



PROYECTO DE TITULACIÓN

REDUCCION DE DESPERDICIO DE TIEMPOS EN PROCESO DE PRODUCCIÓN EN MAQUINA INYECTORA DE PLASTICO LIEN YU 155T EN EMPRESA MANUFACTURAS PLASTICAS AVIDESA S.A DE C.V, MEDIANTE LA METODOLOGIA SEIS SIGMA

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTA:

LUIS ÁNGEL BELTRÁN ALDANA

ASESOR:

FRANCIA ARLEEN SALCE MARQUEZ

Noviembre



I. CAPITULO 1. PRELIMINARES

1. Agradecimientos

Primero que nada, para mi este trabajo significa un reto personal el cual me dará demasiado conocimiento para mi nueva etapa como profesional, claramente esto lo he logrado gracias al apoyo que he recibido por parte de mis padres, hermanos y prometida los cuales siempre han creído en mí.

Los principales agradecimientos son para mis padres que siempre han estado a mi lado dándome todo su apoyo incondicionalmente para que yo pudiera llegara a esta etapa de mi vida, más que nada hago este proyecto para poder recompensarles todo ese apoyo que me han brindado con una gran satisfacción, me refiero a una satisfacción personal. El gran apoyo que he recibido por parte de mi novia Paola Vanessa Gallegos Vega, agradecerle por estar conmigo en las buenas, en las malas y en las peores, por siempre apoyarme en mis estudios, te amo mucho amor.

Se le agradece directamente a la Ing. Daniela Guadalupe Ávila Castillo por darme la oportunidad de presentar mis residencias en la empresa Manufacturas Plásticas Avidesa (MPA) S.A de C.V, agradecerle por darme la confianza de hacer cambios en el área de almacén, también agradecerle los conocimientos que me ha aportado para poder sobrellevar el proyecto.

A los profesores Francia Arleen Salce Márquez, José Guillermo Batista Ortiz, Enrique Javier, que me han apoyado en el proceso de mis residencias, proporcionándome todas sus experiencias y sabiduría, que a lo largo de mi trayecto de formación como ingeniero Industrial me han enseñado más que los conocimientos, la importancia que tiene el estudiar y no dejar detrás los sueños que tienes por cumplir, muchas gracias a todos los maestros y trabajadores del Tecnológico de Pabellón de Arteaga por forjar una parte de lo que soy hoy en día como persona.



2. Resumen

El objetivo principal del presente proyecto es implementar la herramienta Seis Sigma en el proceso de abastecimiento y producción de productos terminados, de la empresa Manufacturas Plásticas Avidesa (MPA) S.A de C.V mediante la metodología DMAIC con la finalidad de aminorar los tiempos muertos que afectan directamente al proceso e incrementar la productividad. Con la implementación de esta metodología podremos identificar la problemática que se presenta en el proceso de abastecimiento y producción de productos terminados, después de esto se definirán las variables existentes que obstaculizan el proceso y las formas en las que estos afectan directamente en la consecución de los estándares requeridos por el cliente en el producto final. Una vez definido lo anterior, se conocerán los comportamientos que estas variables significativas por medio de modelos matemáticos, métodos estadísticos, gráficos y así poder determinar las causas directas en el proceso. Al realizar todo lo anterior mencionado será de apoyo para proponer e implementar algunas estrategias de mejora para la capacidad de proceso, claramente se incorporará un control para consolidar la continuidad de las mejoras en el paso del tiempo, así como su efectividad.



3. Índice

I. CAPITULO 1. PRELIMINARES	2
1. Agradecimientos	2
2. Resumen	3
3. Índice	4
4. Lista de figuras	7
5. Lista de graficas	8
6. Lista de tablas.....	8
7. Lista de imágenes.....	9
II. CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO	11
8. Introducción	11
9. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente.....	12
10. Problemas a resolver, priorizándolos.....	13
11. Justificación	14
12. Objetivos (General y Específicos).....	15
III. CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO	16
13. Marco Teórico (fundamentos teóricos).	16
IV. CAPÍTULO 4: DESARROLLO	22



14.	Procedimiento y descripción de las actividades realizadas	22
V. CAPÍTULO 5: RESULTADOS		
24		
15.	<i>Resultados</i>	24
16.	Definir	24
17.	Project Charter	24
18.	Identificación del problema	27
19.	Diagrama de flujo de proceso	27
20.	Reconocimientos de variables	28
21.	Medir	36
22.	Cálculos DPU, DPO Y DPMO	40
23.	Validación del sistema de medición	42
24.	Analizar	49
25.	Diseño de Experimentos (DoE)	49
26.	Mejorar	53
27.	Seiri.....	56
28.	Seiton (Organizar)	61
29.	Seiso (Limpiar)	63
30.	Seiketsu (Estandarizar).....	64
31.	Shitsuke (Autodisciplina)	64





32.	Controlar	65
VI.	CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES	73
33.	Conclusiones del Proyecto	73
VII.	CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS	74
34.	Competencias desarrolladas y/o aplicadas.	74
VIII.	CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN.....	75
35.	Fuentes de información	75
IX.	CAPÍTULO 9: ANEXOS.....	76
36.	Anexos	76



4. Lista de figuras

**FIGURA 1 . ORGANIGRAMA DE EMPRESA MANUFACTURAS PLÁSTICAS
AVIDESA 12**

**FIGURA 2 DIAGRAMA DE FLUJO GENERAL PRODUCCIÓN DE PIEZA CUERPO
DE HERRAJE DE CANDADO FINIESTA..... 27**

**FIGURA 3 . VARIABLES OCASIONADAS POR NULA IDENTIFICACIÓN DE
MATERIAL 31**

FIGURA 4 . CONCORDANCIA ---- INDIVIDUAL..... 43

FIGURA 5 . EVALUADORES ---- ESTÁNDAR 44

FIGURA 6 . ABASTECIMIENTO DE MATERIA PRIMA..... 46

FIGURA 7 . ABASTECIMIENTO DE MATERIA PRIMA..... 47

FIGURA 8 . ABASTECIMIENTO DE MATERIA PRIMA..... 49

FIGURA 9 . ABASTECIMIENTO DE MATERIA PRIMA..... 51

FIGURA 10 . ABASTECIMIENTO DE MATERIA PRIMA..... 53

FIGURA 11 . LAYOUT ANTERIOR DE ALMACEN DE MATERIAS PRIMAS..... 59

FIGURA 12. LAYOUT NUEVO DE ALMACÉN DE MATERIAS PRIMAS..... 60

FIGURA 13 . MÉTODO A, B, C 61



FIGURA 14 . ANEXO 1.1 DIAGRAMA AMEF DE PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA PIEZA CUERPO DE HERRAJE DE CANDADO FINIESTA 77

FIGURA 15 . ANEXO 1.3. TRITURACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE MATERIAL ... 79

FIGURA 16 . ANEXO 1.4. ABASTECIMIENTO Y PRUEBAS DE MATERIAL 80

FIGURA 17 . ANEXO 2.2. MANUAL DE EVALUACIÓN 5'S 82

5. Lista de graficas

GRAFICA 1 . ANÁLISIS DE CAPACIDAD DEL PROCESO. 39

GRAFICA 2 . ABASTECIMIENTO DE MATERIA PRIMA..... 52

GRAFICA 3 . ABASTECIMIENTO DE MATERIA PRIMA..... 54

GRAFICA 4 .ANEXO 1.2. RESUMEN DEL ANÁLISIS DE CONCORDANCIA 78

6. Lista de tablas

TABLA 1 . FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PIEZA CUERPO DE HERRAJE DE CANDADO FINIESTA. 38

TABLA 2 . CRITERIOS A EVALUAR 69

TABLA 3 . MÍNIMOS Y MÁXIMOS EN ALMACÉN DE MATERIAS PRIMAS 70

TABLA 4 . CLAVE Y CÓDIGOS DE BARRAS DE MATERIAS PRIMAS..... 71



TABLA 5 .ANEXO 2.1. ACTA DE RECEPCIÓN DE MATERIAL..... 81

TABLA 6 . ANEXO 2.3. FORMATO DE ENTREGA DE TURNO 83

7. Lista de imágenes

IMAGEN 1 . POLIPROPILENO PELETIZADO (P.P) CONTAMINADO. 29

IMAGEN 2 . CAMINOS DELIMITADOS OBSTRUIDOS 30

IMAGEN 3 . POLIPROPILENO ALMACENADO CON NYLON 30

IMAGEN 4 . SCRAP (RESIDUOS) PARA TRITURAR SIN IDENTIFICAR 32

IMAGEN 5 . MOLINO OBSTRUIDO 33

IMAGEN 6 . ALMACENAMIENTO DE POLIPROPILENO TRITURADO 34

IMAGEN 7 . PIEZA INCOMPLETA 36

IMAGEN 8 . PIEZA CON COLOR INADECUADO 37

IMAGEN 9 . PIEZA RECHUPADA 37

IMAGEN 10. PIEZA CON RÁFAGA..... 37

IMAGEN 11 . PIEZA INFLADA 38

IMAGEN 12. CONSTANCIA DE HABILIDADES LABORALES 55





IMAGEN 13. AYUDA VISUAL DE POLÍMEROS 66

IMAGEN 14. TARJETAS DE IDENTIFICACIÓN..... 66

IMAGEN 15. TARJETAS DE IDENTIFICACIÓN..... 67

IMAGEN 16. AYUDA VISUAL DE TORNILLERÍA, TUERCAS Y RONDANAS 68

IMAGEN 17. CAPACITACIÓN ERP..... 72

IMAGEN 18. ERP 72

IMAGEN 19. ERP 73



II. CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO

8. Introducción

En la actualidad la empresa Manufacturas Plásticas Avidesa (MPA) S.A de C.V es una industria del sector plástico dedicada a la creación de plásticos de nivelación, ajuste y soporte de la industria mueblera, electrodoméstica y piezas industriales, comprometidos con la calidad y excelencia en sus productos, teniendo como objetivo general de mantener la calidad de sus productos con la finalidad de mantener la confianza y lealtad del cliente. La empresa cuenta con 6 máquinas con grandes capacidades de productividad, más sin embargo para obtener un desempeño óptimo del proceso de productividad es necesario conocer toda la cadena de valor que debe atravesar el producto hasta su llegada al cliente final. Lo primordial es la identificación las variables que estén provocando desperdicios de tiempo en la productividad adentrándonos a las actividades que no agregan valor al producto, proponiendo mejoras en los procesos con el fin de reducir los tiempos muertos en las actividades que se engloban en el proceso de producción. Como se sabe en una empresa lo más importante es la productividad que esta genera, lo cual todo radica en el abastecimiento de las materias primas y su correcta compra debido a que si se hace una compra errónea se tiene el desperdicio de tiempo que se genera al devolver la materia prima y conseguir algún otro proveedor de material, como se sabe esto afecta directamente a la productividad de la empresa.

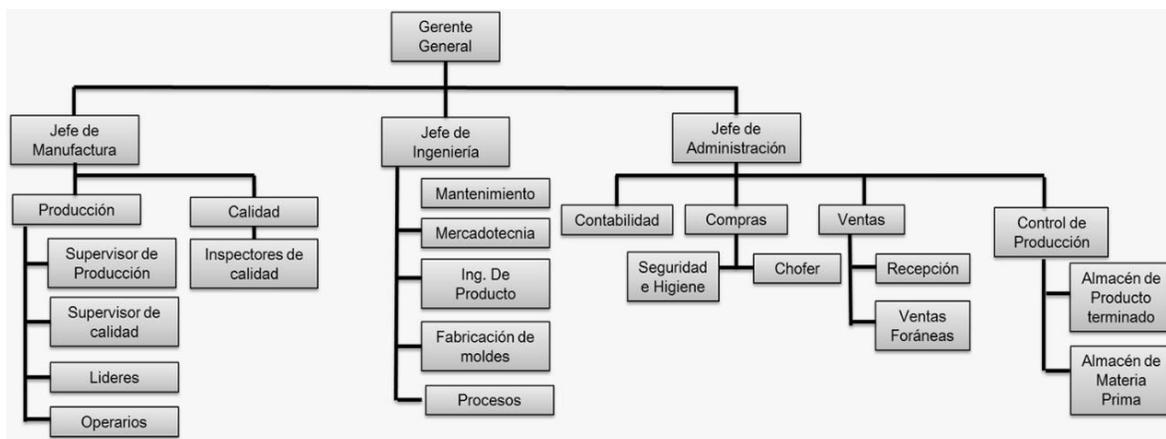
Uno de los principales objetivos del proyecto es reducir los tiempos muertos que se presentan en el proceso de producción del producto, esto se reflejaría claramente en la productividad, así poder ofrecer entregas a tiempo a los clientes y así mantenerlos conformes, logrando todo lo anterior mencionado con la misma cantidad de recursos, en pocas palabras ser más eficiente.

9. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente.

Manufacturas Plásticas Avidesa (MPA) S.A de C.V es una empresa mediana, dedicada a inyección y maquila de plásticos para el sector mueblero, industrial y comercial, que está ubicada en Olivares Santana #101 Col. Puertecito de la Virgen, en San Francisco de los Romo, Ags, desde el año 2007.

Actualmente cuenta con 43 empleados distribuidos en 2 turnos, los cuales están organizados de acuerdo al siguiente organigrama:

Figura 1 . Organigrama de empresa Manufacturas Plásticas Avidesa



Fuente. RH (MPA). Imagen.

El área de almacén de materias primas tiene la función de resguardar todos los insumos y demás elementos, así como también el proceso de molienda y de pigmentación de los polímeros utilizados en la producción, actualmente tiene 1 empleado por turno. Hasta el momento no se tiene un control de sus inventarios.

En este almacén se manejan 53 productos distribuidos en 4 familias que se derivan en polímeros, pigmentos, tornillería y clavo.

En la empresa Manufacturas Plásticas Avidesa (MPA) S.A de C.V, el puesto de trabajo que se me asignó es Líder de producción teniendo acceso a los procesos que se generan en el almacén de materias primas y en el área de producción, además se me dio la oportunidad de realizar el presente proyecto en el área en las dos áreas mencionadas, claramente con restricciones.

10. Problemas a resolver, priorizándolos

Los materiales juegan un papel muy importante en la productividad, debido a que estos con frecuencia no llegan con las especificaciones de uso adecuado, lo cual afecta en la productividad generando desperdicios de tiempo en pruebas en máquina para encontrar su correcto uso.

El proceso de compra de materias primas no tiene un proceso definido como tal, debido que la materia prima se ordena o se compra mediante una alerta de falta de material que emite el mismo empleado, pero este por lo regular no emite la alarma, provocando un desabasto temporal.

Por parte de la jefa de compras y ventas, el reparto no tienen conociendo previo de las diferentes familias de materias primas que regularmente se compran, provocando una mala decisión de compra, esto desencadena que el material sea el incorrecto, ya venga contaminado o sea de baja calidad y claramente esto afecta notablemente en la producción final.

Hasta el momento se ha intentado controlar las entradas y salidas mediante anotaciones en una hoja y al final del día vaciar la información a un Excel, provocando que el empleado pudiera reportar de más o de menos los materiales que salen del almacén, provocando un pésimo control de inventarios.

El área de compras se encarga de adquirir la materia prima y verificar el material antes de almacenarlo. A decir verdad, no siempre lo checan, o si lo revisan solo lo hacen por

cumplir con el procedimiento requerido; se tiene el problema que el personal del área de compras no está capacitado para distinguir los diferentes materiales provocando que los materiales lleguen cambiados o contaminados.

El líder y el supervisor son los encargados del almacén, su trabajo es almacenar y extraer material requerido, más sin embargo no se lleva el control de esto.

Parte principal del proceso de producción de cualquier empresa se encuentra en el almacén de materias primas, debido a que se tiene que estar ordenado mediante la metodología de 5's para tener una buena gestión de los materiales que se almacenan, como se sabe la metodología de las 5's tiene como ideología tener los materiales, herramientas u objetos listos para usarse.

En la empresa Manufacturas Plásticas Avidesa (MPA) S.A de C.V, el almacén de materias primas no cuenta con ningún tipo de orden el cual ayude a identificar que material es y de que familia pertenece, además no se cuenta con espacios definidos para cada tipo de material existente, lo cual puede provocar que los polímeros se lleguen a combinar y por ende se contaminaría, como se sabe los polímeros termoplásticos tienen diferentes composiciones químicas que se comportan con el calor de diferente manera, en caso de que estos se llegaran a combinar generaría la contaminación del mismo, esto se refleja en desperdicio de tiempo y en material.

11. Justificación

En cualquier empresa lo más importante es mantener los estándares de calidad en sus productos que satisfagan a sus clientes y de esta manera cumplir con sus necesidades, esto se refleja en su producción permitiendo que se sea competente eficaz en todas las actividades que conlleva la cadena de valor del producto. El tener una alta eficiencia en la productividad servirá para el posicionamiento de la empresa generando competitividad en el mercado, asegurando la sostenibilidad de la empresa.

Al implementar este proyecto en la empresa Manufacturas Plásticas Avidesa (MPA) S.A de C.V se pretende reducir los desperdicios de tiempo en las actividades que afectan directamente en la cadena de valor de los productos, en este caso se dirigirá en el producto “Cuerpo de Herraje de Candado Finiesta” en vista de que este producto ha ido incrementando últimamente la demanda. Este producto se caracteriza por tener todas las variables posibles en cualquier otra pieza que se fabrica en la empresa, estas variables pueden determinar si el producto cumple con las especificaciones o no de las necesidades de proceso que especifica el cliente, al no tener estos requerimientos las piezas se convierten en scrap (residuo), impactando directamente en la productividad con respecto a la demanda del cliente, claramente al no cumplir con las especificaciones acordadas por parte del cliente se perderá la confiabilidad del mismo hacia la empresa.

12. Objetivos (General y Específicos)

Objetivos generales:

1. Reducción de desperdicio de tiempos en proceso de producción en maquina inyectora de plástico LIEN YU 155T.

Objetivos Específicos:

1. Reducir los tiempos muertos de las diferentes actividades que se realizan en el proceso de producción de la pieza “Cuerpo de Herraje de Candado Finiesta”.
2. Proponer una gestión de compra de material con estándares de calidad requeridos.
3. Reducir actividades que no agreguen valor al producto o proceso.
4. Proponer e implementar metodologías para la identificación de polímero en materia prima.
5. Crear un código para cada producto y posteriormente asignarle un código de barras, con la finalidad de escanear la entrada o salida de cada producto y así tener una sistematización de las entradas y salidas del almacén.

6. Proponer e implementar un ERP para la gestión de las entradas y salidas del almacén y asignarle mínimos y máximos a cada materia prima para tener control de las existencias de materiales y ordenar los pedidos a tiempo para reducir el desabastecimiento. Y posteriormente capacitar al personal para su uso.
7. Crear e implementar ayudas visuales acompañada de códigos alfanuméricos que identificará las materias primas y el lugar específico de almacenaje, para así reducir los tiempos de búsqueda de las materias primas y almacenaje de ellas y evitar las contaminaciones de los materiales. Esto se controlará mediante etiquetas que darán información de la fecha, quien lo almacena y que materiales.
8. Proponer e implementar una nueva gestión de espacios del almacén, asignando un nuevo layout. Y así tener un lugar específico para cada materia prima dentro del almacén, evitando que se almacenen materiales diferentes en un solo lugar que puede provocar la contaminación de los materiales.
9. Diseñar e implementar una base de datos con la finalidad de tener un control específico de las entradas y salidas de materias primas.

III. CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO

13. Marco Teórico (fundamentos teóricos).

Marco teórico

Como se sabe toda empresa tiene sus Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas en sus actividades que se realizan en la producción cierto artículo, las cuales pueden aumentar o en su defecto reducir la productividad de la empresa por varios factores, uno de ellos puede ser que producto no cumple con especificaciones correctas basándose en los estándares de calidad definidas por el cliente.

Claramente toda empresa quiere aumentar su productividad, pero no todas las personas saben que es la productividad pues algunos tienen ideas erróneas sobre este concepto, la productividad es la producción que se obtiene mediante sistemas de producción dentro



de una empresa en conjunto de los recursos que se utilizan para obtenerla. También se puede definir como los resultados que se obtienen comparándolos con el tiempo que se emplea para obtener los productos terminados.

Para la mejora de la productividad se tienen varios factores (Xs) a considerar como:

1. Lotes de materias primas
2. Operarios
3. Maquinaria
4. Herramientas

Un factor muy importante a considerar para la productividad son los desperdicios de tiempo que se detectan en las diferentes actividades que se emplea para poder lograr tener el producto, al igual que la productividad, para lograr entender a lo que se pretende llegar se debe definir que son los desperdicios de tiempo, podría decirse que los desperdicios de tiempo son aquellos en base a las 7 MUDAS son las actividades innecesarias quiere decir movimientos de un lado a otro que solo fatigan al operador y no se llega a un fin productivo. Según el docente Alvarado, también se puede definir como “todo momento en el que no se está añadiendo valor. Deriva de la espera por materia prima o la conclusión de un paso anterior, así como por colaboradores que llegan tarde a una reunión de equipo o de procesos que deben esperar la aprobación de toda la cadena de mando.” (1)

Los desperdicios de tiempos y la productividad están relacionadas de manera explícita, debido a que los tiempos en los que el operador no emplea ninguna actividad ya se por falta de herramental, material, etc. o por actividades que no agregan ningún tipo de valor a la producción.

Al lograr detectar los desperdicios de tiempo en la productividad y lograr controlarlos, se puede tener mejores resultados sin incrementar los recursos disponibles a utilizar en la productividad, lo cual se traduce en una mayor rentabilidad para la empresa.



Más sin embargo si una empresa quiere aumentar su rentabilidad, debe de incrementar su productividad junto con la calidad de los recursos y actividades que se le emplean a la producción, el querer tener mayor productividad aumentando las actividades en los operarios es una ideología errónea, con el ejemplo a continuación se podrá tener una idea más clara sobre esto.

En la empresa Metal Mexicana producen 600 muelles de camioneta con material de calidad, de esta producción 10 muelles son defectuosas, y así se ha mantenido por los últimos dos años. La empresa toma la decisión de querer aumentar su producción un quince por ciento de su productividad, es decir en vez de producir 600 muelles por hora se producirán 690 muelles por hora, más sin embargo al ser una producción alta deciden comprar material de media calidad para tener más ganancias. Al aumentar la productividad y generar un cambio de material y de proveedor generando desperdicio de tiempo en las actividades que conllevan a la productividad provocando así que la productividad baje y el índice de defectos aumente hasta un 20%. Esto se traduce en que la productividad solo puede aumentar cuando la calidad de los recursos que se emplean en la producción no disminuye.

En anterioridad se comentó la importancia de la calidad de las materias primas y de los desperdicios de tiempos, debido a que un simple cambio de proveedor y de material te puede generar desperdicios de tiempo en adaptarse a los cambios que se generan por el material, a esto se le agrega el desperdicio de tiempo en las demás actividades que no agregan ningún valor a la producción del artículo.

Normalmente para la reducción de estos dos defectos y aumentar la productividad es el uso de la metodología Seis Sigma, debido a que nos ayuda a detectar las variables que se encuentran en el proceso y así poder atacarlos con mejoras y así poder aminorar los defectos y desperdicios que afectan directamente a la productividad. Cuando una empresa obtiene 3.4 unidades defectuosas por millón se traduce en que la empresa obtiene un nivel Seis Sigma, es decir, de clase mundial.

Según Herrera (2011), “SEIS SIGMA es un método de gestión de calidad combinado con herramientas estadísticas cuyo propósito es mejorar el nivel de desempeño de un proceso mediante decisiones acertadas, logrando de esta manera que la organización comprenda las necesidades de sus clientes”. (2)

La metodología seis sigma ha dado buenos excelentes resultados en fábricas de alto mando, un ejemplo claro es en la empresa DIFARE, dedicada al sector farmacéutico ubicada en Ecuador, “Difare, empresa 100% ecuatoriana con 30 años de operaciones en el mercado ha impulsado el sector farmacéutico del país a través de sus divisiones de negocio: Distribución, Desarrollo de Farmacias y Representaciones de Productos; con cobertura actual que supera los 3400 puntos de venta a nivel nacional, entre farmacias, sub-distribuidores y mayoristas del canal farmacéutico y de consumo.

PROYECTO: Reducción de Reclamos por errores logísticos

Oportunidad de mejora:

El proyecto se enfocó hacia el análisis de las causas que originan los reclamos de clientes de distribución y consecuentemente la emisión de Notas de crédito por los diferentes motivos. Se orientaron las iniciativas de mejora hacia la disminución de los faltantes y averiados de mercadería en el despacho, chequeo y transporte.

El resultado:

El indicador de arranque del proyecto reflejaba un porcentual que a raíz de la implantación del proyecto se vio disminuido en 0.89% sobre la venta proyectada, generando así un ahorro superior a USD 1.000.000 para la empresa.

PROYECTO: Reducción de Back orden y pérdida de ventas.

Oportunidad de mejora:

La pérdida de venta anual fue cuantificada por sobre los USD 20.000.000; sin contar la afectación en la satisfacción del cliente y consumidor final, para dar inicio al proyecto se identificó la causa-raíz del problema para trabajar sobre ella y disminuir las causas especiales y comunes que se suelen presentar en el proceso.

EI

resultado:

Según Doria, enero 2022. El indicador de control del proyecto desde el inicio hasta el cierre es el porcentaje de la pérdida de venta, el cual, al cierre del 2013, con respecto al 2012 disminuyó en 2.81%, con una proyección al cierre del periodo 2014 en diciembre no mayor al 5%". (3)

Según el sitio web Dropbox, agosto 2019. Dentro de la aplicación de proyecto Seis Sigma se tienen bastantes metodologías disponibles para utilizarse referente a la reducción de desperdicios, más sin embargo una de las más importante y más utilizada es el ciclo DMAIC que se define en los 5 pasos según Bill Smith 1980, los cuales son los siguientes (Definición, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), que se definen de la siguiente manera: (4)

Definición:

En esta etapa se detectará el área y el proceso en el que se aplicara el proyecto y así poder definir las principales variables que se tienen en el proceso mediante una lluvia de ideas de las cuales se seleccionarán las más importantes es decir las que más afectan en el proceso, para poder definir los alcances que tendrá y claramente las mejoras que se propondrán e implementaran para llegar al resultado definido.

Para tener todo en orden inicial la información que ya se tiene como lo es el planteamiento del problema, objetivos, alcance, el alcance y las mejoras, se deberán de plantear en un Project charter el cual nos servirá de apoyo para mantener un orden de

las actividades y tener presente de los objetivos que se quieren llegar para no perderse en el transcurso del proyecto.

Medir:

El objetivo general de esta etapa es identificar las variables que afectan directamente al proceso para poder recaudar información de forma cuantitativa de estas variables, esto revira como guía para poder determinar y comprar los daros anteriores con los actuales y poder concluir si las mejoras empleadas tienen una significancia de mejora en el proceso. Cabe destacar que la recolección de datos debe ser la más precisa posible debido a que estos datos serán en los que se basará todo el proyecto, se deberá dar la importancia adecuada para determinarlos con certeza.

Analizar:

La finalidad de esta fase es identificar las (X) vitales o las causa raíz que están entorpeciendo el proceso de producción, hacer un análisis de donde y como están surgiendo los problemas avalándolos con datos verídicos, para poder realizar un método de ataque para controlarlas. Para la identificación de las (X) es necesario detectar primeramente las (Y) variables de entrada.

Como se sabe en la metodología Seis Sigma se implementan herramientas que son de alto grado de dificultad, más sin embargo existen herramientas sencillas pero eficaces que se pueden utilizar solo si estas se adaptan a lo requerido, unos de los ejemplos son las siguientes:

1. Lluvia de ideas
2. Diagrama de Ishikawa
3. Pareto de segundo nivel
4. Estratificación
5. Cartas de control
6. Mapeo de procesos

7. Los cinco por qué
8. Despliegue de la función de calidad para relacionar variables de entrada con variables de salida Diseño de experimentos
9. Prueba de hipótesis
10. Diagrama de dispersión

Mejorar:

Es aquí en esta etapa donde se deberá de tener ya claramente cuáles son las causas raíz que están obstruyendo el proceso y poder atacar esta causa con mejoras asegurándose que estas ataquen o reduzcan el problema, estas mejoras pueden surgir a base de una lluvia de ideas, técnicas de creatividad, diseño de experimento, realización de AMEF y creación de planes de acción. Se deberá tener en cuenta que las mejoras deben atacar a las causas y no a las al efecto de las variables. En esta etapa se analizarán los datos arrojados por las mejoras implementadas y se deberán de colacionar los datos de análisis del inicio del proyecto con los datos arrojados por las mejoras.

Control:

En esta etapa tiene como objetivo el asegurar que los métodos implementados en la etapa de mejora sean controlados, es decir se cumplan con los estándares establecido y por ende sostener los resultados que han obtenido, con la supervisión de que se cumplan mediante se van creado en un hábito para el empleado.

IV. CAPÍTULO 4: DESARROLLO

14. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas

Al analizar con seguridad y certeza la situación que presenta la empresa se decidió guiar el presente proyecto mediante la metodología DMAIC la cual con estudios pertinentes en



base a datos verídicos que no permitieron detectar las características y así como las deficiencias que se tiene en la cadena de valor, determinando así las áreas de mejora, y así proponer e implementar algunas mejoras que permitan llegar a los objetivos definidos con anterioridad.

Se implementará la metodología Seis Sigma con la finalidad de detectar y minimizar las causas o (Xs) significativas que provocan inestabilidad en el proceso y afecta la productividad, generando un impacto en el rendimiento de la empresa (Y). El proyecto se centrará en la reducción de defectos y en el desperdicio de tiempos que se tienen en los procesos más importantes para obtener el producto, con la finalidad de reducirla estos desperdicios generados dentro del proceso de creación de pieza Cuerpo de Herraje de Candado Finiesta

Definir.

Para esta primera fase se interpretó la problemática actual del proceso previo a desarrollar, y en base a lo definido se delimito el alcance que tendrá el proyecto proponiendo objetivos que se desean lograr, así mismo definiendo el tiempo en que se tardara en cada etapa para asegurar el cumplimiento de las metas proyectadas para este proyecto. Para la determinación de esta etapa se estudió de forma detallada el proceso de producción de la pieza Cuerpo de Herraje de Candado Finiesta para poder detectar las variables (Xs) que más afectan en el proceso.

Medir

Para esta etapa del ciclo de la metodología DMAIC se determinará las herramientas necesarias que se emplearan para la recolección de los datos de las problemáticas en el proceso que se presenta, de tal manera que los datos recolectados sean sustento suficiente para el análisis del sistema y así poder expresar con mayor claridad la situación actual en la que se encuentra el proceso.



Analizar

Para esta etapa del ciclo DMAIC se realizó un análisis de todo los datos e información compilada en la anterior etapa por medio de pruebas estadísticas y herramientas de mejora continua, con la finalidad de descartar las variables que no afectan al proceso e identificar las variables vitales que causan mayor variación en el proceso.

Mejorar

Para esta etapa del DMAIC se plantean e implementan mejoras al proceso, tomando en cuenta las etapas anteriores, con la finalidad de disminuir los desperdicios de tiempo que generan todas las variables previamente vistas y expuestas. Las mejoras que se plantean serán puestas a prueba de manera piloto con el objetivo de observar los resultados después de implementarlas, y poder mantener un espacio de tiempo por si las mejoras requieren de un ajuste.

Controlar

Para la última etapa del DMAIC se plantean e implementan métodos de control relacionándolos con las variaciones que se generan en el proceso, con el objetivo de mantener los resultados que se han obtenido a base de las implementaciones que se han propuesto he implementado, de tal manera que el proceso no decaiga en las condiciones que se encontraban con anterioridad.

V. CAPÍTULO 5: RESULTADOS

15. Resultados

16. Definir

17. Project Charter

PROJECT CHARTER		
1. IDENTIFICACION DEL PROYECTO		
TITULO/PROPOSITO	Reducción de desperdicios de tiempos en proceso de producción en maquina en maquina inyectora de plástico LIEN YU 155T.	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	En el proceso de producción de la pieza Cuerpo de Herraje de Candado Finiesta en la empresa Manufacturas Plásticas Avidesa (MPA) S.A de C.V, se generan varios desperdicios de tiempo y se detectan defectos en los diferentes procesos, lo cuales afectan directamente a la producción, que esto a su vez genera productos defectuosos. Este producto defectuoso se encuentra en un nivel del 8.7% sobre este producto, provocando que la producción se extienda hasta un 24.6 % en tiempo de producción.	
Objetivo	Reducir los desperdicios de tiempo que afectan en la producción, es decir, reducir directamente el índice de porcentaje de extensión de tiempos de producción a un 10 %.	
Alcance	El presente proyecto pretende abordar las problemáticas que surgen en los procesos de la producción de la pieza Cuerpo de Herraje de Candado Finiesta, y proponer estrategias de mejora adaptables a la problemática.	
Impacto en la empresa	Considerando la problemática que se presenta en el proceso de producción de piezas plásticas a base de polipropileno (P.P) a partir de inyección, y al centrarse directamente en ellas, se tendrá como fin a disminución de los desperdicios de tiempo que se generan en el proceso, así también como las variables que se presentan, el cual a su vez afectan directamente a la productividad, además se reflejara el incremento de productos conformes traduciéndose en mayor productividad, al generar más mayor cantidad de productos con la misma cantidad de insumos, tiempo y personas.	
Impacto al cliente	Al tener mayor productividad en el proceso se reflejara más que nada en el cliente, dándole una satisfacción por entregas a tiempo de pedidos y con productos de calidad acorde a las especificaciones de calidad requeridas por el mismo, generando una satisfacción de la demandas que lograría un mayor posicionamiento de la empresa en el mercado que a su vez crea mayores oportunidades de compra.	
Foco de mejora	Área	Procesos de producción de piezas plásticas.
	Proceso	Proceso de producción de piezas plásticas a base de polipropileno inyección.
	Producto/servicio	Producción de pieza Cuerpo de Herraje de Candado Finiesta.



Equipo de proyecto	
Personal de apoyo	Operador de área.

Métricas del proyecto		
Métricas de operación		
Porcentaje de desperdicios de tiempos.		
Porcentaje de productos desperdiciados en el proceso de producción.		
Métricas Seis Sigma	DPU	
	DPMO/PPM	49110.7
	Nivel sigma	2
	RTY	

Cronograma del proyecto				
Duración	5 Meses.			
Fecha de inicio	10 de enero de 2022.			
Fecha de finalización	10 junio de 2022.			
Fases	Actividad	Herramientas	Inicio -Fin	Responsabilidades
Definir	Project Chárter.	Formato Project Chárter.		
	Mapa de proceso.	Diagrama de flujo general.		
	Reconocimiento de variables.	AMEF.		
Medir	Diagrama de proceso.			
	Recolección de datos.	Formato para recolección de datos.		
	Validación de los datos.			
Analizar	DOE.			
	Ishikawa.			
	Validar.			
Mejorar	Estrategias.			
Controlar				

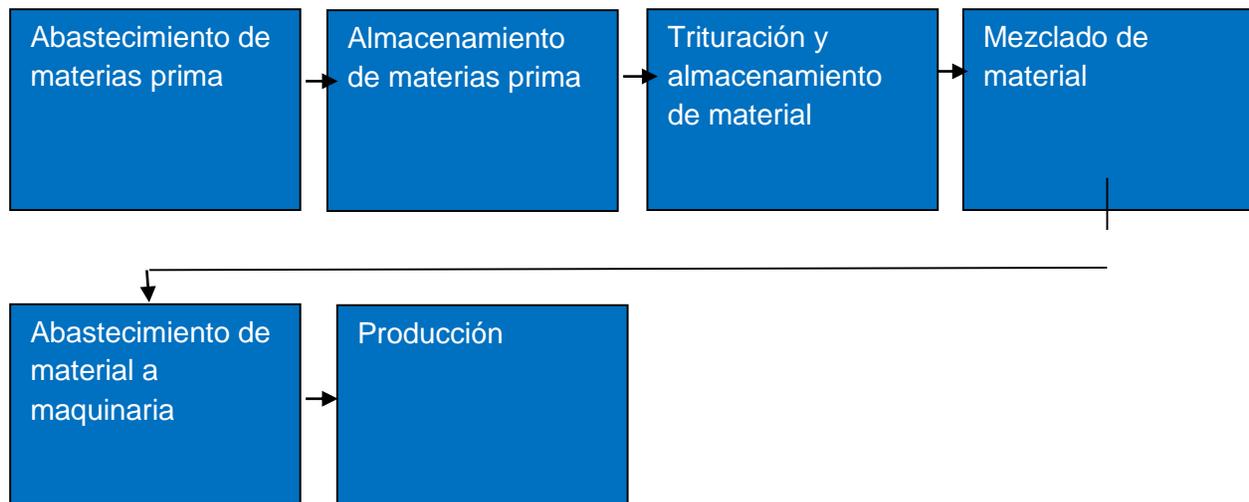
	Métodos de control.			
--	---------------------	--	--	--

18. Identificación del problema

En el proceso de producción de piezas a base de inyección de plástico polipropileno (P.P), más enfocado en la pieza Cuerpo de Herraje de Candado Finiesta, siendo esta una pieza que ha incrementado el 500% su demanda en los últimos meses, siendo esta producción un foco de atención debido a sus cantidades considerables de productos defectuosos y las cantidades de desechos de tiempos que afectan la producción de esta pieza.

19. Diagrama de flujo de proceso

Figura 2 Diagrama de flujo general Producción de pieza Cuerpo de Herraje de Candado Finiesta



Fuente. Gerente de producción. Programa Microsoft Word

En la Figura 2 se muestra a grandes rasgos el proceso en los que se está teniendo más defectos y desperdicios de tiempo, lo importante es adentrarse a cada una de las actividades que complementan al proceso expuesto, con la finalidad de detectar con mayor certeza estas “fallas “que se presentan en el proceso de producción de pieza Cuerpo de Herraje de Candado Finiesta.

