



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga
Departamento de Ciencias Económico Administrativas

PROYECTO DE TITULACIÓN

*ACTUALIZACIÓN DE LOS ESTÁNDARES DE PROCESO PARA LA FABRICACIÓN DE
EXHIBIDORES*

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERA EN GESTIÓN EMPRESARIAL

PRESENTA:

JOSEFINA GUERRERO MONREAL

ASESOR:

GERMÁN VERDÍN GONZÁLEZ

Junio



CAPÍTULO 1. PRELIMINARES

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento a la empresa Diseko Soluciones por brindarme las facilidades para la realización del presente proyecto, especialmente a todas las personas dentro de ella, tanto de ingeniería como de producción, supervisores, ajustadores y operarios que me compartieron un poco de sus conocimientos, me brindaron confianza y me ayudaron a adquirir las bases para su implementación.

De igual manera, debo agradecer al equipo con el que trabajé directamente para la recopilación de los datos necesarios y su implementación.

A mis compañeros por compartirme sus experiencias, así como a mis asesores y maestros del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga por su respaldo y aportaciones.

Además, agradezco el apoyo y comprensión de mi familia y amigos durante el periodo de realización, tanto de este, como de cada uno de los proyectos que llevo a cabo, ya que siempre me alientan e impulsan a mejorar y alcanzar mis metas, gracias por creer en mí.

RESÚMEN

En este proyecto se exponen los temas referentes a la importancia de la aplicación de la manufactura esbelta, todas las metodologías que la componen y la manera en que busca eliminar en lo posible cualquier tipo de desperdicio en las líneas de producción y en general, en todos los procesos.

De igual manera, algo que va de la mano con esta metodología, pero más enfocado a controles de calidad, se presenta six sigma que mediante los controles estadísticos pretende reducir la variabilidad de los procesos o productos, dependiendo del caso en el que se utilice. Además, se plantea la utilización de los indicadores industriales que brindan la información requerida para que se lleve a cabo la toma de decisiones en cualquier empresa con el fin de mejorar su productividad.

Se da un enfoque hacia los tiempos estándar operativos en el área productiva y la optimización de los procesos, así como una mejor planeación de la producción en la empresa.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1. PRELIMINARES	I
<i>AGRADECIMIENTOS</i>	II
<i>RESÚMEN</i>	III
CAPÍTULO 2. GENERALIDADES DEL PROYECTO	9
<i>INTRODUCCIÓN</i>	9
<i>DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA U ORGANIZACIÓN Y DEL PUESTO O ÁREA DE TRABAJO DEL ESTUDIANTE.</i>	10
<i>PROBLEMAS A RESOLVER, PRIORIZÁNDOLOS.</i>	11
<i>OBJETIVOS</i>	12
<i>JUSTIFICACIÓN</i>	13
CAPÍTULO 3. MARCO TEÓRICO	14
MANUFACTURA ESBELTA	14
1. <i>ANTECEDENTES HISTÓRICOS Y CONCEPTOS BÁSICOS DE MANUFACTURA ESBELTA</i>	14
2. <i>TRANSFORMACIÓN A OPERACIONES ESBELTAS</i>	20
3. <i>HERRAMIENTAS BÁSICAS DE LA MANUFACTURA ESBELTA</i>	26
4. <i>HERRAMIENTAS PARA MEJORAR LA EFECTIVIDAD DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO Y LA CALIDAD</i>	34
5. <i>MEJORA CONTINUA (KAIZEN)</i>	38
SIX SIGMA	41
1. <i>FUNDAMENTOS DE SEIS SIGMA</i>	41
2. <i>ROLES Y RESPONSABILIDADES</i>	44
INDICADORES INDUSTRIALES PARA LA TOMA DE DECISIONES	55

1. INTRODUCCIÓN A LOS CONCEPTOS Y GENERALIDADES DE LA PRODUCTIVIDAD	55
2. MEDICIÓN DE PRODUCTIVIDAD.....	62
3. MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD	71
4. CORE TOOLS	79
CAPÍTULO 4. DESARROLLO	80
MANUFACTURA ESBELTA.....	80
<i>HERRAMIENTAS BÁSICAS DE LA MANUFACTURA ESBELTA</i>	85
<i>HERRAMIENTAS PARA MEJORAR LA EFECTIVIDAD DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO Y LA CALIDAD</i>	88
<i>MEJORA CONTINUA (KAIZEN)</i>	89
SIX SIGMA.....	90
INDICADORES INDUSTRIALES PARA LA TOMA DE DECISIONES	99
<i>MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD</i>	101
CORE TOOLS	106
PROYECTO DE RESIDENCIAS	107
<i>PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS</i>	107
CAPÍTULO 5. RESULTADOS	120
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES	123
CAPÍTULO 7. COMPETENCIAS DESARROLLADAS.....	124
<i>COMPETENCIAS DESARROLLADAS</i>	124
CAPÍTULO 8. FUENTES DE INFORMACIÓN.....	125

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Entradas y salidas de los procesos.	16
Ilustración 2. Casa Lean.....	17
Ilustración 3. Simbología de cadena de valor.....	24
Ilustración 4. Hoja de secuencia de trabajo estándar.....	32
Ilustración 5. Hoja de capacidad de proceso.....	32
Ilustración 6. Hoja de trabajo combinado.....	33
Ilustración 7. Metodología SMED.....	37
Ilustración 8. Carta de proyecto six sigma.....	49
Ilustración 9. SIPOC.....	50
Ilustración 10. Diagrama Causa y Efecto.....	51
Ilustración 11. Campana de Gauss.....	52
Ilustración 12. Gráfico de Control.....	53
Ilustración 13. Medición de la productividad.....	59
Ilustración 14. Esquema de la matriz QFD.....	68
Ilustración 15. Variedad de productos.....	80
Ilustración 16. HOE.....	80
Ilustración 17. Entradas y salidas de los procesos de producción DKS.....	81
Ilustración 18. Mapa de la cadena de valor.....	84
Ilustración 19. Diagrama de espagueti.....	84
Ilustración 20. 5 S's DKS.....	85
Ilustración 21. Principios 5 S's DKS.....	86
Ilustración 22. Capacidad de procesos DKS.....	88
Ilustración 23. Check List de Mantenimiento Autónomo DKS.....	89
Ilustración 24. Mejora Continua.....	90
Ilustración 25. Propuesta de mejora.....	91
Ilustración 26. Variabilidad de los procesos.....	91
Ilustración 27. Diagrama de Pareto TDR.....	92
Ilustración 28. Objetivo de proyecto seis sigma en DKS.....	93
Ilustración 29. Carta de proyecto seis sigma DKS.....	94
Ilustración 30. Mapeo de proceso DKS.....	95

Ilustración 31. Diagrama causa-efecto DKS.....	96
Ilustración 32. Análisis del sistema de medición DKS.	97
Ilustración 33. Capacidad del proceso y análisis estadístico DKS.....	98
Ilustración 34. Ishikawa de factores que influyen en la productividad.	99
Ilustración 35. Registro de eficacia.....	100
Ilustración 36. Indicadores DKS	100
Ilustración 37. Nivel de stock DKS.....	102
Ilustración 38. CAD (Solid Works) DKS.....	102
Ilustración 39. MRP DKS.....	103
Ilustración 40. Plan de control de calidad DKS.....	104
Ilustración 41. Hoja de arranque de producción por calidad DKS.	105
Ilustración 42. Materiales DKS.	105
Ilustración 43. FMEA DKS.....	106
Ilustración 44. Hoja de Ruta DKS.....	107
Ilustración 45. Formato de Análisis de Tiempos y Movimientos DKS.....	109
Ilustración 46. Matriz de estándares DKS.....	110
Ilustración 47. SAP DKS.....	110
Ilustración 48. Cantidad de personal por operación.	114
Ilustración 49. Ishikawa de causas del incumplimiento en la producción DKS.....	115
Ilustración 50. Procedimiento provisional para la comunicación de estándares.	116
Ilustración 51. Formato de registro de eficacia.....	117
Ilustración 52. Presentación para capacitación de cálculo de eficacia.	119
Ilustración 53. Comparación en tiempo y costo de operaciones.....	120

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Fases de transformación a un sistema Lean.	22
Tabla 2. DMAIC	40
Tabla 3. Eficacia y eficiencia.	60
Tabla 4. Métodos de medición de productividad industrial y de servicios.	63
Tabla 5. Industria 4.0 y 5.0	65
Tabla 6. Cálculo de productividad parcial.....	66
Tabla 7. Cálculo de productividad del factor humano.....	67
Tabla 8. Cálculo de productividad del factor total.....	67
Tabla 9. Implantación de la matriz de objetivos (QFD).....	70
Tabla 10. Desperdicio: Defectos.....	83
Tabla 11. Cronometraje de tiempo máquina DKS.	112
Tabla 12. Tiempos teóricos para rutas DKS.....	113
Tabla 13. Variables que afectan el cumplimiento del estándar teórico.....	116
Tabla 14. Nueva tabla de tiempos teóricos.....	121
Tabla 15. Prueba piloto	122

CAPÍTULO 2. GENERALIDADES DEL PROYECTO

INTRODUCCIÓN

Este proyecto se encuentra estructurado en varios capítulos, cada uno de ellos enfocado a una asignatura, así como a una diferente área de aplicación en la empresa, pero con enfoque en la productividad como son la aplicación de la manufactura esbelta, la metodología de seis sigma y de los indicadores de productividad.

Por medio de la investigación de cada uno de los temas se identifican algunas aplicaciones o posible utilización dentro de la empresa. Cada una de las herramientas que se mencionan en el presente proyecto pueden ser aplicadas dentro del área de producción para lograr una mejora progresiva en los procesos y en la eficiencia de estos.

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA U ORGANIZACIÓN Y DEL PUESTO O ÁREA DE TRABAJO DEL ESTUDIANTE.

Diseko Soluciones S.A. de C.V., es una empresa ubicada en el Parque Industrial San Francisco, San Francisco de los Romo, Aguascalientes, dedicada a la fabricación de exhibidores de acero y multimateriales para todo tipo de productos de consumo a nivel nacional e internacional, la cual se rige por:

Misión: Crear e innovar en soluciones de exhibición y componentes en el área metal - mecánica con diseños de vanguardia, altos estándares de calidad y la última tecnología, con el personal mejor capacitado y motivado para satisfacer las necesidades de nuestros clientes, colaboradores y accionistas comprometidos con el medio ambiente y la comunidad siempre con un sentido humano.

Visión: Ser líderes en el mercado nacional con fuerte presencia en el resto de las Américas, brindando soluciones sustentables e innovadoras en el diseño, mediante la fabricación de exhibición y mobiliario en el sector comercial e industrial.

La empresa está conformada por las áreas de Producción, Calidad, Ventas, Compras, Mantenimiento, Ingeniería de producto, Planeación de la producción, Diseño, Recursos humanos y Almacenes.

Las actividades desarrolladas en el presente proyecto se realizan dentro del departamento de Planeación de la producción y en el área de Producción, que a su vez está dividida en las áreas de Corte, Doblado, Ideales, Prensas, Punteo, Taladros, Láser, Soldadura, Pintura y Empaque, aunque en esta ocasión se descartaron las áreas de terminado.

Entre las operaciones realizadas en producción están: corte láser, troquelado, punteo, punzonado, doblez con dobladora CNC, de cortina y neumática, corte de tubo, lámina y varilla, barrenado y soldadura (MIG y Resistencia).

PROBLEMAS A RESOLVER, PRIORIZÁNDOS.

Debido a la variedad de sus productos no existe una estandarización en los procesos de fabricación de los exhibidores, se realiza la planeación de producción basándose en tiempos establecidos por ingeniería de rutas, los cuales usan una tabla de tiempos teóricos por operación que presenta errores, por lo que en caso de haber alguna diferencia significativa en producción se cambia directamente el estándar de número de piezas a producir por hora sin realizar un estudio de los tiempos reales de operación, por lo que es importante revisar estos tiempos y posteriormente actualizarlos.

Además se tiene poca comunicación de objetivos y no hay un control sobre estos, por lo que es necesario llevar el registro de la eficacia en cada una de las áreas de producción, además de la eficiencia de los procesos, ya que se requiere involucrar a los supervisores y personal operativo con los objetivos.

OBJETIVOS

GENERAL:

Estandarizar los tiempos de proceso para aumentar la productividad de la empresa.

ESPECÍFICOS:

- Revisar, actualizar y establecer los estándares operativos.
- Medir y determinar un nivel de eficacia por área de producción.
- Elaborar un procedimiento para el manejo y control de la eficacia de los procesos por parte de supervisores y encargados de las diferentes áreas.

JUSTIFICACIÓN

Para la empresa Diseko es primordial que se revisen y actualicen los estándares operacionales para la fabricación de exhibidores debido a que estos sirven como base en la programación de la producción. Por otro lado, no se tiene un dato sobre qué tan eficiente es actualmente la empresa y si se están aprovechando sus recursos, para esto es importante analizar las operaciones realizadas en cada área de producción y buscar un tiempo promedio por cada una de ellas, esto con el fin de facilitar la toma de decisiones y realizar acciones que permitan optimizar el tiempo de operación y mejorar la productividad de la empresa.

CAPÍTULO 3. MARCO TEÓRICO

MANUFACTURA ESBELTA

1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS Y CONCEPTOS BÁSICOS DE MANUFACTURA ESBELTA

1.1 TIPOS DE PROCESOS:

- **Estratégicos:** son aquellos que orientan la acción de toda la organización (definir políticas, estrategias, planificación, objetivos e indicadores, organización y desarrollo de RR HH, gestión de calidad, acciones correctivas y preventivas, auditorías internas, etc.).
- **Clave:** son aquellos relacionados con acción directa sobre usuarios (admisión, diagnóstico, intervención, seguimiento, derivación, intervención grupal, intervención comunitaria, quejas y sugerencias, encuestas, etc.).
- **Soporte:** son los que sirven para facilitar los otros procesos. (compras, mantenimiento de infraestructura, documentación, almacenamiento, etc.). (Gestion-Calidad, 2016)

Los tipos de procesos de manufactura son:

- **Procesos por proyecto:** Manejan productos hechos prácticamente a la medida. Las características son bajo volumen y alta variedad. Las actividades involucradas pueden ser inciertas y estar mal definidas, algunas veces cambian durante el proceso de producción.
- **Procesos por tareas:** Al igual que los procesos por proyectos, también manejan alta variedad y bajo volumen. Mientras que los procesos por proyectos tienen recursos casi exclusivos, en este caso cada producto tiene que compartir los

recursos de las operaciones con muchas otras. Estos recursos procesan una serie de productos pero, aunque todos requieren el mismo tipo de atención, difieren en sus necesidades específicas. Los procesos por tareas producen más artículos y más pequeños que los procesos por proyecto pero, igual que éstos, el grado de repetición es bajo. La mayoría de los trabajos tal vez sean de “una sola vez”.

- Procesos por lote: Estos procesos pueden parecerse a los procesos por tareas pero el lote tiene un menor grado de variedad asociada. Cada vez que opera un proceso por lotes, fabrica más de un producto. Cada parte de la operación tiene periodos de repeticiones, al menos mientras se procesa el lote.
- Proceso en masa: Son los que producen bienes en gran volumen y con relativamente poca variedad, poca en términos de las bases del diseño de su producto.
- Procesos continuos: Son literalmente continuos porque sus productos se fabrican en un flujo sin fin. Con frecuencia se asocian con inflexibilidad y con tecnologías de alta inversión con un flujo altamente predecible. (Tipos de procesos en la manufactura)

1.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS PROCESOS:

- Se pueden describir entradas y salidas.
- El proceso afecta a varios límites organizativos funcionales.
- Es capaz de cruzar vertical y horizontalmente la organización
- Se habla de metas y fines en lugar de acciones y medios.
- El proceso debe ser fácilmente comprensible por cualquier persona de la organización.
- El nombre que se asigne al proceso debe ser representativo de los conceptos y actividades incluidos en el mismo.

Dos características esenciales de todo proceso son:

- Variabilidad del proceso: Cada vez que se repite el proceso hay ligeras variaciones en la secuencia de actividades realizadas que, a su vez, generan variabilidad en los resultados del mismo expresados a través de mediciones concretas.
- Repetitividad del proceso: Como elemento clave para su mejora. Los procesos se crean para producir un resultado y repetir ese resultado. (gestion-calidad, 2016)

1.3 ENTRADAS Y SALIDAS DE LOS PROCESOS

Todo proceso tiene una serie de entradas provenientes de clientes y partes interesadas. Tienen actividades que agregan valor a las entradas haciendo que se transformen en salidas, que son los bienes y servicios hacia clientes, otros procesos y/o partes interesadas.

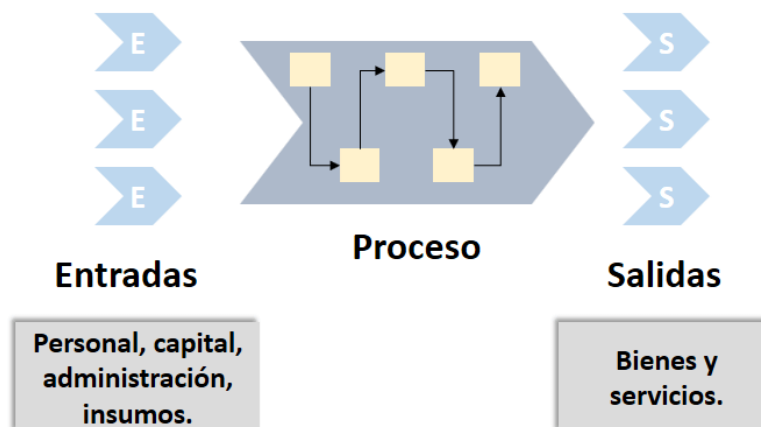


Ilustración 1. Entradas y salidas de los procesos.

1.4 HISTORIA DE LA MANUFACTURA ESBELTA

La manufactura esbelta, producción esbelta o lean manufacturing es un método de producción que busca minimizar los desperdicios, generar calidad y mejorar la productividad.

A principios del siglo XX tuvo lugar el desarrollo de la producción en masa, técnica de fabricación en grandes lotes para lograr la reducción de costes.

Fue en esta época cuando F. W. Taylor y H. Ford comenzaron a aplicar novedosas técnicas de producción. Entre otras novedades, Ford introdujo la cadena de producción. Por su parte, Taylor impulsó la estandarización en la fabricación.

La filosofía de trabajo lean como tal surgió en Japón. Después de la Segunda Guerra Mundial, en un entorno caracterizado por la escasa demanda, la producción en masa no resultaba un sistema eficiente.

En este contexto, durante la década de 1940 la empresa Toyota desarrolló un sistema de fabricación bajo demanda, mediante la reducción del tamaño de los lotes. (Cajal)

1.5 ORIGEN HISTÓRICO DE LEAN

El Lean Manufacturing surge a partir de la cultura que adoptaron las empresas japonesas que tenían como objetivo aplicar mejoras en la planta de fabricación. Consiguieron mejorar los resultados tanto en los puestos de trabajo como en las líneas de fabricación, aunque no fueron los primeros en intentar optimizar la producción y la rentabilidad de las empresas. (progressalean.com)

1.6 CASA LEAN

El sistema de producción Toyota se explica utilizando una casa, porque representa una estructura que es fuerte siempre que los cimientos y las columnas sean fuertes. En el momento que cualquiera de las partes esté en mal estado debilitaría todo el resto del sistema. Se compone de 4 elementos: cimientos, corazón, pilares y tejado.

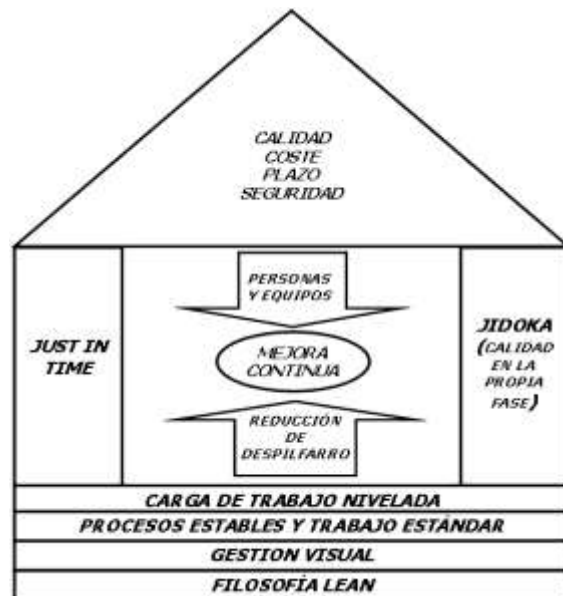


Ilustración 2. Casa Lean

- Cimientos: Representa el cambio de cultura organizacional, una cultura esbelta, es la parte más importante de la estructura, por lo que todos los recursos de la organización deben ser utilizados para difundir las nuevas formas de trabajo.
- Corazón: Representa las personas que viven dentro de la casa, orientados a buscar constantemente la mejora, reduciendo los despilfarros y las deficiencias de la organización.
- Pilares: Podemos representarlos por las herramientas Lean Just in Time (fabricar solo lo que necesitamos en la cantidad que necesitamos y cuando lo necesitamos) y Jidoka (uso de técnicas para detectar y corregir los defectos de la producción utilizando para ello los procedimientos y mecanismos necesarios que nos avisen de las anomalías).
- Tejado: Representa el resultado, calidad, costos y todo aquello que mantiene operando la organización. (Romero, 2015)

1.7 SISTEMA DE PRODUCCIÓN TOYOTA

Sakichi Toyoda, su hijo Kiichiro Toyoda y el ingeniero Taiichi Ohno son los principales responsables del sistema de producción de Toyota o Toyota Production System (TPS).

En 1902, Sakichi inventó un telar que podía detectar un hilo roto y detener el proceso de fabricación. De esta innovación surgió la idea pionera de un sistema de “eliminación completa de todos los residuos” y la búsqueda de métodos más eficientes en la producción.

En 1937, Kiichiro, hijo de Sakichi Toyoda, fundó Toyota Motor Corporation y desarrolló su propia filosofía basada en el concepto de justo a tiempo, que se convertiría en uno de los pilares básicos del sistema de producción integral de la compañía.

Poco después, otro visionario (Eiji Toyoda, primo de Kiichiro) se convirtió en el presidente de Toyota Motor Manufacturing y le encargó al ingeniero Taiichi Ohno la siempre exigente tarea de aumentar la productividad.

Ohno investigó y desarrolló el método de control de calidad del pionero W. Edwards Deming, basado en la mejora tecnológica de cada etapa de un negocio, desde el diseño hasta la post-venta. Así fue como dio forma definitiva al concepto de justo a tiempo y al principio de Kaizen, lo que convierte a Ohno en el verdadero artífice del TPS. (toyota.mx, 2017)

1.8 PRINCIPIOS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN TOYOTA

Esta metodología establece una serie de conceptos simples pero muy eficaces.

- Just in time: Se basa en la idea de producir únicamente lo necesario, y hacerlo siempre con la máxima calidad sin malgastar los recursos de la empresa. Para hacer esto posible se necesita una buena planificación y control de la producción, además de que se revisen los estándares de calidad constantemente.
- Jidoka: Se refiere a automatizar los procesos pero siempre bajo una supervisión humana. Sirve para tener un autocontrol de la calidad de los productos, sobre todo en aquellas empresas que se dedican a producir en gran escala.
- Kaizen: se parte de la idea de que todo puede ser mejorado y perfeccionado. De esta manera se van mejorando todos los procesos y productos hasta alcanzar la excelencia en calidad. (Instituto Europeo de Posgrado)

2. TRANSFORMACIÓN A OPERACIONES ESBELTAS

2.1 CLASIFICACIÓN DE LAS LIMITANTES DE LA PRODUCTIVIDAD

- MURI (Sobrecarga): Todos los recursos de un sistema de producción tienen límites normales de operación, de manera que, cuando se les exige a producir por encima de dichos niveles, se puede provocar un agotamiento del recurso, y, en consecuencia, una disminución de la productividad.
- MURA (Variabilidad): Falta de uniformidad que puede percibirse desde los insumos del sistema, y que afecta de forma directa a la uniformidad de los procesos. En consecuencia, procesos no uniformes generan productos o servicios variables. Dicha variación puede, o no, afectar de forma negativa a los clientes, y puede, o no, considerarse como natural.
- MUDA (Desperdicio): Gasto excesivo que no agrega valor, y que por innecesario se debe eliminar. (Salazar López, ingenieriaindustrialonline, 2019)

2.2 CLASIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES SEGÚN LEAN

- Actividad VA (de valor añadido). Si una actividad añade valor, debemos optimizarla para que nos entregue más valor y consuma menor cantidad de recursos.
- Actividad NVA (de No valor añadido). Si una actividad NO está generando valor, debemos eliminarla.
- Actividad NVAN (de No valor añadido pero necesaria). Son las actividades de NO Valor (el cliente no las pagaría), pero que encontramos necesarias para hacer llegar el valor al cliente. Tenemos que esforzarnos en reducir estas actividades de NO Valor pero Necesarias. (capazita)

2.3 LOS 7 DESPERDICIOS

1. Sobreproducción: Significa producir más de lo que se necesita, más rápido de lo que se requiere o antes de que se necesite.
2. Sobreinventario: Cualquier material, producto en proceso o producto terminado que exceden a lo que se necesita para satisfacer la demanda del cliente.
3. Productos defectuosos: Se refiere a la pérdida de los recursos empleados para producir un artículo o servicio defectuoso, ya que se invirtieron materiales, tiempo-máquina y, lo más importante, tiempo de una persona para realizar un trabajo que, a final de cuentas no sirvió para agregar valor al cliente. En este rubro entran también los retrabajos, ya que implica realizar una o más tareas dos o más veces, incurriendo así a más gastos y en la pérdida de disponibilidad de los recursos de la empresa.
4. Transporte de materiales y herramientas: Consiste en todos aquellos traslados de materiales que no apoyan directamente el sistema de producción. Mover los productos de un lado a otro de la planta no se traduce en un cambio significativo para el cliente, pero sí implica un costo y pone en riesgo la integridad del producto.
5. Procesos innecesarios: Los procesos no siempre agregan valor para el cliente. Muchos trabajos son consecuencia de las necesidades de taller, de calidad de manufactura o mala planeación de las entregas. El manejo adecuado de este tipo de desperdicios va desde su eliminación total, su combinación con otro proceso que sí agregue valor, su reducción o simplificación (E CRS).
6. Espera: Tiempo que se pierde cuando un operador espera a que su máquina termine su trabajo, cuando las máquinas se detienen en espera de que el operador haga algún ajuste, o cuando el operador y la máquina están en espera de materiales, herramienta o instrucciones. Esto implica un consumo de tiempo que no agrega valor y constituye el más común de todos los desperdicios en la industria.
7. Movimientos innecesarios del trabajador: Traslado de personas de un punto a otro en su lugar de trabajo o en toda la empresa, sin que ello sea indispensable

para aportar valor al producto y sin que contribuya a la transformación o beneficio del cliente.

2.4 FASES DE TRANSFORMACIÓN A UN SISTEMA LEAN

FASE 0: Adoptar Lean.	<ul style="list-style-type: none"> • Crear visión. • Establecer la necesidad. • Perseguir el aprendizaje Lean. • Compromiso. • Adopción por la gerencia.
FASE 1: Preparar.	<ul style="list-style-type: none"> • Integrar a todos los niveles de la empresa. • Establecer equipos de implementación. • Estrategia de implementación. • Desarrollo de plan en cambio de personal. • Dirección de aspectos culturales. • Entrenamiento de personal clave. • Establecer objetivos (métricos).
FASE 2: Definir valor.	<ul style="list-style-type: none"> • Definir requerimientos del cliente.
FASE 3: Identificar flujo de valor.	<ul style="list-style-type: none"> • Mapeo de flujo de valor del proceso actual.
FASE 4: Diseño de sistemas.	<ul style="list-style-type: none"> • Mapeo del flujo de valor del estado futuro del proceso.
FASE 5: Implementar flujo.	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar takt. • Establecer kanbans. • Estandarizar trabajo.
FASE 6: Implementar pull.	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar nuevos procesos. • Establecer pull.
FASE 7: Búsqueda de la perfección.	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de equipo. • Mejora de calidad. • Establecimiento de 5 S's. • Establecimiento de eventos Kaizen. • Eliminación de barreras. • Expansión TPM. • Evaluación contra métricos objetivos. • Evaluación de progreso utilizando matrices de maduración lean.

Tabla 1. Fases de transformación a un sistema Lean.

