



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS  
DE HIDALGO, LICENCIATURA EN INGENIERÍA  
EN ENERGÍA Y SUSTENTABILIDAD



Memoria de Experiencia Profesional

**“Gestión de residuos mediante la ley federal y estatal del estado de Guanajuato, y estandarización de área para optimización del trabajo estándar y reducción de los siete desperdicios”**

Que para obtener el título de Ingeniero en Energía y Sustentabilidad

Presenta

José Filiberto Hernández Rosas

Director de tesis

Dr. Juan José Piña Castillo

Morelia, Mich

Diciembre, 2022

## **Dedicatoria**

Me gustaría dedicar este trabajo a todas las personas con las que he logrado convivir y con todas aquellas que conviviré, en la vida nunca dejamos de aprender y ellas me han orientado para lograr mis objetivos y tener el conocimiento necesario para sobresalir. Así sea un consejo o una palabra que me hayan dirigido, lo he tomado con aprecio y he sabido aprovecharlo en cada paso que doy en mi crecimiento personal y profesional. En específico, me gustaría agradecer a los miembros de mi familia que me han apoyado y exigido para que estudie, ya que gracias a ellos he logrado estar donde estoy.

Agosto de 2022

## **Agradecimientos**

Quiero agradecer a toda mi familia, que si bien fue difícil convivir con ellos debido a que nunca pude relacionarme de una manera convencional como se estaba acostumbrada, logré aprovechar los regaños, berrinches, decepciones y tanto consejos buenos como malos para sobresalir un poco más que las demás personas y así conseguir gradualmente las metas que me proponía para poder concluir una de las mejores etapas de mi vida como lo fue la universidad. En especial me gustaría agradecer a aquellas personas que ya no están conmigo pero que gracias a ellas he encontrado un significado más profundo de lo que es la vida y como aprovechar cada momento que se me brinda para enorgullecer a todas aquellas personas que están con vida en este momento y poner un claro ejemplo de que los objetivos que te pongas, por muy alejados que parezcan pueden hacerse realidad si trabajas duro y sostienes tu determinación.

Agosto de 2022

## **Resumen**

El presente proyecto aborda, entre otras cosas, las razones por las que es importante comenzar a pensar de una manera sustentable en las empresas sin dejar fuera los intereses económicos y sociales de esta misma. También se describe lo que se realizó en los principales proyectos que se ejecutaron durante la estancia y el enfoque que se les dio a estos para poder desarrollarse de la mejor manera en el campo, por consiguiente, que se efectuaran de una forma efectiva. Así como el contexto donde se desempeñaron los trabajos y las necesidades de esta empresa, se introduce también a los temas principales para lograr abordar y entender por qué se consideran importantes estos proyectos.

### **Palabras clave:**

Sustentable, importantes, efectuaran, ejecutaron, describe.

## **Abstract**

This project addresses, among other things, the reasons why it is important to start thinking in a sustainable way about companies without leaving out their economic and social interests. It also describes what was done in the main projects that were carried out during the stay and the focus that was given to them in order to develop in the best way in the field, therefore, that they be carried out in an effective way. As well as the context where the work was carried out and the needs of this company, the main issues are also introduced to address and understand why these projects are considered important.

# Contenido

Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Resumen.....	iv
Índice de cuadros, gráficas y figuras.....	vi
<b>1. Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Descripción de la empresa u organización y del puesto o área de trabajo.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2 Descripción del proceso productivo de Draxton.....</b>	<b>6</b>
<b>1.3 Problemas a resolver priorizándolos.....</b>	<b>8</b>
<b>1.4 Objetivos.....</b>	<b>8</b>
Objetivo General.....	8
Objetivo específicos.....	8
<b>1.5 Justificación.....</b>	<b>8</b>
<b>2. Marco Teórico.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1 Lean Manufacturing.....</b>	<b>10</b>
<b>2.2 Six Sigma.....</b>	<b>10</b>
<b>2.3 Lean Six Sigma.....</b>	<b>11</b>
<b>2.4 Sustentabilidad.....</b>	<b>11</b>
<b>2.5 Conjunto de los pilares.....</b>	<b>13</b>
<b>3. Descripción y Desarrollo de Proyectos.....</b>	<b>14</b>
<b>3.1 Revalorización de arena Silica en la industria de la construcción.....</b>	<b>14</b>
3.1.1 Antecedentes y definición del problema.....	14
3.1.2 Objetivo general y específico.....	14
3.1.3 Justificación.....	15
3.1.4 Alcances y limitaciones.....	15
3.1.5 Desarrollo.....	15
3.1.6 Resultados y análisis.....	19
<b>3.2 Estandarizar área de acabado para lograr incrementar eficiencia.....</b>	<b>23</b>
3.2.6 Resultados y análisis.....	27
<b>4. Evaluación o impacto económico o social.....</b>	<b>28</b>
<b>5. Conclusiones.....</b>	<b>29</b>
<b>6. Referencias.....</b>	<b>30</b>

## Índice de cuadros, gráficas y figuras

<i>Figura 1.1 Cronología de construcción filosofica GIS</i> .....	3
<i>Figura 1.2 Decalogo de orientación de valores GIS</i> .....	3
<i>Figura 1.3 Ejemplo de Brackets fabricados por GIS</i> .....	6
<i>Figura 1.4 Ejemplo calipers fabricados por GIS</i> .....	6
<i>Figura 1.5 Ejemplo de cigüeñales fabricados por GIS</i> .....	6
<i>Figura 3.1.1 Registro de desecho histórico de arena Silica al inicio del proyecto</i> .....	16
<i>Figura 3.1.2 Seguimiento de registro de desecho de arena Silica</i> .....	17
<i>Figura 3.1.3 Muestra de estudios realizados a la arena Silica</i> .....	18
<i>Figura 3.1.4 Resultado en diversos porcentajes de concentración en bloques</i> .....	19
<i>Figura 3.1.5 Resultado después de dejar el tiempo estimado de fraguado</i> .....	20
<i>Figura 3.1.6 Evidencia de fabricación de firme para pruebas de utilización en otros aspectos de construcción</i> .....	20
<i>Figura 3.1.7 Evidencia de fabricación de distintos tipos de bloques</i> .....	21
<i>Figura 3.1.8 Comparativa entre el bloque tradicional y el bloque con mejor resistencia a la compresión</i> .....	21
<i>Figura 3.1.9 Resultados de pruebas realizadas para verificación el cumplimiento a las normas mexicanas</i> .....	22
<i>Figura 3.2.1 Ejemplo de análisis de tiempos realizado antes de modificaciones</i> .....	25
<i>Figura 3.2.2 Representación de distribución de personal tomando para el ejemplo</i> .....	25
<i>Figura 3.2.3 Tiempo después de realizar las mejoras</i> .....	26
<i>Figura 3.2.4 Representación de distribución de personal después de mejoras</i> .....	26
<i>Tabla 1. Especificaciones técnicas establecidas en base a resultados mostrados</i> .....	23

# 1. Introducción

A lo largo de la historia se han desarrollado múltiples informes, protocolos, acuerdos y conferencias sobre el medio ambiente, la importancia que conlleva que los diferentes países tomen acciones contundentes y eduquen a las personas para no permitir una catástrofe más que se salga de nuestras manos. Donde, a lo largo del tiempo se descubrirá la importancia de la visión donde puede transformar el planeta para una realidad más favorable, sustentable y próspero con todos los seres vivos que yacen en él.

Si bien, cada país maneja un ritmo distinto de implementación a estas medidas ya se le está brindando la importancia que se necesita, pero con el aumento en la demanda, el objetivo en mejorar la calidad de vida, el consumismo y algunos otros factores se ha identificado que se debe de incrementar el ritmo de las acciones contundentes para comenzar a reemplazar los combustibles fósiles por las energías renovables. Cabe destacar que es importante que la ciudadanía se dé especial cuenta de que todos nosotros somos los principales actuadores para lograr estos objetivos, ya que, si bien los gobiernos de cada país toman decisiones respecto a toda la información que se brinda sobre el medio ambiente los que pueden efectuar un cambio verdadero somos nosotros y para ello es muy importante entender el objetivo y los conceptos que esto involucra.