20. Reconocimientos de variables

Al desglosar los diferentes procesos, se encontrarán las actividades específicas que se deben realizar para poder llegar al producto final, para ello se realizó un diagrama de análisis de proceso para cada proceso que complementa la producción de la pieza Cuerpo de Herraje de Candado Finiesta.

En el proceso de abastecimiento de materia prima más específicamente en el polímero Polipropileno (P.P), no se cuenta con ninguna metodología o procedimiento para las órdenes de compra, provocando los desperdicios de tiempo en el proceso.

Como se mencionó con anterioridad, el almacén de materias primas debe de estar completamente ligado con el área e compras, para poder tener una buena gestión del almacén y sus inventarios, evitando el desabasto y el sobreabastecimiento de materias primas. A demás el área de compras no cuenta con capacitación alguna sobre los diferentes polímeros que se abastecen en la empresa, dando espacio para las fallas de compra del material, llegándoles un material con falta de especificaciones de uso, contaminado por otros polímeros de diferentes especificaciones, este problema se presenta aproximadamente una vez al mes, afectando en el proceso por la devolución del material, el desperdicio de tiempo que se genera en que el proveedor tarda en reponer el material.

Al almacenar el Polipropileno se detecta que el chofer al no encontrar un área disponible debido a la nula organización que se tiene en la distribución de espacios de las materias primas y objetos que se sitúan dentro ser almacén, al no contar con este orden provoca que el material no se pueda descargar para ser almacenado además de no dar aviso al supervisor o al líder de la llegada del material desencadenando un desperdicio de tiempo en el proceso por no tener el material a la mano para su utilización, afectando directamente al proceso de producción.

Imagen 1 . Polipropileno peletizado (P.P) contaminado.



Fuente. Luis Ángel Beltrán Aldana. Foto.

Para poder llevar el Polipropileno (P.P) al área designada del material se ocupa de hacer maniobras poco adecuadas por la obstrucción de caminos delimitados por más materias primas u objetos innecesario. Los polímeros que se almacenan y se utilizan en la empresa Manufacturas Plásticas Avidesa manejan distintas temperaturas de fundición por lo que al ser combinados ciertos tipos de polímeros afectara en la inyección del plástico y las piezas que se producen, es decir, los polímeros tienen que tener un espacio designado para evitar las contaminaciones entre materiales

Imagen 2 . Caminos delimitados obstruidos



Fuente. Luis Ángel Beltrán Aldana. Foto.

Imagen 3 . Polipropileno almacenado con Nylon



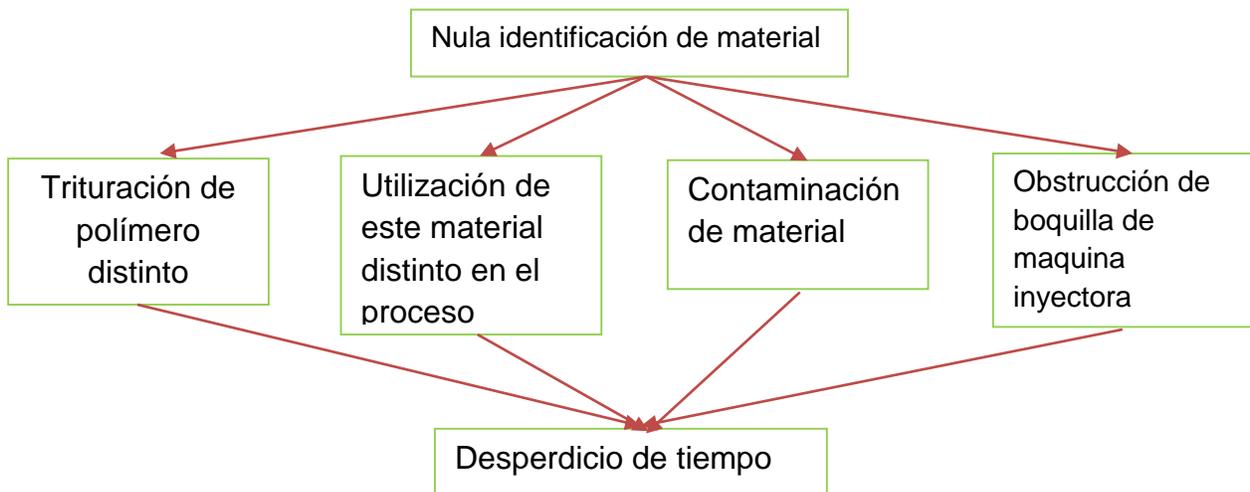
Fuente. Luis Ángel Beltrán Aldana. Foto.

La trituración es parte fundamental del proceso de producción, esto se debe a que a falta de material peletizado se puede sustituir por material triturado o también al mezclarlo con material peletizado, en ocasiones es necesario que el líder este triturando constantemente, claramente esperando que se junte una cantidad considerable de scrap

(Residuo) para poder solventar el abastecimiento de la maquina inyectora de tal forma que no pare producción en ningún momento.

El scrap (Residuo) que se genera en la producción de la pieza Cuerpo de Herraje de Candado Finiesta, se vierte en un tambo de acero para posteriormente llevarlo al almacén de materias primas para su trituración, los botes de estos scraps (Residuos) se almacenan de forma aleatoria y sin identificación alguna, esto perjudica al líder al querer triturar el material para utilizarlo debido a que no solo se tritura un solo polímero si no varios tipos de polímeros y en ocasiones la estructura que tienen visualmente son practicante idénticos ocasionando que el líder no identifique con certeza el material que requiere para triturar, este defecto que se detectó en el proceso desencadena una serie de variables que afectan en la productividad.

Figura 3 . Variables ocasionadas por nula identificación de material



Fuente. Luis Ángel Beltrán Aldana-Gerente de producción. Programa Microsoft Word.

Imagen 4 . Scrap (Residuos) para triturar sin identificar



Fuente. Luis Ángel Beltrán Aldana. Foto.

En este proceso se presenta contaminación en los materiales debido que la trituration se aplica para todos los polímeros que la empresa maneja para la inyección de sus productos por lo cual los molinos se tiene que limpiar correctamente antes de triturar un polímero distinto para evitar las contaminaciones y los desperdicios de polímero, lo cual en la empresa Manufacturas Plásticas Avidesa (MPA) S.A de C.V, lo hacen de forma incorrecta de acuerdo a la información proporcionada por la supervisora de producción.

Los molinos que se emplean en el proceso están muy propensos a sufrir una obstrucción por material debido a la falta de filo en las navajas para un corte uniforme y eficaz del scrap (Residuo). A demás de la obstrucción, se detectó que al no estar bien triturado el material se filtran trozos voluminosos que de no ser separados del material ya triturado generara un tapado de boquilla en la maquina inyectora de pastico.

Imagen 5 . Molino obstruido



Fuente. Luis Ángel Beltrán Aldana. Foto

Después de triturar el polímero se deberá de almacenar para su posterior uso en el proceso de inyección, al no contar con una gestión y un orden de los espacios dentro del almacén de materias primas se opta por almacenar el material triturado prácticamente en cualquier espacio disponible que se encuentre, el cual entorpece la búsqueda del material al pretender utilizarlo generando los desperdicios de tiempo en el abastecimiento a la maquina inyectora, así como el desperdicio de tiempo en paros de producción por falta de material.

A demás de no asegurar el orificio del costal provocando el vaciamiento del polímero dentro de otros polímeros con diferentes propiedades, causando la contaminación de los materiales y posteriormente el desperdicio de tiempo por la falta de este material triturado para el proceso de inyección, a su vez también afecta la utilización de espacios que se pudiesen utilizar para almacenar algún otro material.

Imagen 6 . Almacenamiento de polipropileno triturado



Fuente. Luis Ángel Beltrán Aldana. Foto

La compra de Polipropileno (P.P) en la empresa Manufacturas Plásticas Avidesa (MPA) S.A de C.V, es variada, es decir los lotes son distintos y se entregan sin especificaciones de uso, prácticamente se tiene que encontrar las especificaciones a base de prueba y error que a su vez son demasiado tardías debido al procesos que se debe someter en cuestión de la preparación de mezclas del material para lograr detectar el uso adecuado. Los defectos en las piezas producidas por los cuales el material Polipropileno (P.P) será sometido a varios procesos extras son las siguientes:

- Pieza incompleta
- Pieza con color inadecuado
- Pieza rechupada
- Pieza con ráfaga
- Pieza inflada



Los efectos que se detectan a pesar de ser factor en la producción, existen métodos para su estabilización, más sin embargo esta estabilización cuesta tiempo en la producción debido a los desperdicios de tiempo que esto conlleva, claramente al tener paros de

maquina se producen menos cantidad de piezas que esto a su vez provoca que la producción se prolongue por más tiempo, y por ende retrasar las producciones siguientes. Esta parte de la producción a tiempo es clave para mantener al cliente conforme y contento con para compras posteriores, además genera confiabilidad entre la misma empresa y en abrir brechas para nuevos clientes.

Al analizar las diferentes variables nos percatamos que las causas raíz de la problemática que estamos abordando en este proyecto, es el cambio de lotes del material polipropileno (P.P) y sus desperdicios de tiempo que implica esta acción.

Así como también los desperdicios de tiempo que se generan en el almacén de materias primas y las variables que se originan a partir de la falta de gestión en el mismo.

Para definir las anteriores problemáticas que se presentan en el proceso de producción de la pieza Cuerpo de Herraje de Candado Finiesta será mediante un AMEF con la intención de aclarar más lo previo comentado sobre las variables que se mostraron con anterioridad. (Anexo 1.1 Diagrama AMEF de proceso de producción de la pieza Cuerpo de Herraje de Candado Finiesta).

21. Medir

Recolección de datos

Para la principal problemática que es referente al proceso de producción de la pieza Cuerpo de Herraje de Candado Finiesta, se recolectaran los datos por medio de observación directa en el proceso, con ayuda del supervisor de producción y el operario en máquina, esto con la finalidad de poder analizar la capacidad del proceso. En esta ocasión se recaudaron 4 muestras diaria en horas diferentes, dentro de 5 días de producción, siendo así 20 muestras en total por analizar. Los datos anteriores mencionados se podrán observar en la (Tabla 1), la cual fue elaborada creativa mente para poder recaudar la mayor cantidad de información requerida. Cabe destacar que los datos fueron tomados a mediados de la producción y no al iniciar el turno, descartando todos los desperdicios de tiempo que genera el arranque de turno o desperdicios adicionales, dando campo solo a los defectos que se presentan por razones de máquina, operario y material

Como se ha venido aclarando, las piezas deben de ser producidas de acuerdo a las especificaciones que el cliente define desde un inicio, ayudándonos a poder catalogar las inconformidades que se presentan en el proceso, las cuales son las siguientes:

Imagen 7 . Pieza incompleta



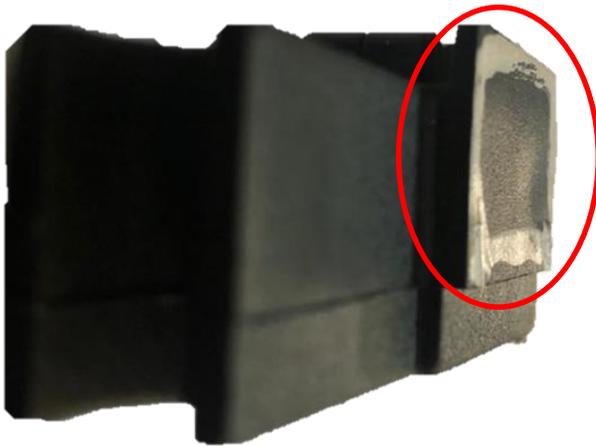
Fuente. Luis Angel Beltran Aldana. Fotografia

Imagen 8 . Pieza con color inadecuado



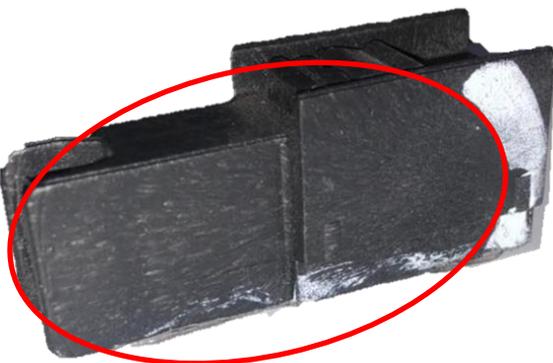
Fuente. Luis Angel Beltran Aldana. Foto

Imagen 9 . Pieza rechupada



Fuente. Luis Angel Beltran Aldana. Fotografía

Imagen 10 . Pieza con ráfaga



Fuente. Luis Angel Beltran Aldana. Fotografía

Imagen 11 . Pieza inflada



Fuente. Luis Angel Beltran Aldana. Fotografia

**Tabla 1 . Formato de recolección de datos de proceso de producción de pieza
Cuerpo de Herraje de Candado Finiesta.**

MATERIAL (LOTE)	PIEZAS REALES	DEFECTOS	INCOMPLET A	COLOR INADECUAD O	RECHUPE	RAFAGA	INFLADA	%
1	244	32		24	2	6		13.11
2	204	22		14	6	2		10.78
3	216	12			8	4		5.56
4	258	22	4	10		8		8.53
5	347	44		24	8	12		12.68
6	342	38	12	18	8			11.11
7	261	50		27	15	8		19.16
8	323	20	7			9	4	6.19
9	323	6	3			3		1.86
10	367	12		8		4		3.27
11	374	6		3			3	1.60
12	394	44		36			8	11.17
13	378	34	12		14		8	8.99
14	215	16			10	6		7.44
15	283	26				4	22	9.19
16	167	16	4	10		2		9.58
17	354	12	6			2	4	3.39
18	378	48	4			22	22	12.70
19	252	20			16	4		7.94
20	340	38		6	26	6		11.18
TOTAL	6020	518	52	180	113	102	71	8.77

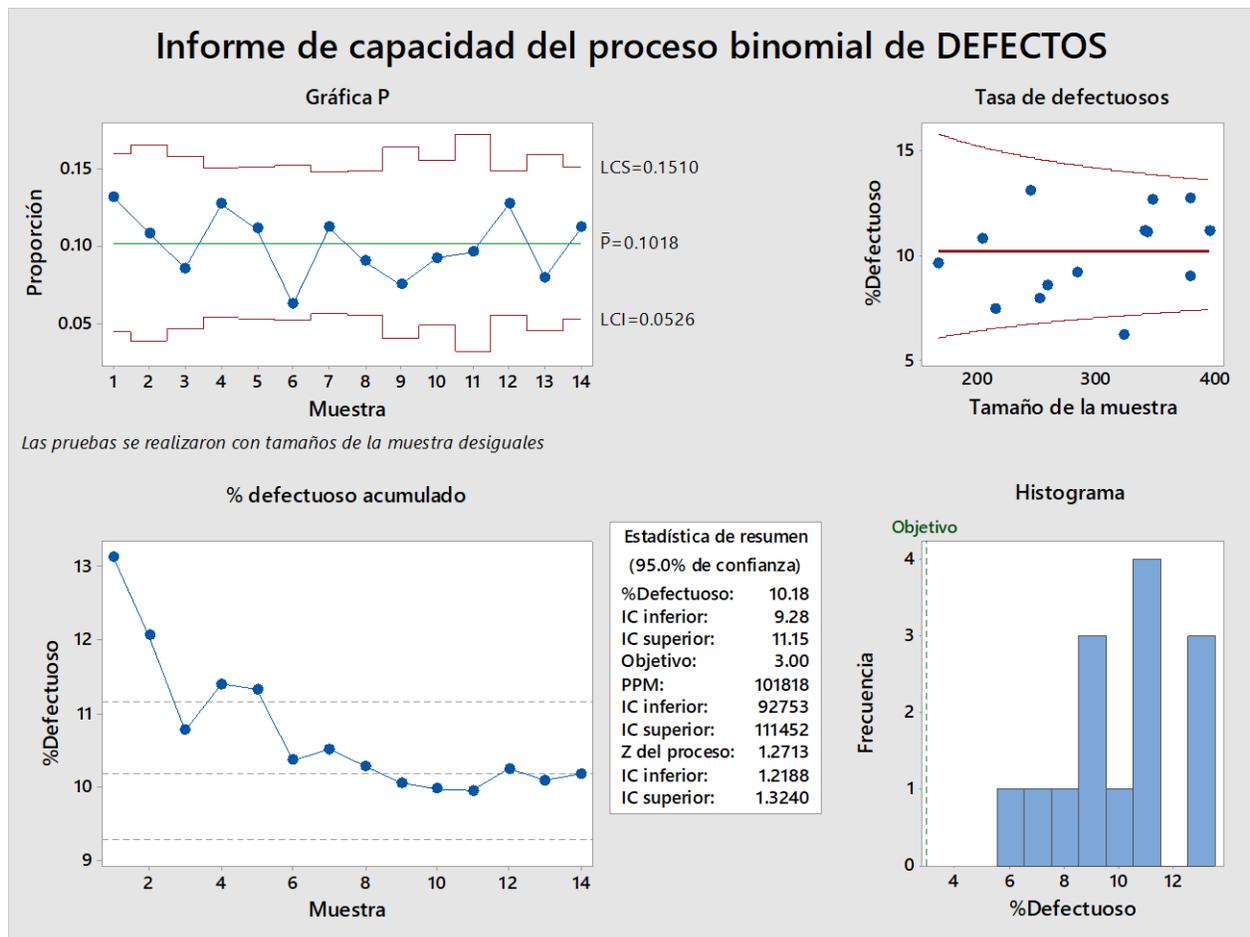
Fuente. Luis Ángel Beltrán Aldana. Programa Excel.

Análisis de capacidad de proceso

Para este proceso es importante mantener un margen de control de los datos correcta, debido a la variedad de cálculos que se requieren para analizarlos, es por este motivo que se decidió utilizar el Software Minitab 18 para un mejor manejo y comprensión de los datos previos a analizar.

Los datos al ser de criterio discreto se decidió guiar este Análisis de Capacidad de Proceso mediante un análisis Binomial de capacidad, al tener los datos previos mencionados que fue de 20 de los cuales se utilizaron en el análisis 14 datos.

Gráfica 1 . Análisis de Capacidad del Proceso.



Fuente. Luis Beltrán Aldana. Programa Minitab 16.0

Al analizar la tabla que nos arroja el software Minitab, as específicamente la gráfica P, nos podemos percatar que la proporción de los defectos recaudados son estables y no existen puntos fuera de control, por lo que podemos verificar la estabilidad en el proceso. En la gráfica de % Defectuosos-Muestra se puede observar que los datos tienden a una estabilidad, por lo cual podemos validar que el número de muestras utilizadas para el análisis de capacidad realizado son aptos, recordando que fueron en total 14 muestras. Así como considerando el valor Z arrojado por el análisis, que es de 1.2713 el cual es menor a 2 siendo este el valor mínimo normalmente necesario para un proceso de capacidad Binomial, confirmando que los datos siguen una distribución Binomial.

22. Cálculos DPU, DPO Y DPMO

Parte importante del proyecto es analizar qué tan capaz es el proceso en que se estará trabajando con la finalidad de conocer y comprender el proceso. En este punto se harán los cálculos DPU, DPO Y DPMO, para definir qué tan productivo es mi proceso.