2.5 ESTADO ACTUAL DE LOS PROCESOS

El mapa del estado actual es un documento de referencia para determinar excesos en el proceso y documentar la situación actual de la cadena de valor. En este mapa podemos observar los inventarios en proceso e información para cada operación relacionada con su capacidad, disponibilidad y eficiencia. Además proporciona información sobre la demanda del cliente, la forma de procesar la información del cliente a la planta y de la planta a los proveedores, la forma en que se distribuye al cliente y la distribución por parte de los proveedores y, finalmente, la manera en que se suministra la información a los procesos. (Salazar López , *ingenieriaindustrialonline*, 2019)

2.5.1 MAPA DE LA CADENA DE VALOR

Es una representación gráfica de elementos de producción e información que permite conocer y documentar el estado actual y futuro de un proceso, es la base para el análisis del valor que se aporta al producto o servicio, y es la fuente del conocimiento de las restricciones reales de una empresa, ya que permite visualizar en dónde se encuentra el valor y en dónde el desperdicio. En el mapa de valor podemos observar y entender el flujo de la información y el flujo de los materiales, ya que una empresa de manufactura no solo fabrica bienes, sino que también produce información.

Cadena de valor: Son todas las operaciones que transforman productos de la misma familia y son necesarias para ofrecerle al cliente un producto desde el concepto o diseño, hasta la producción y el envío. En una cadena de valor existen elementos tangibles e intangibles, como equipo, personas, materiales, métodos, conocimiento, habilidades diversas, energía, etcétera, El mapeo de la cadena consiste en ver plasmados todos esos elementos en un dibujo para entenderlos y mejorarlos, y no solo en saber que existen. (Socconini, Lean Manufacturing Paso a Paso)

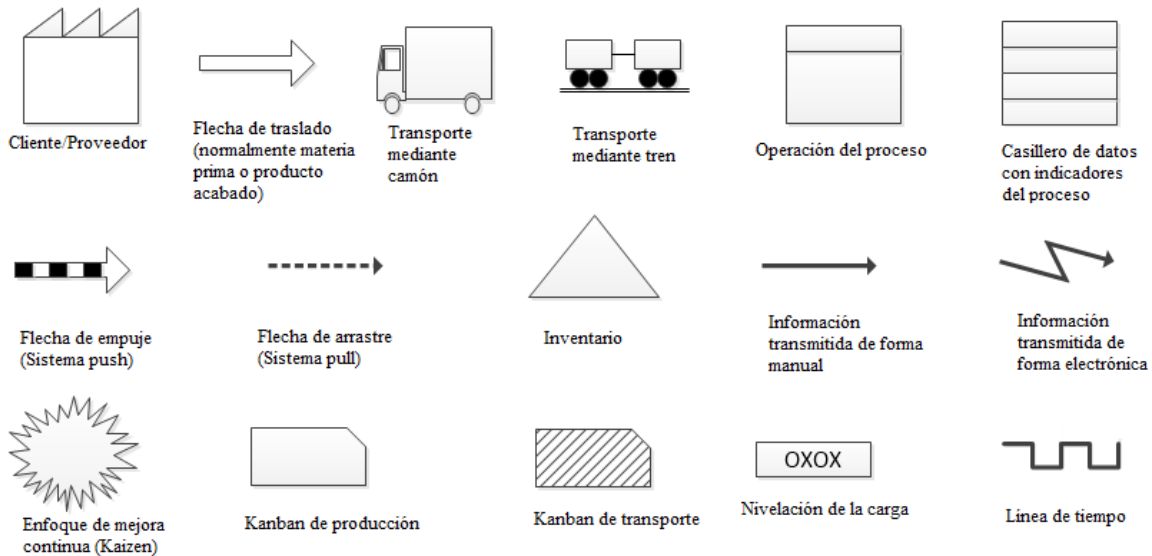


Ilustración 3. Simbología de cadena de valor.

2.5.2 % DE VALOR AGREGADO POR PROCESO

Se refiere al uso de los recursos, es decir, cuánto (en porcentaje) están agregando valor dichos recursos y va en relación de la cantidad de inventario en proceso y el tiempo de ciclo, así como la calidad del balanceo de las líneas de producción. Dicho de otra manera, mientras más se acerque este métrico a 1 o 100% más cerca están de correr flujo de una sola pieza.

$$FVA = (\text{Tiempo de Ciclo} / \text{Inventario en proceso}) \times 100$$

2.5.3 DIAGRAMA DE ESPAGUETI

Representación del movimiento de personas o equipos dentro de un puesto de trabajo, busca conocer cada movimiento para posteriormente buscar el orden más lógico para máquinas, armarios, otros puestos de trabajo y ganar en eficiencia dentro de la empresa, en primer lugar reduciendo tiempo de desplazamiento de operarios y aumentando el rendimiento de producción. Esto se realiza con el propósito de entender y documentar el desperdicio que ocurre de forma recurrente. (pdcahome, 2013)

2.6 DISEÑO DE PROCESOS CON LEAN THINKING

El Lean Thinking es utilizado como un proceso de transformación de organizaciones que sigue 5 pasos, para llevarlas hacia la Excelencia Operacional.

1. Identificar los clientes y definir el Valor: Qué es lo que se necesita, una verdadera orientación al cliente, y la comprensión de la Voz del Cliente son fundamentales para sobrepasar este paso correctamente.
2. Identificar y mapear la corriente de valor: Buscaremos a lo largo del proceso principal dónde se está generando valor, es decir dónde están las operaciones que transforman el producto o servicio, tal y como desea el Cliente.
3. Crear flujo a través de la eliminación del desperdicio: Entre cada operación de valor siempre existe al menos un desperdicio en sus diferentes representaciones (7 Mudras). Si conocemos las herramientas para eliminar esos desperdicios o reducirlos a su mínima expresión, habremos aumentado la corriente de la cadena de valor, lo que causará una mejora en el QCD: Calidad, Costes y Delivery (servicio o entrega).
4. Responder al Pull de la demanda de los clientes: Cuando hemos eliminado los desperdicios de la corriente de valor, entonces estaremos en disposición de enganchar las operaciones de valor (de transformación), de manera que cuando el cliente retire un producto o un servicio de nuestro último eslabón, el sistema tirará agua arriba para reponer dicho producto o servicio. Esto es lo que se llama un sistema Pull (tirar), lo contrario de Push (empujar), sistema tradicional que produce sin descanso y sin control hasta llenar los almacenes.
5. Buscar la perfección: Dado que la eliminación de desperdicios se realiza de manera progresiva, en función de los recursos disponibles, de los conocimientos en las técnicas y herramientas Lean, el proceso de transformación es cíclico, y esta fase de búsqueda de perfección, las organizaciones se cuestionan el trabajo realizado, y buscan dar una nueva vuelta a la mejora, entrando así en la verdadera mejora continua. (actioglobal, 2017)

3. HERRAMIENTAS BÁSICAS DE LA MANUFACTURA ESBELTA

3.1 CAMBIO DE LA CULTURA DE LA COMPAÑÍA.

Una cultura organizacional se compone de creencias, valores, hábitos, costumbres y experiencias aplicadas a todos los componentes de una compañía.

La gestión del cambio es el proceso mediante el cual se gestiona la transición a una nueva realidad, procura convencer y persuadir a los miembros a que logren trabajar en un nuevo contexto que traerá buenos resultados a la organización.

Estos son los pasos que John Kotter, profesor de liderazgo de Harvard Business School, sugiere para lograrlo:

1. Crear un sentido de urgencia que les permita a los trabajadores querer desear ese cambio, mediante estadísticas, cifras, testimonios e investigaciones del mercado actual.
2. Formación de equipo de cambio.
3. Crear una visión clara para el cambio, se deben determinar los nuevos valores por los cuales se regirá la organización.
4. Comunicar la visión para que todos los miembros tengan claridad en el propósito del cambio.
5. Eliminar obstáculos que se puedan presentar frente a la gestión del cambio que se está realizando.
6. Asegurarse de triunfos a corto plazo.
7. Construir sobre el cambio, para así poder fijar metas y generar el concepto de la mejora continua.
8. Implementar los cambios en la cultura organizacional. (medium.com)

3.2 LAS 5 S´S

Las 5 S´S son una herramienta de gestión visual fundamental dentro de la Manufactura esbelta, y son utilizadas como punto de partida para introducir la mejora continua en la empresa. Su misión es optimizar el estado del entorno de trabajo, facilitar la labor de los empleados y potenciar su capacidad para la

detección de problemas. Con su implementación conseguimos mejorar la productividad del proceso y aumentar la calidad.

3.2.1 SEIRI (SELECCIÓN):

Consiste en identificar y clasificar los materiales indispensables para la ejecución del proceso. El resto, se considerará material innecesario y por lo tanto se elimina o separa.

3.2.2 SEITON (ORDEN).

Ordenar los materiales indispensables, facilitando las tareas de encontrar, usar y reponer estos útiles.

3.2.3 SEISO (LIMPIEZA).

Localizar y eliminar la suciedad del puesto de trabajo, así como su correcto mantenimiento.

3.2.4 SEIKETSU (ESTANDARIZAR).

Se trata de estandarizar determinadas acciones o procesos mejorados en los apartados anteriores mediante la elaboración de instrucciones técnicas a modo de esquema, que permitan de manera rápida consultar cómo hacer determinada tarea.

3.2.4 SHITSUKE (DISCIPLINA).

Se trata de que la mejora alcanzada con las 4 S's anteriores se convierta en una rutina. Es el crecimiento a nivel humano y personal a nivel de autodisciplina y autosatisfacción. (las5scontroldecalidad, 2015)

3.3 CONTROL VISUAL (ANDON).

El Andon es un dispositivo que avisa visualmente de una anomalía. La forma más sencilla sería una señal luminosa que resalte un texto o un color con un significado predefinido (desglose, necesidad de ayuda, desviación del objetivo, etc.).

Hay muchos tipos diferentes de Andon, aunque todos ellos deben tener una serie de características en común:

- Permiten saber fácilmente si las condiciones de funcionamiento de los equipos son óptimas o no, y en algunos casos también nos da información sobre el tipo de anomalía.
- Es una señal destinada a desencadenar una reacción inmediata para la corrección de anomalías. (leanroots, 2017)

3.3.1 ANTECEDENTES.

Los sistemas ANDON nacieron en Japón durante los años 70. En su idioma, la palabra significa “señal” o “linterna”, algo que describe de manera bastante ajustada la manera de funcionar de esta herramienta industrial.

El término Andon se usaba para nombrar las linternas de papel japonesas, muy habituales como adornos. En el fondo, se trata de una señal luminosa que notifica cualquier problema que surja dentro de los flujos de control de calidad o de producción. Se origina en la metodología Jidoka utilizada en el Sistema de Producción Toyota, que permite a los operadores reconocer los problemas y tomar la iniciativa para detener el trabajo sin esperar a que la gerencia tome la decisión.

3.3.2 METODOLOGÍA.

Andon debe ser simple y fácil de entender (no requiere alta tecnología), debe quedar claro lo que se pretende conseguir, lo que nos dirá qué indicadores se controlarán continuamente y cuáles activarán las alarmas.

Dependiendo de la importancia de las operaciones o productos, puede haber diferentes Andones con diferentes reacciones. No todos los problemas tienen la misma importancia y, por lo tanto, no requieren la misma movilización de recursos.

Es necesario definir claramente el procedimiento a seguir: la “cadena de ayuda” que puede implicar sucesivamente a diferentes personas en el problema dentro de unos plazos definidos con el fin de reducir al mínimo el tiempo de reacción.

Si la resolución de anomalías requiere una acción a medio y largo plazo, éstas deben estar bien definidas y el estado de la resolución debe ser visible.

3.4 SISTEMA JIT.

La filosofía de manufactura Just in Time (Justo a Tiempo) postula que se debe producir solo lo que sea necesario, en la cantidad que sea necesaria y en el momento que sea necesario.

3.4.1 ELEMENTOS DEL SISTEMA JIT.

1. Atacar los Problemas Fundamentales: Consiste en atacar las causas fundamentales de los problemas, resolviendo éstos sin encubrirlos. El nivel de inventario o existencias suele ocultar problemas en los procesos
2. Eliminar Despilfarros (Desperdicios): En la manufactura Justo a Tiempo (JIT) el énfasis debe estar en eliminar todas aquellas actividades que no añaden valor al producto con lo que se reduce costos, mejora la calidad, reduce los plazos de fabricación y aumenta el nivel de servicio al cliente.
3. Buscar la Simplicidad: Los enfoques de producción simples están asociados a una gestión más eficaz. (gestion de operaciones, 2016)

3.4.2 SISTEMAS PULL.

Cuando la demanda del producto determina cuánto producir, se habla de sistema pull o enfoque pull. Los tamaños de las órdenes de producción son pequeños, se generan bajos costes por inventarios, y un riesgo bajo por obsolescencia del producto. (infaimon, 2018)

3.4.3 BENEFICIOS DEL JIT.

- Permite disminuir los niveles de inventario en cada fase del proceso productivo.
- Aumento de productividad de la mano de obra directa e indirecta.
- Reducción de costos por errores en el material.
- Permite reducir el inventario.
- Aporta flexibilidad al sistema y facilita los cambios rápidos.
- La relación con los proveedores es mucho más cercana. (geinfor)

3.5 KANBAN.

Sistema de información visual que indica a los operadores cuándo iniciar una actividad de producción o cuándo se requiere reponer material en los supermercados, con lo que se previene el desabasto.

3.5.1 TIPOS DE KANBAN.

- Kanban de retiro: Especifica la clase y la cantidad de productos que un proceso debe retirar del proceso anterior.
- Kanban de producción: Especifica la clase y la cantidad de productos que un proceso debe producir. (Socconini, LSSI, 2018)

3.6 JIDOKA.

El Método Jidoka es una metodología japonesa incluida en Lean Manufacturing, la cual busca que cada proceso tenga su propio autocontrol de calidad (refiriéndose principalmente a procesos industriales de producción en línea o a gran escala).

Este método no funciona solamente corrigiendo una irregularidad, sino que investiga la causa raíz, permitiendo eliminarla y evitando su repetición en el futuro.

3.6.1 ELEMENTOS DEL JIDOKA Y SUS BENEFICIOS.

- Detectar el defecto. Se puede detectar automáticamente (por ejemplo con sensores) o manualmente (por los operarios de fabricación).
- Parar la producción de la línea.
- Solucionar el defecto detectado de una manera rápida para reanudar la producción lo antes posible, mientras tanto se debe buscar la solución definitiva.
- Investigar y analizar la causa raíz del defecto y tomar las acciones correctivas necesarias, para de esta manera poder implantar una solución definitiva. Para hacer la investigación de la causa raíz podemos utilizar herramientas como la de los 5 porqués o los diagramas de afinidad.

Los principales beneficios de esta herramienta son:

- Utilización efectiva de la mano de obra.

- El artículo producido será de primera calidad.
- Menor Tiempo de entrega de productos.
- Reducción en la tasa de falla del equipo.
- Incrementar el nivel de satisfacción del cliente.
- Bajar costos (Internos, Externos y Costos de evaluación, etc.) (pdcahome)

3.7 TRABAJO ESTÁNDAR.

El trabajo estándar tiene su fundamento en la excelencia operacional. Con el trabajo estandarizado se puede garantizar que en las operaciones siempre se elaboren los productos de la misma manera. Hace posible aplicar los elementos Lean Manufacturing ya que define de la manera más eficiente los métodos de trabajo para lograr la mejor calidad y los costos más bajos.

3.7.1 ELEMENTOS DEL TRABAJO ESTÁNDAR.

1. Takt Time: Tiempo necesario para realizar el trabajo y cubrir la demanda de los clientes.
2. La Secuencia de Trabajo, en la que un operario realiza tareas dentro del tiempo del ciclo estándar.
3. El Inventario necesario para que un operario realice su trabajo y mantenga el proceso funcionando sin problemas. (Ingrande)

3.7.2 HOJA DE SECUENCIA DE TRABAJO ESTÁNDAR.

Este diagrama muestra el movimiento del operador y la ubicación del material en relación con la máquina y el diseño general del proceso. El diagrama debe mostrar los tres elementos que constituyen el trabajo estandarizado: el tiempo Takt actual (y el tiempo de ciclo) para el trabajo, la secuencia de trabajo y la cantidad de stock estándar en proceso requerido para garantizar operaciones sin problemas.

Nombre del proceso	Preempaque línea 2	Fecha de inscripción o revisión	HOJA DE TRABAJO ESTANDAR			
Número de parte		17 /Jul/2008				
Nombre de parte	Estufa gas exportación	Alcance de la operación	[desde] Preempaque de parrillas			
			[hasta] Preempaque final			
Revisión de calidad	Precauciones de seguridad	Inventario estándar en proceso (IEP)	# de parrillas en IEP	Tiempo Telet.	T. de tiempo ciclo	Número de operadores
◇	+	●	3	20	48	2

Ilustración 4. Hoja de secuencia de trabajo estándar.

3.7.2 HOJA DE CAPACIDAD DE PROCESO.

Este formulario se usa para calcular la capacidad de cada máquina en un conjunto de procesos vinculados (a menudo una celda) para confirmar la capacidad real e identificar y eliminar cuellos de botella. Este formulario determina factores tales como los tiempos de ciclo de la máquina, la configuración de la herramienta y los intervalos de cambio y los tiempos de trabajo manual.

Hoja de capacidad de proceso		Aprobado:	Parte #		Aplicación		Realizado por:	
			Nombre		Línea			
#	Nombre del Proceso	Máquina	Tiempo			Cambio herramienta		Capacidad por turno
			MANUAL	AUTO	COMPLETO %	CHANGE	TIME	
1	Corte	cc100	5	25	30	500	2 min.	896
2	Ajuste	gg200	5	12	17	1000	5 min.	1570
3	Moladura	gg300	5	27	32	300	5 min.	823

Ilustración 5. Hoja de capacidad de proceso.

3.7.2 HOJA DE TRABAJO COMBINADO.

Esta hoja muestra la combinación del tiempo de trabajo manual, el tiempo de caminata y el tiempo de procesamiento de la máquina para cada operador en una secuencia de producción. Este formulario proporciona más detalles y es una herramienta de diseño de proceso más precisa que la tabla de balance de trabajo. Muestra las interacciones entre operadores y máquinas en un proceso y permite el recálculo del contenido de trabajo del operador a medida que el tiempo Takt se expande y se contrae con el tiempo.

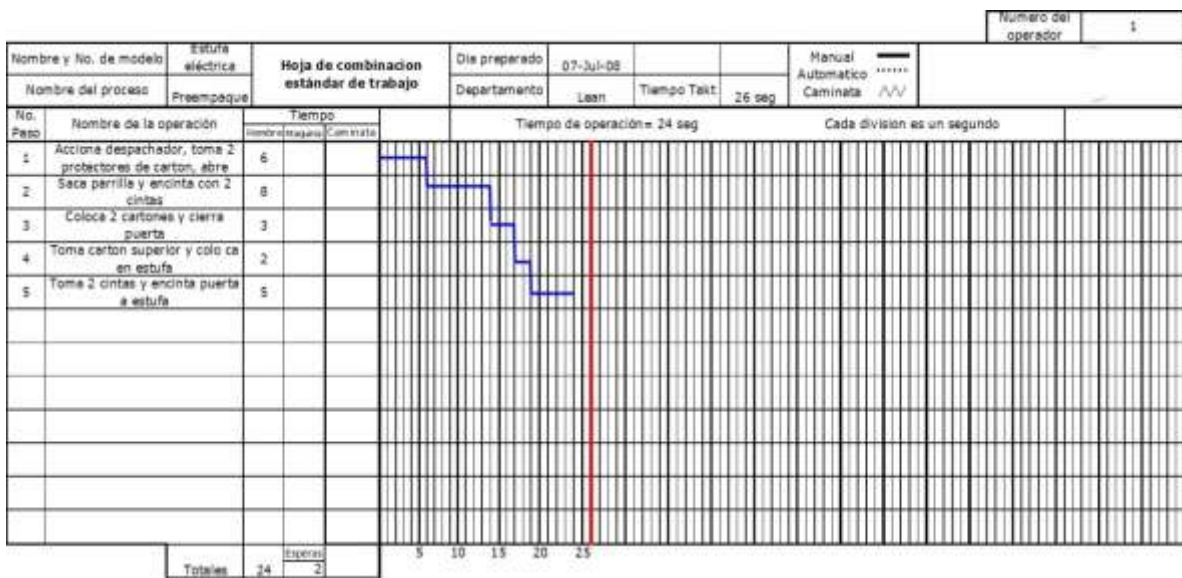


Ilustración 6. Hoja de trabajo combinado.

4. HERRAMIENTAS PARA MEJORAR LA EFECTIVIDAD DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO Y LA CALIDAD

4.1 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM).

El TPM (siglas de Total Productive Maintenance) es el método de la gestión del mantenimiento de la empresa con la vocación de conseguir cero fallos, con la involucración de todo el personal de la empresa, y en todas las fases del desarrollo del producto, incluido el diseño. El principal objetivo del TPM es asegurar que un equipo o herramienta de producción se encuentre en condiciones óptimas para su uso y que sea capaz de producir los componentes con los estándares de calidad adecuados y en el tiempo establecido.

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una metodología de mejora que permite asegurar la disponibilidad y confiabilidad prevista de las operaciones, de los equipos, y del sistema, mediante la aplicación de los conceptos de: prevención, cero defectos, cero accidentes, y participación total de las personas. (lean manufacturing 10)

4.1.2 ANTECEDENTES.

Nació en Estados Unidos, y tiene sus principales antecedentes en los conceptos de mantenimiento preventivo desarrollados en los años cincuenta. El mantenimiento preventivo consiste en actividades de revisión parcial de forma planificada, en las cuales se ejecutan cambios, sustituciones, lubricaciones, entre otras actividades; antes de que se materialicen las fallas.

La forma planificada requiere de una programación periódica, teniendo en cuenta las recomendaciones técnicas del fabricante, y el histórico de averías de los equipos.

Como una evolución de la planificación periódica de las actividades de mantenimiento, se incorpora el concepto de mejoramiento de los equipos, con el propósito de evitar que se produzcan fallas, aprovechando el conocimiento del operario. Como resultado nace un plan de mantenimiento relacionado con mejoras incrementales.

De este concepto de planificación periódica del mantenimiento relacionado con mejoras incrementales, nace el TPM (Mantenimiento Productivo Total).

4.1.3 PILARES TPM.

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) se fundamenta sobre seis pilares:

1. Mejoras enfocadas (Kobetsu Kaizen): Son actividades desarrolladas con el propósito de mejorar la eficiencia global de los equipos, operaciones y del sistema en general. Dichas mejoras, incrementales y sostenibles, se llevan a cabo a través de una metodología específica, orientada al mantenimiento y a la eliminación de las limitantes de los equipos.
2. Mantenimiento autónomo (Jishu Hozen): El mantenimiento autónomo es aquel que se lleva a cabo con la colaboración de los operarios del proceso. Consiste en realizar diariamente actividades no especializadas, tales como la inspección, limpieza, lubricación, ajustes menores, estudios de mejoras, análisis de fallas, entre otras.
3. Mantenimiento planificado (Keikaku Hozen): Corresponde al mejoramiento incremental y sostenible de los equipos, instalaciones y el sistema en general, con el propósito de lograr el objetivo de cero averías.
4. Mantenimiento de calidad (Hinshitsu Hozen): Tiene como principal objetivo mejorar y mantener las condiciones de los equipos y las instalaciones en un punto óptimo donde sea posible alcanzar la meta de cero defectos, es decir cero no conformidades de calidad.
5. Control previo: Aplicar a nuevos equipos (o equipos optimizados) los conocimientos adquiridos por la experiencia en el manejo o el historial de fallos de una máquina o sistema.
6. Administración: Sus funciones son las que garantizan eficacia en el funcionamiento del proceso productivo, menores costes y productos finales de mayor calidad.
7. Educación y entrenamiento: Se enfoca en garantizar el desarrollo de las competencias del personal, teniendo en cuenta los objetivos de la organización.

8. Seguridad y medio ambiente: Consiste en crear un sistema de gestión integral de seguridad y medio ambiente con el objetivo de lograr cero accidentes y cero contaminación, llevando los principios del sistema de gestión a todos los niveles de la organización. La integridad de las personas y el impacto ambiental son objetivos que contribuyen al mejoramiento de la productividad, un sitio de trabajo seguro, un entorno agradable, son escenarios ideales para la búsqueda de operaciones eficientes.

4.2 CAMBIOS RÁPIDOS DE PRODUCTOS (SMED).

SMED (Single-Minute Exchange of Die) es el cambio de herramientas en un solo dígito de minuto, es decir, en menos de 10 minutos.

El tiempo de cambio es el tiempo que transcurre desde que sale la última pieza de un lote anterior hasta que sale la primera pieza buena del siguiente lote después del cambio. SMED se utiliza cuando necesitamos reducir los tiempos de ciclo aprovechando al máximo el tiempo disponible para producir y utilizando menos tiempo para cambiar herramientas. (Socconini, LSSI, 2019)

4.2.1 METODOLOGÍA SMED.

Durante el proceso de cambio, debemos distinguir entre dos tipos de operaciones:

- Operaciones externas: se realizan con la maquinaria utilizada en el proceso de fabricación en funcionamiento, manteniendo así la producción de piezas válidas del lote anterior.
- Operaciones internas: se llevan a cabo con la maquinaria parada, sin que ésta pueda producir nada.

Con el objetivo de reducir todo lo que sea posible el tiempo de cambio, es necesario analizar todas las operaciones que se realizan, así como el material o maquinaria con que cuentan los operarios, con el fin de poder reducir los tiempos invertidos en cada una de ellas siguiendo los siguientes pasos:

1. Identificación de operaciones necesarias para el cambio.
2. Distinción entre operaciones internas y externas.

3. Transformación de operaciones internas a externas y optimización de las operaciones externas.

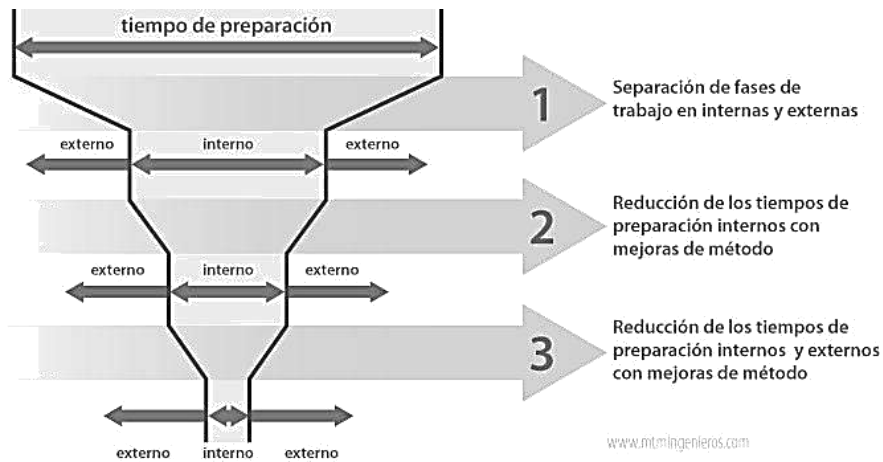


Ilustración 7. Metodología SMED.

4.3 A PRUEBA DE ERRORES (POKAYOKE).

Poka Yoke es un término japonés que significa a prueba de error. Un Poka Yoke es cualquier mecanismo en un proceso de «lean manufacturing» que ayuda al operador a evitar '(yokeru)' errores '(poka)'. Su objetivo es eliminar los defectos del producto mediante la prevención, corrección, o llamar la atención sobre los errores humanos que se producen. (APMEN, 2019)

4.3.1 ANTECEDENTES.

Fue implementado en la década de 1960 por el gerente de planta de Toyota Shigeo Shingo. Se rediseñó un proceso mediante el cual los trabajadores de la fábrica de montaje de un pequeño interruptor no serían capaces de olvidar la inserción de un resorte. En el proceso rediseñado, el trabajador podría realizar la tarea en dos pasos, primero la preparación de los dos resortes necesarios y la colocación en un marcador de posición y, a continuación, la inserción de los muelles del marcador de posición en el interruptor. Cuando un resorte se mantenía en el marcador de posición, los trabajadores a continuación, sabían que se habían olvidado de insertarlo y podrían corregir el error inmediatamente.

5. MEJORA CONTINUA (KAIZEN)

5.1 KAIZEN.

Kaizen es una palabra japonesa que significa "mejora". Sin embargo, sólo recibió el término de "continua" hasta que sus principios empezaron a ser adoptados por organizaciones occidentales. Así pues, hoy en día todos relacionamos el concepto de kaizen con "mejora continua". Su principal utilidad radica en su aplicación gradual y ordenada, que implica el trabajo conjunto de todas las personas en la empresa para hacer cambios sin hacer grandes inversiones de capital.

