	10	100	10	0.1	11.0
4	Remarcación por errores (si aplica)	En caso de fallas de impresión, letra ilegible o equivocación.	90	100	90	0.1	99.0
5	Recolección del ticket físico	El responsable de medio ambiente va a vigilancia a recoger los tickets	180	100	180	0.1	198.0
6	Captura manual al sistema	El ticket se transcribe en el sistema por otro operador.	50	100	50	0.1	55.0
		Tiempos totales estimados					
		Tipo de ejecución	Tiempo total estándar(seg)	Min			
		Sin remarcación	124.0	2.07			
		Con remarcación	223.03	3.72			
		Promedio	173.5	2.89			

Tabla 12.Registro de residuos mediante ticket físico antes de la mejora

Fuente: Propia

Después

Operación :	Captura de tickets						
Analista:	José Manuel Sánchez Pérez						
Operario:	Vigilancia						
Toma de Tiempo y Movimientos							
Nº	Actividad	Descripción de la actividad	TO (s)	Ritmo (Normal=100%,Lento=95%,Rápido=110%)	Tiempo Normal (TN)	Suplemento (Fatiga,demora%)	Tiempo Estándar (TE)
1	Recepción del residuo	El operador se detiene en la bascula,para el pesaje del residuo	10	100	10	0.1	11.0
2	Captura de información	El personal de vigilancia captura en el software ,nombre del operador,tipo de camión,placas,nombre y etc.	55	100	55	0.1	60.5
3	Consulta inmediata	Medio Ambiente consulta la informaión en tiempo real	35	100	35	0.1	38.5
				Tiempo total estándar(seg)	110.0	Min	1.83

Tabla 13.Captura de residuos mediante el sistema implementado

Fuente: Propia

4.2 Eliminación de errores en el registro

Mediante el análisis de tickets físicos de enero a mayo, se documentaron más de 361 errores comunes. Tras la digitalización, los errores fueron prácticamente eliminados, destacando principalmente nuestro problema que fue fallas por impresión térmica y remarcación.

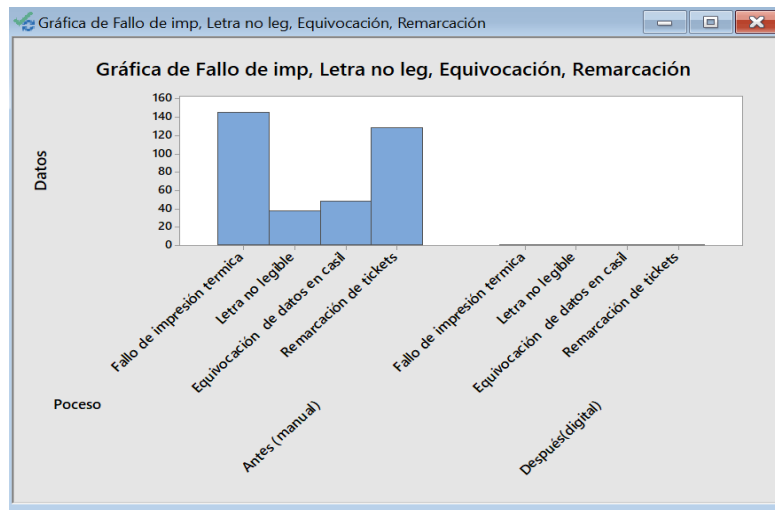


Ilustración 19. Comparación de errores

Fuente: Vetrotex

4.3 Optimización de los almacenes mediante 5S

La aplicación de la metodología 5S en los almacenes permitió clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y mantener en condiciones óptimas los espacios dedicados al almacenamiento de residuos.

Antes



Ilustración 20. Zona sin control

Fuente: Vetrotex

Después



Ilustración 21. Área en orden

Fuente: Vetrotex

5.-CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES

5.1 Conclusión del proyecto

La implementación del sistema digital para la gestión de residuos en One Adfors representó un avance sustancial en la eficiencia operativa y el control ambiental dentro de la organización. A través del uso de herramientas de mejora continua como el ciclo DMAIC, el análisis de causa raíz, estudios de tiempos y la metodología 5S, fue posible transformar un proceso manual y susceptible a errores en un sistema automatizado, confiable y trazable.