DPU:

En este apartado se debe calcular el número de defectos por unidad contrastándolo con el número de defectos que se recaudaron con anterioridad (Tabla 1)., en la recaudación de los datos se detectaron 518 unidades defectuosas, es decir:

Total, de unidades inspeccionadas:6020

Piezas incompletas: 52

Color inadecuado:180

Piezas rechupadas:113



Piezas con ráfaga:102

Piezas infladas:71

Total, de defectos: 518

$$DPU = \frac{518}{6020} = 0.086046512 \text{ Defectos por unidad}$$

DPO:

Para poder calcular este indicador es necesario definir el total de oportunidades (TOP)

$$TOP = 6020 * 1 = 6020$$

$$DPO = \frac{518}{6020} = 0.086046512$$

DPMO:

Se obtiene a partir de multiplicar el DPO por un millón

$$DPMO = 0.086046512 * 1000000 = 86,046.51163$$

Al analizar los resultados que obtuvimos en base al DPMO nos podemos percatar que el proceso está teniendo un 8.6% de desperdicio en el proceso, dando como resultado el aplazamiento del tiempo definido para la producción total del lote de piezas Cuerpo de Herraje de Candado Finiesta, hasta por un total de 9 horas extras de producción.

Al determinar el nivel sigma se detectó que el proceso se encuentra en un nivel sigma 2σ , lo cual es bajo debido a que el nivel máximo sigma 6σ , es decir, está demasiado

alejado del proceso, por lo cual con ayuda del proyecto se establece la mejora del proceso hacia un nivel 4σ . Claramente teniendo en consideración las diferentes consideraciones de la empresa, el proceso y las metodologías que se emplean en el mismo.

23. Validación del sistema de medición

Para el proceso de producción de pieza Cuerpo de Herraje de Candado Finiesta, se inspeccionan las piezas en base a los criterios previamente mencionados, tales como lo son pieza incompleta, pieza rechupada, pieza con ráfaga, pieza inflada. El operario de maquina es encargado de realizar esta inspección de manera rápida, es decir la inspección se realiza a la par que se está produciendo la pieza, claramente las piezas también las inspecciona el área de empaque que pasa cada hora inspeccionado las piezas producidas en ese lapso de tiempo, esta actividad de inspección se realiza por observación directa del producto y con apoyo de ayudas visuales. Cabe destacar y tener en cuenta que cada operarios y personal de empaque tiene diferentes puntos de vista sobre los valores de criterio de inspección de la pieza, lo cual genera que en cada turno se empaquen piezas que no son conformes de acuerdo a lo requerido por el cliente, a pesar de las instrucciones y apoyos visuales que se les otorga a los operarios y al personal de empaque, y agregándole a esto que el tiempo de empaque es limitado debido al cumplimiento de entrega de piezas a tiempo, esto desencadena que se tenga mayor probabilidad de que se filtren piezas inconformes en las entregas al cliente.

Para esta ocasión, para la evaluación de las inconformidades se realizó un análisis de concordancia por medio de atributos, es decir solo se toma la decisión de si pasa o no pasa la pieza en base a los criterios de evaluación. Para el análisis se le pidió al operario de máquina y los dos personales de empaque cualificar dos veces la cantidad de 20 piezas.

El análisis de concordancia por medio de atributos se realizó con ayuda del programa Minitab 2018 mediante la estadística de Kappa de Fleiss, que nos arrojó resultados en

los cuales se pueden observar que los evaluadores --- estándar muestran estadísticamente buena concordancia, siendo el resultado el valor requerido correspondiente por evaluado (Tabla 4).

Mas sin embargo si analizamos la concordancia de manera individual nos podemos percatar que el evaluador 1 y el evaluador 3 tienen concordancia pero de manera deficiente debido a que sus evaluaciones tienen fallas, al igual que el evaluador 2 que no presenta buenos resultados debido a que el valor que comúnmente se necesita de valor Kappa es de mínimo de 0.70, por lo que se puede concluir que los tres evaluadores requieren de una capacitación adicional y definir más exactamente las características a evaluar, es de suma importancia implementar una mejora que permita que los evaluadores tengan el menor número de errores de inspección con el fin de que las piezas lleguen al consumidor con el menor número de defectos e inconformes.

Figura 4 . Concordancia ---- individual

Acuerdo de evaluación

Evaluador	No. de inspeccionados	No. de coincidencias	Porcentaje	IC de 95%
1	20	14	70.00	(45.72, 88.11)
2	20	17	85.00	(62.11, 96.79)
3	20	13	65.00	(40.78, 84.61)

No. de coincidencias: El evaluador coincide consigo a través de las pruebas.

Estadísticos Kappa de Fleiss

Evaluador	Respuesta	Kappa	Error estándar de Kappa	Z	P(vs > 0)
1	NO PASA	0.200000	0.223607	0.89443	0.1855
	PASA	0.200000	0.223607	0.89443	0.1855
2	NO PASA	0.480519	0.223607	2.14895	0.0158
	PASA	0.480519	0.223607	2.14895	0.0158
3	NO PASA	0.122257	0.223607	0.54675	0.2923
	PASA	0.122257	0.223607	0.54675	0.2923

Estadísticos Kappa de Cohen

Evaluador	Respuesta	Kappa	Error estándar de Kappa	Z	P(vs > 0)
1	NO PASA	0.200000	0.223607	0.89443	0.1855
	PASA	0.200000	0.223607	0.89443	0.1855
2	NO PASA	0.482759	0.220258	2.19179	0.0142
	PASA	0.482759	0.220258	2.19179	0.0142
3	NO PASA	0.125000	0.221853	0.56344	0.2866
	PASA	0.125000	0.221853	0.56344	0.2866

Fuente. Luis Ángel Beltrán Aldana. Programa Minitab

Figura 5 . Evaluadores ---- Estándar

Acuerdo de evaluación

No. de inspeccionados	No. de coincidencias	Porcentaje	IC de 95%
20	13	65.00	(40.78, 84.61)

No. de coincidencias: Todas las estimaciones de los evaluadores coinciden con el estándar conocido.

Estadísticos Kappa de Fleiss

Respuesta	Kappa	Error estándar de Kappa	Z	P(vs > 0)
NO PASA	0.615114	0.0912871	6.73824	0.0000
PASA	0.615114	0.0912871	6.73824	0.0000

Estadísticos Kappa de Cohen

Respuesta	Kappa	Error estándar de Kappa	Z	P(vs > 0)
NO PASA	0.617176	0.0900601	6.85293	0.0000
PASA	0.617176	0.0900601	6.85293	0.0000

Fuente. Luis Ángel Beltrán Aldana. Programa Minitab

Los resultados adicionales de la prueba de concordancia en base atributos se ubica en el (Anexo 2.2).

Al analizar nuevamente el diagrama AMEF (Anexo 1.1) sobre las actividades que conlleva proceso de producción de la pieza Cuerpo de Herraje de Candado Finiesta, se detectó que las actividades que se realizan tienen un 66.7% de fallo lo cual se traduce en tiempos muertos en el proceso que afectan directamente a la productividad. El problema más que

nada se centra directamente en el área de almacén de materias primas y las actividades que se realizan dentro de este, más específicamente en el polímero que se compra y se mezcla, al igual que la falta rotunda de metodologías para mantener un orden y un control óptimo dentro del almacén de materias primas.

En las últimas producciones de estas piezas se realizó una medición sobre las actividades del proceso de producción de la pieza Cuerpo de Herraje de Candado Finiesta, desde la compra de materia prima hasta el comienzo de la producción en maquina inyectora de plástico. como se puede observar en los diagramas de análisis de proceso, al medirse minuciosamente cada movimiento en el proceso resulto que el tiempo fue de 9.9176 horas de las cuales se detectó que le 28.11 % son desperdicios de tiempo originados por falta de método, capacitación o por su defecto actividades que no agregan ningún valor al proceso.

Para medir los tiempos se requirió de diagramas de análisis de proceso en los que se especifica la actividad que se realiza y el tiempo que demora el operador al realizarla, y poder identificar aquellas operaciones que no agregan ningún tipo de valor y generan los desperdicios de tiempo.

En la (Figura 6), podemos observar que la gerente de compras realiza un recorrido hacia el almacén para cerciorarse de que ya no hay en existencia Polipropileno (P.P) para poder realizar un nuevo pedido. La gerente al no identificar con certeza los tipos de materiales se le complica la búsqueda del mismo, generando un desperdicio de tiempo de 7.33 minutos en que se realizan paros de maquina por desabasto de material o por pruebas con material reciclado.

Figura 6 . Abastecimiento de materia prima

DIAGRAMA 1		RESUMEN							
		ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMIA			
NO. FICHA: 001		OPERACIÓN		6					
		TRANSPORTE		2					
ACTIVIDAD: ABASTECIMIENTO DE MATERIA PRIMA		ESPERA		1					
		INSPECCION		0					
LUGAR: INGENIERIA		ALMACENAMIENTO		0					
		DISTANCIA (METROS)		16074					
OPERARIO(S): JEFA DE COMPRAS Y VENTAS		TIEMPO (MIN-HOMBRE)		21306					
		COSTO (MANO DE OBRA)		240.5					
FEECHA: 05/04/2022		COSTO (MATERIAL)		15000					
		TOTAL		\$ 15,240.50					
DESCRIPCION	CANTIDAD(KG)	DISTANCIA (METROS)	TIEMPO (SEGUNDOS)	SIMBOLO					OBSERVACIONES
CAMINAR DE INGENIERIA AL ALMACEN		32	22						
BUSCAR AREA DE POLIPROPILENO		10	160						
ASERCIONARSE DE QUE HAYA POLIPROPILENO		0	120						
CAMINAR DE ALMACEN A INGENIERIA		32	28						
CONTACTAR PROVEDORES		0	110						
REALIZAR ORDEN DE COMPRA		0	160						
ESPERAR CONFIRMACION DE COMPRA		0	18000						
RECOGER PEDIDO	500	8000	2100						CON MONTACARGA
TRANSPORTAR HASTA EMPRESA		8000	600						EN CAMIONETA
TOTAL	500	16074	21300	6	2	1	0	0	

Fuente. Luis Ángel Beltrán Aldana. Programa Excel

Al no contar con un procedimiento de almacenamiento de las materias primas produce un conflicto entre los operadores más allegados a esta actividad, debido a que ni uno ni otro desean almacenar el material, generando un desperdicio de tiempo extra de 1.35 horas en paros de maquina por falta de material o por pruebas con material reciclado.

Figura 7 . Abastecimiento de materia prima

DIAGRAMA 2		RESUMEN							
		ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMIA				
NO. FICHA: 002	OPERACIÓN		2						
	TRANSPORTE		7						
ACTIVIDAD: ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA	ESPERA		1						
	INSPECCION		0						
LUGAR: ALMACEN DE MATERIA PRIMA	ALMACENAMIENTO		1						
	DISTANCIA (METROS)		67						
OPERARIO(S): CHOFER Y LIDER	TIEMPO (SEG-HOMBRE)		6206						
	COSTO (MANO DE OBRA)		85.970						
FEECHA: 05/04/2022	COSTO (MATERIAL)		0						
	TOTAL		85.970						
DESCRIPCION	CANTIDAD(K G)	DISTANCIA (METROS)	TIEMPO (SEGUNDOS)	SIMBOLO					OBSERVACIONES
ESPERAR QUE SE DESOCUPE CHOFER O LIDER		0	4860						
TRANSLADAR CARUCHA AL ALMACEN		15	41						
TRANSLADAR GRUA MANUAL AL ALMACEN		12	55						
TRANSLADAR TUBOS PTR AL ALMACEN		10	37						
TRANSLADAR ESLINGAS Y CADENAS AL ALMACEN		5	16						
SUJETAR CAJA DE MATERIAL		0	1231						
BAJAR MATERIAL DE LA CAIONETA		0	430						CON GRUA MANUAL
TRANSLADAR PATIN HIDRAULICO AL ALMACEN		5	21						
BUSCAR AREA DISPONIBLE PARA ALMACENAR		10	23						
TRANLADAR MATERIAL		10	16						CON PATIN HIDRAULICO
ALMACENAR MATERIAL EN CUALQUIER LUGAR DISPONIBLE	500	0	12						
TOTAL	500	67	6742	2	7	1	0	1	

Fuente. Luis Ángel Beltrán Aldana. Programa Excel

Parte fundamental de la trituración del material además de utilizarse para la producción de otras piezas, es gestionar los espacios dentro del almacén, debido a que al día la empresa genera en promedio 4 tambos llenos de residuos de diferentes polímeros por turno, que a su vez ocupan un espacio indispensable dentro del almacén, por lo que es necesario que el líder este triturando mediante el turno, más sin embargo el líder al no



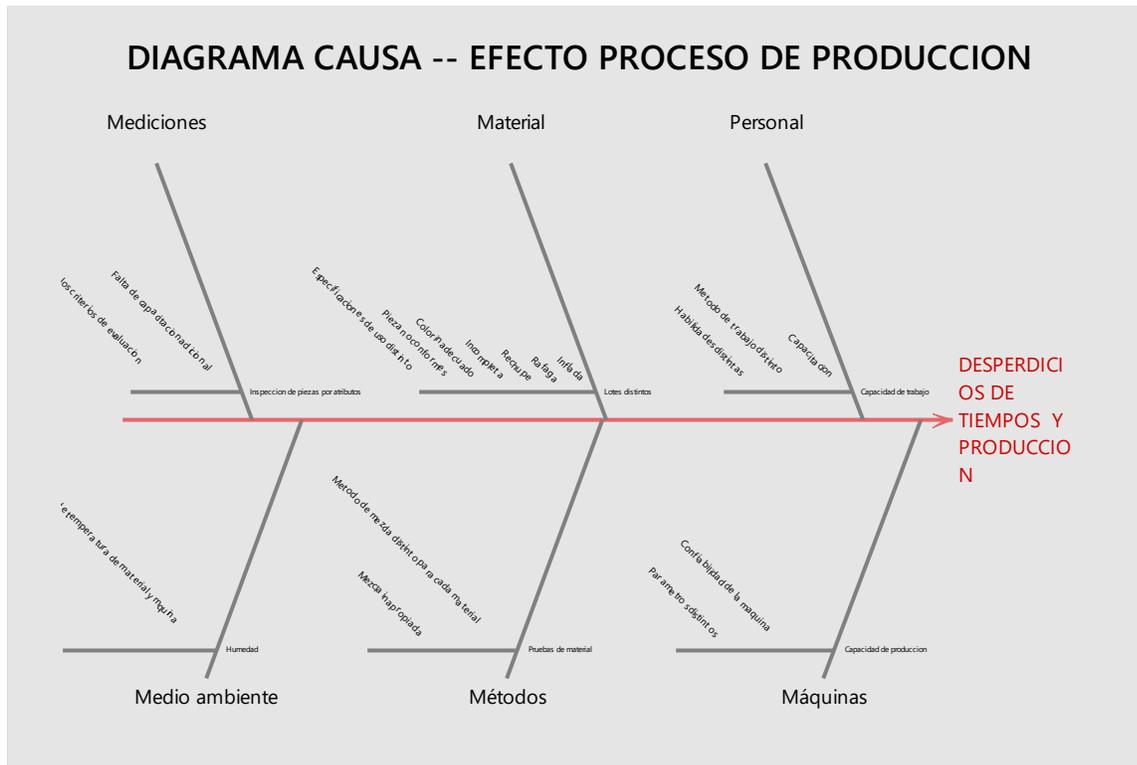
estar capacitado previamente sobre o diferentes polímeros que se almacenan en la empresa Manufacturas Plásticas Avidesa (MPA) S.A de C.V y agregándole el hecho de que los molinos no reciben ningún tipo de mantenimiento, desencadena una serie de desperdicios de tiempo, en este caso se evaluó el tiempo al líder sobre la trituración de residuos de Polipropileno (P.P), en el cual se presentaron diferentes factores que retrasaron esta actividad, como lo es la búsqueda de Polipropileno (P.P) entre todos los botes de residuos, también el atascamiento de los molinos, retrasando la actividad por 46.9866 minutos por cada tambo de residuos (Anexo 1.3).

El proceso de mezclado de polipropileno a simple vista parece la actividad más controlada por el tiempo recolectado (Anexo 1.3), más sin embargo es una de las actividades con más defectos como se muestra en el (Anexo 1.4). En este proceso también se tiene la problemática del (Anexo 1.3), que es el desperdicio de tiempo en la búsqueda de los materiales.

Como se comenta en el apartado anterior, la actividad con más defectos es el abastecimiento y pruebas de material (Polipropileno P.P) (Anexo 1.3). Al analizar los tiempos y actividades nos podemos percatar que existen demasiadas actividades que generan desperdicios de tiempos, más precisamente 38.68 minutos en los que la producción cesa periódicamente en el transcurso de las pruebas de material que se realizan para poder obtener la mezcla óptima para empezar con el proceso de producción.

24. Analizar

Figura 8 . Abastecimiento de materia prima



Fuente. Luis Ángel Beltrán Aldana. Programa Minitab

25. Diseño de Experimentos (DoE)

Para el análisis de este proceso se optó por realizar un diseño factorial en el software Minitab para contrarrestar los efectos que están generando los desperdicios de tiempo en la producción de la pieza Cuerpo de Herraje de Candado Finiesta. En esta ocasión se utilizaron dos niveles para evaluar los diferentes factores que pueden generar el desperdicio de tiempo y piezas no conformes. Se utilizaron como factores lo siguiente:

Material – 3 lotes distintos

Operarios – 4 operarios

Maquinas – 2 maquinas



Que se confrontaran mediante las piezas producidas.

Cabe destacar que la pieza muestra que se tomaron fueron extraídas por hora en diferentes días.

Se recaudaron los datos necesarios para los diferentes factores arrojados por el software Minitab 18, y al correr el análisis estos fueron los resultados:

En la tabla Análisis de varianza P de piezas vs material, operario, maquina, se observa que el material y la maquina son estadísticamente significativos es decir hay diferencia entre materiales y diferencia entre los operarios, debido a que sus valores P son menores a al valor de significancia 0.05% a comparación de los operarios su valor P es de 0.829 que es excedente al valor P requerido.

En el apartado de resumen del modelo encontraremos que R-cuad es de 99.68 %, es decir el modelo explica con certeza la varianza respuesta, lo cual nos indica que el modelo se ajusta de manera correcta mente a los daros.

Como se puede observar, los fiv son relativamente pequeños lo cual nos indica que los términos en el modelo no están correlacionados.