Un evento kaizen es una cadena de acciones realizadas por equipos de trabajo cuyo objetivo es mejorar los resultados de los procesos existentes. Mediante estas acciones, los dueños de los procesos y los operadores pueden realizar mejoras significativas en su lugar de trabajo que se traducirán en beneficios de productividad y rentabilidad para el negocio. (Socconini)

5.1.1 DURACIÓN Y PROCEDIMIENTO DEL EQUIPO KAIZEN.

Dependiendo del impacto en el proceso y la dificultad del mismo, regularmente toma de uno a Cinco días llevar a cabo cada evento Kaizen. Es importante tener claro que este rango no es al azar; esto significa que cada equipo debe tener bien definida la agenda de trabajo antes de iniciar el evento.

Procedimiento para llevar a cabo un evento kaizen:

- Antes de realizar el evento kaizen.

Los eventos kaizen se planean con una anticipación de hasta dos meses. En esta etapa de planeación se realiza lo siguiente:

1. Se proponen y descubren las oportunidades para llevar a cabo un evento.
2. Se elige al líder del equipo.
3. Se elige al patrocinador del evento.
4. Se elige al equipo. Se recomienda que sean de 7 a 10 participantes en total, incluyendo operadores, ingenieros, personal administrativo y de calidad. En ocasiones participan clientes o proveedores.

5. Se prepara la logística del evento.
6. Se comunica a los participantes.
7. Se prepara la documentación necesaria de acuerdo con cada tipo de evento.

- Durante el evento kaizen.

El primer día se hace una reunión de apertura con todo el equipo, el director o gerente, y se realiza la siguiente agenda sugerida:

1. El director explica la razón del evento de mejora y recalca la necesidad de los cambios.
2. El líder del equipo presenta a todo el equipo y proporciona los objetivos, el alcance, la agenda, las reglas y los entregables del evento.
3. Según el propósito del evento y la herramienta Lean que se va a aplicar, se realiza una presentación sencilla sobre el tema.
4. Se establece la situación actual.
5. Se realiza una visita al área para detectar oportunidades.
6. Se identifican las oportunidades.
7. Se proponen ideas y se llevan a cabo aquellas que puedan ejecutarse en ese mismo evento, las cuales se clasifican normalmente como A, B y C. Las ideas A son de aplicación inmediata (1 a 4 días), las B se pueden llevar a cabo durante el evento o un poco después (1 a 2 semanas) y las C requieren un poco más de tiempo (no más de 2 meses), ya que pueden necesitar autorizaciones especiales, inversiones, etcétera.

- Último día del evento.

Se terminan los detalles de la aplicación y se hace una presentación a los directivos en la que participan todos los miembros del equipo. Esta presentación debe contener los siguientes puntos:

1. La situación que encontraron.
2. Las acciones que llevaron a cabo.
3. Los resultados que obtuvieron.

- Después del evento kaizen.

Finalmente, durante las siguientes cuatro semanas se da seguimiento a las mejoras para que los dueños del proceso las lleven a cabo de manera cotidiana.

5.1.2 METODOLOGÍA DMAIC.

Debido a que este enfoque es impulsado por los datos, es más fácil identificar los objetivos adecuados y las causas fundamentales, y para asegurarse de que se aplican los cambios que obtienen mejores resultados que con el método anterior.

DMAIC
1. Definir el problema
2. Medir el desempeño actual
3. Analizar el sistema y determinar causas
4. Mejorar el desempeño del sistema
5. Controlar y mantener el desempeño

Tabla 2. DMAIC

5.1.3 FACILITADOR KAIZEN.

Cada evento kaizen debe ser liderado por un facilitador. Éste debe ser un miembro de la empresa que conozca muy bien tanto las herramientas como la metodología para que pueda dirigir las actividades de los miembros del equipo hacia el logro de las metas en tiempo. El Facilitador es un canal indispensable para conectar los resultados del evento kaizen con los objetivos del negocio planteados por la alta dirección.

SIX SIGMA

1. FUNDAMENTOS DE SEIS SIGMA

1.1 INTRODUCCIÓN A LA MEJORA CONTINUA E INNOVACIÓN

MEJORA CONTINUA: Herramienta estratégica aplicable a cualquier tipo de empresa que plantea el proceso de producción como una situación de trabajo de mejora progresiva. Este planteamiento implica que el trabajo siempre se orienta hacia la mejora, de modo que la empresa, en cualquier situación debe seguir esforzándose para perfeccionar los procesos.

Conlleva que todos los miembros de la empresa se impliquen en una estrategia destinada a mejorar de manera sistemática los niveles de calidad y productividad, reduciendo los costes y tiempos de respuesta, mejorando los índices de satisfacción de los clientes y el rendimiento.

INNOVACIÓN: Creación e implementación de una novedad en un entorno específico con el fin de generar cualquier beneficio.

La innovación y la mejora continua van de la mano debido a la competitividad de las organizaciones que deben tomar en cuenta la innovación de procesos como elemento primordial para su progreso. (Gonzalez H. , 2012)

1.2 DEFINICIONES DE SEIS SIGMA

Six sigma es una metodología que desarrolla la mejora continua de los procesos, se centra en reducir y eliminar los defectos o fallos en los procesos.

Es un método basado en datos que examina los procesos repetitivos de las empresas y tiene por objetivo llevar la calidad hasta niveles cercanos a la perfección (3.4 errores o defectos por millón de oportunidades) y se distingue de otros métodos en el hecho de que corrige los problemas antes que se presenten.

Se aplica tanto a procesos productivos como de prestación de servicios y consiste en la reducción de la variabilidad, medida en términos estadísticos. Toma su nombre de σ , la desviación típica que proporciona una idea de la variabilidad medida.

La ausencia de fallos en los procesos implica que todo producto o servicio tiene valor, aumentando la rentabilidad y la productividad de la organización. (ESAN, 2016)

1.3 HISTORIA DE SEIS SIGMA

La metodología Six sigma fue desarrollada en Motorola en los años 80 por el Ingeniero Bill Smith. Fue desarrollada durante los últimos 50 años gracias al trabajo de expertos en calidad tales como Deming, Juran y otros.

En 1981 Bob Gavin director de Motorola, estableció el objetivo de mejorar 10 veces el desempeño en un periodo de 5 años, en 1985 Bill Smith en Motorola concluyó que si un producto se reparaba durante la producción, otros defectos quedarían escondidos y saldrían con el uso del cliente, adicionalmente si un producto se ensamblaba libre de errores, no fallaba en el campo, en 1988 Motorola ganó el premio Malcolm Baldrige, y las empresas se interesaron en analizarla. Mikel Harry desarrolla la estrategia de cambio hacia Seis Sigma, sale de Motorola e inicia el “Six Sigma Research Institute” con la participación de IBM, TI, ASEA y Kodak.

Su implementación en General Electric por Jack Welch generó resultados impactantes difundiendo a nivel internacional el potencial de su enfoque ya que ahí la metodología mejoró, numerosas empresas han introducido esta técnica dentro de sus organizaciones algunas de ellas son: Bombardier, Siebe, Sony, Polaroid Corporation, Toshiba, entre otras. En Junio de 2001 durante una conferencia acerca de mejora de rendimiento, se interrogó a los participantes sobre el uso de Six Sigma en sus empresas. De las 65 encuestadas, 40 estaban aplicando la metodología, y casi todas las restantes tenían planes de empezar muy pronto. Las primeras empresas en adoptar la metodología fueron Kodak, Xerox, Polaroid, entre otras. Motorola a pesar de la práctica de Six Sigma en

ocasiones se ha visto caer su rendimiento y aumentar para nuevamente caer, General Electric es casi la única que muestra un rendimiento superior constante.

1.4 MANUFACTURA ESBELTA VS SEIS SIGMA Y TDR

La manufactura esbelta y seis sigma buscan eliminar el desperdicio y crear el sistema más eficiente posible, pero adoptan diferentes enfoques para lograr este objetivo, su principal diferencia es que identifican la causa raíz de los residuos de manera diferente.

La manufactura esbelta es una forma sistemática de eliminar el desperdicio y crear un flujo en el proceso de producción, mientras que Six Sigma es un conjunto de técnicas que se esfuerzan por reducir en gran medida la tasa de defectos.

TDR: Se basa en que toda organización es creada para lograr una meta. Si nuestra organización tiene como meta el ganar dinero, debemos estar conscientes que los logros obtenidos, ha estado determinado por la o las restricciones que actúan sobre la organización.

Las restricciones del sistema determinan las posibilidades de obtener más de la meta de la organización.

Tipos de restricciones

Restricciones físicas: Cuando la limitación pueda ser relacionado con un factor tangible del proceso de producción.

Restricciones de mercado: Cuando el impedimento está impuesto por la demanda de sus productos o servicios.

Restricciones de políticas: Cuando la compañía ha adoptado prácticas, procedimientos, estímulos o formas de operación que son contrarios a su productividad o conducen (a veces inadvertidamente) a resultados contrarios a los deseados.

2. ROLES Y RESPONSABILIDADES

2.1 ACTORES Y ROLES EN SEIS SIGMA

- Champion: Guía las iniciativas de Six Sigma identificando y apoyando aquellos proyectos cuyos resultados impactarán y ayudarán a realzar la visión estratégica de la organización, tiene la habilidad de proveer dirección y visión en los proyectos Six Sigma, y remover cualquier obstáculo que impida o retrase el proyecto.
- Master Black Belt: Es el experto en la metodología Six Sigma, es una persona experta en la metodología y en herramientas estadísticas que se encarga del entrenamiento de Black Belts y Green Belts y asesora a los diferentes niveles en el uso correcto de las herramientas estadísticas.
- Green Belt: Tienen un buen conocimiento de las herramientas y de la metodología pero en una escala mucho menor si se compara con un Black Belt. Pueden liderar proyectos o ser parte del equipo de trabajo en un proyecto Black Belt. Por lo general la duración del adiestramiento es menos intensa si se compara con la del Black Belt. Es una persona entrenada en la metodología y la aplicación de herramientas estadísticas para la implementación de proyectos de mejora, los proyectos son una actividad adicional a sus actividades.
- Yellow Belt: Comúnmente se imparte este entrenamiento al personal directo, el objetivo es crear una cultura de mejora continua.

2.2 CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE CADA ROL

- Experiencia laboral.
- Preparación académica.
- Experiencia en temática para black belt.
- Se espera un perfil de candidato caracterizado por la necesidad de pulir, agregar, desarrollar destrezas en metodologías, herramientas y mecanismos de mejora continua.

2.3 CASOS DE ÉXITO DE APLICACIÓN DE PROYECTO DE SEIS

SIGMA

Consideramos tres niveles de implantación SEIS SIGMA en una organización.

1. En el nivel operativo se realizan proyectos Seis Sigma para disminuir la variación de los procesos, mejorar el rendimiento y aumentar la satisfacción del cliente. Los trabajadores necesitan la formación Seis Sigma adecuada a su responsabilidad (Yellow Belt, Green Belt o Black Belt), están aprendiendo a usar las herramientas estadísticas y a utilizar el proceso definir, medir, analizar, mejorar y controlar (DMAIC), en esta fase es acertado contratar un asesor externo para aplicar la metodología. Se utilizan sistemas de procesamiento de datos para tomar decisiones basadas en hechos y los trabajadores tienen una tarea constante que es disminuir la variación y mejorar la calidad de los productos.
2. En el nivel táctico se plantean proyectos Seis Sigma que están ligados a la estrategia organizacional y objetivos de negocio que harán que la empresa se posicione mejor en su mercado. Se miden constantemente los resultados, existe un programa de formación Seis Sigma y de recompensas por los éxitos logrados. En este nivel los líderes preparan informes sobre el estado de los proyectos y constantemente comunican los resultados.
3. En el nivel estratégico se trata de establecer la metodología Seis Sigma como una cultura de gestión empresarial.
 - Aplicación de Metodología de Seis Sigma para resolver un problema de defectos en el producto terminado de una microempresa del sector automovilístico.

La empresa tenía una crisis financiera, por lo que una de sus prioridades era implementar proyectos encaminados a disminuir desperdicios y fortalecer su imagen como un proveedor confiable. Inicialmente se evaluaron diversos procesos donde existían oportunidades de mejora, después de un análisis detallado se determinó realizar el proyecto en el área de pintura. El objetivo fue reducir el

producto no conforme, reducir los altos costes de no calidad, disminuir la variabilidad del proceso para hacerlo más confiable y evitar que productos no conformes llegaran al cliente final.

El presente proyecto se desarrolló en el nivel de implantación operativo, se eligió un proceso y se aplicó la metodología DMAIC. El primer paso fue identificar de inmediato un proyecto que impactara favorablemente las finanzas de la empresa y constituyera un caso de éxito. Al ejecutar un proyecto exitoso la organización aceptaría mejorar esta iniciativa y su adopción a largo plazo. La microempresa donde se desarrolló el proyecto tenía serios problemas financieros y de calidad, como consecuencia de la crisis y el poco compromiso del dueño. Esto generó una reestructuración de personal y la necesidad urgente por reducir desperdicios. Como se mencionó anteriormente, el proyecto se desarrolló en el área de pintura para productos plásticos del sector automovilístico. El área de calidad interna detectaba el mayor número de productos no conformes, el coste de no calidad era muy alto y esto tenía serias repercusiones financieras para la empresa. La gerente general y su grupo de administración identificaron el proceso de pintura como prioritario para mejorar las finanzas de la microempresa, fue así como se decidió iniciar el proyecto. El cliente deseaba productos con calidad visual en la pintura y sin defectos tales como: grumos, poros, falta de pintura, exceso de pintura, rayas, marcas, escurrimiento, grietas, efecto de cáscara de naranja, puntos negros, manchas y falta de adherencia de pintura. Todo producto que tuviera estas fallas era considerado como no conforme. Al final del proyecto reflexionamos sobre la pregunta: ¿Cuándo se sabe que un proyecto seis sigma ha sido un gran éxito y aplica la metodología hacia la mejora continua? cuando el cliente percibe que obtiene mayor valor, cuando la empresa obtiene mejoras, cuando los trabajadores son formados, cuando los trabajadores son recompensados, cuando se muestran satisfechos y desean trabajar de inmediato en un nuevo proyecto seis sigma. En otras palabras, cuando se genera valor compartido. (Gonzalez C.)

3. MÉTODO DE SEIS SIGMA (DMAIC)

DMAIC es una herramienta de Seis Sigma que describe un método de identificación y desafía las fuentes de desperdicio, de mala calidad, y los procesos ineficientes, en busca de oportunidades de mejora.

3.1 DEFINICIÓN DE DMAIC

DMAIC es el acrónimo en inglés para cinco pasos: Definir, Medir, Analizar, Controlar y Mejorar (Define, Measure, Analyze, Improve y Control). Cada uno de estos pasos debe realizarse en el orden D-M-A-I-C y, si al final del ciclo el resultado esperado no se alcanza, el ciclo se debe reiniciar.

1. Definir: El primer paso es definir las oportunidades, el alcance, los objetivos y los participantes.
2. Medir: El objetivo de este paso es recolectar datos e información para analizar y evaluar el escenario actual, preferentemente de forma cuantitativa y estadística.
3. Analizar: Identificar, priorizar y validar la causa raíz del problema a tratar.
4. Mejorar: Después de haber completado los tres primeros pasos, es tiempo para identificar, implementar y probar una solución.
5. Controlar: Verificar el desempeño del plan de acción para asegurar que los resultados deseados se alcancen. La idea a ser fomentada en ese final de ciclo es la búsqueda de la mejora continua. (Minetto, 2019)

3.2 RECONOCIMIENTO Y DECLARACIÓN DE PROBLEMAS

En este primer paso se selecciona un problema importante, se delimita y se define en términos de su magnitud e importancia. Para establecer la magnitud es necesario recurrir a datos estadísticos para que sea clara la frecuencia en la que ocurre el problema.

3.3 DEFINICIÓN DE OBJETIVOS DEL PROYECTO

Es necesario conocer cómo afecta al cliente (interno o externo) y el costo anual estimado de dicho problema. Con base en lo anterior se establece el objetivo del

proyecto de mejora y se forma el equipo de personas que abordará dicho problema.

3.4 DESARROLLO DE LA CARTA DEL PROYECTO

Herramienta de comunicación para todas las partes interesadas en el proyecto. Es un documento "vivo"; es decir, se agrega y actualiza información a medida que avanza el proyecto.

La Carta de Proyecto debe proporcionar respuestas claras a las preguntas:

¿Por qué es relevante el proyecto? ¿Quiénes son los responsables por el éxito proyecto? ¿Cuáles son los beneficios e inversión esperados? ¿Cuál es el alcance del proyecto?

Acta de Constitución del Proyecto (Project Charter)			
Autorización de Proyecto			
Organización:	Campeón (Champion):	Dueño del Proceso:	
Proyecto:	Proyecto #:		
Project			
Enunciado del Proyecto:			
Objetivo del Proyecto:			
Nivel Estimado de Defectos:	Meta Inicial:	Beneficios Estimados:	
Fecha de Aprobación:	Firma del Campeón:	Firma Dueño del Proceso:	
Fecha de Cierre Estimada:	Líder de Proyecto:	Analista Financiero:	
	BBCross09		
Miembros del Equipo			
Nombre	Función	Comentarios	Teléfono

Proyecto: Definición & Alcance

Métricas (unidad de medida):

Crítico para la Satisfacción (vínculo al cliente):

Defecto:Definición (incluye oportunidad):

Alcance del Proyecto:

Metas & Beneficios

Nivel de Defectos/Metas:

	Fecha	DPMO(LT)	Zbench(ST)	Cpk
Línea base		0	0,00	0,00
Meta		0	0,00	0,00
Meta Desafiante		0	0,00	0,00

Estimado: Beneficios Financieros

 Información importante

Ahorros "Duros"	\$0
Ahorros "Suaves"	\$0
Costos de Implementación	\$0

Sobre la base de cuántos meses:

Note: Objetivos de mejora, los beneficios financieros estimados, DPMO línea de base real y Zbench debe ser examinados y revisados según sea necesario después del final de la fase de "MEDIR" (MEASURE) en DMAIC, cuando se ha establecido una línea de base sólida para el proyecto.

"Medir": la fase se completará en:

- Se revisaron las metas después de la finalización de la fase "Medir"?
- ¿Estaban beneficios financieros revisados después de la finalización de la fase "Medir"?

Aprobado por el Representante Financiero:

Fecha de Aprobación :

Ilustración 8. Carta de proyecto six sigma.

3.5 MAPEO DE PROCESOS (SIPOC)

El Diagrama SIPOC (por sus siglas en inglés Supplier, Inputs, Process, Outputs, Customers) es una herramienta que permite visualizar el proceso de manera sencilla, identificando a las partes implicadas en el mismo:

- Proveedor (supplier): Aporta recursos al proceso.
- Recursos (inputs): Todo lo que se requiere para llevar a cabo el proceso. Se considera recursos a la información, materiales y personas.
- Proceso (process): Conjunto de actividades que transforman las entradas en salidas, dándoles un valor añadido.
- Cliente (customer): Recibe el resultado del proceso. El objetivo es obtener la satisfacción de este cliente. (AEC, 2019)

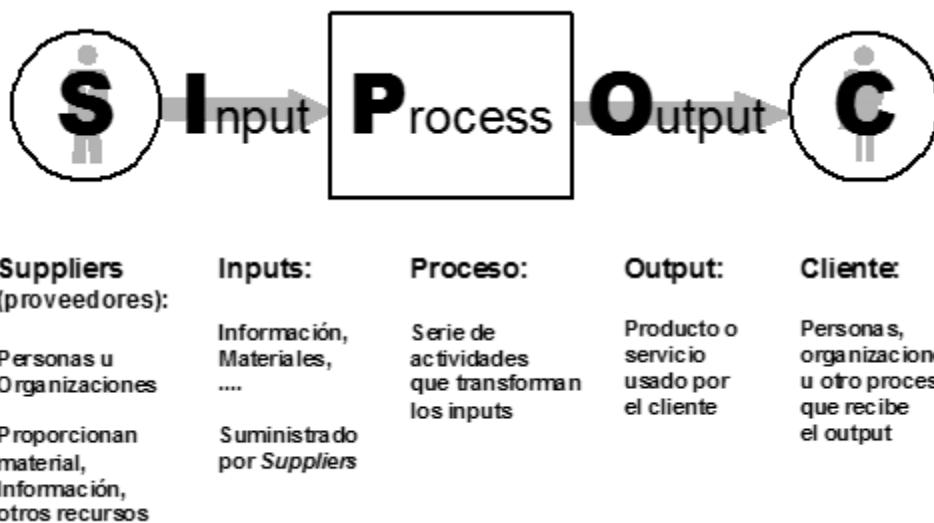


Ilustración 9. SIPOC

3.6 HERRAMIENTAS DE CAUSA Y EFECTO

La Matriz Causa Efecto es una herramienta que se utiliza para tabular los efectos y calcular las puntuaciones que eventualmente se usan para clasificar las causas, y también para medir la matriz usada para seleccionar las entradas a enfocar.

El Diagrama de causa y Efecto (Espina de Pescado) es una técnica gráfica que permite apreciar con claridad las relaciones entre un tema o problema y las posibles causas que pueden estar contribuyendo para que ocurra.

Se usa para:

- Visualizar las causas principales y secundarias de un problema.
- Ampliar la visión de las posibles causas de un problema, enriqueciendo su análisis y la identificación de soluciones.
- Analizar procesos en búsqueda de mejoras.
- Conduce a modificar procedimientos, métodos, costumbres, actitudes o hábitos, con soluciones - muchas veces - sencillas y baratas.
- Prevé los problemas y ayuda a controlarlos, no sólo al final, sino durante cada etapa del proceso. (progressa lean, 2014)

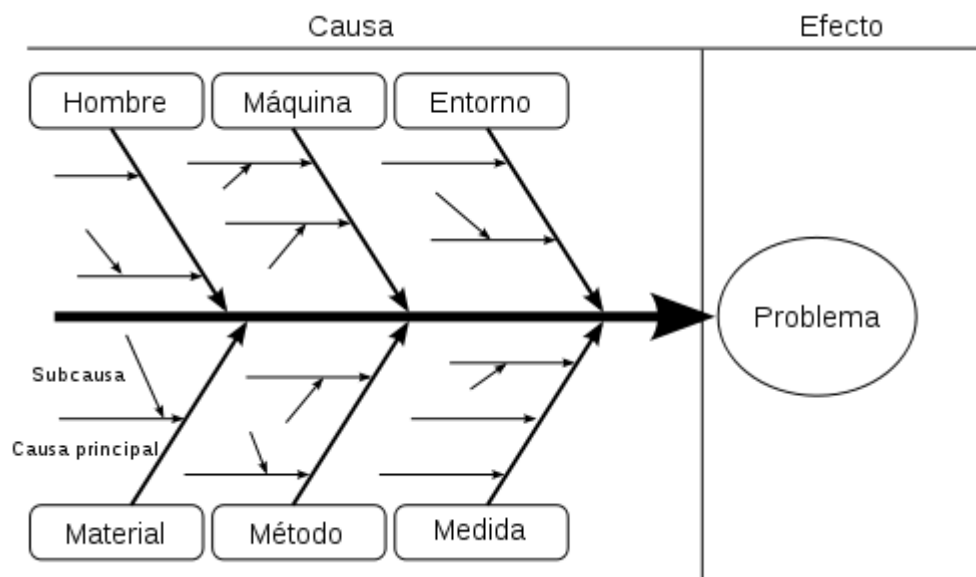


Ilustración 10. Diagrama Causa y Efecto.

3.7 ANÁLISIS DEL SISTEMA DE MEDICIÓN (MSA Y R&R)

El análisis de sistemas de medición MSA va a permitir conocer la calidad de nuestras mediciones y, por lo tanto, el grado de control de nuestras actividades.

Uno de los estudios empleados en el análisis de los sistemas de medición es el de repetibilidad y reproducibilidad de los equipos y sistemas de medida, conocidos como estudios R&R o GRR (gage R&R). Esto nos permite conocer la precisión de nuestras medidas y estimar la variación que se puede atribuir al proceso y la

asociada al sistema de medición. El GRR es una herramienta básica para la realización de proyectos Seis Sigma. (tc metrología, 2014)

3.8 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE PROCESO

Consiste en conocer la amplitud de la variación natural del proceso para una característica de calidad dada; esto permitirá saber en qué medida tal característica de calidad es satisfactoria.

El concepto de capacidad, hablando de proceso, se refiere a la anchura de la campana de Gauss que lo caracteriza. En un estudio de capacidad se compara la anchura de la distribución normal obtenida (lo que llamamos la Voz del Proceso) con los límites de tolerancias (la Voz del Cliente).

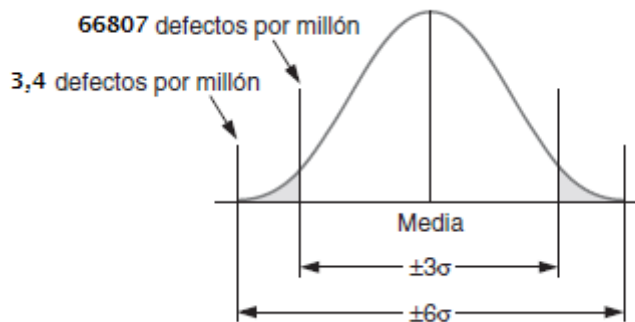


Ilustración 11. Campana de Gauss.

3.9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Mediciones o cálculos que se obtienen a partir de un conjunto de datos con el objetivo de conocer sus características más relevantes.

Es la etapa más importante de la filosofía Seis Sigma, ya que se deben aplicar todas las herramientas estadísticas que se ajusten a la información suministrada por el proceso. Una selección adecuada del método estadístico permitirá sin lugar a dudas obtener mejores beneficios y con ello acceder a un análisis muy cercano a la realidad. Entre estos métodos de análisis, encontramos los más sencillos como el Diagrama de Pareto, Diagrama de Causa y efecto como paso previo al análisis inicial. También encontramos herramientas igualmente válidas como son:

el Diagrama de Dispersión, El Modelo Lineal con su coeficiente de correlación y determinación.

3.10 FUNDAMENTOS DE DISEÑO DE EXPERIMENTOS

La metodología de diseño de experimentos (DOE) es una herramienta estadística para la mejora de la calidad usada frecuentemente en proyectos Seis Sigma. Esta metodología sirve para diseñar las condiciones ideales de un producto, proceso o servicio para que cumpla con nuestras expectativas usando el mínimo número de experimentos o pruebas. DOE es muy útil cuando tenemos entre manos un producto complicado cuyo resultado puede depender de una gran cantidad de variables que no controlamos y que debemos ajustar para optimizarlo.

3.11 FUNDAMENTOS DE CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS

El objetivo del control estadístico de procesos (SPC, por sus siglas en inglés) es hacer predecible un proceso en el tiempo. Es una herramienta que ayuda en la toma de decisiones y facilita el proceso de mejora constante de una empresa.

Las herramientas usadas por el SPC son las gráficas de control que permiten distinguir las causas especiales de las causas comunes de variación. Se entiende por variación aquellos cambios ocurridos en el valor de la característica medida, siendo esta característica la respuesta de un proceso determinado. (ESAN, 2017)



Ilustración 12. Gráfico de Control.

Esta metodología permite planificar y determinar cuándo un proceso está fuera de control, para así mejorar los procesos operativos de la organización. La base o fundamento del SPC se encuentra en una serie de técnicas estadísticas que permiten establecer criterios para medir, detectar y corregir variaciones en el proceso que puedan afectar la calidad del producto o servicio final.

Las mejoras que se pueden introducir en los procesos operativos de una organización gracias al SPC son: disminución de los costos, eliminación de actividades que no agregan valor al proceso productivo, identificación de los cuellos de botella y demoras en el proceso productivo, evitar incumplimientos de los requisitos solicitados por el cliente final, etc.

3.12 DISEÑO DE PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE SEIS SIGMA

Presentar un proyecto corresponde a una actividad de despliegue de avance o resultados del proyecto. En función del auditorio se les informa sobre los principales hechos relevantes en el proyecto.

Generalmente el auditorio está interesado en entender aspectos básicos como:

- Por qué es relevante este problema.
- Cuál es el impacto sobre la operación.
- Cómo se manifiesta.
- Cómo se ha abordado la solución.
- Qué hemos hecho hasta el momento.
- Cuál es la expectativa de éxito.
- Se ha usado una metodología de resolución de problemas y cuál.

En general, presentar un proyecto es “resumir” el proyecto, para comunicar al auditorio (gerentes, miembros de equipo, cliente, etc.)