Entre los resultados más relevantes se encuentra la disminución del tiempo promedio de registro por ticket, la eliminación de errores frecuentes en la captura de datos, la disponibilidad inmediata de la información para consulta y reporte, así como la mejora en el orden y las condiciones de los almacenes de residuos. Estos avances no solo optimizaron los procesos internos, sino que también fortalecieron el cumplimiento con la normatividad ambiental vigente (NOM-052-SEMARNAT-2005 y NOM-161-SEMARNAT-2011).

5.2 Recomendaciones

Con base en los resultados obtenidos y con el fin de asegurar la continuidad y mejora del sistema implementado, se emiten las siguientes recomendaciones:

- Mantener actualizado el sistema digital, incorporando nuevos residuos conforme se modifiquen los procesos o se generen nuevas corrientes de desecho.
- Establecer un programa de capacitación continua para el personal operativo y administrativo involucrado, asegurando el uso correcto y eficiente del sistema.
- Evaluar la viabilidad de replicar el sistema en otras plantas del grupo Saint-Gobain, como modelo de gestión digital eficiente y estandarizado.

Estas acciones permitirán mantener la eficacia del sistema, garantizar su actualización tecnológica y proyectar su aplicación a mayor escala.

5.3 Experiencia Profesional y Personal Adquirida

La ejecución de este proyecto de residencia profesional representó una experiencia integral de desarrollo técnico y personal. Me permitió aplicar de forma práctica los conocimientos adquiridos durante mi formación en ingeniería industrial, particularmente en metodologías de mejora de procesos, análisis de datos, gestión ambiental y uso de herramientas digitales.

Durante el proyecto, fortalecí competencias clave como el trabajo interdisciplinario, la capacidad de análisis crítico, la toma de decisiones basada en evidencia y la comunicación efectiva con distintas áreas de la empresa. El trabajo conjunto con los departamentos de Medio Ambiente, Vigilancia y Tecnologías de la Información me permitió comprender el valor de la

colaboración y la alineación de objetivos en proyectos de mejora organizacional.

Asimismo, me otorgó una visión más amplia del entorno industrial y de las exigencias en términos de control normativo, eficiencia operativa y sostenibilidad ambiental.

6.-CAPÍTULO 6: COMPETENCIAS DESARROLLADAS

Durante el desarrollo e implementación del proyecto "Digitalización para la gestión eficiente en los 3 niveles de residuos One Adfors", se fortalecieron y aplicaron diversas competencias profesionales y personales. Entre las más relevantes se encuentran:

1. Análisis y mejora de procesos

Capacidad para identificar oportunidades de mejora en un proceso existente, realizar diagnósticos con herramientas como el ciclo DMAIC, estudios de tiempos y movimientos, análisis de causa raíz y graficación de datos, con el fin de proponer soluciones viables y sostenibles.

2. Gestión de proyectos

Desarrollo de habilidades para planificar, organizar, ejecutar y controlar un proyecto de mejora con base en objetivos claros, cronogramas definidos y resultados medibles, asegurando su implementación dentro del entorno organizacional.

3. Pensamiento crítico y toma de decisiones

Aplicación de criterios técnicos y lógicos para evaluar alternativas de solución mediante el uso de matrices de priorización y análisis de impacto-esfuerzo, orientando las decisiones hacia el beneficio operativo y el cumplimiento normativo.

4. Trabajo interdisciplinario

Interacción efectiva con distintas áreas de la empresa (Medio Ambiente, Tecnologías de la Información, Vigilancia, EHS), fomentando la colaboración, la comunicación clara y la alineación de objetivos para lograr la implementación exitosa del sistema.

5. Conocimiento normativo y ambiental

Comprensión y aplicación de la legislación ambiental vigente, especialmente las Normas Oficiales Mexicanas NOM-052-SEMARNAT-2005 y NOM-161-SEMARNAT-2011, lo que permitió asegurar el cumplimiento regulatorio en el tratamiento y control de residuos.

6. Implementación de metodologías de calidad

Dominio de herramientas de mejora continua como 5S, Pareto, Ishikawa, SIPOC y DMAIC, que permitieron estructurar el análisis y la solución de manera sistemática, basada en datos y orientada a resultados.