Por ejemplo, el concepto de “desarrollo sustentable,” acuñado por la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo, junto con el término “sustentabilidad”, han obtenido mayor reconocimiento a nivel internacional en los últimos años. Sin embargo, su uso generalizado ha generado una ambigüedad conceptual creciente, de modo que hoy en día ambos términos se emplean dentro de un espectro de significado muy amplio hasta el punto de su trivialización.

De acuerdo con Michael Ben – Eli (2015), la sustentabilidad debe ser considerada como un equilibrio dinámico en el proceso de interacción entre una población y la capacidad de carga del entorno, en el que la población se desarrolla para expresar su máximo potencial sin producir efectos adversos e irreversibles sobre la capacidad de carga del entorno del cual depende.

Y describe cinco principios fundamentales para lograrlo:

- **Dimensión material.** Donde se constituye la base para regular el flujo de materias y energía que sustentan la existencia.
- **Dimensión económica.** En esta, se proporciona un marco guía para definir, crear y administrar la riqueza.
- **Dimensión de la vida.** En la cual, proporciona la base para el comportamiento apropiado en la biósfera con respeto a otras formas de vida.
- **Dimensión social.** Que proporciona la orientación de actitud necesaria y la base para un código de ética universal.

- **Dimensión espiritual.** Proporciona la orientación de actitud necesaria y la base para un código de ética universal.

Sin embargo, entrando en contexto dentro de las organizaciones, estos principios pasan a segundo plano ya que se le da muy poca importancia al pensarse que no sirven para tener un impacto económico a excepción de las empresas que se comienzan a sumar al cambio por obligación de clientes internacionales.

Uno de estos cambios es el aprovechamiento de todo aquella sustancia o material que se creía un desecho o residuo, comenzando por considerarlo como un sub-producto para su revalorización al establecer controles, comenzar a medirlo y reconocer que existe un área de oportunidad en este.

Para esto, es muy importante mapear el proceso, comenzar a identificar las áreas de oportunidad donde puedo desperdiciar menor cantidad de ese producto para optimizar mi proceso y por último la estandarización de este para saber el cómo y por qué se puede revalorizar el sub-producto

A lo largo del periodo profesional se estudiaron los sistemas ambientales y lo que contempla la organización para pensarse como participe de este cambio.

## **1.1 Descripción de la empresa u organización y del puesto o área de trabajo**

Grupo Industrial Saltillo es una empresa mexicana fundada en 1928 que por más de 50 años ha producido piezas para diferentes industrias, tales como: automotriz, vehículos comerciales, ferroviaria, electrodomésticos, agrícolas, construcción, entre otras.

En el sector de autopartes produce piezas de hierro gris y nodular para sistemas de transmisión, suspensión, motor y frenos.

Entre las empresas de GIS dedicadas a la producción de autopartes se encuentra Draxton, uno de los únicos negocios de fundición en México que ofrece al mercado abierto piezas de seguridad en hierro nodular.

En la figura 1.1 se muestra como se ha construido la filosofía de esta empresa desde sus inicios.





Figura 1.1 (Cronología de construcción filosófica GIS)

Todas las empresas pertenecientes a GIS se guían y fundamentan por el decálogo GIS, el cual se divide en tres secciones: Dirección, Valores y Pilares.

En la figura 1.2 se puede observar el decálogo ya definido de la definición de la filosofía GIS



Figura 1.2 (Decálogo de orientación de valores GIS)

A continuación, se enlistan las bases del decálogo GIS:

## **MISIÓN**

Crear valor económico generando oportunidades de progreso y bienestar para todas las personas e instituciones con quienes interactuamos.

## **VISIÓN**

Ser una organización global que genere valor a través del desarrollo de empresas líderes.

## **VALORES**

*Orientación al cliente:* Conocer y cumplir las necesidades y expectativas, otorgando condiciones, especificaciones y nivel de servicio acordado con nuestros clientes.

*Integridad y responsabilidad:* Trabajar, vivir y hablar con honestidad, respeto y congruencia en todas las manifestaciones de comportamiento de los colaboradores de Draxton.

*Desarrollo sustentable:* Mejorar la calidad de vida mediante el cuidado del medio ambiente, buscando constantemente la aplicación de energías renovables para satisfacer las necesidades de los grupos de interés.

*Desarrollo humano:* Exigir crecer como persona dedicando los recursos necesarios para superarnos constantemente.

*Innovación:* Promover la creatividad haciendo cosas diferentes para obtener mejores resultados.

## **PILARES**

### Concretar

- Cero accidentes
- Excelencia operativa
- Ejecutar con excelencia
- Salud financiera

### Cultivar

- Cuerpo, mente y espíritu
- Talento
- Servicio y trascendencia
- Retención y puntualidad

### Crecer

- Mejora continua
- Ventas y utilidades

- Responsabilidad social
- Imagen y posicionamiento

### **POLITICA DE CALIDAD**

En Draxton estamos comprometidos con la fabricación de piezas de hierro vaciado satisfaciendo los requerimientos de nuestros clientes y de las partes interesadas mediante el cumplimiento de los objetivos del negocio, estándares de calidad y seguridad, el desarrollo del talento humano, el desarrollo tecnológico y la mejora continua del sistema de gestión de calidad.

### **POLITICA DE MEDIO AMBIENTE**

En Draxton Norte América, estamos comprometidos con la protección del medio ambiente, la seguridad y la salud de todos los colaboradores, así como del personal externo que realiza una actividad dentro de la empresa, establecemos y nos regimos bajo los siguientes principios.

1. Es condición de empleo de quienes laboramos en Draxton Norte América cumplir y hacer cumplir los principios y lineamientos de prevención, protección y mejoramiento del medio ambiente, seguridad y salud.
2. El SIGASS está basado en procesos, que permiten la mejora continua, el establecimiento de objetivos para el funcionamiento y promoción de un entorno organizacional favorable de las empresas de Draxton Norte América.
3. Es derecho de todo colaborador trabajar bajo condiciones seguras y libres de violencia laboral y riesgos psicosociales que garanticen su integridad física y su salud.
4. Es responsabilidad de todos los colaboradores no poner en riesgo la integridad física, la salud del personal y las instalaciones de la empresa.
5. Es un compromiso consultar y alentar a los colaboradores a participar para prevenir la contaminación e impactos del medio ambiente, evitar accidentes mediante la identificación, análisis, atención, eliminación de peligros y disminución de riesgos.
6. Es un compromiso cumplir los requerimientos legales aplicables y de otras partes interesadas.

### **PRODUCTOS QUE ELABORA**

Se producen piezas fundidas de hierro nodular, principalmente calipers, brackets y cigüeñales para la industria automotriz consideradas como partes complejas de seguridad. Éstas se utilizan en los motores y en los sistemas de frenos.

Horquillas (Brackets)

Pieza de seguridad que al unirse con la mordaza forma el soporte que sujeta las balatas que se utilizan para frenar el vehículo.



*Figura 1.3 (Ejemplo de Brackets fabricados por GIS)*

### Mordazas (Caliper, Housings)

Pieza de seguridad que al unirse con la boquilla forma el soporte que sujeta las balatas que se utilizan para frenar el vehículo.



*Figura 1.4 (Ejemplo calipers fabricados por GIS)*

### Cigüeñal

Pieza del motor que se encarga de transformar el movimiento alternativo del pistón en movimiento circular.



*Figura 1.5 (Ejemplo de cigüeñales fabricados por GIS)*

## **1.2 Descripción del proceso productivo de Draxton**

El proceso de fabricación de piezas automotrices en Draxton se realiza mediante fundición, en el cual intervienen dos elementos principalmente: la pieza y el molde, que vienen asociados a dos materiales: el hierro y la arena.

El proceso se hace mediante moldeo de arena en verde, esto por la permeabilidad y la rigidez de la arena. La primera determina el acabado superficial de las piezas y condiciona la capacidad para evacuar los gases, mientras que la segunda está directamente relacionada con su dureza y/o resistencia frente a esfuerzos generados durante los procesos de colada, transporte y desmoldeo.