INDICADORES INDUSTRIALES PARA LA TOMA DE DECISIONES

1. INTRODUCCIÓN A LOS CONCEPTOS Y GENERALIDADES DE LA PRODUCTIVIDAD

1.1 DIFERENCIA ENTRE PRODUCCIÓN Y PRODUCTIVIDAD

Producción: Cantidad total de bienes o servicios que ofrece una empresa en un período de tiempo concreto. Se define como toda aquella actividad en la que, mediante todo un proceso, se va transformando una materia prima en un bien de consumo o un servicio útil de cara a la sociedad. La producción es el principal objetivo de una organización, dado que, de alcanzar un grado satisfactorio, la empresa puede abordar el mercado en el que se pretende acceder.

Productividad: Se trata de la relación entre los materiales consumidos y los productos finales, además de tenerse en cuenta el capital humano invertido y el tiempo necesitado para ello. Mientras que la producción se centra en el producto final, la productividad tiene en cuenta diferentes aspectos de todo el proceso.

La productividad es el nivel de aprovechamiento de los recursos generales con relación al gasto de materia prima, procesos y tiempo. Mientras la producción se refiere exclusivamente a la cantidad de bienes o servicios que se logran entregar como terminados desde el área de producción en un periodo de tiempo determinado. (Montagud Rubio)

1.2 ANTECEDENTES Y DEFINICIÓN DE PRODUCTIVIDAD

En el sentido formal, tal vez, la primera vez que se mencionó la palabra "productividad" fue en un artículo de Quesnay en el año de 1766. Más de un siglo después, en 1883, Littré¹ definió la productividad como la "facultad de producir", es decir, el deseo de producir.

Sin embargo, no fue sino hasta principios del siglo XX que el término adquirió un significado más preciso como Productividad es el cociente que se obtiene al dividir la producción por uno de los factores de producción. De esta forma es posible hablar de la productividad del capital, de la inversión o de la materia prima según si lo que se produjo se toma en cuenta respecto al capital, a la inversión o a la cantidad de materia prima.

- Productividad: relación entre lo producido y los medios empleados para hacerlo. (documents, 2015)

1.2.1 ETAPAS DEL DESARROLLO A NIVEL MUNDIAL

Hacia el siglo XIX, se puede hablar de la inclusión de nuevos actores en el sistema productivo y también del aumento de los regímenes feudales, agrarios, dependientes de la industria europea y norteamericana.

Desde el siglo XX los sistemas de intercambio comercial y las relaciones de producción en los países en vías de desarrollo han hecho posible el sostenimiento de un sistema más amplio de relaciones liberales, desreguladoras, pero también ha propiciado economías planificadas, estatistas, clientelares, como también ha dejado manifestarse algunas economías como estados de bienestar.

Desde el ascenso de China como potencia económica, se ha puesto en evidencia un régimen mixto económico, con tendencia liberalizadora, pero con control estatal fuerte que evidencia una nueva economía global, en que las teorías puras han sido desechadas por teorías sintéticas.

1.2.2 ETAPAS DEL DESARROLLO A NIVEL NACIONAL

La industrialización durante las décadas de los sesenta y setenta por la economía mexicana tuvo un carácter marcadamente extensivo, poniendo de manifiesto la inestable eficiencia en la asignación de los recursos que se derivó del proceso de sustitución de importaciones.

Sólo sería a partir de la introducción de las profundas reformas estructurales de finales de los ochenta que la productividad laboral habría recuperado su crecimiento.

1.3 TIPOS DE PRODUCTIVIDAD

- Productividad laboral (Productividad por hora trabajada): Disminución o aumento del rendimiento para la elaboración del producto en función del tiempo de trabajo para el producto final. Relaciona la producción lograda y la cantidad de trabajo empleado.
- Productividad parcial: Los factores que influyen en ésta categoría son la cantidad producida con el uso de un solo tipo de insumo.
- Productividad de factor total (PFT): En este tipo de productividad se tiene en cuenta la cantidad de producción, pero a diferencia de la anterior, para ésta se utilizan diferentes medios para realizar dicha labor.
- Productividad marginal (Producto marginal del insumo): Se trata del producto adicional que puede ser fabricado, debido a la unidad adicional de un insumo, mientras que el resto de los insumos permanecen concentrados en una misma labor.
- Productividad total: Permite conocer cuál ha sido la productividad a escala total en la industria de cada uno de los insumos, así como también la cantidad que ha sido producida. A través del conteo total se puede conocer si ha habido aumento o disminución en la producción común de la empresa y qué cambios o mejoras ha experimentado la producción durante el proceso. (másymejor.com)

1.3.1 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PRODUCTIVIDAD

- Factores internos: Se originan en el propio contexto interno de una empresa. Deben ser controlados y gestionados por la propia empresa. Entre ellos destacan: materias primas, el precio, los recursos técnicos y humano.
- Factores externos. Este tipo de causas son de naturaleza externa a la empresa y por ello su gestión escapa del escenario de actuación y trabajo

de una empresa: medidas gubernamentales, clima, mercado, competitividad, entre otras.

Tanto factores internos como externos tienen una importancia clara y global sobre el rendimiento final de una empresa. Pero una buena gestión de los factores internos ayuda a crear una empresa sólida y fuerte frente a posibles factores externos.

1.4 BENCHMARKING COMO HERRAMIENTA PARA ELEVAR LA PRODUCTIVIDAD

Una herramienta funcional para continuar esta evolución es el Benchmarking, que es la búsqueda de las mejores prácticas de la industria que conducen a un mejor desempeño; es un proceso sistemático y continuo para comparar nuestra propia eficiencia en términos de productividad, calidad y prácticas, con aquellas compañías y organizaciones que representan la excelencia.

Utilizando el Benchmarking logramos una mejor calidad y productividad del negocio, reduciendo los costos de la realización con una relación entre los bienes producidos y los recursos utilizados para su producción, obteniendo como resultado la productividad de la empresa. (cursos.aiu.edu)

1.5 PASOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD

Para comenzar con un plan o programa de productividad es importante que tengas presente estos 4 factores: Medición, evaluación, planeación y mejoramiento.

Estos factores forman un ciclo que nos dice que, para el mejoramiento de la productividad, debe estar precedido por la medición, la evaluación y la planeación. Las cuatro etapas son igual de importantes ya que por separado no tendrían la misma relevancia y podríamos decir que se clasifica como un proceso. A demás la productividad se puede mejorar con los siguientes pasos:

1. Priorizar tareas: Asignar el nivel de importancia respectivo a cada tarea pendiente es clave para mantener una agenda de trabajo organizada y equilibrada.

2. Mantener una comunicación fluida: Establecer, mantener y alimentar los canales adecuados para difundir la información entre equipos y directivos permite mantener a todos los colaboradores alineados y actualizados con respecto a las novedades que se presenten en la compañía.
3. Cuidar el ambiente laboral: Ofrece las condiciones adecuadas para que las personas se motiven y puedan cumplir con sus tareas, trabajen en equipo armónicamente, se sientan importantes y busquen la forma de cumplir con sus objetivos a tiempo.
4. Permitir la flexibilidad laboral: Ofrecer la oportunidad de gestionar autónomamente el tiempo y manejar sus propios horarios de trabajo es una práctica motivadora y que hace sentir valoradas a las personas.

1.6 BENEFICIOS DE LA PRODUCTIVIDAD

- Disminuye las debilidades y aumenta las fortalezas de la empresa.
- Los resultados son tangibles en corto o mediano plazo.
- Posiciona a la empresa en ventaja respecto de su competencia.
- Elimina procesos repetitivos u obsoletos.

1.7 MEDICIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD

Medida total de productividad

$$\frac{\text{Producto (total bienes y servicios)}}{\text{Insumo (total recursos utilizados)}}$$

Ejemplo

$$\frac{\text{monto total de ventas}}{\text{monto total de insumos}}$$

Medida múltiple de productividad

$$\frac{\text{Producto (total bienes y servicios)}}{\text{Personal + material + capital + otros}}$$

Ejemplo

$$\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Energía empleada en planta}}$$

Ilustración 13. Medición de la productividad.

1.7.1 EFICACIA Y EFICIENCIA

	Eficacia	Eficiencia
Definición	Es la capacidad de lograr un objetivo esperado.	Es la capacidad de alcanzar un objetivo recurriendo al menor gasto

		de recursos posible.
Características	<ul style="list-style-type: none"> • Se enfoca en los objetivos. • Mide los resultados esperados vs los resultados obtenidos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se enfoca en el proceso que lleva a un objetivo. • Mide los resultados y los recursos usados vs las metas propuestas y los costos esperado.
Naturaleza	<ul style="list-style-type: none"> • Objetiva. • Cuantificable. 	<ul style="list-style-type: none"> • Puede ser subjetiva y/o objetiva. • Puede ser cualitativa y/o cuantificarse.
Cálculo	$(\text{Resultado obtenido} \times 100) / \text{resultado esperado.}$	$(\text{Resultado obtenido} / (\text{costo incurrido} \times \text{tiempo de trabajo})) / (\text{Resultado esperado} / (\text{costo esperado} \times \text{tiempo esperado}))$

Tabla 3. Eficacia y eficiencia.

1.7.2 ÍNDICES DE PRODUCTIVIDAD

Los indicadores de productividad son instrumentos utilizados por las compañías para evaluar su rendimiento y el nivel de eficiencia de los procesos. Por medio de ellos es posible determinar con precisión las mejores maneras de optimizar resultados y reducir gastos.

Tales indicadores corresponden a un tipo de KPI (Key Performance Indicators), que mide la relación de los bienes y servicios entregados en relación a otro recurso del que dispone el negocio.

Los principales son:

- Indicadores de eficiencia: Este indicador relaciona los recursos invertidos o utilizados con el resultado obtenido.
- Indicadores de eficacia: Miden el grado en que se realizan las actividades planificadas y se logran los resultados esperados.

- Indicadores de cumplimiento: Se basan en medir la consecución de las tareas o los trabajos.
- Indicador de capacidad: Este mide la relación entre la cantidad que se puede producir y el tiempo para que esto ocurra
- Indicadores de calidad: Tienen como objetivo medir si el resultado final de los servicios está o no siguiendo patrones de la empresa o exigidos por los consumidores.
- Indicadores estratégicos: Ayudan a medir si los objetivos trazados para la empresa están siendo o no alcanzados. Se analizan numéricamente a partir de la medición del número de ventas o servicios prestados.
- Indicadores de rentabilidad: Permiten conocer el beneficio neto y adecuarlo a la realidad de la organización.
- Indicadores de competitividad: Estos indicadores buscan evaluar la participación del negocio en el mercado en relación a sus competidores.

(CAMIPER, 2019)

2. MEDICIÓN DE PRODUCTIVIDAD

2.1 IMPORTANCIA DE LA MEDICIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD

La productividad es un indicador importante y se debe medir constantemente para conocer el verdadero estado de las mejoras.

$$\text{Productividad} = \text{Salidas} / \text{Entradas}$$

En esta fórmula las salidas corresponden a los productos que se generan y las entradas a la cantidad de recursos que ingresan al sistema.

El uso de un solo recurso de entrada para medir la productividad, se conoce como productividad de un solo factor. Sin embargo, un panorama más amplio de la productividad es la productividad de múltiples factores, la cual incluye todos los insumos o entradas (por ejemplo, capital, mano de obra, material, energía). La productividad de múltiples factores también se conoce como productividad de factor total. (CEUPE)

2.1.1 ÍNDICES DE PRODUCTIVIDAD

Son herramientas aplicadas frecuentemente en la gestión empresarial, con el fin de evaluar el rendimiento y la eficiencia de los procesos en las empresas. Básicamente, sirven para medir la cantidad de recursos que utilizan las empresas para generar un producto o servicio en particular. Permiten identificar y corregir con antelación, los potenciales problemas y anomalías en las actividades de la organización, previniendo y evitando perjuicios a los clientes y la propia empresa.

- El índice de productividad nos permite saber si la empresa está consiguiendo la rentabilidad adecuada.
- Permite detectar errores o área de mejora de cara a aumentar la eficiencia, rentabilidad y productividad de la empresa.
- Es un índice idóneo para definir objetivos a partir del mismo: por ejemplo, mejorar dicho índice en un porcentaje determinado dentro de unos plazos definidos.

2.1.2 COMPLICACIONES DE MEDICIÓN

- Unidades de medición: Usar medidas estándar en caso de querer entrar a otro país con diferentes unidades hacer las conversiones necesarias.
- Información incompleta.
- Disposición: Fuerza laboral desde el más alto nivel hasta el más bajo debe estar comprometido.
- La calidad: Mediante estándares, indicadores y normas de calidad internacionales.
- Variedad de productos: Tener las especificaciones del producto o servicio.

2.1.3 MÉTODOS INDUSTRIALES Y DE SERVICIOS

	INDUSTRIALES	SERVICIOS
Medición de productividad	Miden su productividad con mayor seguridad ya que depende de los números que arrojan los resultados de ventas, y es más simple hacer la relación entre lo vendido y los insumos utilizados.	Miden su productividad en base a la perspectiva del cliente o usuario, por lo que tienen una dificultad para su medición. Un método básico para la medición de un servicio puede ser una encuesta.
Factores que involucra	<ul style="list-style-type: none">• Fuerza laboral.• Ventas.• Total de productos elaborados.• Tiempo de producción.• Tiempo de paro.• Devoluciones.• Calidad.	<ul style="list-style-type: none">• Percepción de calidad del servicio.• Lealtad.• Satisfacción de las necesidades del cliente.• Recomendación del servicio.

Tabla 4. Métodos de medición de productividad industrial y de servicios.

2.2 GESTIÓN TOTAL DE LA PRODUCTIVIDAD (GTP)

La gestión total de la productividad es el proceso de administración que sigue las cuatro fases del ciclo de la productividad, que están conformadas por las actividades de medición, evaluación, planeación y mejora, todo ello con el propósito de incrementar de manera continua, sistemática y consistente los niveles de productividad, llevando ello a una más apropiada utilización de los recursos a los efectos de mejorar la posición competitiva. (Lefcovich, 2006)

2.2.1 PRINCIPIOS DE LA GESTIÓN TOTAL DE LA PRODUCTIVIDAD

Los doce principios en los cuales se basa la Gestión Total de Productividad para generar productos y servicios con una calidad superior, costos unitarios bajos y tiempos de respuesta rápidos son:

- Principio 1: Calidad / perfección. Buscar la calidad de conformidad y la calidad del desempeño.
- Principio 2: Orientación hacia el cliente. Escuchar atentamente lo que dicen los clientes, aprender de ellos con diligencia, darles lo que desean en lugar de lo que puedes ofrecer sin disgustarlos.
- Principio 3: El valor de los empleados. Considerar a la gente que trabaja en la empresa como un activo, proporcionándoles armonía y seguridad en el trabajo.
- Principio 4: Curva de aprendizaje. Los niveles de productividad y los costos de producción deben planearse sobre las bases de las curvas de aprendizaje.
- Principio 5: Diseñar productos y servicios con una estrategia deliberada para estandarizar y simplificar sus componentes.
- Principio 6: Benchmarking. Tomar lo mejor de las tecnologías de por lo menos tres competidores en cuanto a diseño de productos, servicios y procesos de producción, y tratar de mejorar lo que la competencia ya ha logrado.
- Principio 7: Miniaturización. Utilizando tecnología basada en microprocesadores en el diseño de servicios y de procesos.
- Principio 8: Investigación y desarrollo. Investigación en materia de productos y procesos, trabajando muy de cerca con instituciones académicas y de investigación general, para desarrollar ideas que mejoren la productividad.

- Principio 9: Planeación de la mezcla de productos.
- Principio 10: Las ideas novedosas y las estrategias de mejoramiento de la productividad, en especial las desarrolladas en la empresa, deben mantenerse en absoluto secreto.
- Principio 11: Mutuo beneficio. De qué manera beneficia cada acción o decisión que se tome a la empresa, a sus propietarios, al personal, a los clientes, a los proveedores y a la comunidad.
- Principio 12: Consistencia.

2.3 MEDICIÓN EN INDUSTRIA 4.0 – 5.0

INDUSTRIA 4.0	INDUSTRIA 5.0
<ul style="list-style-type: none"> • Contempla la introducción de las tecnologías digitales en la industria de la fabricación (el internet de las cosas, cómputo móvil, la nube, el big data, redes de sensores inalámbricos, sistemas embebidos y dispositivos móviles, entre otros). • Procesos productivos totalmente integrados, automatizados y optimizados. • Producción orientada a demanda, uso más eficiente de los recursos, productividad, reducción de costos, ciclo de desarrollo de productos más cortos, mayor competitividad, optimización de los procesos, autonomía en la toma de decisiones y cadenas de suministro más integradas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pone el énfasis en la colaboración entre máquinas y humanos para mejorar la productividad y la eficiencia. • Creación de productos personalizados. • Ayuda de robots colaborativos. Los cobots, de la mano del ingenio humano, se encargarán de generar los productos. • La cadena de producción industrial mucho más rápida gracias a la colaboración entre robots y humanos.

Tabla 5. Industria 4.0 y 5.0

2.4 CÁLCULO DE ÍNDICES DE PRODUCTIVIDAD

Los pasos sugeridos para realizar el cálculo de los índices de productividad son los siguientes:

1. Construir el diagrama de flujo de proceso de producción.
2. Diseñar una tabla de consumo.
3. Seleccionar las unidades que son más apropiadas para expresar los consumos y los índices.
4. Organizar al personal para conseguir periódicamente la información que requiere nuestra tabla.
5. Calcular periódicamente nuestros índices de productividad.

$$\text{Índice de productividad} = \text{Producción de la actividad} / \text{Consumo}$$

(cca.org)

2.4.1 PRODUCTIVIDAD PARCIAL

Relación aislada entre el producto y cada uno de los factores, permaneciendo el resto constantes. Como factores elementales de todo proceso productivo podemos distinguir la mano de obra directa (vinculada a la producción), los equipos y medios técnicos (maquinaria e instalaciones) y los materiales empleados (materias primas, productos semielaborados, productos elaborados y materiales auxiliares).

Productividad de las horas de fabricación o netas =	$\frac{\text{Producto obtenido}}{\text{N}^\circ \text{ horas de fabricación o netas}}$
Productividad de los equipos =	$\frac{\text{Producto obtenido}}{\text{N}^\circ \text{ equipos}}$
Productividad de las horas máquina brutas =	$\frac{\text{Producto obtenido}}{\text{N}^\circ \text{ horas máquina brutas}}$
Productividad de las horas máquina netas =	$\frac{\text{Producto obtenido}}{\text{N}^\circ \text{ horas máquina de fabricación o netas}}$
Productividad relacionada con las materias primas =	$\frac{\text{Producto obtenido}}{\text{N}^\circ \text{ u.f. consumidas}}$

Tabla 6. Cálculo de productividad parcial.

2.4.2 PRODUCTIVIDAD DEL FACTOR HUMANO

$$\begin{aligned} \text{Productividad de la mano de obra por trabajador} &= \frac{\text{Producto obtenido}}{\text{N}^\circ \text{ trabajadores}} \\ \text{Productividad de las horas hombre o brutas} &= \frac{\text{Producto obtenido}}{\text{N}^\circ \text{ horas hombre o brutas}} \end{aligned}$$

Tabla 7. Cálculo de productividad del factor humano.

2.4.3 PRODUCTIVIDAD DEL FACTOR TOTAL

$$\begin{aligned} \text{Productividad total} &= \frac{\text{producción total}}{\text{Insumo total}} \\ &= \frac{\text{producción total}}{\text{Insumos (humanos + materiales + capital + energía + otros gastos)}} \end{aligned}$$

Tabla 8. Cálculo de productividad del factor total.

2.5 MECÁNICA DE LA MATRIZ DE OBJETIVOS

El QFD, despliegue de la función calidad, es una herramienta de planificación de la calidad dentro de la empresa. Permite a una organización traducir o alinear las necesidades de los clientes con las características y especificaciones que tendrá el producto o servicio. También permite desplegar a través de los procesos organizacionales los requerimientos de calidad esperados por los clientes. (Mejora continua total, 2018)

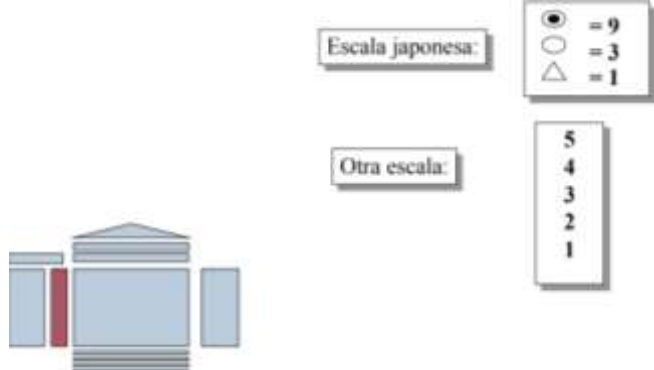
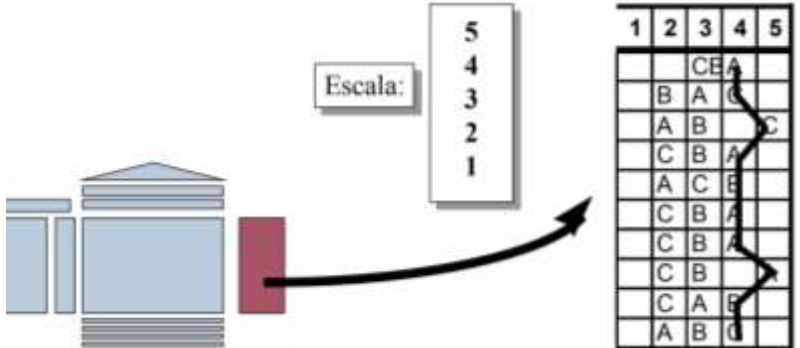
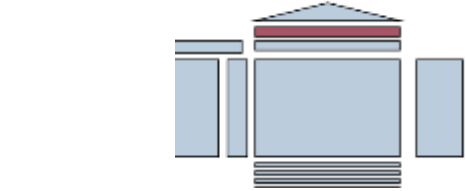
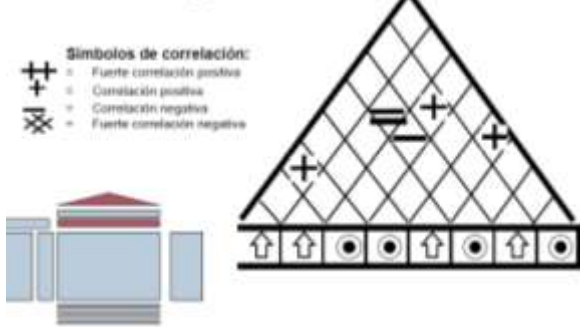
Esquema de la matriz QFD



Ilustración 14. Esquema de la matriz QFD.

2.5.1 IMPLANTACIÓN DE LA MATRIZ DE OBJETIVOS (QFD)

<p>1. Fijación del objetivo mediante una definición clara y concreta que sea entendida y compartida por los participantes.</p>	
<p>2. Establecimiento de la lista de expectativas a satisfacer "Qués".</p>	

<p>3. Asignar coeficiente de peso a los “Qués” conforme a una escala numérica.</p>	
<p>4. Evaluación de los productos o servicios ofertados por la competencia.</p>	
<p>5. Establecimiento de “Cómos” con los que se pueden satisfacer los “Qués”.</p>	
<p>6. Análisis de influencia de los “Cómos” y sus correlaciones.</p>	

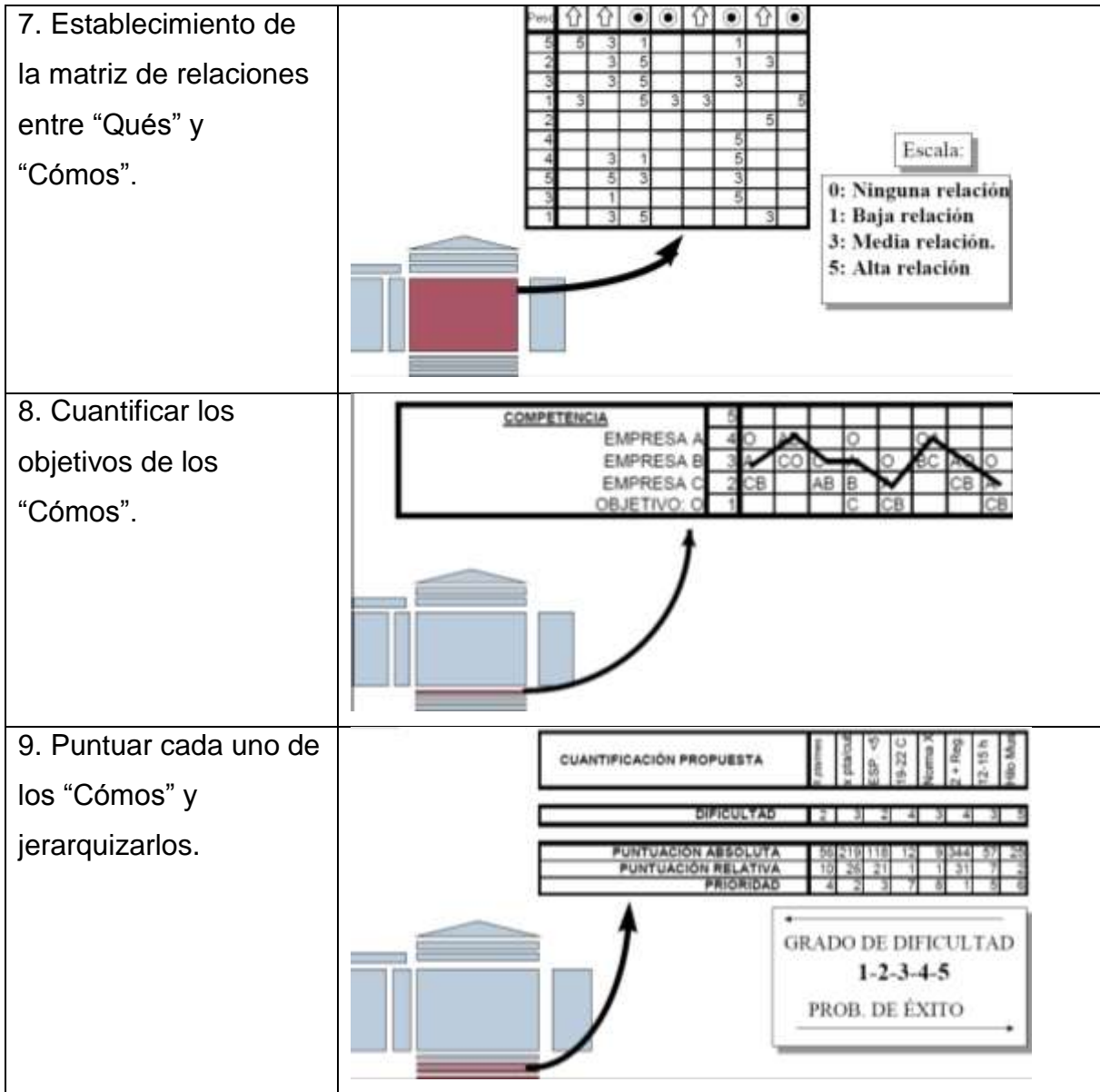


Tabla 9. Implantación de la matriz de objetivos (QFD).

3. MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD

3.1 MÉTODOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD

- Optimizar la organización interna: Una organización clara, en la que cada trabajador conozca en qué consiste su actividad, la mejora de la productividad vendrá de manera automática.
- Optimizar tanto la comunicación interna como externa: De esta manera se apoyan unos en otros y aumentan su eficiencia y por tanto su productividad.
- Motivar a los empleados: Un trabajador motivado es un trabajador productivo y eficiente. Una parte muy importante en este proceso es saber escuchar a tus empleados, escuchar sus ideas y propuestas y tenerlas en cuenta, así se sentirán parte de la empresa. Ofrecer incentivos también es un buen método de tener a tu plantilla motivada.
- Renovarse: Tanto en la forma de trabajar, en los procesos productivos empleados, en los materiales utilizados, todo esto hará mejorar la productividad bastante.

3.2 TÉCNICAS DE MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD

1. Simplificación del trabajo / Ingeniería de métodos: Es la forma en la cual aplicamos los métodos más sencillos y eficientes para aumentar la productividad de un sistema productivo.
2. Medición del trabajo: Se determina el tiempo que toma cada actividad laboral y proceso.
3. Diseño del trabajo: Describir y registrar el fin de un puesto de trabajo, las principales tareas cometidas y las actividades.
4. Evaluación del trabajo: Tomar decisiones sobre formación, remuneración, promoción, cambio de puesto de trabajo y despidos.
5. Diseño de la seguridad en el trabajo: Toma en cuenta todos los factores que afectan el trabajo de manera que sean menos riesgosos para el empleado.
6. Ingeniería de factores humanos: Prácticas que enriquecen y mejoran el desempeño de las personas tanto a nivel de productividad como de seguridad.