7. Responsabilidad y ética profesional

Cumplimiento puntual de tareas asignadas, resguardo de información sensible, compromiso con los objetivos del proyecto y alineación con la política ambiental de la organización, mostrando profesionalismo y ética en todo momento.

7.-CAPÍTULO 7: FUENTES DE INFORMACIÓN

(SEMARNAT, S. d. (2020). *Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuo*.

Obtenido de Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

(SEMARNAT:

<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/554385/DBGIR-15-mayo-2020.pdf>

Agencia de Calidad de la Educación (Chile). (2021). *Matriz de priorización de*

problemas [PDF]. Obtenido de Agencia de Educación:

https://archivos.agenciaeducacion.cl/Matriz_de_priorizacion_de_problemas.pdf

Argentina.gob.ar. (2024). *Etapas de la gestión integral de residuos sólidos urbanos*.

Obtenido de Argentina.gob.ar:

<https://www.argentina.gob.ar/interior/ambiente/control/rsu/etapas>

Benavides, L. S. (1997). *Guía para la definición y clasificación de residuos peligrosos*.

Obtenido de Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del

Ambiente (CEPIS) / Agencia Alemana de Cooperación Técnica:

https://www.residuoselectronicos.net/archivos/documentos/definicion_cepis.pdf

Corral, V. &. (2023). *Desarrollo Profesional SyS - Transformamos la educación en algo*

fácil y divertido. Obtenido de Metodología DMAIC - Desarrollo Profesional

SYS: Desarrollo Profesional SyS - Transformamos la educación en algo fácil

y divertido

Desimavilla, E. (2021). *Propuesta metodológica DMAIC para la disminución de*

defectos en el proceso de envasado de agua de una industria de bebidas

(Tesis de maestría. Obtenido de Universidad Politécnica Salesiana:

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21464/1/UPS-GT003543.pdf>

DOF. (2003). *Decreto por el que se expide la Ley General para la Prevención y*

Gestión Integral de los Residuos. Obtenido de DOF:

https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=688657&fecha=08/10/2003#gsc.tab=0

- Gómez, M. (1995). *El estudio de los residuos: definiciones, tipologías, gestión y tratamiento*. Obtenido de Serie Geográfica, (5), 21–42. Universidad de Alcalá: <https://ebuah.uah.es/dspace/handle/10017/1037>
- Gutiérrez, H. (2018). *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma (2ª ed.) [PDF]*. Obtenido de Universidad Veracruzana.: <https://www.uv.mx/personal/ermeneses/files/2018/05/6-control-estadistico-de-la-calidad-y-seis-sigma-gutierrez-2da.pdf>
- Instituto de Investigaciones Económico-Sociales, Universidad Veracruzana. (2020). *Análisis de tiempos y movimientos en el proceso de producción de vapor de una empresa generadora de*. Obtenido de Instituto de Investigaciones Económico-Sociales, Universidad Veracruzana.: <https://www.uv.mx/iiesca/files/2020/09/01CA2020-01.pdf>
- Jara, M. (2017). *El método de las 5S: su aplicación*. Obtenido de Res Non Verba: <https://biblat.unam.mx/hevila/ResnonverbaGuayaquil/2017/vol7/no1/10.pdf>
- MacNeil, C. (2025). *Qué es un diagrama SIPOC? 7 pasos para trazar y comprender los procesos de negocios*. Obtenido de Asana: <https://asana.com/es/resources/sipoc-diagram>
- Manglai. (s.f.). *ecretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)*. Obtenido de Manglai: <https://www.manglai.io/glossary/semarnat>
- Naturales, S. d. (2012). *Informe de la situación del medio ambiente en México 2012*. Obtenido de Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales: https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_12/pdf/Informe_2012.pdf
- Pérez Sierra, V., & Quintero Beltrán, L. C. (2017). Metodología dinámica para la implementación de 5's en el área de producción de las organizaciones. *Revista Ciencias Estratégicas*, 411 y 415.
- Perú, M. d. (2009). *Reciclaje y disposición final segura de residuos sólidos*. Obtenido de Ministerio del Ambiente del Perú: <https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/sinia/archivos/public/docs/154.pdf>

Residuos, L. G. (2003). *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Resíduos*. Obtenido de Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPGIR.pdf>

Salud, S. d. (2015). *Normas Oficiales Mexicanas. Gobierno de México*. Obtenido de Secretaría de Salud: <http>