Las etapas en la fabricación de una pieza de hierro nodular por fundición en arena en verde comprenden lo siguiente:

- Compactación. la arena es compactada alrededor del herramental en la caja de moldeo para dar forma a la pieza, conformando una huella en dos semi moldes y garantizando que posteriormente ambas partes del molde encajarán perfectamente al unirse, permitiendo definir una cavidad exactamente igual a la pieza.
- Colocación del macho o corazones. En el caso se piezas complejas, por ejemplo, aquellas que contienen partes huevas o cavidades, será necesario disponer machos, también llamados corazones que eviten que el metal fundido rellene dichas cavidades.
- Colada. Vertido del material fundido. La entrada del metal fundido hacia la cavidad del molde se realiza a través de la copa o bebedero y fluye por varios canales de alimentación. Estos serán eliminados una vez solidifique la pieza. Los gases y vapores generados durante el proceso son eliminados a través de la arena permeable.
- Enfriamiento y solidificación. Esta etapa es crítica, ya que un enfriamiento excesivamente rápido puede provocar tensiones mecánicas en la pieza, e incluso la aparición de grietas y si es demasiado lento disminuye la productividad. Además, un enfriamiento desigual provoca diferencias de dureza en la pieza.
- Desmoldeo. Rotura del molde y extracción de la pieza. En el desmolde también debe retirarse la arena del macho. Toda esta arena se recicla para la construcción de nuevos moldes.
- Quebrada total de colada. Consiste en la eliminación de los conductos de alimentación y mazarota procedentes de la junta de ambas caras del molde.
- Acabado y limpieza. Las piezas obtenidas en el desmoldeo todavía contienen pequeñas cantidades de arena y rebabas metálicas adheridas, las cuales deben ser completamente eliminadas, esto para brindar un mejor acabado además de limpiar la pieza de trabajo.

Posteriormente la pieza puede requerir mecanizados o tratamiento térmico.

### **Departamento dirección**

El departamento de dirección se encarga de planear, realizar estrategias y programas que permitan mejorar y alcanzar las metas y objetivos de la organización y coordinar las gerencias de los distintos departamentos para que se logre una sinergia entre estos. Entre las responsabilidades del departamento se encuentra:

- Asegurar la aplicación de las políticas de seguridad, ambiental y calidad para garantizar la integridad de todo el personal, la protección del medio ambiente y la calidad del producto.
- Promover el desarrollo del sistema ENT's e impulsar Proyectos de Mejora Continua que contribuyan a la rentabilidad del negocio a través de la solución efectiva de problemas.
- Concentrado y control de información estratégica del negocio.
- Elaboración y entrega de reportes
- Generar requisiciones por departamento y control de presupuesto.
- Coordinación de viajes ejecutivos para gerentes y directores de planta, así como del personal de GIS.
- Gestionar y priorizar la solución de los problemas encontrados en materia de seguridad, ambiental y calidad.
- Detectar y retroalimentar inhibidores que dificulten el desarrollo del equipo (participación, toma de decisiones, etc.).

### **Departamento de Mejora Continua**

Dentro del departamento de Mejora Continua de acuerdo con GIS (2022)

#### **1.3 Problemas a resolver priorizándolos**

- Revalorización de arena Silica
- Estandarización de área de acabado para reducir desperdicios

#### **1.4 Objetivos**

##### **Objetivo General**

Gestionar y comprobar la revalorización de arena Silica y estandarizar área de acabado en Draxton Irapuato eliminando los desperdicios y gestionando los recursos para disminuir los costos de producción.

##### **Objetivo específicos**

- Disminuir residuos de arena proveniente del desmoldeo y comprobar su utilización en la industria de la construcción
- Estandarizar área de acabado para lograr incrementar eficiencia

#### **1.5 Justificación**

Michael Ben-Eli (2015) hace una reflexión más profunda sobre el concepto de la sustentabilidad y los cinco principios básicos que lo prescriben revelando que la dimensión espiritual y su

principio afin son fundamentales para la calidad y coherencia del concepto en su totalidad. Sin embargo, rara vez se incorpora en el cálculo convencional de los asuntos prácticos.

Es por ello que en estos tiempos en toda empresa se aplica la mejora continua, donde no solamente es fundamental de esta posición el mejorar constantemente el funcionamiento y la eficiencia general de un negocio en todas las áreas clave sino comenzar a implementar también un cambio medio ambiental en estos.

Una de las partes más importantes de la mejora continua es reconocer los problemas que tienen las industrias en los cuales los más importantes son los medios ambientales y los desperdicios que se generan en estas haciendo perder a las empresas millones de dólares al año por lo que esta disciplina está enfocada en identificar y atacar estas áreas problemáticas que no hacen más que consumir dinero y desperdiciar recursos a lo largo del tiempo. Sin embargo, una parte importante de los proyectos es hacerlos sostenibles con el tiempo para no recaer en las mismas problemáticas e implementar soluciones definitivas a las principales causas raíces de estas.

Las principales disciplinas que se utilizan para analizar estas problemáticas es six sigma y lean manufacturing, los cuales se centran en atacar la variabilidad del proceso y los desperdicios que se tienen en una empresa, respectivamente. Cabe destacar que hay una definición que no se tiene que pasar por alto la cual es el termino de sustentabilidad ya que esta nos define que es la administración eficiente y racional en el uso de los recursos naturales, sin comprometer el equilibrio ecológico a lo largo del tiempo.

## **2. Marco Teórico**

### **2.1 Lean Manufacturing**

Lean es una palabra proveniente del inglés que se puede traducir como sin grasa, escaso, esbelto, pero al interpretarla desde un punto de vista en un sistema de producción puede interpretarse como ágil, flexible, es decir capaz de adaptarse a las necesidades del cliente. Dicho término fue utilizado por primera vez por John Krafcik, en su intento por explicar que la producción ajustada es lean porque utiliza menos recursos en comparación con la producción en masa (Rajadell y Sánchez, 2010, p.1). y su principal objetivo es la reducción de desperdicio.

El principal punto de partida de la producción en masa adoptada inicialmente por Ford en el año de 1936 en la industria automotriz es la producción ajustada. Donde, durante la primera mitad del siglo XX se contagió a varios sectores de la industria este concepto de la producción debido a la demanda que se tenía por la segunda guerra mundial.

Posterior al cese de la segunda guerra mundial se produjo una gran expansión de las organizaciones en masa, en parte por la política exterior norteamericana, respondiendo a criterios economistas de aumento de la demanda agregada y la estabilidad de sus mercados. Sin embargo, a finales de los años 60 el modelo empezó a deteriorarse, donde se comenzó a reconocer la crisis del modelo de producción en masa, la cual encontró en el fordismo y el taylorismo su máxima expresión, pero por no solo significar la producción de objetos en grandes cantidades, sino que abarca todo un sistema de tecnologías, de mercados, economías de escala y reglas rígidas, dejó de ser factible, la productividad bajo y el capital fijo per cápita empezó a crecer, lo que dio como resultado la disminución de los niveles de rentabilidad. El modelo llegaba a su límite y era necesaria una adaptación (Rajadell y Sánchez, 2010).

Manufacturing por otro lado significa traducido literalmente como fabricación y simplemente complementa y hace entendible de mejor manera a la palabra lean, dando por entendido que es principalmente aplicado en fábricas.

Después de todos estos eventos y Japón encontrándose en una crisis muy deplorable se decide hacer tratados con estados unidos donde se decide enviar a varios estudiosos para apoyar en la crisis económica donde uno de los principales actores de esta época es Edwards Deming quien no solo tuvo mayor influencia, sino que propuso métodos innovadores en los cuales se cimienta hoy en día la industria japonesa.

### **2.2 Six Sigma**

El método six sigma es una filosofía que apareció en los años ochenta gracias al ingeniero Mikel Harry, a través de la evaluación y análisis de la variación de los procesos en la empresa Motorola quien fue la primera empresa en implantar esta metodología como estrategia de mercado y de mejoramiento de la calidad. Debido a la globalización, las empresas del sector industrial y



comercial empezaron a desarrollar técnicas para optimizar los procesos y mejorar su competitividad y productividad. Esta metodología también se enfoca en la mejora continua.