7. Programación de la producción: Determina cuándo debe iniciar y terminar cada lote de producción. (Salazar López, ingeniería industrial online, 2019)

3.2.1 ESTUDIO DEL TRABAJO

El estudio del trabajo es una evaluación sistemática de los métodos utilizados para la realización de actividades con el objetivo de optimizar la utilización eficaz de los recursos y de establecer estándares de rendimiento respecto a las actividades que se realizan. Por ende se deduce que es un método sistemático para el incremento de la productividad. (Salazar López, 2019)

3.2.2 JIT

Filosofía que busca la eliminación de todo lo que implique desperdicio en el proceso de producción, desde las compras hasta la distribución.

Se basa en que tanto el material intermedio como los productos acabados deben estar en su sitio justo cuando sea necesario y no antes. Además, la cantidad de material intermedio, como de producto terminado, debe ser la justa para satisfacer las necesidades del cliente. (lean manufacturing 10)

3.2.3 SIMPLIFICACIÓN DEL TRABAJO

Es cualquier método, artificio o recurso que ayude a disminuir o reducir la cantidad de esfuerzo requerido para ejecutar una labor determinada y es concebida fundamentalmente como una tarea permanente con el objeto de minimizar las tareas ordinarias propias de toda organización. La simplificación del trabajo presupone el mejor método de trabajo, el más fácil, se alcanza a través de la recolección y organización de hechos relacionados con el trabajo.

3.2.4 CONTROL DE INVENTARIOS

Todos los procesos que sustentan el suministro, el almacenamiento y la accesibilidad de los artículos para asegurar la disponibilidad de los mismos al tiempo que se minimizan los costes de inventario. En la práctica, el control del inventario abarca diversos aspectos, incluidos la gestión del inventario, el registro

tanto de cantidades como de ubicación de artículos, pero también la optimización del suministro. (Vermorel, 2013)

3.2.5 TÉCNICAS DE CONTROL Y MEJORAMIENTO DEL NIVEL DE STOCK

El control de stock sirve para conocer el nivel de inventario y monitorizar su evolución. Este seguimiento se aplica a todos los elementos que intervienen en la fabricación de un producto o servicio, y, por eso, el control de stock engloba, desde las materias primas, hasta los productos terminados. Cuando se lleva a cabo un control de existencias eficiente se consigue tener la cantidad adecuada de bienes en el lugar correcto y en el momento preciso, asegurando que el capital no está inmovilizado y protegiendo la producción en caso de problemas en la cadena de suministro.

Existen varias técnicas que pueden aplicarse para realizar el control de stock:

- Nivel de stock mínimo: Se ha de calcular a qué volumen corresponde este nivel mínimo aceptable de stock y, cuando se alcance, se puede realizar un pedido.
- Revisión de stock: Para llevar a cabo esta forma de control de stock es preciso realizar exámenes periódicos del nivel de inventario. A cada revisión irá asociada un pedido para devolver las existencias al nivel predeterminado que se haya fijado.
- Just In Time (JIT): Este enfoque del control de stock tiene como objetivo reducir los costes mediante la reducción al mínimo del inventario. Los productos que se entregan cuando se necesitan y se utilizan inmediatamente. Existe el riesgo de quedarse sin existencias, por lo que es imprescindible estar seguro de que los proveedores pueden abastecer bajo demanda.

Todos estos métodos de control de stock se pueden utilizar junto con otras técnicas para perfeccionar la función de inventario, por ejemplo, reordenando los plazos de entrega, controlando los lotes, aplicando la técnica de primero en entrar es el primero en salir o realizando predicciones de las necesidades basadas en datos objetivos que favorezcan la agilidad mediante la fijación de intervalos predeterminados de abastecimiento.

3.3 TÉCNICAS DE MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD BASADAS EN LA TECNOLOGÍA

El término tecnología en esta parte se refiere a la aplicación de nuevos métodos científicos para el manejo de problemas específicos.

A continuación se presentan algunas técnicas basadas en la tecnología para el mejoramiento de la productividad. Se describen principalmente desde el punto de vista de la productividad.

3.3.1 CAD

Es un sistema que permite el diseño de objetos por computadora, presentando múltiples ventajas como la interactividad y facilidad de crear nuevos diseños, la posibilidad de simular el comportamiento del modelo antes de la construcción del prototipo, modificando, si es necesario, sus parámetros; la generación de planos con todo tipo de vistas, detalles y secciones, y la posibilidad de conexión con un sistema de fabricación asistida por computadora para la mecanización automática de un prototipo. También permite el diseño de objetos tridimensionales como diseño de piezas mecánicas, diseño de obras civiles, arquitectura, urbanismo, etc.

(Rojas Lazo & Salas Bacalla)

3.3.1 CAM

Es un sistema que permite usar computadoras en el proceso de control de fabricación industrial, buscando su automatización. En un sistema moderno, la automatización abarca el proceso de transporte, almacenamiento, mecanizado o conformado, montaje y expedición del producto,

3.3.3 ROBÓTICA, EL VEHÍCULO DE GUIADO AUTOMÁTICO (AGV)

Vehículos de transporte que admiten diferentes configuraciones mecánicas y son conducidos mediante un sistema computarizado. Generalmente, los AGV's son vehículos industriales de diversos tamaños, de tracción eléctrica, sin conductor y con diferentes tipos de dispositivos de manipulación de materiales o cargas, son usados ampliamente en sistemas de almacenamiento, ensamble y manufactura

que requieren transportar materiales dentro de un complejo industrial. (interempresas, 2010)

3.4 TÉCNICAS DE MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD

BASADAS EN LOS MATERIALES

- Control de inventario: Son sistemas que se ocupan de cuándo ordenar y el costo de mantener, deben incluir desarrollo de pronóstico de la demanda, medición de costo de inventario (CO=Costo de ordenar, CM=Costo de mantener), registro y cuenta de los artículos, método para recibir, manejar, almacenar y dar salida a los artículos y un sistema de información.
- MRP: Técnica para el control administrativo de las operaciones de manufactura partiendo de una lista de explosión de materiales para obtener los requerimientos de estos a fin de que los pedidos se hagan dentro de los tiempos de entrega adecuados.

3.4.1 CONTROL DE CALIDAD

Sistema de gestión para satisfacer las necesidades de los clientes, de los trabajadores, de los accionistas y de la sociedad en general, y por lo tanto se trasciende del ámbito de la producción a toda la empresa.

3.4.2 MATERIALES REUSABLES Y RECICLABLES

Tradicionalmente esta técnica comprendía el reducir el gasto de materiales, actualmente este enfoque se ha renovado a partir de la presión adicional que la conciencia ecológica ha despertado.

3.5 PLAN DE MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD

Para comenzar con un plan o programa de productividad es importante que tengas presente estos 4 factores: Medición, Evaluación, Planeación y Mejoramiento.

Estos factores forman un ciclo que nos dice que, para el mejoramiento de la productividad, debe estar precedido por la medición, la evaluación y la planeación.

3.5.1 MEJORA CONTINUA

La mejora continua se convierte en el objetivo permanente del sistema para incrementar la probabilidad de aumentar la satisfacción de los clientes y de otras partes interesadas.

3.5.2 PROGRAMA PERMANENTE DE MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD (P.P.M.P.)

En el incremento de la productividad de las empresas de bienes y servicios, el Programa Permanente de Mejoramiento de la Productividad (PPMP) busca implementar procesos de cambio con la filosofía de la mejora continua, consta de las siguientes etapas: Involucramiento, diagnóstico, estrategia de solución, instrumentación y evaluación y ajuste.

3.6 TÉCNICAS DE EVALUACIÓN, CONTROL Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

PARA RECOPIRAR INFORMACIÓN

- La encuesta: Debe ser utilizada sólo cuando se hayan definido claramente los objetivos para los que se elabora y las condiciones de su aplicación.
- La entrevista: Es necesario observar determinados procedimientos para obtener resultados positivos de ella, es decir, para lograr su objetivo.
- Planillas de comprobación: Permiten la recopilación fácil y el análisis posterior de los datos y se utilizan para comprobar con qué frecuencia ocurre un hecho durante un período de tiempo.

PARA GENERAR IDEAS

- Brainstorm: El propósito de este paso es impulsar al grupo a exponer sus ideas acerca de la cuestión que se analiza. Se obtiene como resultado las diferentes perspectivas, opiniones, datos, hechos, etc., que presentan cada uno de los miembros.
- Organizar: este proceso radica en agrupar las ideas afines, haciendo uso de la intuición y la experiencia. Este es un proceso creativo debido a que los

miembros del grupo establecen relaciones entre la información disponible dando nuevos significados a dicha información.

- Etiquetar: En este paso se nombran las categorías que han sido descifradas en el paso anterior, se decide el significado de la información agrupada para todo el grupo.
- Evaluar: En este punto se evalúa la significación del trabajo hecho y las implicaciones tanto para el grupo como para los individuos que en el participaron.

PARA ANALIZAR Y PRESENTAR DATOS.

Los objetivos del análisis del problema y la presentación de los datos consistente en confirmar que este existe realmente, identificar las causas potenciales que lo generan, seleccionar las causas más probables para su verificación y reflejar gráficamente los datos que permitan al grupo usar la información con mayor facilidad.

- Análisis de causa – efecto: Es una forma sistemática de enfocar los efectos y las causas que crean o contribuyen a crear esos efectos.
- El método de campo – fuerza: Este método identifica aquellas fuerzas que ayudan (facilitadoras) o impiden (resistentes) a cerrar la brecha que existe entre donde se encuentra la organización y donde debe estar.
- Pregunte al experto: Según el análisis se va haciendo más específico y técnico, ¿Quién sabe la respuesta de por qué está sucediendo esto? ¿Quién podría ser un experto en esto? ¿A quién se podría invitar para que nos ayudara a esclarecer el problema?
- Análisis de costo – beneficio: Permite al grupo calcular los costos y beneficios para un conjunto de soluciones y lo ayuda a elegir una de ellas mediante comparaciones.
- Análisis de pareto: Técnica que separa los “pocos vitales” de los “muchos triviales” su finalidad es poner de manifiesto las desigualdades y tiene como regla determinar el 20 % de las causas que provocan el 80 % del efecto.
- Gráfico de sectores: Se emplean para mostrar la relación de cada parte en el todo. El gráfico de sectores se representa en una circunferencia en el que los

360° representan el total o 100 %. Esta se divide en sectores proporcionales de acuerdo con el porcentaje que representa cada componente en el total.

- Gráficas de tiempo: Reflejan los cambios ocurridos en el hecho específico, durante un período dado de tiempo. Pueden ayudar a resumir los eventos de una situación particular y mostrar la relación causa – efecto entre dos cantidades.
- Histograma: Es un tipo particular de gráfico de barras en el que se muestra la distribución de algunas características. El histograma se construye de la forma siguiente: • Se elabora una hoja para ordenar los datos por frecuencia. • Se dibuja un eje horizontal y uno vertical. • Se escriben los valores de los datos en el eje horizontal, de menor a mayor. • En el eje vertical se marca la escala de la frecuencia. • Se construyen barras verticales para cada uno de los valores, teniendo en cuenta que sus alturas se correspondan con al frecuencia.

INSTRUMENTOS PARA PLANEAR LAS ACCIONES

La puesta en práctica de las soluciones a las que ha arribado el grupo en el proceso de solución de problemas es tan importante como el análisis de sus causas, la generación de soluciones potenciales y la selección y planificación de la solución.

- Diagrama de flujo: Muestran las entradas, puntos de decisiones y salidas de un proceso dado con símbolos estándares unidos con flechas para demostrar cómo opera el sistema o el proceso de trabajo.
- Diagrama de Gantt: Permite registrar la programación, sucesos, actividades y responsabilidades necesarias para cumplir un proyecto o poner en práctica una solución propuesta por un grupo, reflejan “lo que va ser ejecutado”, “cuando” y “por quien”.
- Diagrama de Pert: Es aplicable a proyectos en cualquier campo, particularmente, a los complejos y novedosos, y tiene como objetivo controlar el tiempo y los costos. El diagrama muestra todas las actividades que deben realizarse para que la puesta en práctica de las soluciones sean concluidas en el tiempo calculado.

4. CORE TOOLS

4.1 APQP - ADVANCED PRODUCT QUALITY PLANNING.

Es la organización de un plan que está dirigido a ayudar a mejorar las actividades y pasos que se realizan durante el trabajo de producción, siempre con el fin de aumentar o mantener la calidad. (centro de estudios cervantinos)

4.2 PPAP - PRODUCT PART APPROVAL PROCESS.

Es un manual que se encarga de establecer el proceso de aprobación para las piezas que serán usadas en la producción, es decir define la metodología que se va a seguir para verificar si las piezas cumplen con ciertos requisitos mínimos de calidad. (Quiroga)

4.3 FMEA - FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS.

Tiene por objetivo identificar, delimitar y describir las no conformidades (modo de la falla) generadas por el proceso y sus efectos y causas, a través de acciones de prevención poder disminuir o eliminarlas. (Meire, 2018)

4.4 SPC - STATISTICAL PROCESS CONTROL.

El control estadístico de proceso es un conjunto de herramientas estadísticas que permiten recopilar, estudiar y analizar la información de procesos repetitivos para poder tomar decisiones encaminadas a la mejora, es aplicable tanto a procesos productivos como de servicios. (MDC)

4.2 MSA – MEASUREMENT SYSTEMS ANALYSIS.

Se conecta a los datos de medición que se utilizan en casi todos los procesos de fabricación. A medida que mejora la calidad de los datos, mejora la calidad de las decisiones. El propósito del Manual MSA es proporcionar una guía para evaluar la calidad de un sistema de medición. (SPC, 2012)

CAPÍTULO 4. DESARROLLO

MANUFACTURA ESBELTA

TIPOS DE PROCESOS:

En la empresa Diseko Soluciones se manejan los procesos por tareas, ya que se producen una gran variedad de exhibidores y con características y requerimientos específicos, la mayoría de estos en un bajo volumen, aunque comparten varios de los recursos de la empresa, como son los procesos operativos y materias primas.



Ilustración 15. Variedad de productos.

CARACTERÍSTICAS DE LOS PROCESOS:

Los procesos en las diferentes áreas de producción están especificados en las HOE dependiendo de las operaciones que se realicen de manera general, es decir, no están enfocadas directamente a un producto.






METODOLOGÍA PARA LA ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES						
HOJA DE OPERACIÓN ESTÁNDAR DE PROCESO						
		Objetivo: Garantizar el cumplimiento de las especificaciones del producto mediante el uso adecuado de la máquina Dobladora de cartón.		Código: DES-HOEOPD-1802-DOC1 Fecha de emisión: 30/Mayo/2018 Hoja No. 3 de 8 Revisión: 0		
				Proceso: Dobladora de cartón Fuente: Operador Procesos siguientes: Puntos, Soldadura		
No.	OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	PUNTO CRÍTICO	PORQUÉ	ALERTAS	AYUDA VISUAL
4	Colocar pieza en posición	1- Colocar pieza sobre el portadado hasta que llegue al tope de doblar. (Ver Img. 5)	1- El acomodo de las piezas dependerá del tipo de material. 2- La pieza debe llegar completamente hasta el tope. 3- En ocasiones se utiliza un gancho para colocar las piezas.	1- La pieza debe llegar hasta el tope para que mantenga la distancia correcta. 2- El tope es la referencia para obtener el ángulo de doblar correcto.	 	
5	Accionar doblar	1- Manteniendo la pieza sujeta con las manos pero alejadas de la cuchilla, pisar una vez el pedal. (Ver Img. 6)	1- La pieza debe estar sujeta por el operador hasta que la cuchilla haga su función. 2- Las manos deben estar alejadas de la cuchilla pero manteniendo la pieza en posición. 3- Solo pisar una vez el pedal.	1- Para mantener el doblar correcto de la pieza. 2- Para evitar accidentes. 3- El pedal solo se pisa una vez por doblar.	  	

Ilustración 16. HOE

ENTRADAS Y SALIDAS DE LOS PROCESOS

Por medio de un diagrama de tortuga en cada una de las áreas de producción se enlistan los principales pasos de los procesos, así como quienes intervienen en ellos, cuáles son las entradas y sus proveedores, cuáles las salidas y sus clientes, esto para tener un control sobre la forma que se realiza siempre.

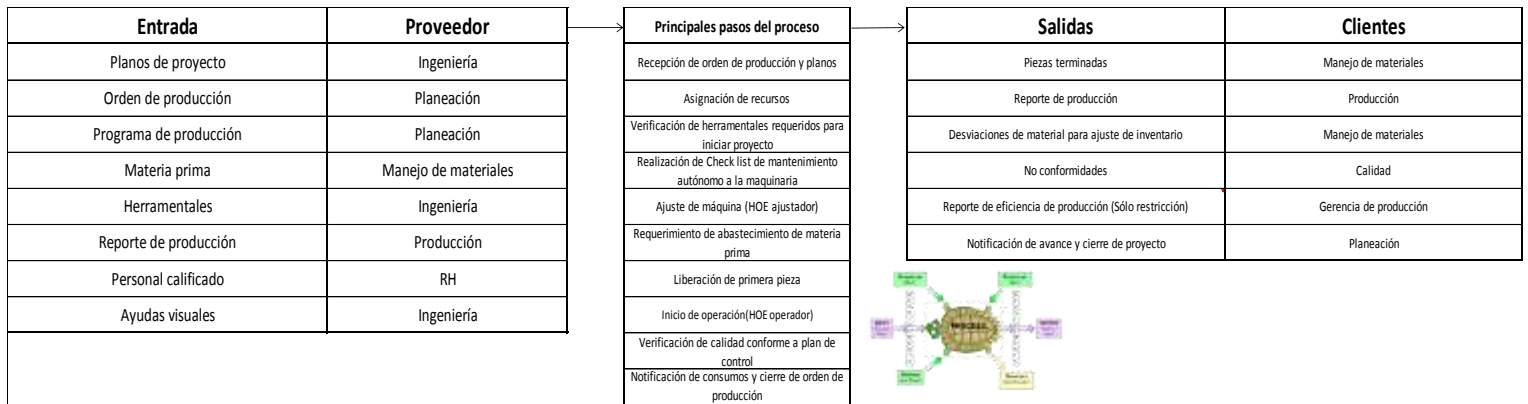


Ilustración 17. Entradas y salidas de los procesos de producción DKS.

LIMITANTES DE LA PRODUCTIVIDAD

- **MURI (Sobrecarga):**
Dentro de las actividades desarrolladas en el presente proyecto están las de garantizar que los estándares teóricos operacionales se cumplan y no se encuentren muy desfasados de la realidad, ya que existen casos en los que se encuentran por encima de la capacidad de producción, lo que a lo largo ocasiona que se presente una baja productividad.
- **MURA (Variabilidad):**
Además de la variabilidad que se puede presentar en las especificaciones de los materiales, ésta también existe en los procesos de fabricación de los productos debido a su diversidad.
- **MUDA (Desperdicio):**

En la empresa se puede apreciar un gran número de desperdicios que pueden ser eliminados, principalmente los procesos innecesarios y la espera.

CLASIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES SEGÚN LEAN

- Actividad VA (de valor añadido).

Estas actividades son las que intervienen directamente en la transformación de la materia prima en el producto terminado, en este caso los exhibidores, serían las operaciones que se llevan a cabo en las diferentes áreas de producción, ejemplo; corte, doblado, punteo, aplicación de soldadura.

- Actividad NVA (de No valor añadido).

En las áreas productivas existen actividades que se pueden eliminar debido a que no le agregan valor al producto, desde conteos de material, acomodados, emplaye de piezas, traslados innecesarios, etc.

- Actividad NVAN (de No valor añadido pero necesaria).

La principal es el traslado de materiales de un puesto de trabajo o área a otra, actividad necesaria pero que podría disminuirse.

LOS 7 DESPERDICIOS

Se pueden identificar cada uno de los desperdicios en las áreas de producción de Diseko Soluciones:

1. Sobreproducción: En ocasiones se trabaja material antes de que se necesite o más rápido de lo que es requerido, generalmente de área a área.
2. Sobreinventario: Puede haber casos en los que se pierdan las cuentas de los materiales y se produzca más de lo que se necesita entregar.
3. Productos defectuosos: La generación de productos no conformes a las especificaciones pueden generar el desperdicio del material utilizado, además de un retrabajo que requiere la utilización de varios recursos de la empresa.

ÁREA	DEFECTO	ACCIÓN	TIEMPO (MIN)	MATERIAL UTILIZADO	CANTIDAD DE PERSONAS	PIEZAS
PRENSAS	MATERIAL CON FALTA DE DESESQUINE	SE PULE MATERIAL DE LAS ESQUINAS	30	PULIDORAS	2	655
PRENSAS	MATERIAL CON FALTA DE DESESQUINE	SE PULE MATERIAL DE LAS ESQUINAS	60	PULIDORAS	1	160
PRENSAS	MATERIAL CON FALTA DE DESESQUINE	SE PULE MATERIAL DE LAS ESQUINAS	60	PULIDORAS Y LIMA	2	400
PRENSAS	VARIACIÓN EN LONGITUD	INSPECCIÓN A BRACKET AL ENSAMBLAR PARA ASEGURAR SU FUNCIONALIDAD	70	CREMALLERA	1	78

Tabla 10. Desperdicio: Defectos.

4. Transporte de materiales y herramientas: El traslado de los materiales de un área a otra de forma incorrecta limita la productividad de las operaciones, de igual manera con las herramientas de trabajo.
5. Procesos innecesarios: Con el análisis de las operaciones se identifican, y al no agregar valor, se deben eliminar de los procesos o realizarlos simultáneamente con los que sí lo agregan, esto para no generar mayores desperdicios de los recursos.
6. Espera: La espera de instrucciones hacia los trabajadores y de materiales es recurrente en todas las áreas, y en aquellas donde se trabaja con máquinas automatizadas, como en Láser e Ideales, es común este tipo de desperdicio del tiempo del operador o de la misma máquina.
7. Movimientos innecesarios del trabajador: Por mala posición de maquinaria, herramientas, contenedores, etc. los operadores tienen que realizar recorridos que quitan tiempo, incluso en las mismas operaciones no existe una estandarización correcta de los movimientos del operador.

MAPA DE LA CADENA DE VALOR

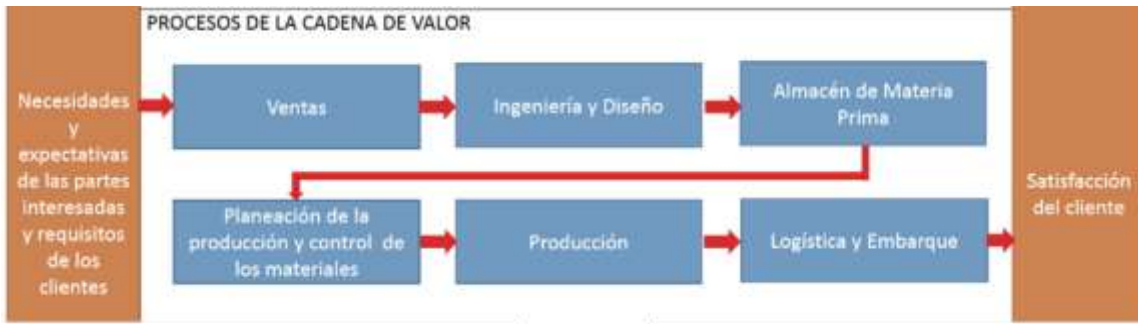


Ilustración 18. Mapa de la cadena de valor.

DIAGRAMA DE ESPAGUETI

Para entender el movimiento de los materiales entre las áreas de producción se puede realizar un diagrama de espagueti de los proyectos a trabajar.

SAP		NOMBRE DEL PROYECTO		BROOM KIT GRID HOOK WELDMENT TS110054B	
NOMINAL		FERT	50003472	200	
D i s e ñ e k o		CONTRATO	40003096		
NOMBRE	NO. DE OPERACIÓN	PUESTO DE TRABAJO	OPERACIÓN	STD.SAP	UNITARIO
GRID HOOK WELDMENT GRIS BROOM DISPLAY	10	WA ●	CORTE Y DOBLAZ DE HOOK WIRE 800 P/H	800	
GRID HOOK WELDMENT GRIS BROOM DISPLAY	20	TR ●	CORTE Y DESEQUINE DE PRICE PLATE 700P/H	700	
GRID HOOK WELDMENT GRIS BROOM DISPLAY	30	PU ●	PU DE PRICE PLATE A HOOK WIRE 600P/H	600	
GRID HOOK WELDMENT GRIS BROOM DISPLAY	40	PU ●	PU DE GRID CLIP A HOOK WIRE 600 P/H	600	
GRID CLIP LASER BROOM DISPLAY	10	CORLASER ●	CORTE DE GRID CLIP 450 P/H	450	
GRID CUP LASER BROOM DISPLAY	20	DC ●	DO GRID CLIP 1",2" y 3" C/DOBLADOR-RESTR	400	

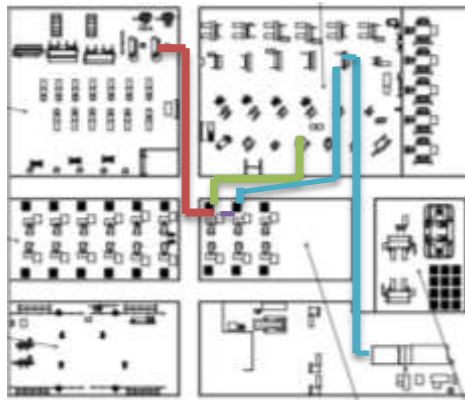


Ilustración 19. Diagrama de espagueti.

HERRAMIENTAS BÁSICAS DE LA MANUFACTURA ESBELTA

CAMBIO DE LA CULTURA DE LA COMPAÑÍA.

En Diseko Soluciones existen hábitos y costumbres en la manera de trabajar muy arraigados en las que se percibe resistencia a los cambios. Para lograr transformar la cultura de la empresa en el área de producción, se tiene que empezar por crear una transformación en los líderes y supervisores, mediante capacitaciones y desarrollo de sus habilidades directivas, ya que esto conlleva beneficios como:

- ✓ Mejor ambiente laboral delegado por jefes.
- ✓ Formación de vínculos emocionales positivos con el equipo de trabajo.
- ✓ Mayor cooperación por parte de los trabajadores.
- ✓ Retención de talento laboral.
- ✓ Apertura a la innovación en los procesos operativos.

LAS 5 S's

Actualmente la implementación de la metodología no está siendo bien aplicada a pesar de los esfuerzos de capacitación que se llevan, esto debido a la cultura de la empresa, por lo que es conveniente trabajar en su correcta implementación y crear mayores esfuerzos en conjunto para poder obtener los beneficios de esta metodología.



Ilustración 20. 5 S's DKS



¿QUÉ BENEFICIOS APORTAN LAS 5S?

La implantación de las 5S se basa en el trabajo en equipo.
 Los trabajadores se comprometen.
 Se valoran sus aportaciones y conocimiento.
LA MEJORA CONTINUA SE HACE UNA TAREA DE TODOS.

Ilustración 21. Principios 5 S's DKS.

TRABAJO ESTÁNDAR.

El trabajo estándar se encuentra enfocado a las operaciones generales de cada área de producción, esto debido a la variedad de proyectos que se trabajan, por lo que se complica la completa estandarización de todos los procesos. Es por esto que las hojas de operación estándar no están enfocadas a ningún producto en particular.

ELEMENTOS DEL TRABAJO ESTÁNDAR.

El Takt Time es importante conocerlo para poder cumplir con la demanda de los diferentes clientes se realiza el cálculo del tiempo en que tiene que salir el producto por parte del departamento de planeación de la producción, en base a esto se realizan los programas de producción.

La Secuencia de Trabajo en la que un operario realiza tareas dentro del tiempo del ciclo estándar se analiza por ingeniería de procesos. Dependiendo de la operación que se esté realizando se contempla y se busca la mejor manera para que fluya el trabajo de manera óptima mediante el análisis de la operación. Además de que se debe buscar que los operadores cuenten con los recursos necesarios para realizar su trabajo sin los menores inconvenientes.

HOJA DE SECUENCIA DE TRABAJO ESTÁNDAR.

Conforme se realiza el análisis de las operaciones se crea un hoja en la que se documentan las condiciones óptimas para la realización de tales operaciones, así como la ubicación de material, operador y maquinaria, sin embargo no existe en la empresa una hoja de secuencia de trabajo como tal.

CAPACIDAD DE PROCESO

La mayoría de los procesos realizados en Diseko Soluciones se realizan mediante la utilización de maquinaria, por lo que se debe contemplar la capacidad de producción de cada una de ellas y la cantidad disponible para la realización de los diferentes proyectos, esto para considerarlo al momento de hacer la planeación de la producción. Además de esto también se toma en cuenta la disponibilidad del personal en cada una de las áreas.