Figura 9 . Abastecimiento de materia prima

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
MATERIAL	3	LOTE 1, LOTE 2, LOTE 3
OPERARIO	4	MARIA, PAOLA, ADRIANA, MARTHA
MAQUINA	2	MAQUINA 3, MAQUINA 6

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	6	209079	34847	880.99	0.000
Lineal	6	209079	34847	880.99	0.000
MATERIAL	2	208661	104330	2637.67	0.000
OPERARIO	3	35	12	0.29	0.829
MAQUINA	1	384	384	9.71	0.006
Error	17	672	40		
Total	23	209752			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
6.28919	99.68%	99.57%	99.36%

Coefficientes

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	305.08	1.28	237.65	0.000	
MATERIAL					
LOTE 1	-122.71	1.82	-67.59	0.000	1.33
LOTE 2	103.17	1.82	56.82	0.000	1.33
OPERARIO					
MARIA	-1.08	2.22	-0.49	0.632	1.50
PAOLA	-1.25	2.22	-0.56	0.581	1.50
ADRIANA	1.58	2.22	0.71	0.486	1.50
MAQUINA					
MAQUINA 3	4.00	1.28	3.12	0.006	1.00

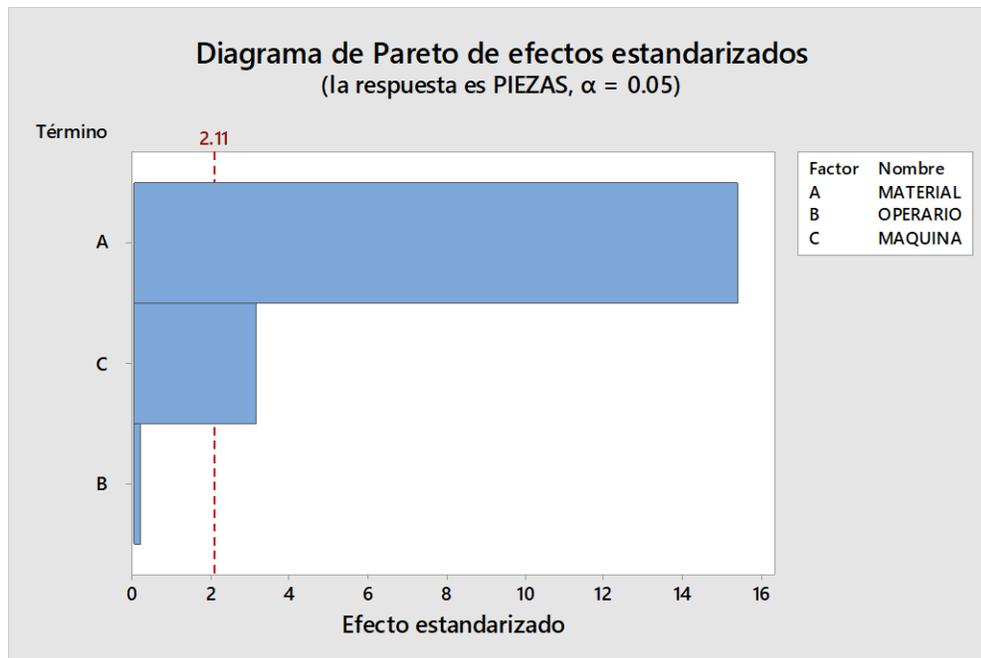
Ecuación de regresión

$$\begin{aligned} \text{PIEZAS} = & 305.08 - 122.71 \text{ MATERIAL_LOTE 1} + 103.17 \text{ MATERIAL_LOTE 2} + 19.54 \text{ MATERIAL_LOTE 3} \\ & - 1.08 \text{ OPERARIO_MARIA} - 1.25 \text{ OPERARIO_PAOLA} + 1.58 \text{ OPERARIO_ADRIANA} \\ & + 0.75 \text{ OPERARIO_MARTHA} + 4.00 \text{ MAQUINA_MAQUINA 3} - 4.00 \text{ MAQUINA_MAQUINA 6} \end{aligned}$$

Fuente. Luis Ángel Beltrán Aldana. Programa Minitab

El diagrama de Pareto nos sirve de apoyo para detectar fácilmente de manera visual los efectos importantes y de este modo poder enfocarnos en la problemática principal del proceso. Como se ha venido mencionando con anterioridad mediante las diferentes recaudaciones de datos y análisis, en el proceso de producción de la pieza Cuerpo de Herraje de Candado Finiesta el principal causante de los desperdicios de tiempo en este proceso en específico es el material, como nos indica la (Figura 8), los operarios también son significativos por lo cual se deberá analizar cuál es el mejor efecto de cada factor.

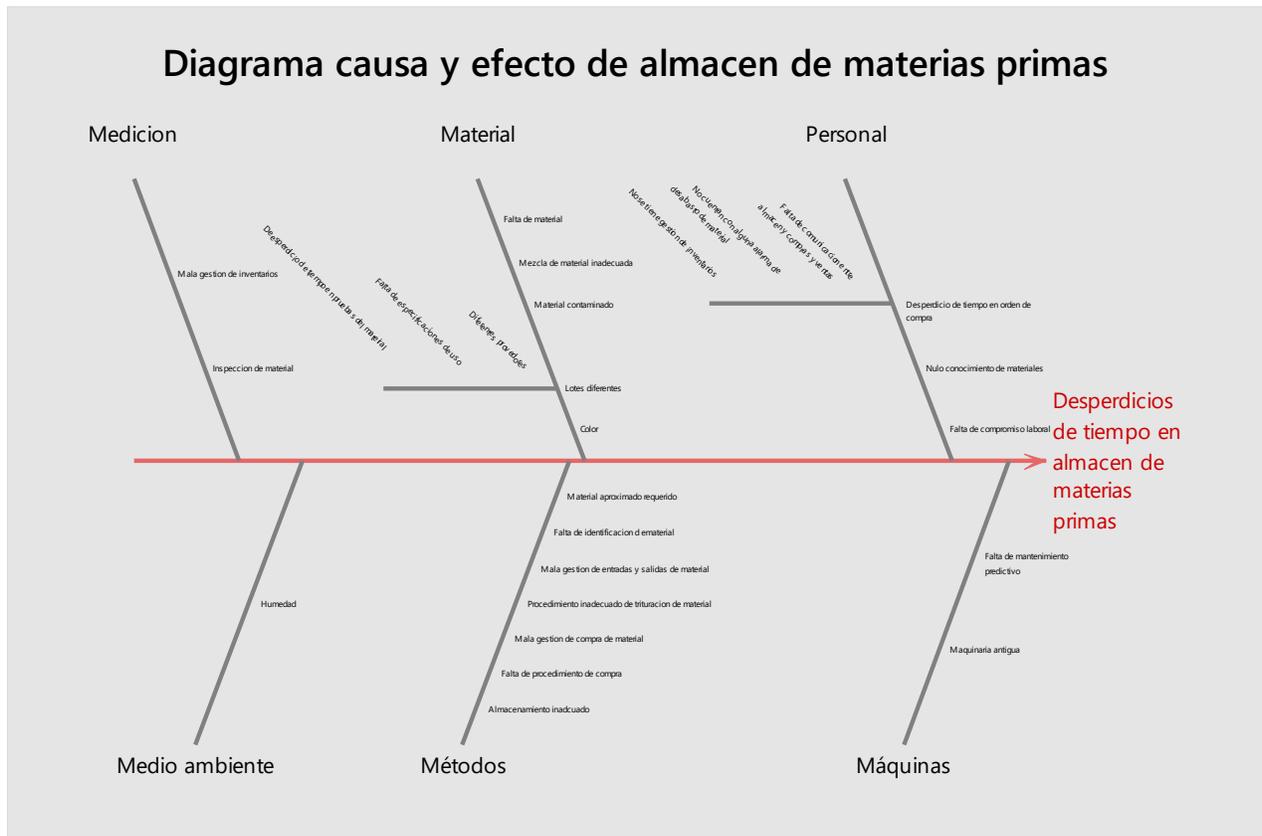
Grafica 2 . Abastecimiento de materia prima



Fuente. Luis Ángel Beltrán Aldana. Programa Minitab

Tomando en cuenta el (Anexo 1.1) y la (Figura 6, Figura 7, Anexo 1.2, Anexo 1.3) se realizó una lluvia de ideas para la recolección de información sobre las causas que generan los desperdicios de tiempo dentro del almacén de materias primas, al acomodar esta información en un diagrama causa y efecto nos podemos percatar que en todas las causas a evaluar se encuentran problemáticas que necesitan ser atendidas.

Figura 10 . Abastecimiento de materia prima



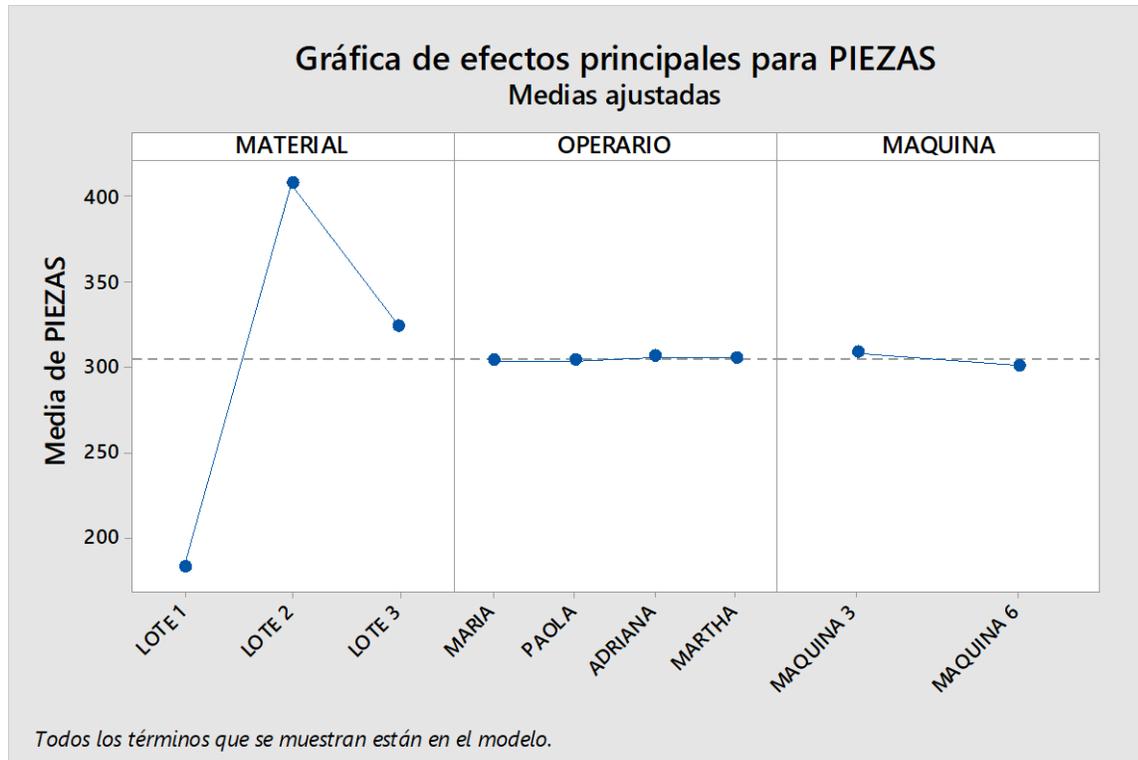
Fuente. Luis Ángel Beltrán Aldana. Programa Minitab

26. Mejorar

En el proceso de producción de la pieza Cuerpo Herraje de Candado Finiesta se tiene un porcentaje elevado de desperdicios de pieza no conformes, véase en la (Tabla 1). Con forme se ha analizado los distintos datos recaudados podemos concluir que la principal problemática es el material (véase en la figura abastecimiento de material).

Como se sabe en el modelo por lo menos un material es distinto a los demás, es decir existe un material que nos entrega mejores resultados, para ellos se realizó una comparativa entre los diferentes resultados de los factores.

Grafica 3 . Abastecimiento de materia prima



Fuente. Luis Ángel Beltrán Aldana. Programa Minitab

Podemos concluir que la mejor combinación para tener mejor resultados en producción es la operaria Adriana en la maquina 3 utilizando el material (Lote 2).

El material del lote 2 a simple vista cuenta con el color adecuado que es el principal motivo de que las piezas sean rechazadas, además de tener el mejor comportamiento ante las demás inconformidades de las piezas.

Como se comentó en el inicio del ciclo DMAIC el almacén de materia primas no cuenta con ningún método alguno para las diferentes actividades que se realizan en su interior, es decir no tiene en lo absoluto un orden.

Para contrarrestar esta problemática se decidió implementar las 5's con el objetivo de mantener una gestión y administración del almacén de materia primas, antes de comenzar a implementar las 5's se promovió la importancia del método, durante un periodo de una semana.

Se reunieron los empleados que mantienen un laso con el almacén de materias primas para impartirles una capacitación sobre las 5's, con la finalidad de adentrarlos un poco más hacia el proyecto que se implementara en esta área y en el transcurso de la capacitación resolver sus dudas.

Imagen 12 . Constancia de habilidades laborales

Manufacturas Plásticas Avidesa SA de CV

FORMATO DC-3
CONSTANCIA DE HABILIDADES LABORALES

DATOS DEL TRABAJADOR																	
Nombre (Anotar apellido paterno, apellido materno y nombre)																	
Jesús Eduardo Venegas Facio																	
Clave Única de Registro de Población						Ocupación específica (Catálogo Nacional de Ocupaciones) 1/											
V	E	F	J	0	4	1	2	1	4	H	A	S	N	C	S	A	9
05.7 Líder																	

DATOS DE LA EMPRESA																									
Nombre o razón social (En caso de persona física, anotar apellido paterno, apellido materno y nombre(s))																									
Manufacturas Plásticas Avidesa SA de CV																									
Registro Federal de Contribuyentes con homoclave (SHCP)						Registro patronal ante el I.M.S.S. (Una letra o número y 10 dígitos)																			
M	P	A	0	-	4	0	2	0	3	-	3	9	7	Y	4	8	1	1	9	7	5	1	0	-	3
Actividad o giro principal																									
Fabricación de Piezas Plásticas																									

DATOS DEL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y ADIESTRAMIENTO															
Nombre del curso															
Aplicación de 5 S															
Duración en horas		Periodo de ejecución		Año		Mes		Día		Año		Mes		Día	
1 Hora				2 0 2 2		0 2		2 3		2 0 2 2		0 2		2 3	
Área temática del curso 2/															
6000 Seguridad															
Agente capacitador (Externo o interno, según corresponda)															
Interno															

Los datos se asientan en esta constancia bajo protesta de decir verdad, apercibidos de la responsabilidad en que incurre todo Aquel que no se conduce con verdad.

Capacitador Luis Ángel Beltrán Aldana Nombre y firma	Representantes de la Comisión Mixta de Capacitación y Adiestramiento Por la empresa Juan José Ávila Castillo Nombre y firma	Por los trabajadores Gerardo Guillén Camacho Nombre y firma
--	--	---

INSTRUCCIONES

- Usar a máquina o con letra de molde.
- Deberá entregarse al trabajador dentro de los veinte días hábiles siguientes al término del curso de capacitación aprobado.
- 1/ Las áreas y subáreas ocupacionales del Catálogo Nacional de Ocupaciones se encuentran disponibles en el reverso de este formato y en la página www.stps.gob.mx
- 2/ Las áreas temáticas de los cursos se encuentran disponibles en el reverso de este formato y en la página www.stps.gob.mx

DC-3
ANVERSO



Fuente. Luis Ángel Beltrán Aldana. Foto

La metodología se divide en 5 pasos a seguir para lograr el objetivo, las cuales son las siguientes:

Seiri (Seleccionar)

Seiton (Organizar)

Seiso (Limpiar)

Seitketsu (Estandarizar)

Shitsuke (Autodisciplina)

27. Seiri

En esta primera etapa consiste en seleccionar los objetos necesarios y eliminar todo lo innecesario.

Eliminar todos los objetos excesivos que ocupan un espacio de trabajo.

Como se ven en las imágenes (2,3,4,6) el almacén de materias primas no cuenta con ningún orden, a la vez que no cuentan con ninguna metodología para controlar lo que pasa dentro del almacén.

Se detectan estantes los cuales no tienen un uso funcional y solo están ocupando espacio que se puede utilizar de manera correcta. Claramente el almacén necesita de un reacomodo de los espacios creando un nuevo layout.

Beneficios obtenidos:

Eliminación de desperdicios

Aprovechamiento del espacio del almacén

Distribución correcta de los diversos recursos

Eliminación de obstrucciones en caminos

Antes



Después



Antes



Después



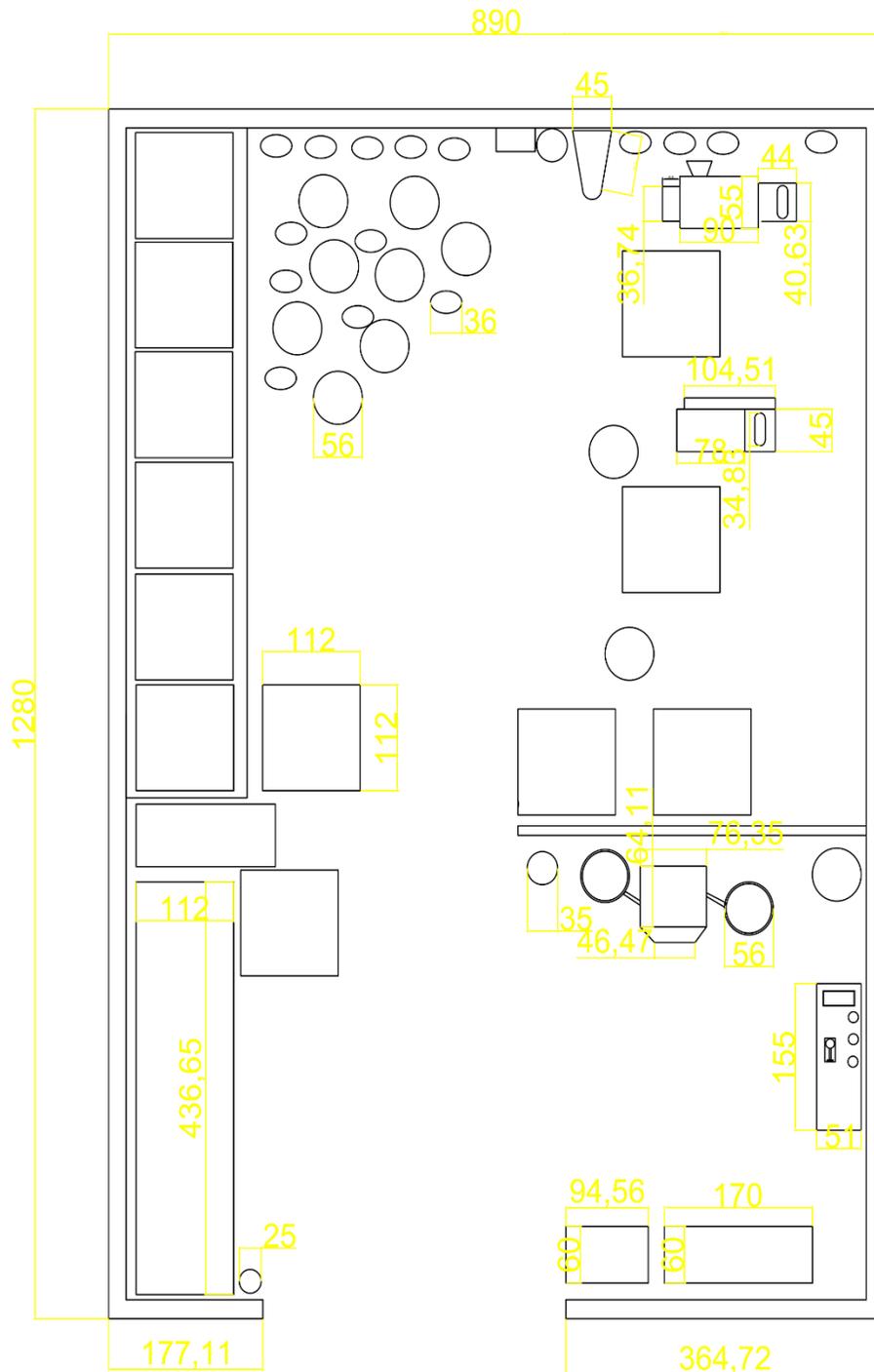
Antes



Después

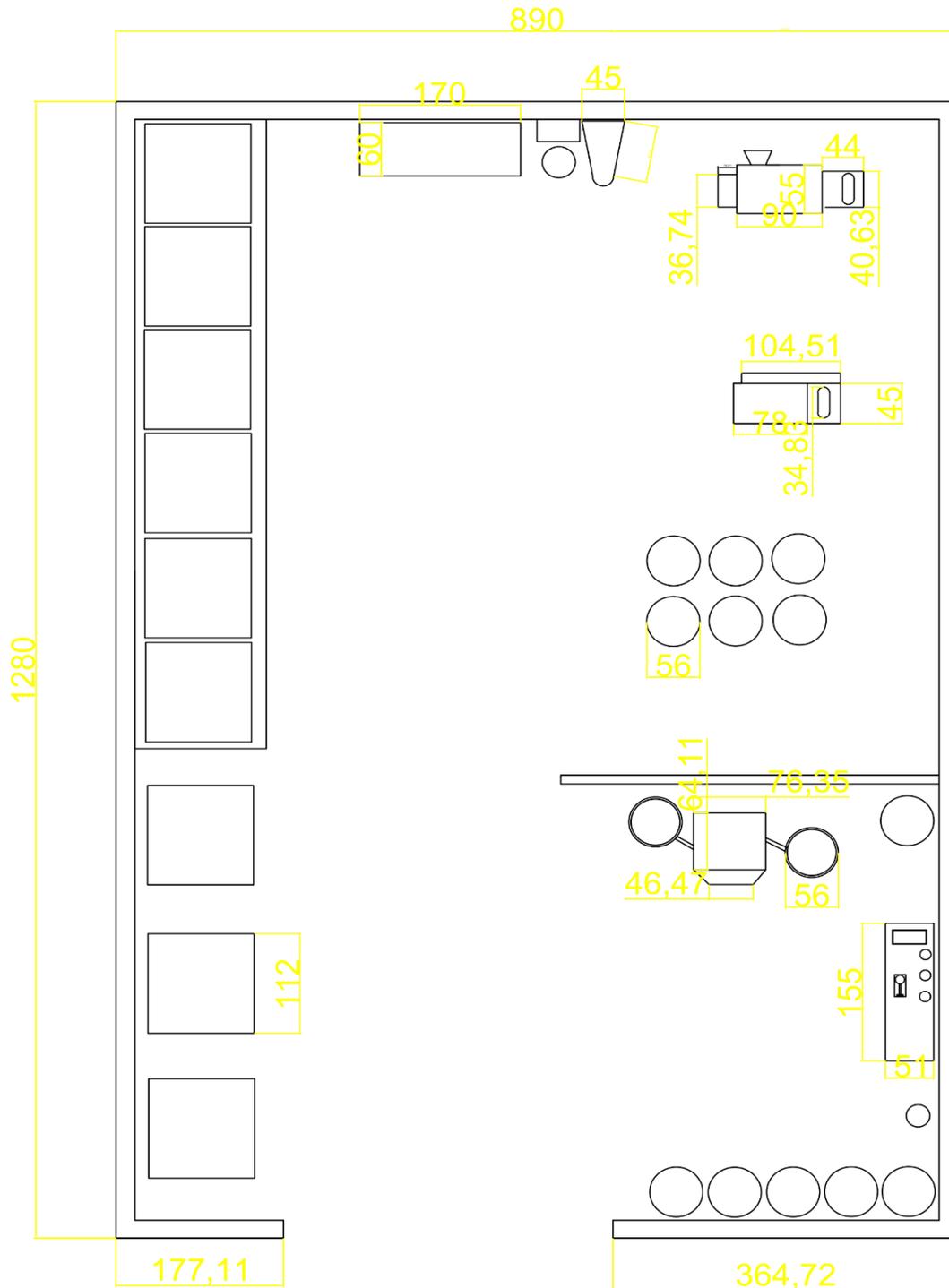


Figura 11 . Layout anterior de almacen de materias primas



Fuente. Luis Ángel Beltrán Aldana. AutoCAD

Figura 12 . Layout nuevo de almacén de materias primas



Fuente. Luis Ángel Beltrán Aldana. AutoCAD

28.Seiton (Organizar)

Para la organización de los materiales en los espacios se utilizó el método A, B, C que nos permitió organizar los materiales en los espacios designados de acuerdo a su relevancia, valor y rotación.

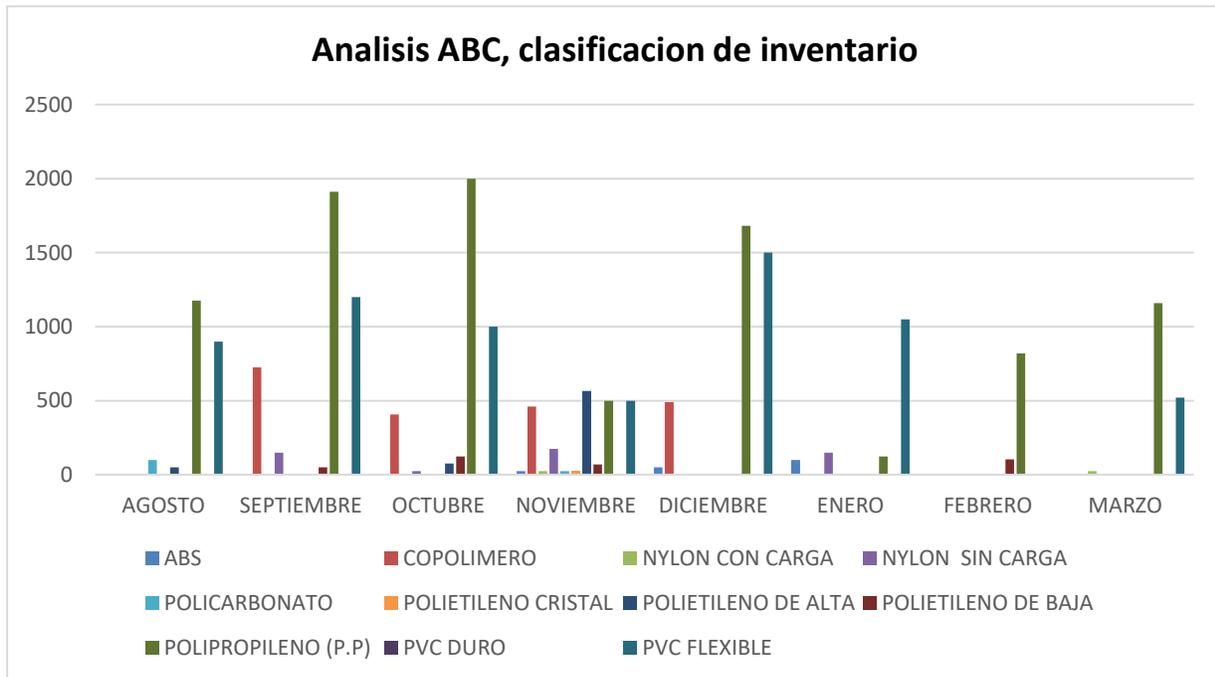
Beneficios obtenidos:

- Gestión de los espacios (Cada cosa en su lugar)
- Reducción de los tiempos de búsqueda de material
- Reducción de los errores
- Eliminación de contaminaciones de materiales

Figura 13 . Método A, B, C

MATERIAL	PRECIO (KG)
ABS	\$ 86.00
COPOLIMERO	\$ 45.00
NYLON CON CARGA	\$ 105.00
NYLON SIN CARGA	\$ 109.20
POLICARBONATO	\$ 88.00
POLIETILENO CRISTAL	\$ 62.79
POLIETILENO DE ALTA	\$ 20.00
POLIETILENO DE BAJA	\$ 30.00
POLIPROPILENO (P.P)	\$ 30.00
PVC DURO	\$ -
PVC FLEXIBLE	\$ 22.00

Análisis ABC, clasificación de inventario												
PREOMEDIO MENSUAL												
Artículo	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	COSTO UNITARIO PROMEDIO KG (X7 MESES)	CONSUMO PROMEDIO (KG)	VALOR DE UTILIZACION	
ABS	0	0	0	25	50	100	0	0	\$ 86.00	21.875	\$ 1,881.25	
COPOLIMERO	0	726	406	460	490	0	0	0	\$ 45.00	260.25	\$ 11,711.25	
NYLON CON CARGA	0	0	0	25	0	0	0	25	\$ 105.00	6.25	\$ 656.25	
NYLON SIN CARGA	0	150	25	175	0	150	0	0	\$ 109.20	62.5	\$ 6,825.00	
POLICARBONATO	100	0	0	25	0	0	0	0	\$ 88.00	15.625	\$ 1,375.00	
POLIETILENO CRISTAL	0	0	0	25	0	0	0	0	\$ 62.79	3.125	\$ 196.22	
POLIETILENO DE ALTA	50	0	77	566	0	0	0	0	\$ 20.00	86.625	\$ 1,732.50	
POLIETILENO DE BAJA	0	50	123	69	0	0	103	0	\$ 30.00	43.125	\$ 1,293.75	
POLIPROPILENO (P.P)	1177	1911	2000	500	1682	124	820	1160	\$ 30.00	1171.75	\$ 35,152.50	
PVC DURO	0	0	0	0	0	0	0	0	\$ -	0	\$ -	
PVC FLEXIBLE	900	1200	1000	500	1500	1050	0	520	\$ 22.00	833.75	\$ 18,342.50	



Análisis ABC, clasificación de inventario			
MATERIAL	VALOR DE UTILIZACIÓN		
POLIPROPILENO (P.P)	\$ 35,152.50	}	A
PVC FLEXIBLE	\$ 18,342.50		
COPOLIMERO	\$ 11,711.25	}	B
NYLON SIN CARGA	\$ 6,825.00		
ABS	\$ 1,881.25	}	C
POLIETILENO DE ALTA	\$ 1,732.50		
POLICARBONATO	\$ 1,375.00		
POLIETILENO DE BAJA	\$ 1,293.75		
NYLON CON CARGA	\$ 656.25		
POLIETILENO CRISTAL	\$ 196.22		
PVC DURO	\$ -		

Fuente. Luis Ángel Beltrán Aldana. Programa Excel



29. Seiso (Limpiar)

Se limpió prácticamente todos los espacios dentro del almacén eliminando los polvos que se acumulan, además de eliminar los materiales de la parte de arriba del almacén que producían contaminaciones de materiales que están por debajo.

Beneficios obtenidos.

Área de trabajo pulcro

Mejor ambiente de trabajo

Prevenir las contaminaciones de los materiales

Extender la vida útil de las instalaciones y maquinarias.



30. Seiketsu (Estandarizar)

Para esta esta etapa se tiene es pertinente que todo el logro que se han obtenido en las etapas anteriores se reptan y se sigan mejorando con la finalidad de no decaer en a las condiciones anteriores de todo el almacén.

Para esta etapa se estableció un manual de evaluación de 5's, con los principales parámetros que se deberán cumplir mediante y al final del turno. (Véase en el Anexo 2.2).

Beneficios obtenidos:

Disminución de tiempos de búsqueda
Simplifica el mantenimiento de las áreas
Mantener un ambiente laboral favorable

31. Shitsuke (Autodisciplina)

El crear un ambiente laboral agradable a la vista es punto clave para que los empleados se sientan cómodos en el área de trabajo y poder crearlo en un hábito y claramente estandarizarlo para mantener en óptimas condiciones el almacén de materias primas.

Beneficios obtenidos:

Reducción de tiempos de búsqueda
Disminución de materiales contaminados
Ambiente de trabajo agradable
Personal motivado y comprometido con los objetivos de la empresa.



32. Controlar

Como se ha venido analizando los datos en la problemática de los desperdicios de tiempo y de producción en el proceso de producción de la Cuerpo de Herraje de Candado Finiesta se ha concluido que la causa principal se encuentra en los diferentes lotes que se compran para la producción de esta pieza, es por eso que se propone que solo se utilice material del lote numero dos para controlar que la producción sea con los menores defectos posibles, lo recomendable estadísticamente es que al programar esta pieza sea en la maquina 3 con la operaria Adriana, el cual fue la mejor combinación estadísticamente.

Para mantener el control en las implementaciones que se aplicaron en el almacén se implementó unos Kanban, es decir ayudas visuales, una para los polímeros y otra para la tornillería tuercas y rondanas.

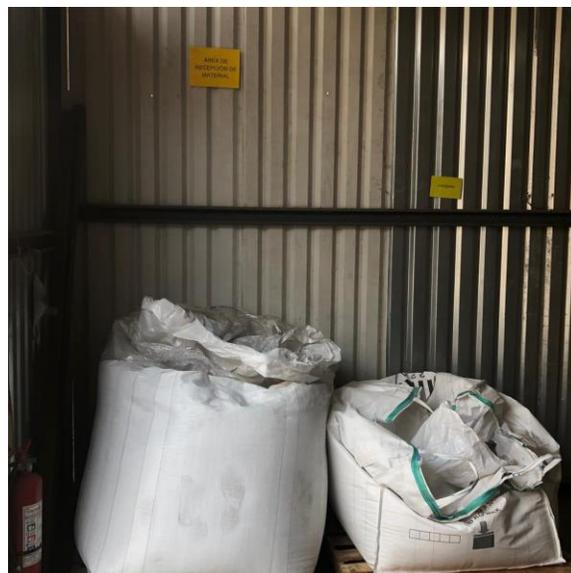
Para la ayuda visual de los polímeros se optó por asignarle un color a cada polímero y crear tarjetas removibles para cada área, es decir si algún material llegase ser trasladado a otro espacio se puede remover la tarjeta de color y colocarla en el nuevo espacio donde será designado. Con este método se reducirá las probabilidades de que almacene el material junto con demás materiales distintos, lo cual controlara los desperdicios de tiempo en búsqueda, reducirá el mal almacenamiento que causa las contaminaciones y controlara que cada polímero este en su lugar listo para utilizarse.

Imagen 13 . Ayuda visual de polímeros



Fuente. Luis Ángel Beltrán Aldana. Foto

Imagen 14 . Tarjetas de identificación



Fuente. Luis Ángel Beltrán Aldana. Foto

Imagen 15 . Tarjetas de identificación



Fuente. Luis Ángel Beltrán Aldana. Foto

En el apoyo visual de la tornillería, tuercas y rondanas se decidió crear una lista con todas las medidas que se utilizan en la empresa Manufacturas Plásticas Avidesa (MPA) S.A de C.V con la finalidad que ya no se habrán las cajas de tornillos, tuercas o rondanas para comparar que sea la pieza que necesita, así se controlara que se mezclen estos materiales entre si y afecte en la producción al no ser la pieza que se requiere.

Imagen 16 . Ayuda visual de tornillería, tuercas y rondanas



Fuente. Luis Ángel Beltrán Aldana. Foto

Para el control de recepción de materiales se implementó un formato manual que permite reconocer que material se recibe, la cantidad, quien lo entrega y quien lo recibe así poder controlar y corroborar que en realidad el material entro al almacén. Véase en el (Anexo 2.1).

Para mantener controlado la implementación de las 5's se creó un formato manual de entrega del almacén, en el cual el líder evaluara al lideren el cambio de turno. Anteriormente el supervisor evaluaba al líder de su turno dando espacio a que el supervisor le ayuda al líder asignándole una calificación alta para que o le afectara, provocando que el almacén lo entregaran con desorden, para controlar este problema se decidió que el líder evaluara al líder, asignándole un valor a cada actividad del manual de evaluación de 5's, Véase en el (Anexo 2.2) cuales se asignaron con esta ponderación:

Tabla 2 . Criterios a evaluar

 Entrega de turno (Almacén de materia prima)	Valor
Requerimientos	
Área de molinos limpia	10
Área de pigmentación limpia	15
Material encostalado en su lugar	15
Menos de 6 botes llenos de coladas	20
Botes de coladas en su lugar	20
0 objetos u materiales obstruyendo caminos marcados	20
Total	100

Fuente. Luis Ángel Beltrán Aldana. Programa Excel

Con esta evaluación (Anexo 2.3) se controlará que el almacén se entregue de en orden y con cada cosa en su lugar, por que como se sabe el líder no aceptara el almacén en malas condiciones debido a que le perjudicaría en su turno, además de que esta evaluación en su defecto le perjudicará al supervisor de forma que se controle aún más que el líder entregue en óptimas condiciones el almacén al otro líder.

La implementación de un ERP fue de vital importancia para el control y gestión del almacén, al implementarlo se tuvieron que crear datos nuevos tales como las claves de producto y códigos de barras, al tener estos datos se creó un inventario inicial el cual se cargó a la base de datos para tener el inventario inicial. A partir de un escáner se escaneará cada producto para determinar si es entrada o salida de material. Con la finalidad de mantener un control de los materiales.

A demás se calcularon los mimos y máximos del polímero a través de las existencias, con el objetivo de controlar los desabastos y las compras excesivas que solo ocuparan espacio dentro del almacén, y estos fueron los resultados.