Esta iniciativa desarrollada por Motorola se convirtió en el punto focal del esfuerzo para mejorar la calidad en esta empresa, capturando la atención del entonces CEO: Bob Galvin, con cuyo apoyo se hizo énfasis no sólo en el análisis de la variación sino también en la mejora continua, de modo que en Enero de 1987, el entonces presidente de Motorola, se atrevió a anunciar el objetivo que se convertiría en el más famoso de los programas de calidad en la industria norteamericana: “Lograr un nivel de calidad seis sigma en los productos y servicios equivalentes a solo 3 o 4 defectos por millón para el año 1992”.

Una empresa que logro copiar esta metodología y terminar de desarrollarla de manera más efectiva fue General Electric quien quizá realizo la contribución más importante para el auge y desarrollo actual de Seis Sigma.

### **2.3 Lean Six Sigma**

Lograr una mejor rentabilidad en función de la producción es uno de los temas que ha conservado su importancia dentro de una empresa desde su creación. Al paso del tiempo se han desarrollado desde modelos y metodologías hasta herramientas las cuales se aplican en la industria para poder obtener un beneficio mejor en cuanto a productividad y lean manufacturing es un sistema que adquiere la eficiencia del negocio logrando la mejora continua del área de producción aplicando estas herramientas para obtener un mejoramiento en la calidad muy grandes en ahorros en las industrias y añadiendo el control estadístico de la calidad como lo es Six Sigma se logró desarrollar lo que ahora conocemos como Lean Six Sigma, es decir, aplicar los postulados del Lean Manufacturing para resolver las desviaciones detectadas por un control estadístico de la calidad.

Sin embargo, estos sistemas se comenzaron a desarrollar con el fin de lograr un modelo similar a lo que es el TPS o Toyota Production System pero como resultado se obtuvo un sistema completamente diferente el cual no solo se adopta a la cultura norteamericana sino que se aparta enteramente a los principios con los que se maneja el modelo Toyota por lo que la falta de orientación a corto plazo de lo que se conoce como Lean Six Sigma es un obstáculo para lograr Kaizen el cual es la filosofía bajo la cual se rige el TPS y la participación total por parte de las empresas.

### **2.4 Sustentabilidad**

Partiendo del punto principal con el que se ha hablado a lo largo del texto donde únicamente se considera la productividad y la calidad como los puntos más importantes para las empresas en

estos tiempos ya no es suficiente el desempeñar como empresa únicamente en estos ramos sino que se logra ampliar un panorama más amplio por parte de los gobiernos y se comienza a tomar en cuenta la sustentabilidad del planeta como una de las partes con mayor relevancia para que puedan trabajar sin afectar a la población global.

Al seguir un modelo de gestión que incorpora la RSE (Responsabilidad Social Empresarial) como uno de sus pilares fundamentales, las empresas inician el cambio de la sustentabilidad corporativa o la denominada “triple sustentabilidad”. El término de la sustentabilidad corporativa, implica ser “una empresa altamente competitiva y económicamente exitosa (sustentabilidad económica), al mismo tiempo que hace todo lo posible por impactar el mínimo en el medio ambiente más allá de cualquier legislación ambiental y contribuir a la igualdad de oportunidades y disminución de la pobreza, ya sea a través de sus mismos productos o servicios, o de acciones específicas.

El desarrollo sustentable se origina del hecho de tener unos recursos naturales limitados (nutrientes en el suelo, agua potable, minerales, etc.), susceptibles de agotarse, de la misma manera una creciente actividad económica sin más criterio que el económico produce, tanto a escala local como planetaria, graves problemas medioambientales que pueden llegar a ser irreversibles.

El concepto de desarrollo sustentable se hizo conocido mundialmente a partir del informe “Nuestro Futuro Común”, publicado en 1987 con motivo de la preparación para la conferencia Mundial de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, realizada en Río de Janeiro, Brasil, en 1992.

Sustentabilidad significa satisfacer las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades. Para lograrla hay que tomar en cuenta los factores implícitos en esta definición, que son: bienestar, desarrollo, medio ambiente y futuro.

La Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo, establecida por las Naciones Unidas en 1983, definió el desarrollo sustentable como “desarrollo de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer las capacidades que tienen las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades”.

El desarrollo sustentable implica pasar de un desarrollo pensado en términos cuantitativos basado en el crecimiento económico a uno de tipo cualitativo, donde se establecen estrechas vinculaciones entre aspectos económicos, sociales y ambientales, en un renovado marco institucional democrático y participativo, capaz de aprovechar las oportunidades que supone avanzar simultáneamente en estos tres ámbitos, sin que el avance de uno signifique ir en deterioro de otro.

El término desarrollo sustentable se aplica al desarrollo socio-económico y fue formalizado por primera vez en el documento conocido como Informe Brundtland (1987), fruto de los trabajos de la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas.

El desarrollo sustentable no se centra exclusivamente en las cuestiones ambientales. En términos más generales, las políticas de desarrollo sustentable afectan a tres áreas: económica, ambiental y social. En apoyo a esto, varios textos de las Naciones Unidas, incluyendo el Documento Final de la Cumbre Mundial de 2005, se refieren a los tres componentes del desarrollo sustentable, que son el desarrollo económico, el desarrollo social y la protección del medio ambiente, como “pilares interdependientes que se refuerzan mutuamente”.

## **2.5 Conjunto de los pilares**

Tomando como principios básicos los conceptos anteriormente mencionados se comienza a tomar una perspectiva donde nos comenzamos a dar cuenta de que estos pilares tienen que trabajar de la mano para comenzar a generar un mercado más amplio sin afectación al medio ambiente y aumentar la productividad sin tener los desperdicios que nos lleven a caer en afectaciones para la organización donde el llevar a la par el desarrollo de las organizaciones con estos principios nos lograra dar una perspectiva más amplia y se llegara a tener tanto un mayor beneficio económico, social y ambiental como una mayor factibilidad para la ampliación del mercado bajo el cual se rigen las organizaciones hoy en día sin llegar a entrar en controversia con las partes involucradas.

## **3. Descripción y Desarrollo de Proyectos**

### **3.1 Revalorización de arena Silica en la industria de la construcción**

#### **3.1.1 Antecedentes y definición del problema**

El rápido crecimiento económico e industrial de las últimas décadas ha traído consigo serios problemas de contaminación ambiental, como la polución del aire, agua y suelo. Paralelamente y como se ha estado mencionando las exigencias y controles respecto de la relación actividad / entorno, por organismos de fiscalización, ha propiciado la creación de herramientas que sirven a la evaluación del estado del ambiente. Los indicadores ambientales son ejemplo de ello.

En referencia a la industria la arena de moldeo usadas por estas en la fundición son el principal residuo generado en este tipo de actividad.

La utilización de arenas en el proceso de fundición conlleva el agregado de diversos tipos de aglomerantes según la tecnología empleada. Muchos de estos productos contienen compuestos considerados peligrosos o especiales según la legislación nacional y provincial vigente, con la consecuente factibilidad de transferir estas características a los residuos de arenas de fundición.

De esta forma se está en una situación incierta en referencia a la potencialidad de contaminación del medio físico por la disposición de este residuo.

Dentro de la fabricación de moldes en la industria de la fundición se utilizan diversos tipos de arenas como:

- Sílice
- Cromita
- Olivino
- Circonio
- Cerabeads
- Bauxita

Y en este proyecto se centra en la arena sílice que se segrega del proceso para llegar al relleno sanitario correspondiente y el desperdicio que se genera.

#### **3.1.2 Objetivo general y específico**

##### **General**

- Reducir el desperdicio dentro de planta Draxton Irapuato y eliminar el concepto de residuo al lograr considerarlo un subproducto.

##### **Específico**

- Lograr comprobar que la arena Silica residual proveniente de la operación de fundición de piezas de hierro nodular sea aprovechable en la industria de la construcción.

### **3.1.3 Justificación**

El objetivo de esta investigación reside en la posibilidad de la reutilización de estos desechos de arena Silica, en lugar de disponerlos al medio ambiente (rellenos sanitarios) o pagar fuertes cantidades de dinero por el transporte a confinamiento para evitar generar un impacto ambiental, generar un impacto científico, económico y tecnológico.