CLAVE	DESCRIPCION	CANTIDAD MAQUINAS	CAPACIDAD INSTALADA		CAPACIDAD POR PERSONAL		
			CAP. DISP. HRS. X DIA	DIAS. REQ.	CAP. DISP. HRS. X DIA	DIAS. REQ.	HORAS. REQ.
SE	CIZALLAS IDEALES	4	64	0.0	32	0.0	0.9
CO	CORTADORA DE ALAMBRE	15	240	0.1	96	0.3	31.6
CD	CORTADORA DE DISCO	7	112	1.2	48	2.8	135.8
CORLASER	CORTE LASER	2	32	1.7	32	1.7	53.2
DE	DESPUNTADORA	11	176	0.1	16	1.0	16.3
DO	DOBLADORA	14	224	0.3	32	2.0	64.1
DOBLASER	DOBLADORA CNC EN LASER	4	64	0.7	48	0.9	43.1
CTLASER	CORTE DE TUBO LASERR	2	32	0.9	16	1.8	28.5
PAN	PANELADORA	1	16	0.0	16	0.0	0.0
MULTICAM	CORTE MULTICAM	1	16	0.0	16	0.0	0.0
DC	DOBLADORA DE CORTINA	15	240	0.1	64	0.2	13.4
DT	DOBLADORA DE TUBO	3	48	0.0	16	0.0	0.0
ES	ESMERILADO	9	144	0.1	16	0.5	7.5
WA	FORMADO DE ALAMBRE 2D WAFIOS	2	32	0.0	16	0.0	0.0
GU	GUILLOTINA DE TIJERA HIDRAULICA	3	48	0.0	16	0.0	0.7
ID	IDEALES	4	64	0.2	32	0.4	11.5
SO	MAQUINA DE MICROALAMBRE SOLDADURA	28	448	1.4	192	3.2	619.0
PL	PULIDORA	9	144	0.2	16	1.9	30.8
PU	PUNTEADORA	22	352	0.0	96	0.1	13.5
PZ	PUNZONADORA	2	32	1.3	16	2.6	41.8
PZL	PUNZONADORA DE LAMINA	1	16	1.0	16	1.0	15.4
RO	ROLADORA	3	48	0.1	16	0.3	4.6
TA	TALADRO	8	128	0.3	48	0.8	39.0
TO	TOPEADORA	5	80	0.1	32	0.2	5.8
TR	TROQUELES	16	256	0.4	64	1.5	93.2

Ilustración 22. Capacidad de procesos DKS.

HERRAMIENTAS PARA MEJORAR LA EFECTIVIDAD DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO Y LA CALIDAD

MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM).

Además del mantenimiento preventivo y correctivo especializado, en cada una de las máquinas de Diseko se implementa un mantenimiento autónomo que consiste en la inspección generalizada de las condiciones de estas por los mismos operadores y ajustadores, esto para detectar posibles daños o anomalías que pudieran perjudicar el proceso o los productos.


<ul style="list-style-type: none"> - Libre de objetos innecesarios. (Frascos, basura, comida, etc.) - Limpia, completa y las guardas se encuentran en condiciones óp - Visualmente NO se aprecian cables dañados. - Funciones y matrices montados en buen estado 				DURMA AD-R 30100																		
Ajustador operario	Fecha																					
Turno: 1ro	Responsable:																	MES:				
Componente	acción / Inspección	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1 Pedal de operación	funcionalidad de paro en pedal funcionalidad de paro en botón funcionalidad de retracción de cortina																					
2 exterior de máquina	Limpieza de exterior																					
3 interior de máquina	Limpieza de interior limpieza de componentes para eje X limpieza de componentes para eje R																					
4 Herramientales (M G P)	devolución a almacén																					
5 Área de trabajo	Orden y Limpieza																					
6 cortina de luz	calibración																					
7 Mordazas o porta punzón	revisión de tornillos alineación																					
8 Bancada ó porta matriz	limpieza alineación																					
9 Sensor de posición	limpieza de regla																					
10 sensor de alineación	limpieza de óptico limpieza de orificio																					

Ilustración 23. Check List de Mantenimiento Autónomo DKS.

CAMBIOS RÁPIDOS DE PRODUCTOS (SMED).

Debido a los cambios de producto que se llevan a cabo constantemente en la empresa se debe implementar esta metodología en todas las áreas y máquinas, sin embargo actualmente solo se está iniciando con el área de pintura para hacer más rápido y eficiente el tiempo de salida de los productos. Esto ayuda a eficientar los procesos y elevar la productividad de las áreas y por ende de la empresa.

MEJORA CONTINUA (KAIZEN)

Constantemente se están buscando propuestas de mejora para su implementación, con la realización de un Kaizen en algún proyecto recurrente se pueden obtener buenos resultados para la empresa mediante la integración de un equipo comprometido con la mejora continua y capaz de identificar oportunidades en los procesos.

SIX SIGMA

MEJORA CONTINUA E INNOVACIÓN

El departamento de Mejora continua de la empresa realiza invitaciones abiertas para que cualquier persona pueda proponer alguna mejora o innovación que ayude a mejorar alguna situación en ella, éstas son examinadas conforme al impacto que pueda causar y posteriormente implementadas.

Herramientas para desarrollar la mejora continua

- Ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar)
- 8D's
- Método Kaizen.
- Análisis de causa raíz o Ishikawa.
- Los 5 porqués.

CICLO DE MEJORA CONTINUA

Áreas críticas para la mejora.

Al adoptar objetivos y acciones para obtener los resultados de conformidad con los requisitos del cliente que permiten la superación constante.

Mucho éxito siempre en la búsqueda de mejoras.

Superación constante para el éxito del negocio.

Solicitar al departamento de mejora continua el registro DKS-RMC-1901-01 PROPUESTA DE MEJORA

Mejora Continua

ISO 9001:2015

dks

SIEMPRE HAY UNA MEJOR MANERA DE HACER LAS COSAS... ¡PARTICIPA!

Ilustración 24. Mejora Continua.

Para la realización del presente proyecto se realiza el llenado del formato de Propuesta de mejora para la validación de él ante el comité de Mejora Continua.

dks		PROPUESTA DE MEJORA		FORM: ADMIN-021
FECHA:	18/11/2020	PROPUESTA DE MEJORA		FECHA DE VALIDACION DE PROYECTO:
NOMBRE (S):	Josefin Guerra, Maria Medina, Ernesto Virquez, Alejandro Pérez	MAR:	ADMIN	FECHA DE INICIO:
PROCESO:	Producción	LIDER DEL COMITÉ:	Rodrigo Trujillo	FECHA ESTIMADA DE TERMINACIÓN:
PROPUESTA DE MEJORA:	Revisión y actualización de estándares			FECHA REAL:
MOTIVO DE LA MEJORA:	Se tiene una tabla de tiempos estándar obsoleta.			
SITUACIÓN ACTUAL (Descripción):		MEJORA ESPERADA (Desarrollo):		
<p>Ingeniería de rutas realiza cálculos de tiempos teóricos de las operaciones basándose en una tabla que no se ha actualizado hace más de cinco años, lo cual ocasiona que se tengan errores en la planeación de la producción debido a que los datos no son precisos.</p>		<p>Con la actualización de la tabla de tiempos estándar se espera reducir el margen de error a un nivel $\pm 3 \sigma$, y así poder hacer una planeación precisa.</p>		

Ilustración 25. Propuesta de mejora.

SEIS SIGMA

Por medio de herramientas estadísticas se analizan los datos, principalmente de calidad, para llevar un control sobre la variabilidad de los procesos y buscar su reducción.

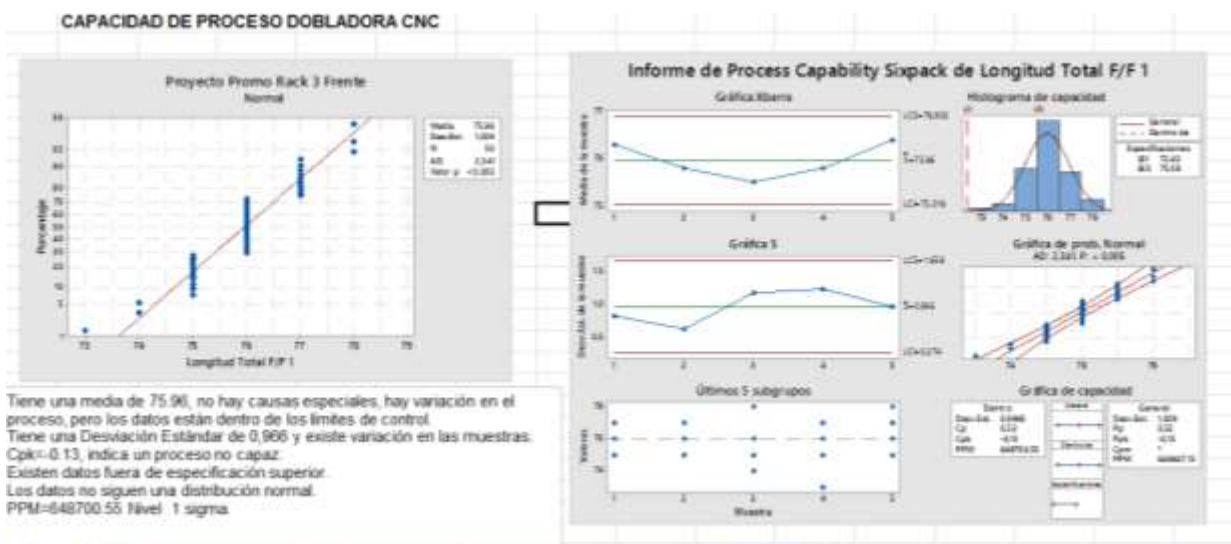


Ilustración 26. Variabilidad de los procesos.

Con los datos de tiempo estándar de las operaciones se busca reducir la variabilidad de los tiempos teóricos hacia un nivel hasta de 3 sigma.

TEORÍA DE RESTRICCIONES

Cada exhibidor tiene características diferentes, pero generalmente se trabajan en las mismas áreas y casi todos en el área de soldadura, por lo que la mayoría de las veces esta área representa la restricción para que los productos lleguen a tiempo a las áreas de terminado.

Para muestra tenemos la ruta de uno de los exhibidores en la empresa:

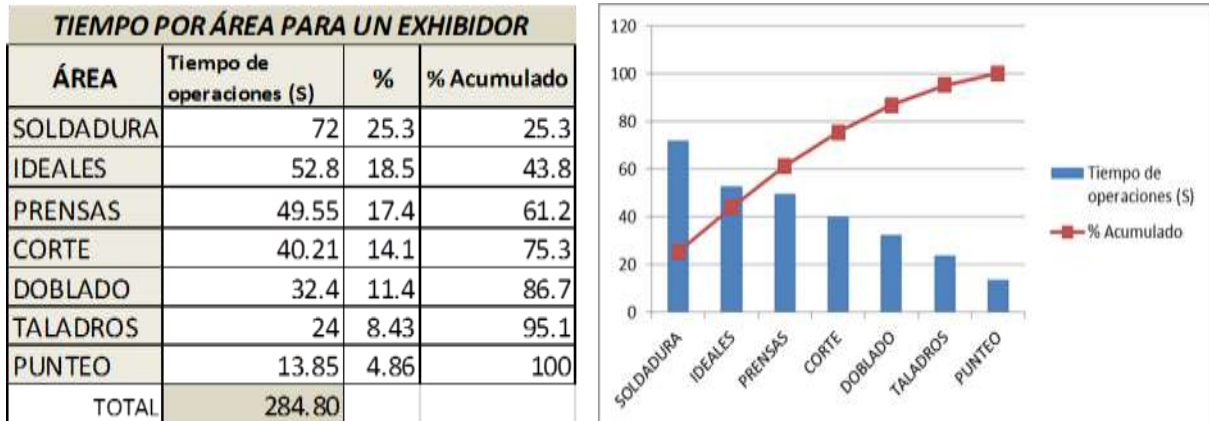


Ilustración 27. Diagrama de Pareto TDR.

Nuestra restricción condiciona el flujo de los productos, por lo que se tiene que trabajar principalmente en ella para eficientar los procesos.

MÉTODO DE SEIS SIGMA

RECONOCIMIENTO Y DECLARACIÓN DE PROBLEMAS

Para llevar un mejor control sobre los defectos en el área de láser se llevó a cabo un proyecto de implementación de seis sigma por parte de alumnos del Instituto Tecnológico en el que se visualizan cuáles son las principales causas de estos defectos.

DEFINICIÓN DE OBJETIVOS DEL PROYECTO

En esta parte se planteó el objetivo de su implementación dentro del área de láser:

Definición de meta						
Reducir el número de defectos de un 15.23% a un 7.615% y evitar los re-trabajos en el área de láser, disminuyendo los COPQ's a un 50%.						
Porque es importante hacer el proyecto en este momento?						
Se toma el área de láser, la cual servirá para llevar un control estadístico de proceso para posteriormente ser implementado en toda la planta.						
Cuales son las consecuencias de NO hacer este proyecto ahora?						
Las consecuencias de no hacer este proyecto de mejora, es que pueden perder clientes importantes como son: Bimbo, Pedigree, Pinol, entre otras. Además de que la planta está en busca de nuevos clientes en el continente americano esto perjudicaría en no entrar en nuevos mercados y por lo tanto no lograr su visión que es ser líderes en el mercado nacional.						

Ilustración 28. Objetivo de proyecto seis sigma en DKS.

DESARROLLO DE LA CARTA DEL PROYECTO

En este documento se mencionan cada uno de los implicados en el proyecto y las generalidades de este, así como el impacto que causaría en la empresa de ser aplicado.

CARTA DEL PROYECTO 6 SIGMA (CHARTER)			
ORGANIZACION: Diseko Soluciones S.A. de C.V.		GREEN BELT EN FORMACION: J. SERGIO MARTELL LEDEZMA	
PLAN DE RECURSOS		INFORMACION GENERAL	
		MILESTONES DATES:	
Proyecto No. 01	Área de negocio:	inicio proy:	8-Mar-19
Nombre del proyecto	Operaciones y Calidad	1. DEFINIR	15-Mar-19
Estandarización operacional en el proceso de láser	Proceso de negocio	2. MEDIR	15-Apr-19
Líder del equipo: Alba María Ramírez Marmolejo	Láser	3. ANALIZAR:	16-May-19
Director de área: J. Sergio Martell Ledezma	CTQ's del cliente (gran Y):	4. MEJORAR:	30-Jun-19
Patrocinador: J. Sergio Martell Ledezma	Satisfacción del cliente	5. CONTROLAR:	30-Jul-19
Dueño del proceso: Fco. Jasiel Ramírez	CTQ's del proyecto (pequeña y):	CIERRE:	5-Aug-19
	Calidad y tiempo	CELEBRACIÓN CON EQUIPO AMMEN	6-Aug-19
Caso del negocio			
<p>Para Diseko Soluciones es importante mantener una relación estable con los clientes y asegurar la generación de pedidos por parte de los mismos, esto debe ser mediante la obtención de resultados que cumplan con los criterios de calidad establecidos para lograr la satisfacción del cliente.</p> <p>La finalidad con la que se pretende realizar este proyecto es reducir los rechazos producidos en un 50% en el área de láser, ya que tienen que re-trabajar las piezas, ocasionando costos innecesarios como lo son, mano de obra, aumento de tiempo de ciclo, desperdicio de materia prima, etc.</p>			
Definición del problema			
<p>En Diseko Soluciones existen requerimientos de calidad establecidos por los accionistas y clientes, por medio del análisis de la información recabada a través de los formatos de re-trabajo y atención de clientes (quejas), se detectó que la mayor parte de los defectos producidos en los exhibidores, se encuentran en el área de láser. En ésta área se presentaron problemas en los sub-ensambles de los exhibidores provocando el no cumplimiento con las especificaciones de calidad, es decir, que el producto llegaba al cliente interno (soldadura, punteo y pintura) en condiciones no aceptables.</p>			
Definición de meta			
Reducir el número de rechazos de un 15.23% a un 7.615% y evitar los re-trabajos en el área de láser, disminuyendo los COPQ's a un 50%.			
Alcance de proyecto (desde donde hasta donde nos enfocaremos)			
Este proyecto se llevará a cabo en el área de láser, el cual incluye 10 máquinas: 2 cortadoras laser, 2 dobladoras hidráulicas, 2 punzonadora de tubo, 1 punzonadora lámina, 3 dobladoras.			
Posibles obstáculos del proyecto			
Este proyecto presenta varios posibles obstáculos:			
a) Experiencia de los operarios.			
b) Falta de registros en reprocesos			
c) Cambios de turnos			
Miembros del equipo	Área donde pertenece	Rol que desempeñará	Observaciones
Alba María Ramírez Marmolejo	Lider externo del proyecto de mejora	Lider	externo
Melissa Yiribet Aguilar Aguilar	Becario dpto. calidad	Apoyo	externo
Nayeli Flores Contreras	Becario dpto. calidad	Apoyo	externo
María de la Nieves Medina Renovato	Becario dpto. calidad	Apoyo	externo
Ernesto Vázquez Flores	Becario dpto. calidad	Apoyo	externo
Francia Arleen Salce Márquez	Docente y asesor	Asesor	externo
J. Sergio Martell Ledezma	Gerencia de Calidad	Lider interno	interno
Fco. Jasiel Ramírez	Producción y dueño del proceso	Lider interno	interno
RESUMEN DE LOS IMPACTOS AL NEGOCIO:			
<input type="checkbox"/> AUMENTA TRUPUT		<input type="checkbox"/> REDUCE INVENTARIO	
<input checked="" type="checkbox"/> REDUCE COSTOS DE MP		<input checked="" type="checkbox"/> REDUCE NIVEL DE DEFECTOS	
<input checked="" type="checkbox"/> REDUCE GASTOS OPERACIONALES		<input checked="" type="checkbox"/> AUMENTA NIVEL DE SATISFACCION	
<input checked="" type="checkbox"/> ELIMINACION DE DESPERDICIO		<input type="checkbox"/> GENERACION DE CAPACIDAD PROT	

Ilustración 29. Carta de proyecto seis sigma DKS.

MAPEO DE PROCESO

En este tipo de mapas se observan las entradas y las salidas del proceso, en este caso mediante un diagrama de tortuga se visualizan fácilmente cada una de las interacciones para el área a estudiar en el proyecto.

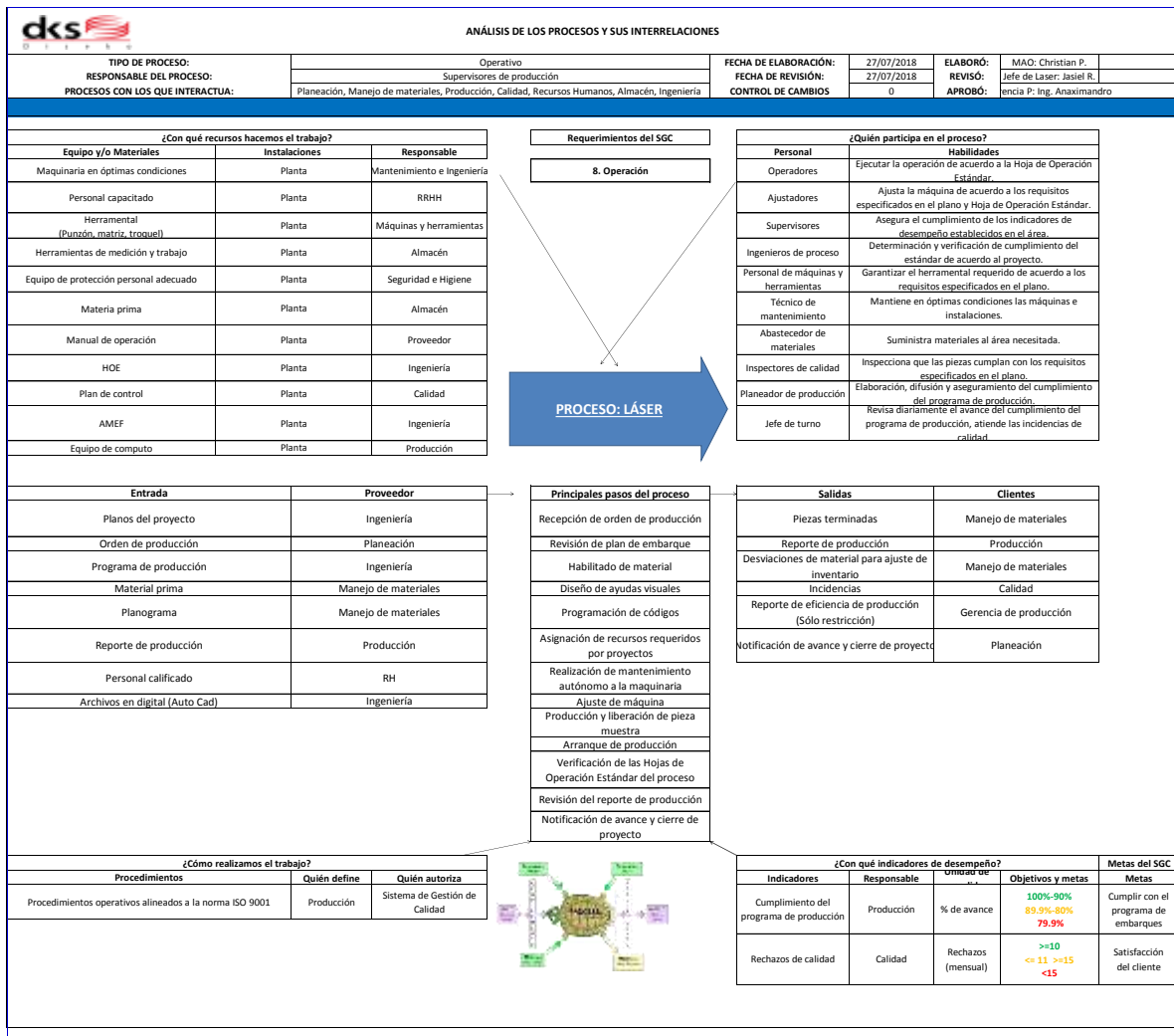


Ilustración 30. Mapeo de proceso DKS.

HERRAMIENTAS DE CAUSA Y EFECTO

Para visualizar cada uno de las posibles causas de los desperdicios se crea un diagrama de pescado en donde las principales causas se encuentran en las mediciones, material, personal y máquinas que intervienen en el proceso generando un efecto, en este caso un desperdicio

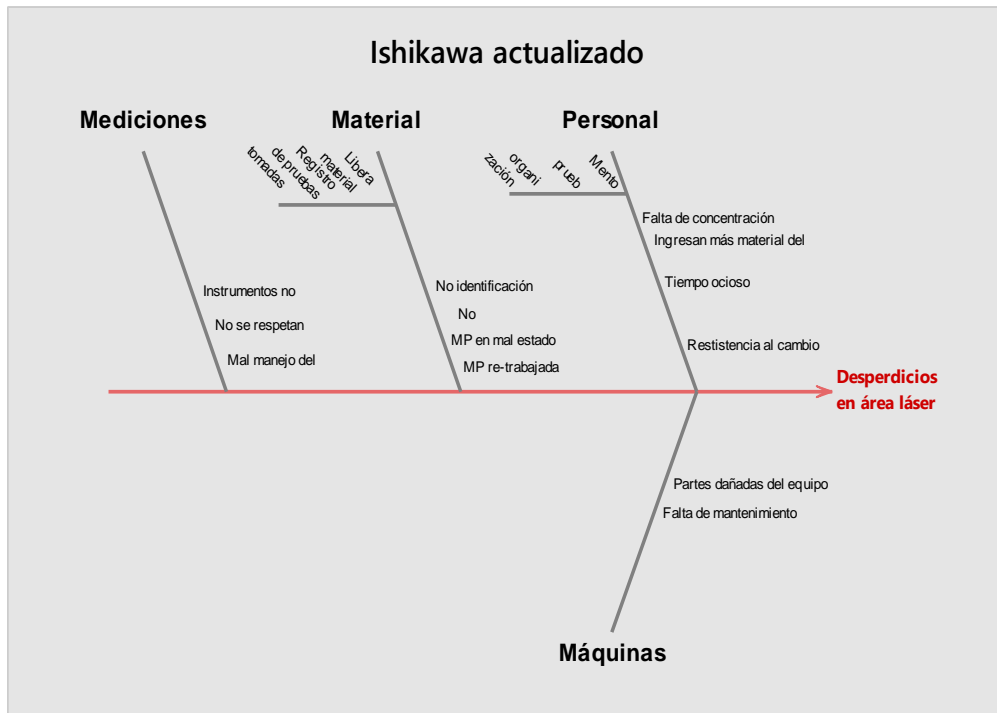


Ilustración 31. Diagrama causa-efecto DKS.

ANÁLISIS DEL SISTEMA DE MEDICIÓN (MSA Y R&R)

Utilizando las herramientas del software de Minitab se hace un análisis del sistema de medición en que aprecia que existe variación en las medidas entre los operadores a causa de la falta de establecimiento de un método.

Informe de R&R del sistema de medición (ANOVA) para Medidas

Nombre del sistema de medición :
Fecha del estudio:

Notificado por:
Tolerancia:
Misc

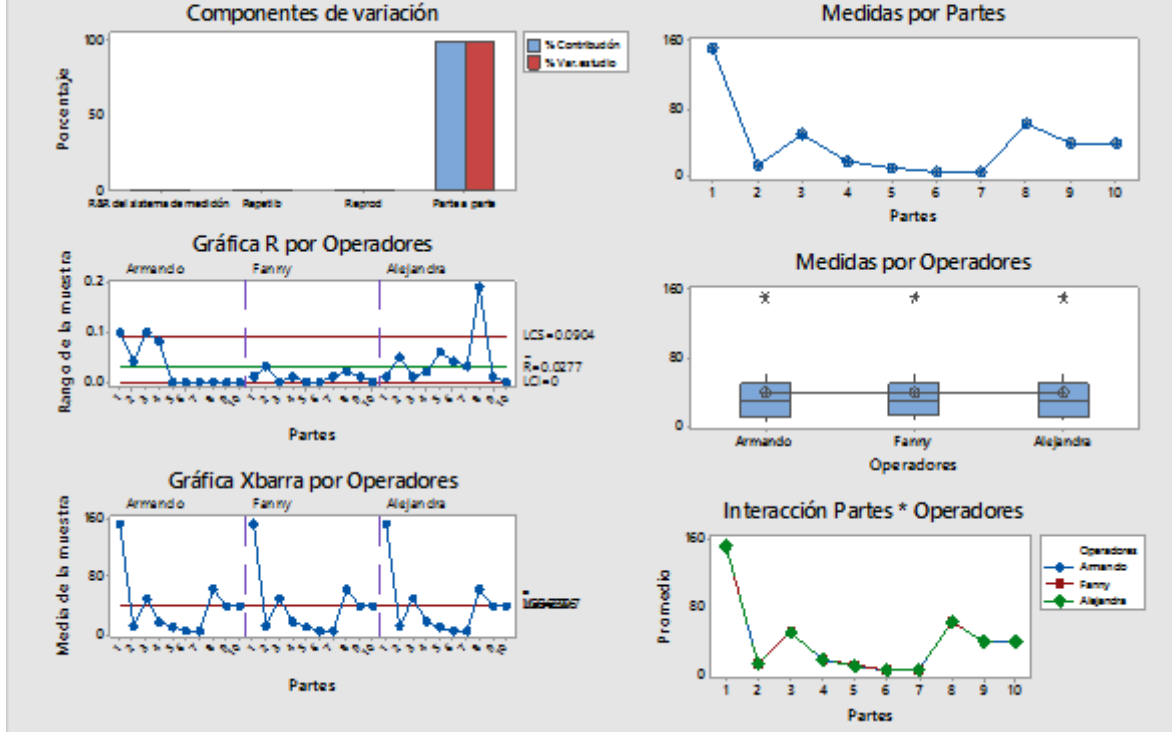


Ilustración 32. Análisis del sistema de medición DKS.

ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE PROCESO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para analizar la capacidad de los procesos se utilizan diferentes gráficas que muestran el comportamiento de los datos recolectados.

El principal análisis observado aquí fue en el histograma, aunque las observaciones de la muestra se encuentran dentro de los límites de especificación, el pico de la curva de distribución no está en el objetivo. La mayoría de los datos excede el valor objetivo y se encuentra cerca del límite de especificación superior.