Tabla 3 . Mínimos y máximos en almacén de materias primas

Materia prima	Consumo mínimo diario(Cmn)	Tiempo de reposicion(Tr)	Consumo medio diario (Cp)	Consumo maximo diario(Cmx)	Existencia actual (E)	Existencia minima (Emn)	Punto de pedido (Pp)	Existencia maxima (Emx)
ABS	25	1.5	25	50	15	37.5	62.5	112.5
Copolimero	125	1.5	125	250	320	187.5	312.5	562.5
Nylon con carga	25	1.5	25	50	8	37.5	62.5	112.5
Nylon sin carga	25	1.5	25	50	13	37.5	62.5	112.5
Policarbonato	25	1.5	25	50	55	37.5	62.5	112.5
Polietieno cristal	20	1.5	20	40	10	30	50	90
Polietileno de alta	50	1.5	50	100	232	75	125	225
Polietileno de baja	20	1.5	20	40	132	30	50	90
Polipropileno (P.P)	150	1.5	150	300	526	225	375	675
PVC duro	0	1.5	0	0	37	0	0	0
Pvc flexible	100	1.5	100	200	15	150	250	450
Pigmento rojo	0.101	1.5	0.101	0.202	0.525	0.1515	0.2525	0.4545
Pigmento tinto	0.365	1.5	0.365	0.73	0.265	0.5475	0.9125	1.6425
Pigmento amarillo	0.0515	1.5	0.0515	0.103	1.208	0.07725	0.12875	0.23175
Pigmento café	0.218	1.5	0.218	0.436	0.232	0.327	0.545	0.981
pigmento verde	0.0515	1.5	0.0515	0.103	0.75	0.07725	0.12875	0.23175
Pigmento amarillo vaso	0.225	1.5	0.225	0.45	0.952	0.3375	0.5625	1.0125
Pigmento naranja	0.17	1.5	0.17	0.34	0.84	0.255	0.425	0.765
Pigmento azul	0.34	1.5	0.34	0.68	1.285	0.51	0.85	1.53
Pigmento gris cunero	42	1.5	42	84	0.305	63	105	189
Pigmento rosa	0.105	1.5	0.105	0.21	0.93	0.1575	0.2625	0.4725
Pigmento naranja fuerte	0.12	1.5	0.12	0.24	0.911	0.18	0.3	0.54
Pigmento verde flourecente	0.19	1.5	0.19	0.38	0.19	0.285	0.475	0.855
Pigmento gris cromo	0.135	1.5	0.135	0.27	0.55	0.2025	0.3375	0.6075
Pigmento negro	0.3735	1.5	0.3735	0.747	0.215	0.56025	0.93375	1.68075
Pigmento blanco	0.1155	1.5	0.1155	0.231	0.305	0.17325	0.28875	0.51975
Pigmento gris	0.1635	1.5	0.1635	0.327	0.32	0.24525	0.40875	0.73575
Esponjante	0.216	1.5	0.216	0.432	0.324	0.324	0.54	0.972
Royal	0.37	1.5	0.37	0.74	0.425	0.555	0.925	1.665
Master ABS blanco	0.784	1.5	0.784	1.568	32	1.176	1.96	3.528
Master ABS azul	0.7525	1.5	0.7525	1.505	3.628	1.12875	1.88125	3.38625
Master ABS rojo	0.3765	1.5	0.3765	0.753	13.564	0.56475	0.94125	1.69425
Master café (P.P)	0.163	1.5	0.163	0.326	10.235	0.2445	0.4075	0.7335

Fuente. Luis Ángel Beltrán Aldana. Programa Excel

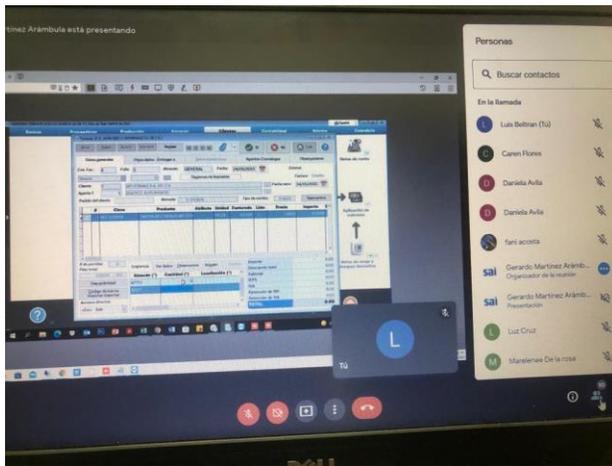


Tabla 4 . Clave y códigos de barras de materias primas

MATERIAL	Clave	Codigo de barras
ABS NATURAL	0203341	
ABS NATURAL BLANCO	981067	
ABS NATURAL AZUL	946655	
ABS MOLIDO NEGRO	666183	
ABS VARIOS COLORES	0844556	
ABS ROJO MOLIDO	0906783	
ABS AZUL MOLIDO	0078958	
ABS BLANCO MOLIDO	0577567	
ASA NEGRO	0591508	
COPOLIMERO	0529551	
COPOLIMERO MOLIDO	0183948	
NYLON CON CARGA MOLIDO GRIS	0202188	
NYLON CON CARGA MOLIDO NEGRO	0731886	
NYLON SIN CARGA VIRGEN	0106470	
NYLON SIN CARGA MOLIDO	0043067	
POLICARBONATO	0000690	
POLICARBONATO MOLIDO	0709330	
POLIESTIRENO CRISTAL	0794585	
POLIPROPILENO CRISTAL MOLIDO	0655129	
POLIETILENO DE ALTA	0419898	
POLIETILENO DE ALTA MOLIDO NEGRO	0214259	

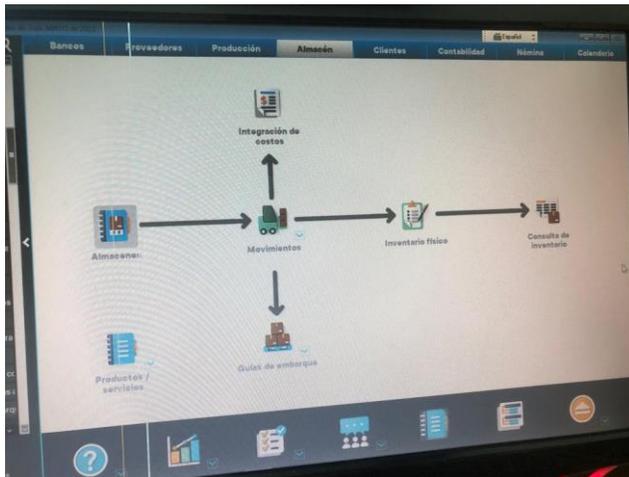
Fuente. Luis Ángel Beltrán Aldana. Programa Excel

Imagen 17 . Capacitación ERP



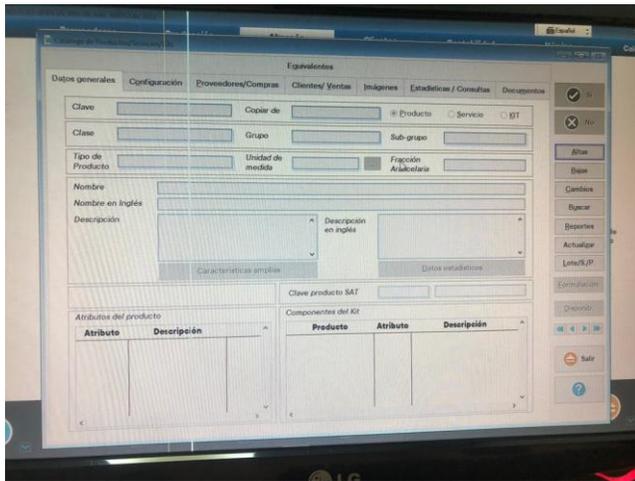
Fuente. Luis Ángel Beltrán Aldana. Foto

Imagen 18 . ERP



Fuente. Luis Ángel Beltrán Aldana. Foto

Imagen 19 . ERP



Fuente. Luis Ángel Beltrán Aldana. Foto

VI. CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES

33. Conclusiones del Proyecto

Los proyectos enfocados en las mejoras de procesos son importantes en las industrias debido a que permite que los beneficios incrementen, reflejándose en la rentabilidad y disminución de los costos variables, dirigido tanto como para la empresa como para el cliente y los futuros consumidores del producto, brindándoles servicios con mayor calidad, es decir se les mantendrá conformes generando confianza entre empresa y cliente generando para empresa un mejor posicionamiento en el mercado.

En la empresa Manufacturas Plásticas Avidesa (MPA) S.A de C.V más enfocado en el proceso de producción de la pieza Cuerpo de Herraje de Candado Finiesta se detectan grandes oportunidades de mejora en las que se adaptan a la metodología implementada que es una de las más utilizadas en las empresas de grande rango, brindándoles grandes resultados y beneficios para la organización. Las diferentes herramientas y mejoras implementadas a lo largo del proyecto son satisfactorias enfocándolo en beneficios.

Para que el proyecto Reducción de desperdicios de tiempos en proceso de producción en maquina inyectora de plástico LIEN YU 155T, arrojara resultados satisfactorios fue necesario el compromiso total de todo personal involucrada directamente con el proceso. Parte fundamental del proyecto fue la concientización del personal en base a los resultados a los que se desea llegar, haciéndoles saber los beneficios que obtendrán al generar una cultura de mejora continua, Esto a su vez tendrá efectos positivos en la empresa tales como la permanencia en el mercado.

A pesar de las barreras que se presentaron en la implementación de las mejoras para obtener los objetivos que se delimitaron al inicio del proyecto, se pueden observar y evidenciar mediante los operarios y la realización de las pruebas analíticas, generando grandes resultados, debido a que el personal mostro un alto nivel de compromiso y empeño en las mejoras incluidas en el proceso de producción.

Con esto se concluye que es importante de la implementación de este tipo de proyectos dentro de las industrias y claramente en la vida de los futuros profesionales que provengan de la misma carrera estudiantil e ingresen al ramo industrial, obteniendo a cambio una amplia experiencia laboral, permitiendo la aplicación de los conocimientos adquiridos, generando un gran soporte en su carrera laboral.

VII. CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS

34. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.

1. Aplique habilidades estadísticas vistas previamente en la carrera.
2. Utilice de programas estadísticos y adiestramiento de softwares esenciales en la vida de un Ingeniero Industrial.
3. Implemente un nuevo layout dentro del almacén de materias primas, además Gestione los espacios dentro del almacén de materias primas.
4. Diseñe e implemente ayudas visuales para la gestión de los polímeros.

5. Diseñe e implemente ayudas visuales para la identificación de los tornillos, turcas y rondanas.
6. Cree códigos, y códigos de barras para cada materia prima que se almacena en el almacén de materia primas con apoyo del programa Excel.
7. Implemente estrategias de 5's para mantener un orden y una gestión del almacén.
8. Elabore planes de control estratégico para que las implementaciones realizadas se vuelvan hábitos del personal.
9. Diseñe e implemente planes para el adiestramiento del personal en los distintos métodos aplicados.
10. Lideré a grupos de trabajadores para educarlos laboralmente mostrándoles los beneficios que pueden obtener, para poder lograr los objetivos propuestos.
11. Gestione los desperdicios de tiempo que se presentaban en el proceso de producción.

VIII. CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN

35. Fuentes de información

1. Conexión ESAN. (13 enero 2020). ¿Cuál es el concepto de MUDA y su impacto en las organizaciones? 16/04/2022, de Conexión ESAN Sitio web:
<https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/cual-es-el-concepto-de-muda-y-su-impacto-en-las-organizaciones>
2. Roberto José Herrera Acosta Tomás José Fontalvo Herrera. (2011). SEIS SIGMA COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN. En Seis Sigma Métodos Estadísticos y Sus Aplicaciones (4). México: biblioteca.utec.du.sv.
3. DR. Fernando Doria. (25 enero 2022). CASOS DE ÉXITO SIX SIGMA OBTENIDOS DENTRO DEL ENTRENAMIENTO GREEN BELT. 26 Abril 2022, de The Bottom Line Sitio web:
https://www.tblgroup.com/tbl/casos_exito.php#:~:text=Brenntag%2C%20con%2036%20a%C3%B1os%20en,y%20adaptado%20a%20las%20necesidades.



4. Dropbox. (04/08/2019). ¿Qué es DMAIC? 16/05/2022, de Dropbox Sitio web:
<https://experience.dropbox.com/es-la/resources/dmaic#:~:text=DMAIC%20es%20un%20enfoque%20de,ingeniero%20de%20Motorola%2C%20Bill%20Smith>.
5. Vázquez, E. J. E. (2005). Seis-Sigma. metodología y técnicas. Editorial Limusa.
6. Felizzola Jiménez, H., & Luna Amaya, C. (2014). Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, 22(2), 263-277.
7. Socconini, L., & Reato, C. (2019). Lean Six Sigma. Sistema de gestión para liderar empresas. Marge Books.

IX. CAPÍTULO 9: ANEXOS

36. Anexos

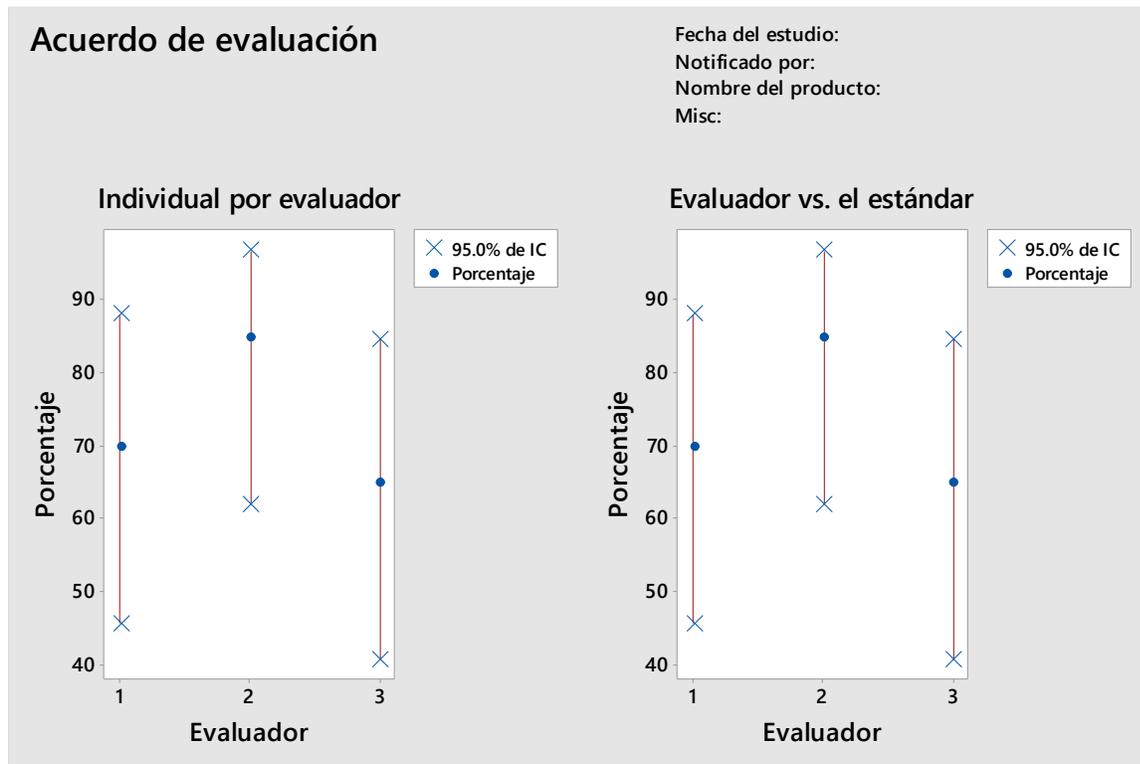


Figura 14 . Anexo 1.1 Diagrama AMEF de proceso de producción de la pieza Cuerpo de Herraje de Candado Finiesta