### **3.1.4 Alcances y limitaciones**

El alcance se limita a comprobar que se puede reutilizar la arena mediante estudios y se identifica como limitante el presupuesto con el que se cuenta para poder realizarlos y la disposición debido a la normatividad de la empresa.

### **3.1.5 Desarrollo**

Dentro del proceso de fundición de la empresa podemos observar de manera general y sin entrar a detalla los siguientes pasos para la elaboración de las piezas de hierro nodular:

- a) Patio de chatarra.
- b) Fusión, colocación de ollas con chatarra en hornos de arco eléctrico.
- c) Área de silos de arena para molde.
- d) Fabricación de moldes y corazones mediante maquinaria DISA.
- e) Vaciado, el acero se vacía en ollas precalentadas para después verterlo en hornos de que mantienen caliente el metal para verterlo en los moldes.
- f) Se vierte el metal en los moldes.
- g) Enfriamiento, se pasa por una línea de enfriamiento para solidificar la pieza.
- h) Desmolde de piezas.
- i) Acabado de piezas.
- j) Entrega de piezas.
- k) Recuperación de arena.

Por lo tanto, conocer parte del proceso nos sirve para partir hacia un análisis actual de la situación y su comportamiento para analizar los datos y verificar que es un proyecto valido y genera impacto tanto ambientalmente como económicamente, en la figura 3.1.1 se muestra el registro histórico del desecho de arena Silica a inicios de este proyecto.

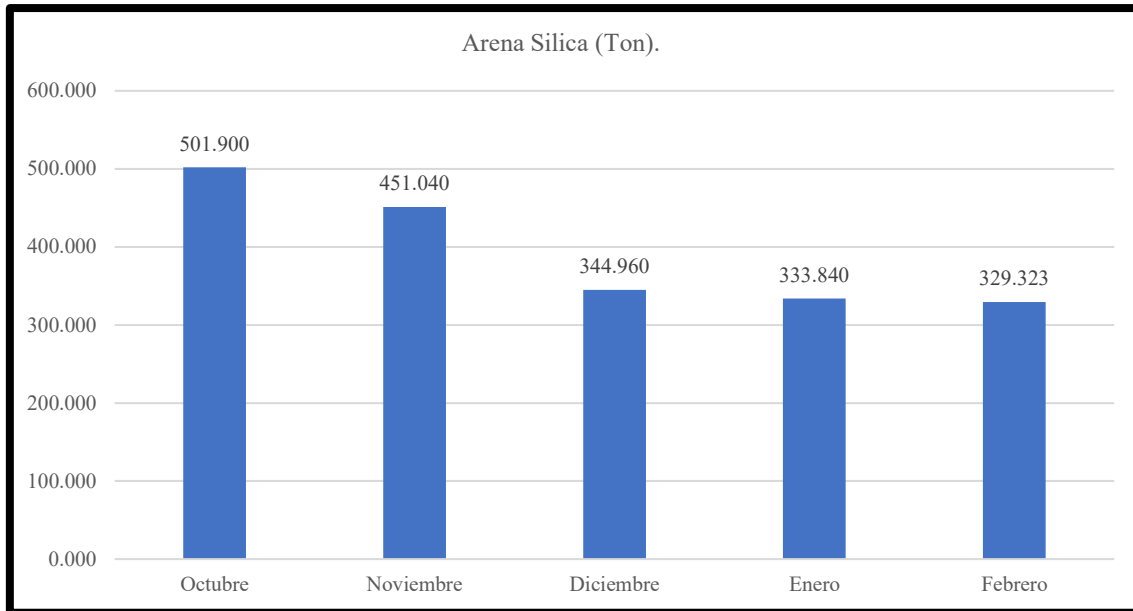


Figura 3.1.1 (Registro de desecho histórico de arena Silica al inicio del proyecto)

Estos datos son obtenidos por la bitácora que se debe de llevar por parte de la empresa de acuerdo al plan de residuos de manejo especial

Como segundo paso se procede a realizar un análisis de proceso más específico entrando al área de moldeo donde se establece que la arena que se debe de tener es en base a la formula siguiente:

$$\text{Arena} = \text{peso de molde std} * \text{planeación de producción (\# de piezas a realizar)}$$

Y de acuerdo con esto lo que se debe de estar recuperando es en base a la siguiente regla:

$$\text{Recuperación} = \text{peso de molde} + \text{peso corazón}$$

Por lo que se debería de mantener un nivel 4 en los silos de arena (80% de su capacidad) pero de acuerdo a los datos analizados se tiene un Nivel 1 (20% de su capacidad) lo que puede producir un desabasto y esto nos dice que hay demasiadas fugas detectadas en los siguientes puntos:

1. Las fugas en las bandas de recuperación
2. La arena de desmoldeo que no logra incorporarse a la banda de retorno debido a que esta mayormente solidificada (conglutinada por los aditivos y moldes vacíos) llegando al área de acabado se pasa a patios de chatarra y se toma como desperdicio.
3. Las fugas a través de los ductos debido a que se ha convertido en polvo fino por el uso de la arena

Con estos análisis se comienza a tomar acción para mitigar los desperdicios identificando los tramos en los ductos donde se tiene mayor daño, se colocan los extractores en su punto óptimo, se realiza rutina de limpieza en los colectores de polvo y por último se da seguimiento a los

residuos para ver la reducción y disposición para verificar la cantidad de disposición total que se continúa teniendo a lo largo del año como se presenta en la figura 3.1.2:

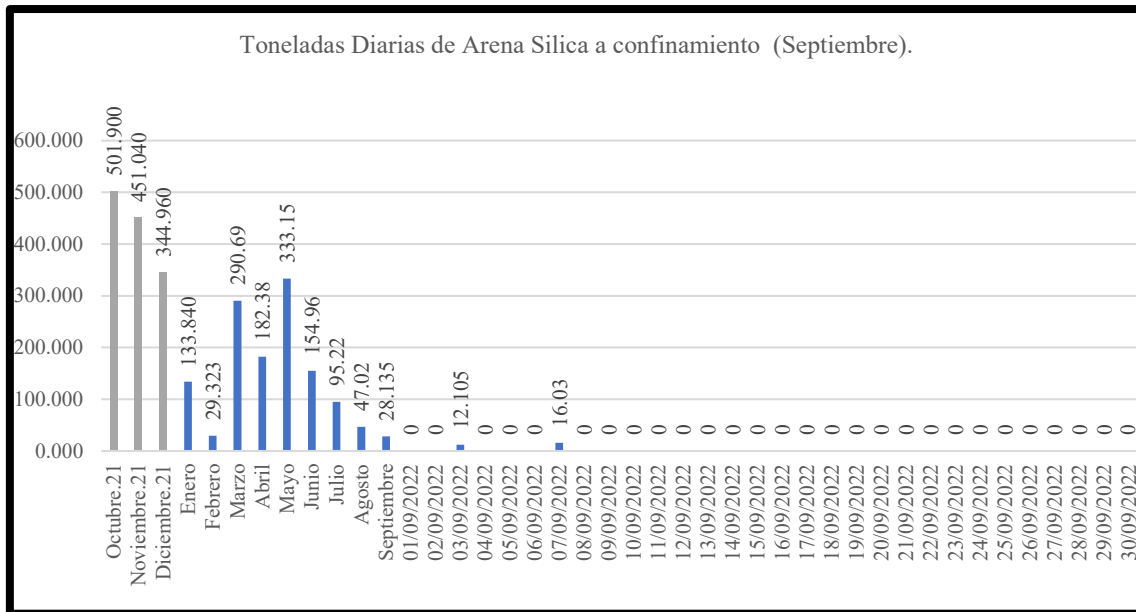


Figura 3.1.2 (Seguimiento de registro de desecho de arena Silica )

Mediante el seguimiento a los datos continuos se comienza a el proceso de la caracterización de la arena residual y definir si por sus componentes es peligrosa o no, y para determinar si es posible utilizarla como agregarlo a un nuevo producto para la construcción, realizándose las siguientes actividades:

- Se revisan estudios realizados por la empresa para comprobar grado de peligrosidad de esta:



# GRUPO MICROANÁLISIS

EXPERIENCIA Y CALIDAD CERTIFICADA

LABORATORIO DEL GRUPO MICROANÁLISIS, S.A. DE C.V.