Cpk=0.55 indica un proceso no capaz. Con PPM=50125.80 indica un 4 sigma

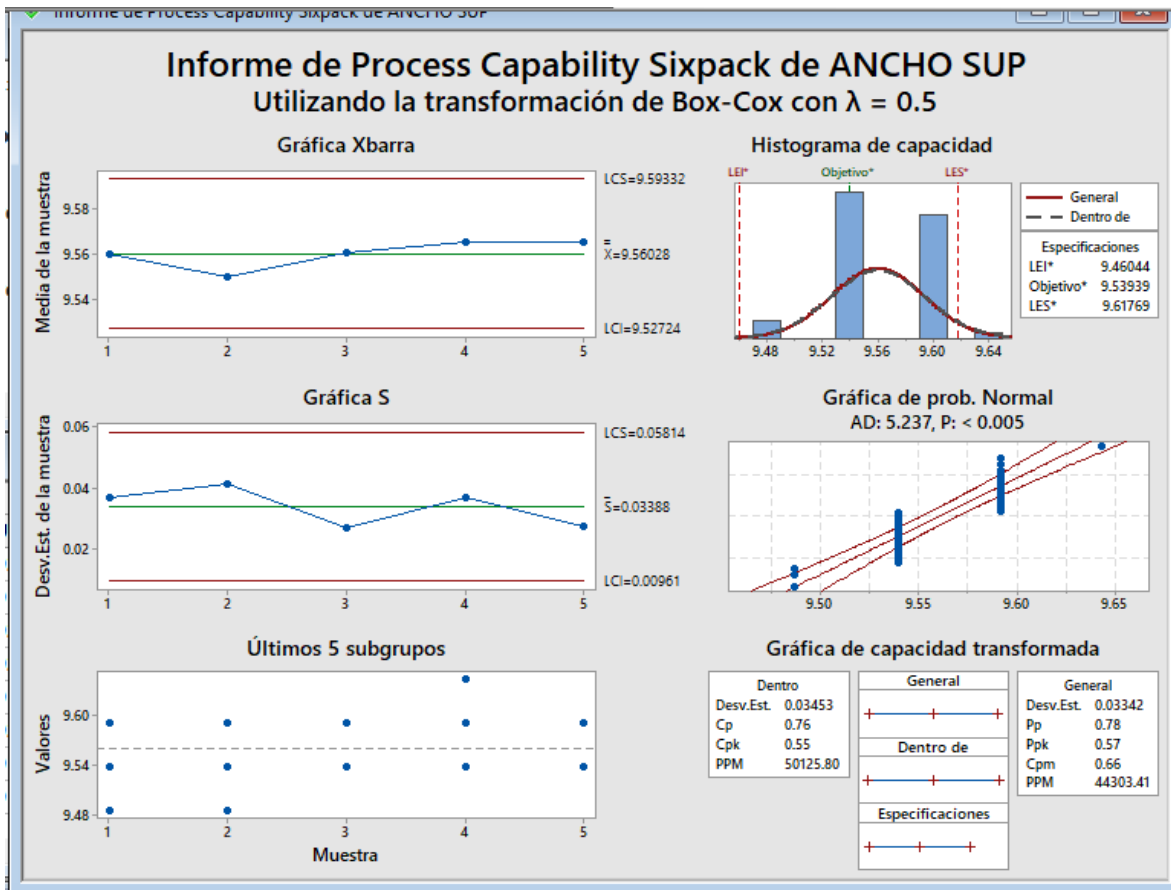


Ilustración 33. Capacidad del proceso y análisis estadístico DKS.

INDICADORES INDUSTRIALES PARA LA TOMA DE DECISIONES

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PRODUCTIVIDAD

Se realizó un análisis de las principales causas por las que no se conseguía cumplir con lo que se planeaba y de la baja productividad que se tiene en las áreas de producción.

Con esto se pueden atacar algunas de ellas para buscar una mejoría en los resultados.




Ilustración 34. Ishikawa de factores que influyen en la productividad.

PASOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD

El primer paso que se realiza es el de la revisión de los tiempos estándar de operación por medio de un análisis de tiempos y movimientos, posteriormente mediante la clasificación de las variables de las operaciones, ya sea por el tipo de material, longitud, entre otras, se busca crear una lista más precisa de tiempos para la planeación de la producción.

Teniendo esta parte actualizada se implementará el uso de un formato para el registro de la eficacia en cada área.

REGISTRO DE EFICACIA																		
		FECHA: _____	ÁREA: _____	TURNO: _____														
PERT	ORDEN	MÁQUINA	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN	ESTÁNDAR	HORAS TRABAJADAS		TOTAL (HRAS)	TIEMPO DE PARO						TOTAL (HRAS)	TIEMPO TOTAL (-) TIEMPO DE PARO	TOTAL DE PIEZAS PRODUCIDAS		EFICACIA (%)
					INICIO	TÉRMINO		cod.	T	cod.	T	cod.	T			ESPERADO ESTÁNDAR X TIEMPO TOTAL	REAL	
						TOTAL TIEMPO DE PARO							EFICACIA TOTAL					

CÓDIGO	CAUSA DE PARO
FM	FALTA DE MATERIAL
FP	FALTA DE PERSONAL
AM	AJUSTE DE MÁQUINA
MO	MOLDES
LI	LIMPIEZA
FT	FALLA TÉCNICA
IT	INICIO TARDÍO

EQUIVALENCIAS			
MIN	HORAS	MIN	HORAS
5	0.08	35	0.58
10	0.16	40	0.66
15	0.25	45	0.75
20	0.33	50	0.83
25	0.41	55	0.91
30	0.5	60	1

FIRMA DEL SUPERVISOR _____

Ilustración 35. Registro de eficacia.

ÍNDICES DE PRODUCTIVIDAD

Algunos de los indicadores que actualmente se manejan en Diseko Soluciones son:

Indicadores	Responsable	Unidad de medida	Objetivos y metas	Metas
Cumplimiento del programa de producción	Producción	% de avance	<p style="text-align: center; color: green;">85%</p> <p style="text-align: center; color: orange;">80%-75% A. preventiva</p> <p style="text-align: center; color: red;">74%-60 % A. correctiva</p>	Cumplir con el programa de embarques
Cumplir con la calidad requerida	Calidad	Eventos	<p style="text-align: center;">Promedio</p> <p style="text-align: center; color: green;">≤10</p> <p style="text-align: center; color: orange;">>= 11 <=15 3 meses consecutivos.= A Preventiva</p> <p style="text-align: center; color: red;">>15 A. Correctiva</p>	Satisfacción del cliente

Ilustración 36. Indicadores DKS

MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD

MÉTODOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD

En Diseko son muy útiles todos los métodos para poder mejorar la productividad:

- Optimizar la organización interna: Asignando actividades correctamente a todo el personal.
- Mejorar la comunicación entre departamentos y en las áreas de trabajo.
- Motivar a los empleados por medio de un ambiente de trabajo agradable y ofreciendo incentivos conforme a su desempeño.
- Renovarse en la forma de trabajar y en los procesos productivos empleados para poder crear una evolución en la empresa.

TÉCNICAS DE MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD

- Se requiere la aplicación de métodos más eficientes para aumentar la productividad.
- Se está comenzando a determinar el tiempo que toma cada proceso.
- Es necesario elevar los niveles de seguridad en las áreas de trabajo para que un ambiente inseguro no afecte el rendimiento de los trabajadores.
- Mejorar la programación de la producción y poder acatarse a los tiempos establecidos.

ESTUDIO DEL TRABAJO

Los métodos se evalúan por ingeniería de procesos para crear las mejores condiciones para realizar las diferentes operaciones, de tal manera que se utilicen correctamente los recursos de manera eficaz y productiva.

TÉCNICAS DE CONTROL Y MEJORAMIENTO DEL NIVEL DE STOCK

La revisión del stock se realiza periódicamente en la empresa, pero se puede notar una gran cantidad en todas las áreas de producción, esto genera desperdicios que se pueden evitar con un movimiento fluido del material. Esto se

puede hacer con una correcta programación de lo producido y con métodos de trabajo y de control de inventario más eficientes.



Ilustración 37. Nivel de stock DKS.

TÉCNICAS DE MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD BASADAS EN LA TECNOLOGÍA

CAD

Uno de los sistemas informáticos que se utilizan en la empresa es el Solid Works que permite realizar el diseño de los exhibidores, moldes y demás herramientas necesarias para realizar el trabajo de una forma más sencilla y práctica.



Ilustración 38. CAD (Solid Works) DKS.

TÉCNICAS DE MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD BASADAS EN LOS MATERIALES

Para realizar los requerimientos del material necesario para los proyectos se parte de una BOM que es la lista de todos ellos, una herramienta útil en el control de los materiales es el MRP que permite tener un mejor acceso a la información relacionada a estos materiales.



Ilustración 39. MRP DKS.

CONTROL DE CALIDAD

En la empresa Diseko se trabajan los niveles de inspección mediante un plan de control, este documento se asigna a cada uno de los procesos de fabricación y en él se indica cómo se realizará la inspección de calidad, quién lo realizará y la frecuencia en que se hará.


 PLAN DE CONTROL													
Lider:			Proceso/Producto: DOBLADO DE ALAMBRE, CORTE DE LÁMINA, TOPEO DE ALAMBRE, ROLADO DE ALAMBRE						Pág. _____ de _____				
Procesos siguientes:									Fecha (Orig.) _____				
Fecha de revisión de contenido:			Equipo: ÁREA DE DOBLADO						Fecha (Rev.) _____				
No.	Nombre del Proceso / Descripción de la Operación	Maquinaria, Equipo o Herramienta para Manufacturar	Característica		Características Específicas Críticas	Especificaciones del Producto o Proceso / Tolerancias	Técnicas de Medición o Evaluación	Muestra		Método de Control	Registro	Responsable	Plan de Reacción
			Producto	Proceso				Tamaño	Frecuencia				
	Recepcion de planos y orden de produccion, Tabla de corte	N/A	N/A	Revision de ordenes vs planos	N/A	Coincidir dimensiones y calibres de orden vs planos	Visual Marca textos	1	De cada proyecto	Marca de garantia en orden de produccion y planos	xxx-xxx-xx	Supervisor	Aviso a ingenieria y realizar reporte de incidencia
	Solicitud y Recepcion de materia prima	N/A	N/A	Verificar dimensiones y calibres contra planos	N/A	Material liberado por calidad y con etiqueta de liberacion	visual	1	De cada lote	Evidencia de etiqueta de liberacion	xxx-xxx-xx	Supervisor	Aviso a calidad y realizar reporte de incidencia
	Ajuste de maquinaria	Dobladora de alambre Guillotinas Topeadora Roladora Wafios	N/A	Ajuste de parametros de acuerdo a hoja de parametros	N/A	Conforme a hoja de parámetros	Flexometro Transportador	1	Cada ajuste	Ckeck list de parametros, Check list de mto autónomo ajustador	xxx-xxx-xx	Ajustador	Notificar a supervisor y corregir ajuste
	Produccion y liberacion de pieza muestra	N/A	N/A	Revisar primera pieza contra planos	N/A	Especificacion contra planos	Flexometro Transportador	1	Al inicio de cada ajuste	Hoja de arranque	xxx-xxx-xx	Ajustador Supervisor Calidad	Realizar los ajustes correspondientes y fabricar otra pieza para liberar

Ilustración 40. Plan de control de calidad DKS.

Para llevar un mejor control en cuanto a calidad se llevan los siguientes registros: Como primer paso se tienen las hojas de arranque, en las cuales se revisa si después de un ajuste en la maquinaria se cumplen con las especificaciones de la pieza que se estará produciendo, de ser así se procede a iniciar con el proceso de producción.

DESCRIPCION		CANTIDAD	CALIDAD				
			A	B	C	D	E
1	LONDA AMARILLA	100	100				
2	BARRIL	100		100			
3	LONDA AZUL	100			100		
4	BARRIL DE LONDA AMARILLA	100				100	

Ilustración 41. Hoja de arranque de producción por calidad DKS.

A cargo del operador está realizar auditorías al producto mientras lo esté produciendo.

Trabajar conforme a la calidad requerida evita retrabajos o desperdicios que pueden hacer que baje la productividad.

MATERIALES REUSABLES Y RECICLABLES

Generalmente hay material, ya sea lámina, alambre o tubo, que queda como sobrante de algunas piezas y los cuales pueden ser utilizados para otros proyectos de producción o de ingeniería, siempre y cuando cumplan con las especificaciones requeridas, esto sirve para evitar desperdicios y costos al poder reutilizar los materiales.



Ilustración 42. Materiales DKS.

CORE TOOLS

FMEA - FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS.

El Core Tool utilizado en Diseko es el AMEF con el que se pueden identificar, definir y describir las fallas potenciales de los procesos, en donde se califican sus efectos y causas, lo que se busca con esta metodología es prevenir en lo mayormente posible la aparición de ellas.

Maquinaria /Operación		Requerimiento	Modo de falla potencial	Efecto (s) potencial (Local/Próximo/Usuario Final)	Severidad	Clase	Causa (s) potencial de la falla	Controles (Prevención)	Ocurrencia	Control (Detección)	Detección	RPN	Acciones recomendadas	Responsable (Nombre/Departamento)	Fecha de acción determinada	Severidad	Ocurrencia	Detección	RPN	
Form Drill		Diámetro de Form Drill de acuerdo a especificación	Diámetro de Form Drill Fuera de especificación	Perdida de Funcionalidad	7		Se coloca punta incorrecta en ajuste	Hoja de arranque	2	Check list de mantenimiento autónomo de operario	6	84	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
		Cuerda completa	Cuerda incompleta		5		Mal ajuste en bancada de taladro	Check list de mantenimiento autónomo del ajustador	3	Hoja de auditoria al producto	6	90	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
		Posición de Form Drill de acuerdo a especificación	Posición de Form Drill Fuera de especificación		5		Desplazamiento de tope durante proceso	No existe	3	Gage/Auditoria al producto	6	90	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Modificación al documento:			
Revisión	Fecha	Descripción del cambio	Razón de cambio

Ilustración 43. FMEA DKS.

PROYECTO DE RESIDENCIAS

PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE LOS ESTÁNDARES DEL CICLO DE OPERACIÓN Y CICLO MÁQUINA.

En base a los programas de producción se comenzó revisando las hojas de ruta de los proyectos que se estaban trabajando y se identificaron las operaciones que podrían ser una restricción o aquellas las que los notificadores o supervisores identificaron directamente que no se iban a cumplir tal como lo marcaba el estándar establecido teóricamente.



SAP			NOMBRE DEL PROYECTO		BROOM KIT GRID HOOK WELDMENT TS110054B	
NOMINAL			FERT	50003472	200	
			CONTRATO	40003096		
NÚMERO	NOMBRE	NO. DE OPERACIÓN	PUESTO DE TRABAJO	OPERACIÓN	STD SAP UNITARIO	
40001900	GRID HOOK WELDMENT GRIS BROOM DISPLAY	10	WA	CORTE Y DOBLEZ DE HOOK WIRE 800 P/H	800	
40001900	GRID HOOK WELDMENT GRIS BROOM DISPLAY	20	TR	CORTE Y DESEQUINE DE PRICE PLATE 700P/H	700	
40001900	GRID HOOK WELDMENT GRIS BROOM DISPLAY	30	PU	PU DE PRICE PLATE A HOOK WIRE 600P/H	600	
40001900	GRID HOOK WELDMENT GRIS BROOM DISPLAY	40	PU	PU DE GRID CLIP A HOOK WIRE 600 P/H	600	
40001899	GRID CLIP LASER BROOM DISPLAY	10	CORLASER	CORTE DE GRID CLIP 450 P/H	450	
40001899	GRID CLIP LASER BROOM DISPLAY	20	DC	DO GRID CLIP 1", 2" y 3" C/DOBLADOR-RESTR	400	

Ilustración 44. Hoja de Ruta DKS.

Una vez identificadas estas operaciones se realizó el análisis de tiempos y movimientos, primeramente mediante algunas acciones para ayudar a tener un mejor flujo en los procesos como reacomodo del lugar de trabajo y del personal requerido, así como del balanceo entre ellas, si el proceso implica varias operaciones. Cuando estuvo optimizada la forma de trabajar se procedió a cronometrar los tiempos ciclo de la operación y a llenar un formato para estandarizar la operación y establecer las piezas por hora a realizar con el personal indicado y de la manera en que se marca en dicho formato, se firmaron con el visto bueno del supervisor del área, la autorización de ingeniería de procesos y se dio a conocer al notificador de producción, así como a los operadores.

A continuación se muestra un ejemplo en cuyo caso el estándar establecido teóricamente estaba por encima de lo que realmente se podía producir, por lo que con este estudio se pudo tener contemplado que dicha operación tardaría más en realizarse, aunque hubo muchos casos en los que pasó lo contrario, o simplemente con la optimización y utilización del personal justo se pidieron mejorar.



INGENIERÍA DE PROCESOS

FECHA: 04-02-2020

ANÁLISIS DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

PRODUCTO NUEVO

MODIFICACIÓN

ÁREA:	Punteo
PRODUCTO:	Macro LBO Snake
PARTE:	Fencer Grid
CANTIDAD DE MOLDES:	3
OPERACIÓN REALIZADA	
N° DE OPERACIÓN:	040
Punteo de Refuerzo a Fencer	

TURNO: 2

FERT: 50003349

PERSONAL REQUERIDO: 4


N° DE MÁQUINA: pu9

HALB: 4001760


TIEMPOS CICLO:				
10.21	16.51	11.13	16.99	12.68
17.72	11.78	13.26	10.60	10.80
15.07	11.09	13.33	10.60	10.05
13.80	11.62	12.86	11.09	13.46
12.43	11.63	15.29	10.69	12.31
12.71	10.75	11.83	13.88	10.92

DESARROLLO DE LA OPERACIÓN

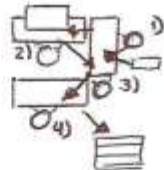
ENTRADA



SALIDA



LAY OUT DE LA OPERACIÓN



NOTAS

$\bar{x} = 12.57$

$3600 / 12.57 = 286.39 \times 0.87 = 249.15$

NOTAS: _____

PROCESO: El operador ① coloca el refuerzo y el fencer en el molde, el operador ② toma el molde y posiciona en la punteadora, puntea con dos bajadas, pone el molde en una mesa donde el operador ③ retira la pieza y pasa al habitador ④ para que cuente, emplee y entorime.

ESTÁNDAR TEÓRICO: 300 Pzs/hr

Josefina Guerrero
REALIZÓ ANALISTA DE TIEMPO (FIRMA)

ESTÁNDAR REAL: 250 Pzs/hr

Deisy Rivera
NOTIFICADOR (A) (FIRMA)

[Signature]
Vo. Bo. SUPERVISOR (FIRMA)

[Signature]
AUTORIZO: ING. DE PROCESOS (FIRMA)

Ilustración 45. Formato de Análisis de Tiempos y Movimientos DKS.

Posterior a esto, se escanearon y archivaron los formatos para tener evidencia del análisis realizado y se registraron en una matriz las operaciones que se revisaron y los cambios establecidos para una futura corrida. Estos documentos se mantienen disponibles para la consulta de todas las áreas.

50003520 – PRIMERA POSICIÓN RICOLINO

Descripción de la operación.	Ctd. Personal	Ctd. Herramental	Area	Std Teorico	Std Real	Fecha
ENSAMBLE DE BARANDAL A CANASTILLA SUPERIOR	4	2	SOLDADURA	130	220	25/03/2020
ENSAMBLE DE BARANDAL A CANASTILLA SUPERIOR	4	2	SOLDADURA	130	220	25/03/2020
ENSAMBLE DE GANCHO SUP/BUJE A CREMALLERA DERECHA	4	2	SOLDADURA	300	150	25/03/2020
ENSAMBLE DE GANCHO SUP/BUJE A CREMALLERA IZQUIERDA	4	2	SOLDADURA	300	150	25/03/2020
ENSAMBLE DE LATERAL A BASE	4	2	SOLDADURA	140	220	25/03/2020
PUNTEO DE REFUERZO A MEDIO MARCO PORTAPRECIO	3	2	PUNTEO	275	340	25/03/2020
ENSAMBLE DE CREMALLERA A MARCO RESPALDO	3	2	SOLDADURA	70	120	25/03/2020
ENSAMBLE DE BASE A ESTRUCTURA	3	2	SOLDADURA	140	150	25/03/2020
ENS DE TOPE A LATERAL	3	2	SOLDADURA	300	230	26/03/2020
ENS DE TOPE A LATERAL	3	2	SOLDADURA	300	230	26/03/2020
ENSAMBLE DE TAY Y PLACA PUSHPIN A RESPALDO	2.5	2	SOLDADURA	140	120	26/03/2020
ENSAMBLE DE ESTRUCTURA INF.	3	2	SOLDADURA	100	120	26/03/2020
DOBLEZ DE GANCHO EXTERNO REMORA	1	N/A	DOBLADO	N/A	450	27/03/2020

Ilustración 46. Matriz de estándares DKS.

De igual manera, se presentaron a ingeniería de rutas para que hiciera el debido cambio en el SAP de la empresa y fuera oficial.

The screenshot displays the SAP DKS interface for modifying a production order. The main window title is "Orden de fabricación modificar: Operación, detalles". Below the title bar, there are navigation icons and a search field. The main content area shows the following data fields:

- Orden: 1032039
- Material: 40010615
- Operación: 0010 / CO DE GANCHO 2000 P/H
- PtoTbjo: CO / 2100
- Status sist.: NOTI CTEC IMPR LIB. NOTE RESA
- Cl.: YBM1
- Ce.: 2100
- Sec.: 0
- Clave control: PP01
- ID operación: 00000001
- Notificación: 252227

Below the data fields, there are several tabs: "General", "Val.prefj.", "Trabajo externo", "Tmpto.tránsito", and "Determ.val.prefijado". The "General" tab is currently selected, showing a section for "Dato prefijado/valores prefijados" with the following values:

- Cantidad base: 665
- Operación UM: PZ
- Tiempo recuperación: 0.000
- Conversión de unidades de medida: HRut 1, Corresp. Oper. 1, UM PZ, UM PZ

Ilustración 47. SAP DKS.

Para obtener el tiempo ciclo de las máquinas se tomaron muestras aleatorias de cada una de ellas en las áreas de producción y se hizo el registro para obtener un promedio.

PUNTEADORAS								GUILLOTINAS HIDRÁULICAS							
Tiempos (s)							PROMEDIO	Tiempos (s)							PROMEDIO
1.18	1.04	1.21	1.38	1.45	1.84	2.03	1.5	2.43	3.01	3.72	3.73	3.77	4.04	2.64	3.3
1.19	1.09	1.38	1.46	1.51	2.33	2.05		3.15	2.89	3.46	3.93	3.92	3.80	2.28	
1.33	1.10	1.34	1.33	1.66	1.97	2.07		2.59	2.82	3.86	3.67	4.15	4.10	3.48	
1.25	1.06	1.07	1.26	1.53	1.92	1.86		3.39	2.63	3.61	3.73	3.95	3.54	3.42	
1.05	1.08	1.09	1.19	1.47	2.03	2.14		3.27	2.9	3.74	3.74	4.36	3.73	2.64	
1.3	1.04	1.07	1.64	1.17	2.05	1.94		2.75	2.49	2.80	3.72	4.19	3.47	2.11	
1.45	1.07	1.00	1.24	1.45	2.86	2.18		3.04	2.74	3.60	2.78	4.68	3.52	2.49	
1.28	0.95	1.07	1.35	1.33	2.98	2.06		2.73	2.22	3.46	2.30	4.67	3.97	2.71	
1.47	1.82	1.28	1.26	1.44	2.14	2.13		2.98	2.23	3.74	2.56	4.26	4.02	2.61	
1.36	1.43	1.12	1.46	1.19	2.98	1.97		2.80	3.14	3.80	2.85	4.28	3.75	2.52	
DOBLADORAS NEUMÁTICAS								TOPEADORAS							
Tiempos (s)							PROMEDIO	Tiempos (s)							PROMEDIO
2.65	2.82	2.16	2.23	2.44	2.22	3.06	2.4	2.54	2.42	1.16	1.35	1.26	1.32	1.70	1.7
2.55	3.08	2.50	2.13	2.43	2.23	3.07		2.43	2.33	1.35	1.38	1.06	1.13	1.63	
2.35	2.58	2.62	2.14	2.30	2.09	3.02		2.48	2.42	1.42	1.62	1.45	1.20	1.70	
2.5	2.81	2.57	2.09	2.56	2.19	2.81		2.39	2.33	1.44	1.46	1.14	1.25	1.51	
2.75	2.83	2.50	2.31	2.37	2.32	3.28		2.56	2.23	1.36	1.50	1.20	1.15	1.57	
2.62	2.61	2.64	2.14	2.62	2.27	2.75		2.56	2.57	1.20	1.43	1.13	1.26	1.77	
2.69	2.55	2.45	2.36	2.36	2.12	3.09		2.34	2.63	1.57	1.32	1.39	1.21	1.54	
2.41	2.35	2.51	2.32	2.56	2.17	2.69		2.29	2.24	1.60	1.12	1.07	1.19	1.65	
2.17	2.89	2.43	2.22	2.23	2.30	2.88		2.52	2.15	1.26	1.24	1.06	1.34	1.4	
2.06	2.45	2.71	2.20	2.32	2.15	2.99		2.41	2.10	1.30	1.48	1.13	1.25	1.44	
DOBLADORAS DE CORTINA								TROQUELES							
Tiempos (s)							PROMEDIO	Tiempos (s)							PROMEDIO
3.47	3.62	3.47	3.90	2.18	2.33	3.14	3.1	0.33	0.37	1.14	0.92	0.61	0.56	0.98	0.7
3.22	3.42	3.85	3.47	2.24	2.89	3.10		0.53	0.30	0.94	1.05	0.55	0.67	1.00	
3.3	3.35	3.73	3.46	2.04	2.04	3.22		0.40	0.40	0.95	1.06	0.70	0.55	0.89	
3.59	3.27	3.60	3.20	2.43	2.89	3.54		0.34	0.41	0.92	0.94	0.67	0.73	1.02	
3.24	3.16	3.17	3.49	2.06	2.04	3.36		0.33	0.40	1.06	1.00	0.74	0.67	1.08	
3.08	3.53	3.27	3.61	2.49	2.79	3.28		0.36	0.33	1.00	0.93	0.62	0.66	0.81	
3.36	3.54	3.79	3.41	2.6	2.10	3.56		0.37	0.41	0.95	1.14	0.60	0.67	0.99	
3.61	3.11	3.11	3.36	2.11	2.41	3.82		0.37	0.33	1.21	1.13	0.55	0.67	0.88	
3.87	3.05	3.40	3.24	2.31	2.83	3.35		0.33	0.31	0.94	1.09	0.53	0.68	0.91	
3.29	3.39	3.97	3.57	2.1	2.79	3.16		0.30	0.40	0.93	1.05	0.70	0.59	1.11	

CORTADORAS DE DISCO							TALADROS								
Tiempos (s)						PROMEDIO	Tiempos (s)						PROMEDIO		
4.51	5.48	4.06	5.81	5.17	5.77	4.81	5.2	3.43	3.07	4.60	3.53	3.17	4.92	3.53	3.8
5.17	5.68	4.19	4.57	5.53	5.60	4.94		3.55	3.99	4.95	4.35	2.69	3.63	3.91	
5.72	5.28	3.94	5.04	5.57	5.58	4.68		4.00	2.64	4.43	3.35	3.36	4.93	3.85	
5.68	5.10	4.32	5.23	5.56	5.90	4.93		3.93	3.66	5.08	4.67	3.29	2.38	4.04	
5.18	5.12	3.85	5.40	5.35	5.58	4.71		3.89	2.74	5.21	3.95	3.41	3.68	3.66	
5.36	4.89	4.20	5.49	5.64	5.83	4.82		3.74	3.70	4.80	2.38	2.52	3.12	3.7	
5.76	5.49	4.67	5.56	5.54	5.68	4.97		3.49	3.06	5.20	3.46	3.39	3.08	5.96	
4.9	5.82	3.62	5.11	5.71	5.48	4.32		3.75	2.46	4.82	4.87	3.36	3.38	3.81	
5.62	5.69	4.91	5.50	5.68	5.93	4.79		3.28	3.84	5.66	2.66	3.68	3.96	3.47	
4.86	5.60	4.54	5.32	5.98	5.06	4.86		3.53	3.07	5.26	3.18	3.17	3.43	4.81	
IDEALES							DOBLADORAS CNC								
Tiempos (s)						PROMEDIO	Tiempos (s)						PROMEDIO		
0.87	0.76	0.87	0.76	0.98	0.99	0.62	0.8	3.01	3.60	3.16	3.48	5.70	5.23	5.73	4.3
0.96	0.74	0.96	0.74	0.90	0.95	0.55		3.21	3.57	3.66	3.74	5.82	5.74	4.97	
0.67	0.70	0.67	0.70	0.96	0.89	0.68		3.72	3.01	3.53	3.48	5.72	5.71	5.35	
0.69	0.61	0.69	0.61	0.96	0.90	0.72		3.48	3.20	3.61	3.87	5.57	5.75	5.49	
0.8	0.66	0.80	0.66	0.91	1.01	0.63		3.56	3.21	3.68	3.22	4.09	5.30	4.79	
0.74	0.67	0.74	0.67	0.9	0.96	0.89		3.46	3.54	3.02	3.28	5.53	5.95	4.66	
0.66	0.65	0.66	0.65	0.91	0.92	0.62		2.90	2.96	3.66	4.53	5.50	6.03	4.91	
0.68	0.72	0.68	0.72	0.95	0.85	0.80		3.01	3.21	3.54	5.10	5.65	5.55	5.2	
0.6	0.65	0.60	0.65	0.93	0.97	0.68		3.35	2.84	3.21	4.01	5.69	5.64	5.26	
0.68	0.63	0.68	0.63	0.99	1.05	0.86		3.84	3.35	3.48	3.61	5.10	5.54	4.79	

Tabla 11. Cronometraje de tiempo máquina DKS.