ACTIVIDAD	MODO DE FALLO	EFFECTO	S	C-AUSA	O	CONTROL	D	NPR	ACCIONES	S	O	D	NPR	
ABASTECIMIENTO DE MATERIAL	NO EXISTE GESTION DE ENTRADAS Y SALIDAS DE MATERIAL	TIEMPOS MUERTOS EN ORDEN DE COMPRA	9	FALTA DE ERP	4	NO EXISTEN	30	300	IMPLEMENTACION DE UN ERP	10	10	10	1000	
	NO EXISTE CONTROL DE MINIMOS Y MAXIMOS EN INVENTARIO									10	10	10	1000	
	PERSONAL INEXPERTO EN IDENTIFICACION DE POLIMEROS	COMPRA DE MATERIAL ERRONEO	8	FALTA DE CAPACITACION SOBRE POLIMEROS	5	NO EXISTEN	30	400	ENTRENAMIENTO PARA EL PERSONAL EN IDENTIFICACION DE MATERIALES	10	10	10	1000	
	COMPRA DE LOTE DE MATERIAL DISTINTO (ERRONEO O DE BAJA CALIDAD)	TIEMPO MUERTO EN PRODUCCION POR FALTA DE ESPECIFICACIONES DE USO DE POLIMERO	FALTA DE ESPECIFICACIONES DE USO DE POLIMERO	10		10	NO EXISTEN	30	200	ENTRENAMIENTO PARA EL PERSONAL EN IDENTIFICACION DE MATERIALES	10	10	10	1000
		TIEMPO MUERTO (MATERIAL NO BAJA)	TRIZOS DE POLIMERO DEMAGIADO GRANDES	4		4	TRITURADO	2	32	TRITURARLO	4	4	2	32
		TIEMPO MUERTO EN PRODUCCION (COLOR INADECUADO)	COLOR DE POLIMERO NO ADECUADO	9		9	SE AGREGA MASTER PIGMENTO	4	320	DEL MATERIAL CON EL COLOR ADECUADO	10	10	10	1000
ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA	NO EXISTE LUGAR ASIGNADO PARA LAS DIFERENTES MATERIAS PRIMAS	CONTAMINACION DE MATERIAL	5	ALMACENAMIENTO INADECUADO	10	NO EXISTEN	30	100		5	10	10	500	
		CONFUSION DE MATERIALES	10		10	NO EXISTEN	30	500	IMPLEMENTACION DE SISTEMAS KANBAN ANDON	10	10	10	500	
		TIEMPOS MUERTOS EN PRODUCCION POR SUCULETA DE MATERIAL	9	FALTA DE IDENTIFICACION DE MATERIAL	10	NO EXISTEN	30	400		9	10	10	500	
	NO EXISTE ORDEN EN ALMACEN	RISGO DE LESION	8	ALMACENAMIENTO INADECUADO	10	NO EXISTE	30	400		8	10	10	800	
		MANOS BROS INADECUADAS	7	MATERIAL LIOSITOS OBTENDIENDO CAMINOS MARCADOS	10	NO EXISTE	30	700	IMPLEMENTACION DE SS	7	10	10	700	
	NO EXISTE PROTOCOLO DE ENTRADAS DE MATERIAL	NO HAY CONOCIMIENTO DE MATERIAL EXISTENTE	FALTA DE ERP Y CON TOL. DE ENTRADAS	10		10	NO EXISTE	30	3000	IMPLEMENTACION DE UN ERP	10	10	10	1000
		FALTA DE INVENTARIOS	FALTA DE ERP	7		10	NO EXISTE	30	700	IMPLEMENTACION DE UN ERP	7	10	10	700
		ALMACENAMIENTO SORDO DE MATERIAL	NO HAY GESTION EN TIEMPOS DE LIDER	9		9	NO EXISTE	30	300	IMPLEMENTACION DE UN ERP	9	10	10	300
	TRITURACION DE MATERIAL	LIDER NO MOLIO O NO HAY SCRIP POR MOLER	TIEMPO MUERTO EN PRODUCCION POR FALTA DE MATERIAL	10	INVENTARIO DE MATERIAL	6	NO EXISTEN	30	400	ENTRENAMIENTO PARA EL PERSONAL EN EL USO DE LA MAQUINA	10	10	10	1000
		POLIMERO CONTAMINADO	TIEMPO MUERTO EN PRODUCCION POR CONTAMINACION DE BOGUELA EN MAQUINA DE INYECCION	6	PARTICULAS METALICAS EN MATERIAL	3	PASAR POR RAMPA MAGNETICA	6	100	REVISAR EL MATERIAL EN LA MAQUINA	6	3	6	100
DESPERDICIO DE TIEMPO EN TRITURACION			4	METODO DE LIMPIEZA DE MOLINO INADECUADO	8	LIMPIEZA CON BROCHA Y AIRE COMPRIMIDO	5	100	REVISAR EL MATERIAL EN LA MAQUINA	4	4	4	100	
DESPERDICIO DE MATERIAL			5	CONFUSION DE MATERIALES	8	NO EXISTE	30	400	IMPLEMENTACION DE UN ERP	5	8	10	400	
COLADAS DE PIEZAS EN MATERIAL		TIEMPO MUERTO EN PRODUCCION (MAQUINA NO CARGA POR OBSTRUCCION DE COLADAS)	4	TRIZOS MUERTOS POR OBSTRUCCION	3	NO EXISTEN	30	100	REVISAR EL MATERIAL EN LA MAQUINA	10	10	10	1000	
		TIEMPO MUERTO EN PRODUCCION POR PASAR MATERIAL EN MAQUINA DE INYECCION	5	NO HAY MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MOLINOS	10	NO EXISTEN	30	100	REVISAR EL MATERIAL EN LA MAQUINA	10	10	10	1000	
PRUEBA DE MATERIAL POLIMERO LLENADO EN MAQUINA INYECTORA	POLIMERO CONTAMINADO	TIEMPO MUERTO EN PRODUCCION POR CONTAMINACION DE BOGUELA EN MAQUINA DE INYECCION	6	PARTICULAS METALICAS EN MATERIAL	3	PASAR POR RAMPA MAGNETICA	6	100	REVISAR EL MATERIAL EN LA MAQUINA	6	3	6	100	
	COLOR ERRONEO DE POLIMERO	TIEMPO MUERTO EN PRODUCCION POR FALTA DE ESPECIFICACIONES DE USO DE POLIMERO	10	COLOR DE POLIMERO NO ADECUADO	10	PIGMENTACION DE POLIMERO	8	400		9	10	8	700	
	POLIMERO P BLETADO NO BAJA	TIEMPO MUERTO EN PRODUCCION POR TRITURACION DE POLIMERO	5	TRIZOS DE POLIMERO DEMAGIADO GRANDES	3	TRITURACION DE POLIMERO	5	75	COMPRA DE MATERIAL CON ESPECIFICACIONES ADECUADAS PARA EL PROCESO	4	3	5	80	
	POLIMERO NO SE INFLA	TIEMPO MUERTO EN PRODUCCION POR FALTA DE ESPECIFICACIONES DE USO DE POLIMERO	9	FALTA DE ESPECIFICACIONES DE USO DE POLIMERO	10	UTILIZACION DE ESPONJANTE	7	100		9	10	7	100	
	BOGUELA TAPADA POR BAJA TEMPERATURA													
	PIEZAS CON BAJADA POR ALTAS TEMPERATURAS	TIEMPO MUERTO EN PRODUCCION POR LA DE TECTAR ESPECIFICACIONES DE USO DE POLIMERO, A PRUEBA Y ERROR	10	FALTA DE ESPECIFICACIONES DE USO DE POLIMERO	10	FOJAS TECNICAS DE UTILIZACION DE POLIMERO EN PIEZAS ESPECIFICAS	6	100		10	10	10	1000	
	PIEZAS INFLADAS POR TEMPERATURAS ALTAS													
	POLIMERO NO IDENTIFICADO	TIEMPO MUERTO POR SUCULETA DE POLIMERO	8	FALTA DE IDENTIFICACION DE MATERIAL	10	NO EXISTE	30	400	IMPLEMENTACION DE UN ERP	8	10	10	400	
	PRUEBA DE MATERIAL POLIMERO MOLIDO EN MAQUINA INYECTORA	POLIMERO CONTAMINADO	TIEMPO MUERTO EN PRODUCCION POR CONTAMINACION DE BOGUELA EN MAQUINA DE INYECCION	6	PARTICULAS METALICAS EN MATERIAL	3	PASAR POR RAMPA MAGNETICA	6	100	AÑADIR MAS GRANULOS A LA RAMPA	6	3	6	100
			DESPERDICIO DE MATERIAL	5	FALTA DE IDENTIFICACION DE MATERIAL	10	NO EXISTE	30	400		5			500
POLIMERO NO IDENTIFICADO		TIEMPO MUERTO POR SUCULETA DE POLIMERO	8		10	NO EXISTE	30	400		8	10	10	800	
		CONTAMINACION DE MATERIAL	5		10	NO EXISTE	30	400		5			500	
COLADAS DE PIEZA EN MATERIAL		TIEMPO MUERTO EN PRODUCCION POR OBSTRUCCION DE BOGUELA EN MAQUINA DE INYECCION	6	FALTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MOLINOS	10	NO EXISTE	30	400	MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MOLINOS	6	10	10	600	
		COLOR ERRONEO DE POLIMERO	TIEMPO MUERTO EN PRODUCCION POR FALTA DE ESPECIFICACIONES DE USO DE POLIMERO	10	COLOR DE POLIMERO NO ADECUADO	10	PIGMENTACION DE POLIMERO	8	400		10	10	8	800

Fuente. Luis Ángel Beltrán Aldana. Programa Excel

Grafica 4 .Anexo 1.2. Resumen del análisis de concordancia



Fuente. Luis Ángel Beltrán Aldana. Programa Minitab

Figura 15 . Anexo 1.3. Trituración y almacenamiento de material

DIAGRAMA:3		RESUMEN							
		ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA			
NO. FICHA: 003	OPERACIÓN			20					
	TRANSPORTE			4					
ACTIVIDAD: TRITURACION Y ALMACENAMIENTO DE MATERIAL	ESPERA			3					
	INSPECCION			2					
LUGAR: INGENIERIA	ALMACENAMIENTO			1					
	DISTANCIA (METROS)			106.8					
OPERARIO(S): LIDER	TIEMPO (MIN-HOMBRE)			4034.6					
	COSTO (MANO DE OBRA)			36.11					
FECHA: 05/04/2022	COSTO (MATERIAL)			330			DIAGRAMA		
	TOTAL			366.11					
DESCRIPCION	CANTIDAD(KG)	DISTANCIA (METROS)	TIEMPO (SEGUNDOS)	SIMBOLO					OBSERVACIONES
IDENTIFICAR POLIPROPILENO A TRITURAR		0	140.4						
SOLICITAR APOYO DE SUPERVISOR PARA IDENTIFICACION DE MATERIAL		34	309						
TRANSLADAR BOTE DE COLADAS AL MOLINO		5	11						A MANO
CHECAR QUE MATERIAL SE ESTA TRITURANDO		1	72						
SOLICITAR APOYO DE SUPERVISOR PARA IDENTIFICACION DE MATERIAL		34	270						
BAJAR PASTILLA DE MOLINO		6.2	22						
ABRIR MOLINO		0	18						A MANO
VACEAR MATERIAL DEL INTERIOR		0	20						A MANO
VACEAR MATERIAL SOBRANTE EN COSTAL		0	10						A MANO
LIMPIAR TODAS PARTES DEL INTERIOR DEL MOLINO CON AIRE COMPRIMIDO		2	35						CON PISTOLA DE AIRE COMPRIMIDO
INSERTAR REJA		0	7						
CERRAR MOLINO		0	13						A MANO
SUBIR PASTILLA DEL MOLINO		6.2	22						
PRENDER MOLINO		0	2						
INTRODUCIR COLADAS AL MOLINO		0	5						A MANO
MOLINO TAPADO		0	5						
BAJAR PASTILLA DE MOLINO		6.2	22						
ABRIR MOLINO		0	18						A MANO
QUITAR EXCESO DE MATERIAL		0	13						
EXAMINAR PEDAZOS GRANDES DE COLADAS EN MATERIAL MOLIDO		0	28						
INSERTAR REJA		0	7						
CERRAR MOLINO		0	13						A MANO
SUBIR PASTILLA DEL MOLINO		6.2	22						
PRENDER MOLINO		0	2						
TRITURACION DE BOTE COMPLETO DE COLADAS		0	2520						
TRANSLADAR MATERIAL MOLIDO A CUBETA		0	129						A MANO
TRANSLADAR LA CUBETA A RAMPA IMANTADA		2	5						A MANO
PASAR 2 VECES MATERIAL POR RAMPA HACIA CUBETA		0	199.2						
BACIAR MATERIAL DE CUBETA A COSTAL		1	84						A MANO
ALMACENAR EN CUALQUIER LUGAR DEL ALMACEN	22	3	11						A MANO
TOTAL	22	106.8	4034.6	20	4	3	2	1	

Fuente. Luis Ángel Beltrán Aldana. Programa Excel

Figura 16 . Anexo 1.4. Abastecimiento y pruebas de material

PROGRAMA 4		RESUMEN				ECONOMÍA					
NO. FICHA: 004		ACTUACIÓN		ACTUAL	PROPUESTA						
OPERACIÓN		OPERA		OPERA							
TRANSPORTE		TRANSPORTE		TRANSPORTE							
MATERIA		MATERIA		MATERIA							
INSPECCIÓN		INSPECCIÓN		INSPECCIÓN							
MANEJO DE MATERIALES		MANEJO DE MATERIALES		MANEJO DE MATERIALES							
DISTANCIA (METROS)		DISTANCIA (METROS)		DISTANCIA (METROS)							
TIEMPO (MIN. HOMBRE)		TIEMPO (MIN. HOMBRE)		TIEMPO (MIN. HOMBRE)							
COSTO (MANEJO DE SERVO)		COSTO (MANEJO DE SERVO)		COSTO (MANEJO DE SERVO)							
COSTO (MATERIAL)		COSTO (MATERIAL)		COSTO (MATERIAL)							
FECHA: 05/04/2022		FECHA: 05/04/2022		FECHA: 05/04/2022							
TOTAL		TOTAL		TOTAL							
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (M ³)	DISTANCIA (METROS)	TIEMPO (SEGUNDOS)	OPERA	OPERA	OPERA	OPERA	OPERA	OPERA	OPERA	OBSERVACIONES
TRANSPORTAR CARGO DE PLATAFORMA HACIA REVOLVEDORA	5	9	9	●							CON CARGO DE PLATAFORMA
TRAER FORNO CON MEZCLA DE POLIPROPILENO A CABO DE PLATAFORMA	0	6	6	●							
TRANSPORTAR MATERIAL HACIA MAQUINA INVECTORA	46	30	30	●							CON CARGO DE PLATAFORMA
TRANSPORTAR MATERIAL HASTA ESCALAS DE MAQUINA INVECTORA	3	6	6	●							A MANO
HACER MATERIAL EN TOLVA DE MAQUINA INVECTORA	0	9	9	●							
CARGAR CÁRÓN DE MAQUINA INVECTORA	5	14	14	●							
ESPERAR HASTA LA S COLADA PARA CHECAR ESPECIFICACIONES	0	175	175	●							
PIEZAS RECHUFADAS Y CON COLAR NO REQUERIRSE (PREPARED)	0	14	14	●							
CEBRAR Y GIRAR TOLVA	2	13	13	●							
VAZAR MATERIAL EN COSTAL	0	11	11	●							
TRANSPORTAR MATERIAL A AREA DE PIGMENTACION	47.5	31	31	●							A MANO
VAZAR MATERIAL EN REVOLVEDORA	1.5	9	9	●							
DIRIGIRSE AL AREA DE PIGMENTACION	2	1.5	3	●							
PELAR NUEVAMENTE POR PIGMENTO NEGRO Y ESPONANTE POR KILO	0.34	0	46	●							
HACER PIGMENTO Y ESPONANTE EN COSTAL Y REVOLVER MEZCLA	0	33	33	●							
TRANSPORTAR MATERIA A MAQUINA INVECTORA Y VAZAR EN TOLVA	49	30	30	●							A MANO
ESPERAR HASTA LA S COLADA PARA CHECAR ESPECIFICACIONES	0	175	175	●							
PIEZAS RECHUFADAS Y CON REBABA	0	16	16	●							
CEBRAR Y GIRAR TOLVA	2	6	6	●							
TRANSPORTAR Y COLOCAR EMBUDO EN LUGAR DE TOLVA	3	9	9	●							A MANO
HACER MATERIAL EN COSTAL	0	6	6	●							
TRANSPORTAR MATERIAL A AREA DE PIGMENTACION	47.5	31	31	●							A MANO
PELAR NUEVAMENTE ESPONANTE POR KILO	0.2	0	46	●							
HACER ESPONANTE EN COSTAL Y REVOLVER MEZCLA	0	33	33	●							
TRANSPORTAR MATERIAL A MAQUINA INVECTORA Y VAZAR EN EMBUDO	49	30	30	●							A MANO
ESPERAR HASTA LA S COLADA PARA CHECAR ESPECIFICACIONES	0	175	175	●							
PIEZAS RECHUFADA	0	16	16	●							
HACER MATERIAL DE EMBUDO A COSTAL	2	0	4	●							
TRANSPORTAR MATERIAL A AREA DE PIGMENTACION	47.5	31	31	●							A MANO
PELAR NUEVAMENTE ESPONANTE POR KILO	0.4	0	46	●							
HACER ESPONANTE EN COSTAL Y REVOLVER MEZCLA	0	33	33	●							
TRANSPORTAR MATERIAL A MAQUINA INVECTORA Y VAZAR EN EMBUDO	49	30	30	●							A MANO
ESPERAR HASTA LA S COLADA PARA CHECAR ESPECIFICACIONES	0	175	175	●							
PIEZAS RECHUFADAS Y CON BARAGA	0	16	16	●							
HACER MATERIAL DE EMBUDO A COSTAL	0	4	4	●							
TRANSPORTAR MATERIAL A AREA DE PIGMENTACION	47.5	31	31	●							A MANO
PELAR ESPONANTE Y MASTER POR KILO	0.34	0	46	●							
HACER ESPONANTE Y MASTER EN COSTAL Y REVOLVER MEZCLA	0	33	33	●							
TRANSPORTAR MATERIAL A MAQUINA INVECTORA Y VAZAR EN EMBUDO	49	30	30	●							A MANO
CARGAR CÁRÓN DE MAQUINA INVECTORA	5	12	12	●							
ESPERAR HASTA LA S COLADA PARA CHECAR ESPECIFICACIONES	0	175	175	●							
PIEZAS RECHUFADAS Y CON BARAGA	0	16	16	●							
HACER MATERIAL DE EMBUDO A COSTAL	2	0	34	●							
TRANSPORTAR MATERIAL A AREA DE PIGMENTACION	47.5	31	31	●							A MANO
PELAR ESPONANTE Y MASTER POR KILO	0.24	0	46	●							
HACER ESPONANTE Y MASTER EN COSTAL Y REVOLVER MEZCLA	0	33	33	●							
TRANSPORTAR MATERIAL A MAQUINA INVECTORA Y VAZAR EN EMBUDO	49	30	30	●							A MANO
CARGAR CÁRÓN DE MAQUINA INVECTORA	5	12	12	●							
ESPERAR HASTA LA S COLADA PARA CHECAR ESPECIFICACIONES	0	175	175	●							
PIEZAS CON ESPECIFICACIONES CORRECTAS MATERIAL DE	0	16	16	●							
DIRIGIRSE A AREA DE PRUEBA	47	19	19	●							
HACER Y PRESA MATERIAL SOBANTE DE REVOLVEDORA	4	21	21	●							
TRANSPORTAR MATERIAL A REVOLVEDORA Y VAZARLO	2	5	5	●							A MANO
DIRIGIRSE A AREA DE PIGMENTACION	1	2	2	●							
PELAR PIGMENTO, ESPONANTE Y MASTER (MATERIA POR KILO)	1.200	0	46	●							
HACER PIGMENTO, ESPONANTE Y MASTER EN REVOLVEDORA	1	3	3	●							
COLOCAR TAPA DE REVOLVEDORA	0	5	5	●							
COLOCAR SEGUROS DE TAPA	0	14	14	●							
PREPARAR REVOLVEDORA	0	2	2	●							
CEBRAR 5 MINUTOS A QUE SE REVUEVA BIEN	0	305	305	●							
QUITAR SEGUROS DE TAPA	0	9	9	●							
QUITAR TAPA	0	4	4	●							
HACER MEZCLA DE POLIPROPILENO EN CUBETAS	0	33	33	●							
TRAER FORNO CON MEZCLA A CABO DE PLATAFORMA	0	5	5	●							
TRANSPORTAR MATERIAL A MAQUINA INVECTORA	46	30	30	●							A MANO
TRANSPORTAR Y VAZAR MATERIAL EN TOLVA	3	10	10	●							A MANO
CEBRAR Y GIRAR TOLVA	36	2	6	●							
CARGAR CÁRÓN DE MAQUINA INVECTORA	5	14	14	●							
TOTAL	44.48	672.5	2570	35	20	6	7	0			

Figura 17 . Anexo 2.2. Manual de evaluación 5's

MANUAL DE EVALUACION 5'S EN ALMACEN DE MATERIAS PRIMAS						
#NUM	PUNTOS A EVALUAR	HERRAMIENTA	IMAGEN (MUESTRA)	PARAMETROS	TIEMPO	FRECUENCIA
1	AREA DE MOLINOS LIMPIA	ESCOBA RECOGEDOR		1.-SIN POLVO 2.-SIN COLADAS 3.-SIN MATERIAL TIRADO 4.-SIN PIEZAS	4 MIN	1 VEZ CADA FIN DE TURNO
2	AREA DE PIGMENTACION LIMPIA	1.-ESCOBA 2.-RECOGEDOR 3.-TRAPO		1.-BOTES DE PIGMENTO EN SU LUGAR 2.-SIN PIGMENTO TIRADO 3.-SIN POLVO 4.-SIN MATERIAL TIRADO	3 MIN	1 VEZ CADA FIN DE TURNO
3	MATERIAL ENNCOSTALADO EN SU LUGAR	1.-RAFIA 2.-AYUDAS VISUALES		1.-MATERIAL ENNCOSTALADO 2.-MATERIAL ALMACENADO EN SU AREA DESIGNADA 3.-MATERIAL DENTRO DE AREA DESIGNADA 4.-USO DE ETIQUETAS DE IDENTIFICACION	5 MIN	1 VEZ CADA FIN DE TURNO
4	MENOS DE 6 BOTES LLENOS DE COLADAS	N/A		1.-MAXIMO 6 BOTES DE COLADAS EN AREA DESIGNADA	3 MIN	1 VEZ CADA FIN DE TURNO
5	BOTES DE COLADAS EN SU LUGAR	N/A		1.-NINGUN COSTALE DE COLADAS EN AREA DESIGNADA 2.-SOLO BOTES EN AREA DE BOTES	2 MIN	1 VEZ CADA FIN DE TURNO
6	0 OBJETOS U MATERIALES OBSTRUYENDO CAMINOS MARCADOS	1.-ESCOBA 2.-RECOGEDOR 3.-PATIN HIDRAULICO 4.-CARRO DE PLATAFORMA		1.-NINGUN MATERIAL OBSTRUYENDO CAMINO MARCADO 2.-NINGUN OBJETO OBSTRUYENDO CAMINO MARCADO	3 MIN	1 VEZ CADA FIN DE TURNO

Fuente. Luis Ángel Beltrán Aldana. Programa Word