AEF-18  
Revisión No.: 7

## INFORME DE RESULTADOS DE PRUEBA

CRIT

REQUERIDO POR: VERIFICACIONES INDUSTRIALES Y DESARROLLO DE PROYECTOS Ref. Cliente: LAB ECOLÓGICOS S.A. DE C.V.

PARA: DRAXTON MEXICO, S. DE R.L. DE C.V.  
Atn: ING. ESTEBAN HERNANDEZ

N. I. de P.: 205149

INFORMACION DE LA MUESTRA: Muestreo de Residuo realizado por Miguel Nieto Guerrero en contenedor adecuado, entregado a nuestro laboratorio el 2021-03-30.

FECHA DE MUESTREO: 2021-03-23

LAPSO DE ANALISIS: 2021-03-31 al 04-07

FECHA DE INFORME: 2021-04-08

No. Mtra.: 205149-1

Identificación: Arena de corazones

Metales en Lixiviados S

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	L.D.	L.C.	L.M.P.	Declaración de conformidad
Arsenico	mg/L	<0.004	EPA 6010C-2007	0.004	0.03	5.0	Cumple
Plata	mg/L	<0.004	EPA 6010C-2007	0.004	0.03	5.0	Cumple
Bario	mg/L	0.016	EPA 6010C-2007	0.004	0.03	100.0	Cumple
Cadmio	mg/L	<0.004	EPA 6010C-2007	0.004	0.03	1.0	Cumple
Cromo	mg/L	0.013	EPA 6010C-2007	0.004	0.03	5.0	Cumple
Plomo	mg/L	0.024	EPA 6010C-2007	0.004	0.03	5.0	Cumple
Selenio	mg/L	<0.004	EPA 6010C-2007	0.004	0.03	1.0	Cumple

Volátiles CRIT-S

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	L.D.	L.C.	L.M.P.	Declaración de conformidad
Cloruro de vinilo	mg/L	<0.002	EPA 8260C-2006	0.002	0.01	0.2	Cumple
1,1-Dicloroetileno	mg/L	<0.002	EPA 8260C-2006	0.002	0.01	0.7	Cumple
2-Butanona	mg/L	<0.002	EPA 8260C-2006	0.002	0.01	200.0	Cumple
Cloroformo	mg/L	<0.002	EPA 8260C-2006	0.002	0.01	6.0	Cumple
Tetracloruro de carbono	mg/L	<0.002	EPA 8260C-2006	0.002	0.01	0.5	Cumple
Benceno	mg/L	<0.002	EPA 8260C-2006	0.002	0.01	0.5	Cumple
1,2-Dicloroetano	mg/L	<0.002	EPA 8260C-2006	0.002	0.01	0.5	Cumple
Tricloroetileno	mg/L	<0.002	EPA 8260C-2006	0.002	0.01	0.5	Cumple
Tetracloroetileno	mg/L	<0.002	EPA 8260C-2006	0.002	0.01	0.7	Cumple
Clorobenceno	mg/L	<0.002	EPA 8260C-2006	0.002	0.01	100.0	Cumple
1,4-Diclorobenceno	mg/L	<0.002	EPA 8260C-2006	0.002	0.01	7.5	Cumple

Figura 3.1.3 (Muestra de estudios realizados a la arena Silica)

- Se toma muestra pequeña y se entrega a proveedores interesados



- Se realizan pruebas con distintos porcentajes de mezclas y en distintos tipos de bloques, firmes, adoquín y tabicón
- Se llevan a laboratorio para analizar compresión y absorción de una muestra aleatoria de los ladrillos realizados

### 3.1.6 Resultados y análisis

Se logra observar un comportamiento con menores poros y de un color más oscuro dependiendo la concentración de la arena Silica en comparación con los ladrillos realizados normalmente (figura 3.1.4). Sin embargo, gracias a las pruebas realizadas se obtienen datos muy favorables para la utilización de esta arena en la industria de la construcción ya que, se obtiene una compresión mayor a la pretendida (figura 3.1.9).



*Figura 3.1.4 (Resultado en diversos porcentajes de concentración en bloques)*

Se realizan pruebas en distintos ramos de la construcción y en diferentes tipos de bloques y tabicónes, también se realiza una comparativa entre estos para identificar diferencias y oportunidades, como se muestra en las figuras siguientes:



*Figura 3.1.5 (Resultado después de dejar el tiempo estimado de fraguado)*



*Figura 3.1.6 (Evidencia de fabricación de firme para pruebas de utilización en otros aspectos de construcción)*





*Figura 3.1.7 (Evidencia de fabricación de distintos tipos de bloques)*



*Figura 3.1.8 (Comparativa entre el bloque tradicional y el bloque con mejor resistencia a la compresión)*



### IMPAKTO DEL CENTRO S.A. DE C.V.

CALCULO - NAVES INDUSTRIALES - EDIFICIOS  
MECÁNICA DE SUELOS - CONTROL DE CALIDAD  
TOPOGRAFÍA - FOTOGRAFÍA - GPS  
AGUA POTABLE - DRENAJE - PROYECTOS DE VIALIDADES  
DRO - PERITO ESTRUCTURAL

REPORTE: **ICE-2021/46**

Irapuato, Gto.; 28 de noviembre del 2021

PROCEDENCIA: JOSÉ IDELFONSO GONZÁLEZ GUTIÉRREZ

INFORME DE ENSAYOS DE UNIDADES TABICON,  
PARA MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL

DESCRIPCIÓN: TABICÓN CON ARENA SILICA RECICLADA

FECHA DE FABRICACIÓN: 30/10/2021

FECHA DE ENSAYE: 28/11/2021

FECHA DE TOMA: 10/11/2021

Nota: Los resultados corresponden exclusivamente a la muestra ensayada

#### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

BLOQUE No.	ALTO	LARGO	ANCHO	EDAD ENSAYO	CARGA W (kN)	CARGA W (kgf)	Area Neta (cm2)	Resistencia (kg/cm2)	Especificación (kg/cm2)	Cumple
1	10	10	10	14	265.036	2600	100	26	100	
2	10	10	10	14	305.81	3000	100	30	100	
3	10	10	10	14	346.585	3400	100	34	100	
4	10	10	10	28	305.81	3000	100	30	100	
5	10	10	10	28	407.747	4000	100	40	100	
6	10	10	10	28	489.297	4800	100	48	100	

PROMEDIO:

#### PRUEBA DE ABSORCIÓN NMX-C-404-ONNCE

Bloque No.	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Peso agua (kg)	Porcentaje en peso
1	8.320	8.945	0.625	7.51%
2	7.150	8.130	0.980	13.71%
3	7.610	8.185	0.575	7.56%

#### Observaciones

Bloque 1,4 contiene arena y cemento, color Gris

Bloque 2,5, contiene Arena, Cemento y arena silica en cantidad baja, Color Gris oscuro

Bloque 3,6 Contiene Arena, Cemento y arena silica en cantidad alta, Color Negro

ANTONIO EDUARDO LÓPEZ MONTERO

LABORATORISTA

ING. JOSÉ FEDERICO LÓPEZ RENTERÍA

JEFE DE LABORATORIO

Figura 3.1.9 (Resultados de pruebas realizadas para verificación el cumplimiento a las normas mexicanas)

Se identifica de igual manera que comparando con la normatividad mexicana NMX cumplen con los criterios para ser comercializados. Dando por consiguiente las siguientes especificaciones técnicas:

Tabla 1. Especificaciones técnicas establecidas en base a resultados mostrados

ESPECIFICACIONES TECNICAS		
ECO BLOCK		
CRITERIOS DE CONSTRUCCION	VALOR OBTENIDO	UNIDAD DE MEDIDA
DIMENSIONES	10*14*28	CM
PESO POR PIEZA	7.38	KG
PIEZAS POR M2	25.5	PIEZAS
PESO POR M2	188.19	KG
RESISTENCIA A LA COMPRESION	48=100%	KG/CM2
RESISTENCIA A LA COMPRESION (NMX-C-404)	48	KG/CM2

## 3.2 Estandarizar área de acabado para lograr incrementar eficiencia

### 3.2.1 Antecedentes y definición del problema

La competitividad o ser competitivo es un término que tiene muchas variantes. Una empresa puede ser competitiva por diversos motivos:

- Bajos costes de manufactura
- Bajos costes de materias primas
- Cercanía a clientes y, por tanto, bajos costes de distribución
- Plazos de entrega muy cortos
- La calidad del producto
- Innovación
- Tecnología
- Diseño
- Servicio posventa
- Etc.

Según Michael Porter, ser competitivo es estar diferenciado y cada una de estas maneras de serlo supone en si una disciplina casi infinita. Donde, las empresas tienen que optar por alguna de las

distintas estrategias exigentes para ser competitivos, especializarse y hacerse muy fuertes en esa línea.

El cliente nos exige reducir costos de producción por lo cual, a los bajos costos de manufactura se le denomina también eficacia operativa. Según Michael Porter, eficacia operativa no es competitividad. Lo que quiere decir es que, si somos muy productivos haciendo algo que nadie quiere, no vamos a poder competir. Bajo el supuesto de que se produce un bien o servicio que la sociedad necesita, la reducción de costos es un paso más hacia la competitividad.

El objetivo de este proyecto son los siguientes:

### **3.2.2 Objetivos general y específico**

#### **General**

- Lograr estandarizar área de acabado para incrementar toneladas entregadas a producto terminado y reducir los desperdicios que se tengan en el área

#### **Específico**

- Lograr reducir el HPT de planta en un 20%
- Realizar los LayOuts del 80/20 de los productos de la planta
- Lograr establecer un área piloto en 5S's

### **3.2.3 Justificación**

El objetivo de este proyecto es reducir los desperdicios del área que se encuentra en estudio y por consiguiente los costes de producción. Los plazos de entrega, el coste del transporte interior, pocas posibilidades de personalización, la mano de obra que no es productiva. Con el fin de determinar un precio competitivo para los clientes y consumidores.

### **3.2.4 Alcances y limitaciones**

El alcance por un año de contrato es establecer las limitantes que se tienen por parte de la empresa y establecer los LayOuts de los productos principales. Las limitaciones que se conocen son la falta de liderazgo por parte de la empresa y compromiso por los mandos medios que impidan la obtención de los objetivos.

### **3.2.5 Desarrollo**

Para lograr la reducción de HPT se comenzó en analizar los requerimientos anuales para definir el 80/20 por volumen:

Donde se identifican las piezas que mayor volumen generan en la planta y con eso actuar asignando prioridades.

En primera parte se comenzó con un análisis de tiempo para ver que operaciones y sus cuellos de botella para reducción de tiempos:

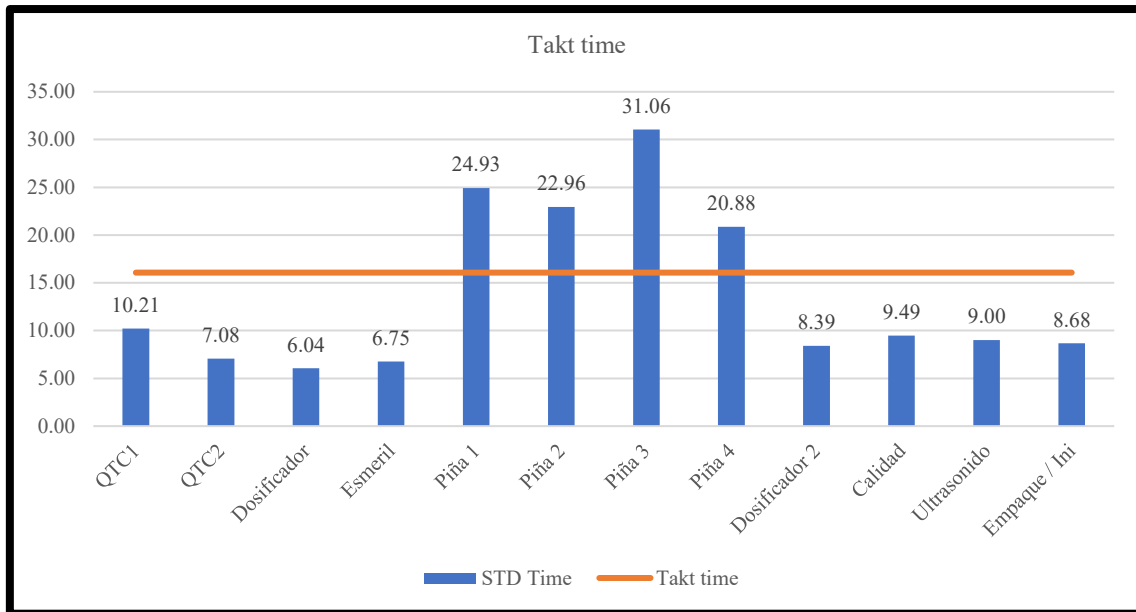


Figura 3.1.10 (Ejemplo de análisis de tiempos realizado antes de modificaciones)

Y se analizó el LayOut actual para identificar áreas de oportunidad:

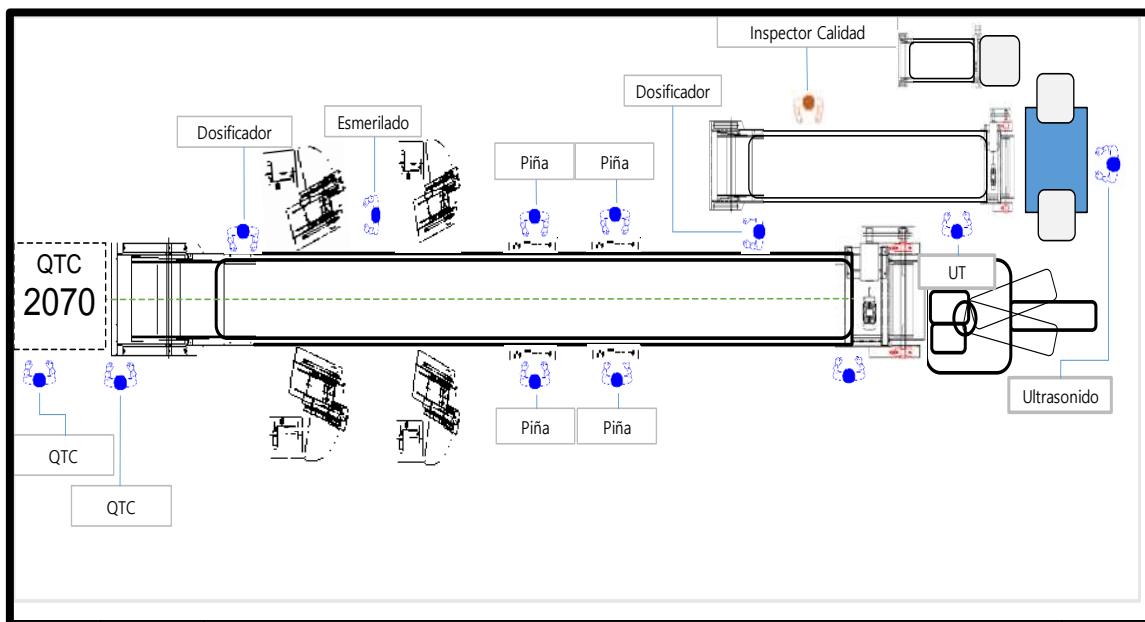


Figura 3.1.11 (Representación de distribución de personal tomando para el ejemplo)

Dando por sentado que se tienen desperdicios por lo que se procede a realizar plan de acción y mejorar condiciones para lo cual se hace un análisis de tiempo posterior a realizar estas acciones correctivas:

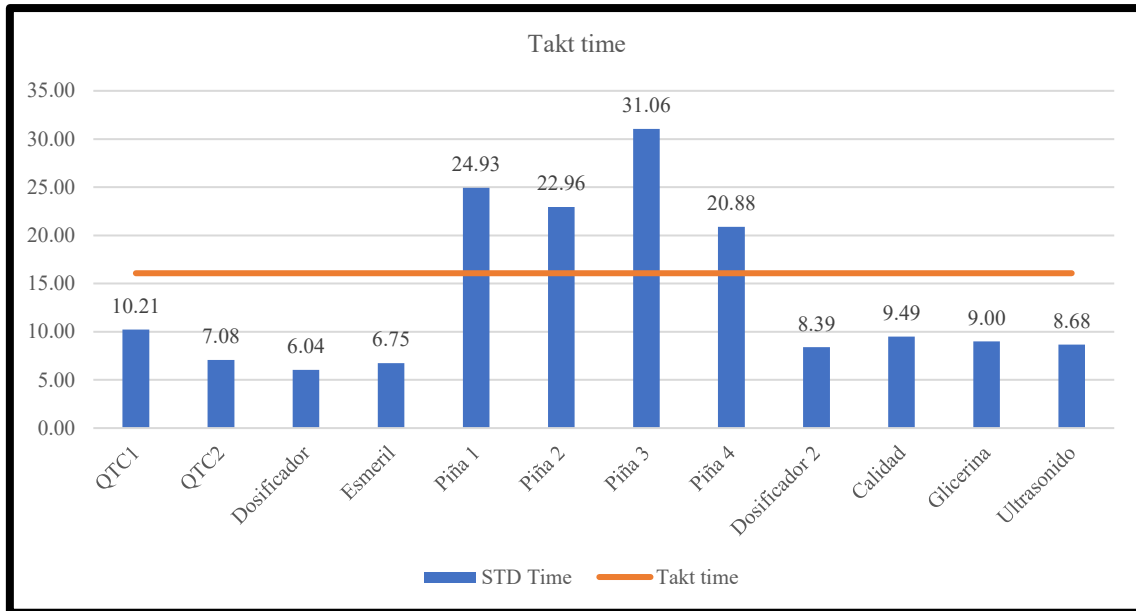


Figura 3.1.12 (Tiempo después de realizar las mejoras)

Y modificaciones en la línea para reducir los tiempos y las personas (sin necesidad de despedir) moviendo a otras áreas donde puedan utilizarse, quedando así la siguiente distribución de personal:

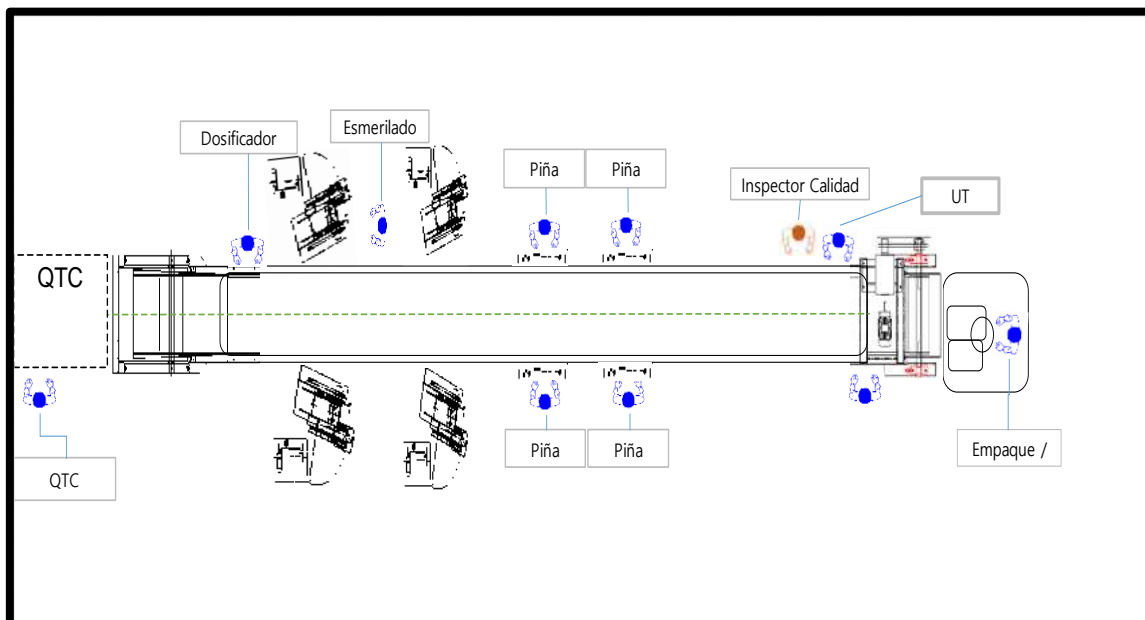


Figura 3.1.13 (Representación de distribución de personal después de mejoras)

Dando a denotar ahorros y reduciendo desperdicios para generar una cultura lean en la empresa y aumentando la productividad.

Esto acompañando a estos proyectos de talleres y realizando capacitaciones de 5S's para que las personas trabajen de mejor manera.



### **3.2.6 Resultados y análisis**

Los resultados y análisis son confidenciales de este proyecto son confidenciales por lo que no se pueden mostrar en este documento.

## **4. Evaluación o impacto económico o social**

El impacto social y económico identificado del primer proyecto es la extensión en la vida útil del relleno sanitario perteneciente a la empresa y reducción de gastos por transporte y disposición del subproducto. Estos datos son confidenciales por lo que no se aprueba la difusión por parte de la empresa sin embargo un análisis realizado a detalle y con las ilustraciones anteriormente presentadas se comprueba cómo ha ido el comportamiento de las salidas por disposición.

Sobre el segundo proyecto se impacta principalmente a los costos por operaciones dentro de las empresas y a la productividad directa que tiene esta en costos por operación.

## 5. Conclusiones

Continuamente nos planteamos maneras de mejorar y surgen ideas con las que se pueden llevar a cabo importantes avances, pero es necesario recordar que todo lo necesitamos llevar a la práctica para poder mejorar. El medio ambiente es transformado y deteriorado por nosotros y por las corporaciones ya sean positivas o negativas por eso es muy importante comenzar a implementar estas mejoras lo antes posible y que no se queden únicamente en ideas. El conjunto de los trabajos e investigaciones es necesario para poder mejorar en la industria y eliminar los desperdicios y derroches necesarios buscando establecer un equilibrio ecológico que beneficie al conjunto de la sociedad.

- Las propuestas realizadas en este documento se han comprobado con los fabricantes y se identifican como factibles para la utilización en otras empresas y que sean reproducibles.
- Las siguientes etapas de estos proyectos son comenzar a vender los subproductos para su utilización y continuar mejorando en la estandarización de la empresa para no desperdiciar.
- Se recomienda que la venta sea a una empresa registrada y que tenga licencia y un plan de manejo de residuos de manejo especial bien definido para realizar la gestión de manera rápida y eficiente. De lo contrario no se podrá disponer de este material.

## 6. Referencias

- Agustín Cruelles, J. (2013). Ingeniería Industrial métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejora continua (1ª ed.). México: Alfaomega Grupo Editor, S. A. de C. V.
- Ben-Eli, M. (2015). Sustentabilidad: definición y cinco principios fundamentales un marco conceptual. New York: El laboratorio de sustentabilidad.
- Nieto Vecino, P. (2019). Lean Manufacturing: Revisión Histórica (Universidad de Valladolid). Recuperada de: <https://core.ac.uk/download/pdf/228073973.pdf>
- Pérez Gómez, L. V. (2019). Lean Manufacturing paso a paso (1ª ed.). Barcelona: Marge Books.
- Plan Verde, CDMX (2011). Origen del concepto de sustentabilidad. Secretaria del Medio Ambiente: Plaza de la constitución, Col. Centro. Recuperada de: <http://www.planverde.cdmx.gob.mx/ecomundo/69-miscelanea/500-origen-del-concepto-de-sustentabilidad.html>
- Rajadell Carreras, M. & Sánchez García, J. L. (2010). Lean Manufacturing la evidencia de una necesidad. Madrid: Diaz de Santos.
- Simón Marmolejo, I., González Hernandez, I. J., Granillo Macías, R. (2012). La arena residual de fundición y su revalorización para la industria de construcción (Universidad Autonoma del Estado de Hidalgo). Recuperada de: (1) LA ARENA RESIDUAL DE FUNDICIÓN Y SU REVALORIZACIÓN PARA LA INDUSTRIA DE CONSTRUCCIÓN | Isaías Simón Marmolejo - Academia.edu