Otra de las actividades desarrolladas fue analizar la tabla de estándares para tiempos teóricos de las operaciones y corregirla si era necesario, primero se dividió por áreas para organizar su estudio.

TIEMPOS TEÓRICOS PARA HOJAS DE RUTAS			
ÁREA	OPERACIÓN	CARACTERÍSTICAS	SEGUNDOS
CORTE	Corte de varilla C-09 a C-12	Corte de alambre en máquina 15 y 14	46 mt/min
	Corte de varilla C-03 a C-12	Corte de alambre en máquina 4 a 12	30 mt/min
	Corte de varilla C-3/8 C-5/16	Corte de alambre en máquina 1,2 y 3	30 mt/min
DOBLADO	Doble de varilla	Doble de alambre en dobladora neumática	6
	Topeo de varilla	Topeo de marcos (un topeo)	8
	Topeo de varilla	Topeo de marcos (dos topeos)	16
	Rolado	Rolado de alambre	10
IDEALES	Punteo de parrilla	Punteo de parrilla en máquina ideal	0.8
	Despunte de parrilla	Despunte de una parrilla grande en sus 4 lados	24
	Despunte de parrilla	Despunte de una parrilla mediana en sus 4 lados	20
	Despunte de parrilla	Despunte de una parrilla chica en sus 4 lados	16
	Separación de parrilla	Separación de mallas en guillotina	7.2
PRENSAS	Doble de parrilla	Doble de parrillas en dobladora de cortina (parrilla de calibres delgados)	6
	Doble de parrilla	Doble de parrillas en dobladora de cortina (parrilla de calibres gruesos y de longitud grande)	10
	Corte de lámina	Corte de tiras en troquel para 1/2 tag molding o tag (hasta 200 mm)	6
	Corte de lámina	Corte de tiras en troquel para 1/2 tag molding o tag (hasta 700 mm)	7.2
	Corte de lámina	Corte de tiras en troquel para 1/2 tag molding o tag (hasta 1000 mm)	9
	Corte de lámina	Corte de tiras en troquel para 1/2 tag molding o tag (mas de 1000 mm)	12
	Doble de lámina	Doble de 1/2 tag en dobladora de cortina	8
	Doble de lámina	Doble de tag en dobladora de cortina	14
	Corte de lámina	Corte de placas pequeñas en troquel (push pin, placa propiedad, etc.)	4.5
TALADROS	Barrenado	Barrenado de tubo o lámina (sencillo)	6
	Barrenado	Barrenado de tubo o lámina robusto	10
	Corte de tubo	Tubos hasta 250 mm	14
	Corte de tubo	Tubos hasta 600 mm	20
	Corte de tubo	Tubos hasta 1000 mm	24
	Corte de tubo	Tubos hasta 1400 mm	30
	Corte de tubo	Tubos hasta 1800 mm	36
	Form drill	Form drill a lamina o tubo	10
	Rolado	Rolado de tubo en roladora	20
Cuerda	Cuerda a lamina o tubo	10	
PUNTEO	Punteo	Ensamble con la utilización de un molde	4.5
	Punteo	Ensamble con la utilización de electrodo	11
	Punteo	Punteo de tuerca a alguna placa pequeña	11
SOLDADURA	Soldadura	Aplicación de un punto sencillo de soldadura	3
	Soldadura	Aplicación de un cordón de 1/2"	5
	Soldadura	Aplicación de un cordón de 3/4"	6
	Soldadura	Aplicación de un cordón de 1"	7
LÁSER	Doble de lamina	Doble de laminas grandes en dobladora CNC	15
	Doble de lamina	Doble de laminas chicas en dobladora CNC	10
	Habilitado en punzonado de tubo	Habilitar tubo en punzonadora	12
	Punzonado de tubo	Punzonado o barrenado de tubo (por cada pisada)	2
	Punzonado de lamina	Punzonado de lamina (por golpe)	0.33
	Doble de lámina	Doble de láminas en dobladora CNC	15

Tabla 12. Tiempos teóricos para rutas DKS.

DETERMINACIÓN DE PERSONAL REQUERIDO PARA REALIZAR LOS DIFERENTES PROCESOS.

Se estableció la cantidad de personas requeridas en la realización de las operaciones tomando en cuenta si era necesario o no la ayuda de habilitadores de material para su optimización o, al contrario, se podría trabajar con menos personal, esta cantidad se quedó establecida para cada proceso de los diferentes proyectos que se analizaron y en el formato de Análisis de tiempos y movimientos se plasmaron las actividades de cada uno de ellos.

Descripción de la operación.	Ctd. Personal	Ctd. Herramental	Area	Std Teorico	Std Real
DOBLEZ DE LATERAL	2	N/A	DOBLADO	300	230
DOBLEZ DE LATERAL	2	N/A	DOBLADO	300	230
PUNTEO DE PARRILLA (DOBLE)	2	N/A	IDEALES	580	420
DOBLEZ DE GANCHO 2° PASO	1	N/A	DOBLADO	200	300
PUNTEO DE PARRILLA (DOBLE)	2	N/A	IDEALES	1000	420
PUNTEO DE STRAPS A MARCO BODY WIRE	4	2 MOLDES	PUNTEO	200	85
ENSAMBLE DE MALLA POSTERIOR Y SOPORTE A ESTRUCTURA	3	2 MOLDES	SOLDADURA	70	60
DOBLEZ DE TAG MOLDING	2	N/A	PRENSAS	300	830
DOBLEZ DE 1/2 MCO CHICO	2	N/A	DOBLADO	80	240
DOBLEZ DE 1/2 MCO GDE	2	N/A	DOBLADO	80	240
DOBLEZ DE 1/2 MCO CHICO	2	N/A	DOBLADO	80	240
DOBLEZ DE 1/2 MCO GDE	2	N/A	DOBLADO	80	240
ENSAMBLE DE PLACA GRÁFICO A LATERAL	3	2 MOLDES	SOLDADURA	100	130
ENSAMBLE DE PLACA GRÁFICO A LATERAL	3	2 MOLDES	SOLDADURA	100	130
ENSAMBLE DE PLACA RODAJA Y CARTABÓN A LATERAL	3	2 MOLDES	SOLDADURA	80	130
ENSAMBLE DE PLACA RODAJA Y CARTABÓN A LATERAL	3	2 MOLDES	SOLDADURA	80	130
CORTE DE CARTABÓN	1	N/A	TALADROS	300	150
ENSAMBLE DE SHELF BASE Y SHELF SIDE	3	3 MOLDES	SOLDADURA	N/A	120
CIERRE DE SHELF SIDE	2	N/A	SOLDADURA	N/A	240
ENSAMBLE DE GANCHOS A ESTRUCTURA	3	1 MOLDE	SOLDADURA	80	80

Ilustración 48. Cantidad de personal por operación.

DETERMINACIÓN DE CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO DE PRODUCCIÓN.

Mediante el diagrama que se presenta se determinaron las principales causas de que no se cumplan con los estándares de producción.

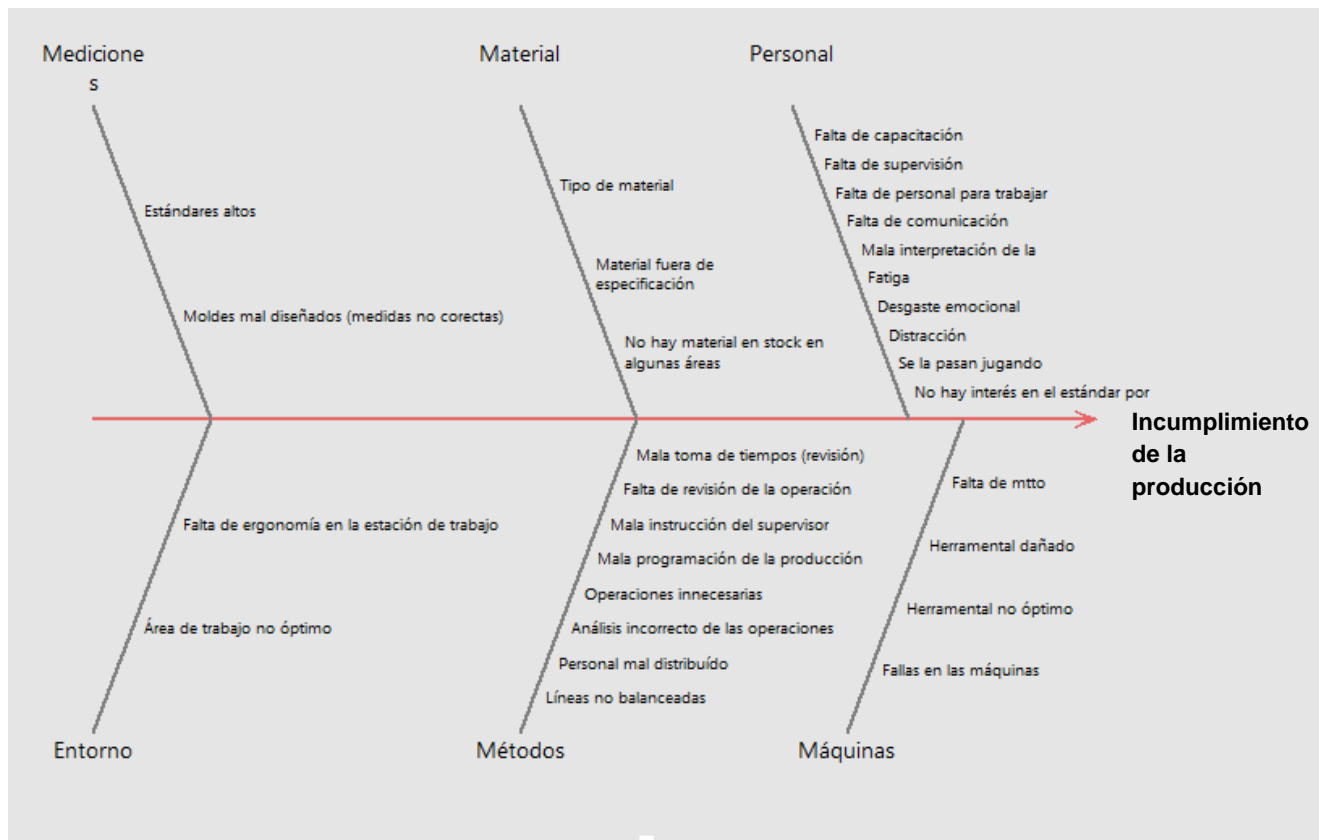


Ilustración 49. Ishikawa de causas del incumplimiento en la producción DKS.

Además, después de hacer la observación de distintas operaciones en todas las áreas de producción se pudo notar que existen varios factores principalmente sobre las características de los materiales y requerimientos de las operaciones que afectan en el incumplimiento del estándar teórico, los principales se enlistan en esta tabla:

SOLDADURA	LONGITUD	PRENSAS (DC)	TIPO DE MATERIAL
	DISTANCIA ENTRE PUNTOS/CORDONES		USO DE DOBLADOR
	TAMAÑO DE CORDON/PUNTO		LONGITUD
	DIAMETRO DE SOLDADURA AHOGADA		CALIBRE
LÁSER (PZ/PZL)	TRASLADOS Y MOVIMIENTOS	PRENSAS (TR)	CANTIDAD DE PIEZAS A DOBLAR
	DISTANCIA ENTRE SLOTS		LONGITUD
LÁSER (DOBLADORAS CNC)	CANTIDAD DE BAJADAS	PUNTEO	CINTA/TIRAS
	ANGULO		MOLDE/ELECTRODOS
	LONGITUD/CALIBRE		CANTIDAD DE COMPONENTES
	DISTANCIA ENTRE DOBLECES		CANTIDAD DE PUNTOS
DOBLADO	CANTIDAD DE GIROS	TALADROS (CD)	LONGITUD/CALIBRE
	TIPO DE MATERIAL		CANTIDAD DE CORTES
	LONGITUD		ANGULO
	CALIBRE		TIPO DE MATERIAL
DOBLADO (TOPEO)	ANGULO	TALADROS (TA)	TIPO DE TUBO
	PIEZAS POR DOBLEZ		LONGITUD/CALIBRE
	LONGITUD		DIAMETRO DEL BARRENO
	CALIBRE		DISTANCIA ENTRE BARRENOS
DOBLADO (GUILLOTINA)	PIEZA ÚNICA	TALADROS (FORM DRILL)	PASADO/CIEGO
	PIEZAS SEPARADAS		TIPO DE MATERIAL
	LONGITUD DE CORTE		BARRENO
DOBLADO (ROLADO)	LONGITUD DE MP	CORTE	DISTANCIA ENTRE BARRENOS
	TOPE FROMTAL/ TOPE INFERIOR		DISTANCIA ENTRE BARRENOS
	TIPO DE MATERIAL		CALIBRE
	LONGITUD/CALIBRE		LONGITUD/CALIBRE
	RADIO		
	ANGULO		
	CANTIDAD DE PIEZAS A ROLAR		

Tabla 13. Variables que afectan el cumplimiento del estándar teórico.

ELABORACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA EL CONTROL DE LOS ESTÁNDARES OPERATIVOS.

Ya que otro de los problemas en la empresa es la falta de comunicación de las metas, en este caso de las piezas que se tienen que producir por hora por cada operación, se colocó de manera provisional en cada una de las estaciones de trabajo una hoja con los estándares establecidos y se comunicó al personal sobre su meta.



Ilustración 50. Procedimiento provisional para la comunicación de estándares.

Para dar a conocer el manejo de este formato y de cómo se llevará a cabo se hizo una presentación para la capacitación de los supervisores.



EFICACIA



¿QUÉ ES EFICACIA?

- Grado en el que se logran las metas y objetivos de un plan.





OBJETIVO

- Tener un control sobre el cumplimiento de las metas planeadas.





BENEFICIOS

- Ayuda a la empresa a evaluar el desempeño de la plantilla y los procesos.
- Permite diseñar un plan de formación, promoción o incentivos para potenciar que los trabajadores sean más productivos.
- La organización experimenta una mejora continua.





¿CÓMO SE OBTIENE?

Eficacia = (resultado real * 100) / resultado esperado.

- El resultado será un porcentaje que la compañía podrá valorar de forma comparativa.





EJEMPLO

- En el área de Láser se tiene programado doblar 600 piezas del primer paso de la parte SAMPLE FRAME en cinco horas, ya que se tiene un estándar de 120 por hora.
- El operador comenzó a trabajar a las 8:00 a.m. Se revisan las piezas producidas hasta la 1:00 P.m. y sólo ha producido 495 piezas en total. ¿Cuál es su porcentaje de eficacia?

$(495 * 100) / 600 = 82.5\%$

Eficacia: resultado real * 100 / resultado esperado.



EJERCICIO

- En el área de soldadura se tiene programado fabricar 100 ensamblajes de estructura del Exhibidor Hogar, el cual tiene un estándar de 25 pzs/hra.

Código de operación	4331783	Operación	Operación 2
Identificación	104814	Material	100 PZ
Unidad de medida	100 PZ	Unidad de medida	100 PZ

- ¿Cuántas horas se requieren para fabricar el total de piezas requeridas?



EJERCICIO

- Si los operadores comenzaron a laborar a partir de las 7:40a.m. y a las 11:40pm se revisa el total de piezas producidas y solamente se fabricaron 90 piezas.
- ¿Cuál fue su porcentaje de eficacia?

Eficacia: resultado real * 100 / resultado esperado.

PASOS PARA REGISTRO DE LA EFICACIA dks

1. El supervisor o encargado del área deberá consultar con el notificador o en el sistema SAP la cantidad de piezas estándar por hora de la operación que se realizará.

2. Comunicar al operador(es) involucrado(s) en el proceso cuál es el estándar operacional.

3. En el transcurso de la operación el supervisor deberá monitorear el cumplimiento de la producción planeada.

4. Usar el registro de eficacia con los datos de la operación realizada.

5. Registrar el total de horas trabajadas y todos los tiempos justificables de paro utilizando los códigos correspondientes a cada uno de los casos así como su equivalencia en horas.

6. Registrar la cantidad esperada por medio de la fórmula, y la cantidad real producida.

7. Obtener la eficacia de la operación:

$$Eficacia = \frac{\text{Resultado real}}{100 \cdot \text{Resultado esperado}}$$

8. Calcular la eficacia total del área durante el turno mediante un promedio y el tiempo total de paro.

Ilustración 52. Presentación para capacitación de cálculo de eficacia.

CAPÍTULO 5. RESULTADOS

Se muestra en las siguientes tablas la comparación en tiempo y costo de algunas de las operaciones que se revisaron y optimizaron para diferentes proyectos en donde se muestra el ahorro que se obtiene con una asignación adecuada de los recursos y su medición.

Predeterminada												
Code	Job	STD	Pz X Ex.	Per. Req.	T. Pz	Hrs. Nec.	Cost hr persona	Total Cost hr Persona	Cost M. O.	No. Ma.	Cost hr maq.	Cost máquina
TR	CORTE DE PLACA PUSH PIN	600	4	1	4000	6.7	\$ 136.87	\$ 136.87	\$ 912.47	1	\$ 80.77	\$ 538.47
TR	CORTE DE PLACA RODAJA	600	2	2	2000	3.3	\$ 136.87	\$ 273.74	\$ 912.47	1	\$ 80.77	\$ 269.23
ES	ESMERILADO DE HANGING BAR	160	2	1	2000	12.5	\$ 5.82	\$ 5.82	\$ 72.75	1	\$ 180.80	\$ 2,260.00
SO	ENSAMBLE DE BASE A ESTRUCTURA	80	1	3	1000	12.5	\$ 349.79	\$ 1,049.37	\$ 13,117.13	1	\$ 80.77	\$ 1,009.63
DC	DOBLEZ DE CHAROLA	200	3	3	3000	15.0	\$ 136.87	\$ 410.61	\$ 6,159.15	1	\$ 80.77	\$ 1,211.55
TA	BARRENADO DE PLACA RODAJA	100	2	1	2000	20.0	\$ 136.87	\$ 136.87	\$ 2,737.40	1	\$ 80.77	\$ 1,615.40
DOBLASER	DOBLEZ DE HANG BAR	180	1	2	1000	5.6	\$ 136.87	\$ 273.74	\$ 1,520.78	1	\$ 80.77	\$ 448.72
PU	PUNTEO DE PRICER PLATE A PRODUCT WIRE	300	1	4	1000	3.3	\$ 136.87	\$ 547.48	\$ 1,824.93	1	\$ 80.77	\$ 269.23
DE	DESPUNTE DE PARRILLA	250	3	1	3000	12.0	\$ 136.87	\$ 136.87	\$ 1,642.44	1	\$ 80.77	\$ 969.24
CD	CORTE DE SOPORTE	350	2	1	2000	5.7	\$ 136.87	\$ 136.87	\$ 782.11	1	\$ 80.77	\$ 461.54
DO	DOBLEZ DE NARROW HOOK	450	2	1	2000	4.4	\$ 136.87	\$ 136.87	\$ 608.31	1	\$ 80.77	\$ 358.98
TO	TOPEO DE FENCER	260	2	1	2000	7.7	\$ 136.87	\$ 136.87	\$ 1,052.85	1	\$ 80.77	\$ 621.31
Total				21		20.0			\$ 31,342.78	12		\$ 10,033.30

Opción 1												
Code	Job	STD	Pz X Ex.	Per. Req.	T. Pz	Hrs. Nec.	Cost hr perso	Total Cost hr Persona	Cost M. O.	No. Maq.	Cost hr maq.	Cost máquina
TR	CORTE DE PLACA PUSH PIN	1500	4	1	4000	2.7	\$ 136.87	\$ 136.87	\$ 364.99	1	\$ 80.77	\$ 215.39
TR	CORTE DE PLACA RODAJA	830	2	2	2000	2.4	\$ 136.87	\$ 273.74	\$ 659.61	1	\$ 80.77	\$ 194.63
ES	ESMERILADO DE HANGING BAR	350	2	1	2000	5.7	\$ 5.82	\$ 5.82	\$ 33.26	1	\$ 180.80	\$ 1,033.14
SO	ENSAMBLE DE BASE A ESTRUCTURA	100	1	2	1000	10.0	\$ 349.79	\$ 699.58	\$ 6,995.80	1	\$ 80.77	\$ 807.70
DC	DOBLEZ DE CHAROLA	280	3	2	3000	10.7	\$ 136.87	\$ 273.74	\$ 2,932.93	1	\$ 80.77	\$ 865.39
TA	BARRENADO DE PLACA RODAJA	150	2	1	2000	13.3	\$ 136.87	\$ 136.87	\$ 1,824.93	1	\$ 80.77	\$ 1,076.93
DOBLASER	DOBLEZ DE HANG BAR	320	1	2	1000	3.1	\$ 136.87	\$ 273.74	\$ 855.44	1	\$ 80.77	\$ 252.41
PU	PUNTEO DE PRICER PLATE A PRODUCT WIRE	400	1	3	1000	2.5	\$ 136.87	\$ 410.61	\$ 1,026.53	1	\$ 80.77	\$ 201.93
DE	DESPUNTE DE PARRILLA	400	3	1	3000	7.5	\$ 136.87	\$ 136.87	\$ 1,026.53	1	\$ 80.77	\$ 605.78
CD	CORTE DE SOPORTE	850	2	1	2000	2.4	\$ 136.87	\$ 136.87	\$ 322.05	1	\$ 80.77	\$ 190.05
DO	DOBLEZ DE NARROW HOOK	900	2	1	2000	2.2	\$ 136.87	\$ 136.87	\$ 304.16	1	\$ 80.77	\$ 179.49
TO	TOPEO DE FENCER	400	2	1	2000	5.0	\$ 136.87	\$ 136.87	\$ 684.35	1	\$ 80.77	\$ 403.85
Total				18		13.3			\$ 17,030.56	12.00		\$ 6,026.67

Ilustración 53. Comparación en tiempo y costo de operaciones.

Conforme a lo estimado y a los tiempos que fueron tomando se actualizaron los tiempos teóricos promedio de las principales operaciones que se llevan a cabo en las áreas donde se realizó el proyecto.

ESTÁNDARES PARA HOJAS DE RUTA		
ÁREA	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN	TIEMPO (S)
SOLDADURA	Aplicación de un punto.	2.65
	Aplicación de un cordón.	4.94
	Llenado de molde (pieza chica).	3.17
	Llenado de molde (pieza grande).	7.17
	Desmolde (pieza chica).	2.62
	Desmolde (pieza grande).	6.17
LÁSER	Punzonado de tubo.	1.42
	Habilitado de máquina (por pieza).	2.76
	Desplazamiento de tubo en máquina hasta primer punzón.	6.87
	Retirar pieza de punzonadora de tubo.	1.80
	Doble de lámina en dobladora CNC (pieza chica).	4.80
	Doble de lámina en dobladora CNC (pieza grande).	8.28
PRENSAS	Doble de lámina (pieza chica).	4.37
	Doble de lámina (pieza mediana).	7.18
	Doble de lámina (pieza grande).	9.99
	Doble de parrilla (pieza chica).	6.93
	Doble de parrilla (pieza grande).	8.49
	Planchado.	4.80
	Corte de cinta de lámina en troquel (pieza chica).	4.06
	Corte de cinta de lámina en troquel (pieza grande).	6.81
TALADROS	Corte de tubo.	10.29
	Barrenado.	6.69
DOBLADO	Doble de alambre en dobladora neumática.	7.33
	Topeo de marco.	5.68
	Topeo (dos piezas).	10.86
	Rolado de alambre.	7.00
	Corte de lámina en guillotina.	10.67
PUNTEO	Colocar pieza en electrodo.	3.69
	Punteo	2.65
	Retirar pieza de electrodo.	2.60
	Llenado de molde (pieza grande).	7.53
	Llenado de molde (pieza chica).	3.97
	Retirar pieza de molde.	0.92
CORTE	Corte de alambre en máquina 15 y 14	46 mt/min
	Corte de alambre en máquina 4 a 12	30 mt/min
	Corte de alambre en máquina 1,2 y 3	30 mt/min
IDEALES	Despunte de parrilla (un lado).	6
	Punteo de parrilla.	1.1
	Separación de parrilla.	7.70
	Tiempo de habilitado.	1.2

Tabla 14. Nueva tabla de tiempos teóricos.

Se llevó a cabo una prueba piloto utilizando los nuevos tiempos establecidos con uno de los proyectos, haciendo una comparación entre el estándar de ingeniería de rutas y el que da como resultado con los tiempos observados en la realización del proyecto con lo real producido por hora.

50000360 LEG STEEL

FERT	HALB	PUESTO DE TRABAJO	OPERACIÓN	STD	CALCULADO	REAL	DIFERENCIA CON SAP (%)	DIFERENCIA CON CALCULADO (%)
50000630	40002009	DOBLASER	DOBLEZ DE MARCO (1ER PASO)	120	190	70	71.43	● 171.43
50000630	40002009	DOBLASER	DOBLEZ DE MARCO (2DO PASO)	100	190	75	33.33	● 153.33
50000630	40002010	DOBLASER	DOBLEZ DE CANAL CENTRAL	240	190	130	84.62	46.15
50000630	40002013	PU	PU DE TUERCA A CANAL 60 P/H	60	87	75	-20.00	16.00
50000630	40002013	GU	CORTE DE CANAL INFERIOR "U" (TIRAS)	500	340	250	100.00	36.00
50000630	40002013	TR	CORTE DE CANAL INFERIOR "U" 400 P/H	400	300	400	0.00	-25.00
50000630	40002013	DC	DOBLEZ DE CANAL "U" INFERIOR 250 P/H	250	315	130	92.31	● 142.31
50000630	40002013	TR	CORTE DE PLACA PATA 700 P/H	700	770	700	0.00	10.00
50000630	40002013	TR	DESEQUINE DE PLACA PATA 200 P/H	200	300	300	-33.33	0.00
50000630	40002013	TA	BARRENADO DE PLACA PATA 250 P/H	250	225	130	92.31	73.08
50000630	40002013	ES	ESMERILADO DE PLACA PATA 250 P/H	250	520	400	-37.50	30.00
50000630	40002013	SO	ENS DE TUERCA A PATA 180 P/H	180	350	300	-40.00	16.67
50000630	40002013	SO	ENS EXHIBIDOR 35 P/H (RESTRICCIÓN)	35	75	65	-46.15	15.38
50000630	40002013	SO	RESOLDADO EXHIBIDOR 35 P/H	35	75	65	-46.15	15.38
50000630	40002013	SO	ENS DE PATA A EXHIBIDOR 100 P/H	100	75	80	25.00	-6.25

Tabla 15. Prueba piloto

Mediante esta prueba se observó que algunas operaciones ya están más cercanas a lo real, sin embargo faltaría examinar algunas otras y reducir aún más el rango de error en ellas debido a las diferentes variaciones en los productos, por lo que se propone que se lleve un estudio enfocado en los movimientos y dimensiones de los componentes.

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

Mediante un estudio de tiempos y movimientos que no se había efectuado por largo tiempo en la empresa, se logró realizar el objetivo principal de actualizar los estándares para los proyectos que se trabajaron durante el periodo de realización de residencias, los cuales diferían de los establecidos debido a variaciones en la forma de trabajar y de las características de los materiales y componentes que no tenían contemplados al momento de crear las rutas. La nueva tabla que se realizó fue de manera generalizada aunque más cercana a la realidad, no obstante debe realizarse un estudio profundo si se quiere disminuir aún más el rango de error, ya que esto implica en que se haga de forma más eficiente la planeación de la producción.

De igual manera la comunicación de metas a los operadores de forma constante ayuda a que estas se puedan alcanzar e ir las mejorando, por lo que el compromiso de los supervisores y todo el personal es de gran importancia en la empresa para que se logre un verdadero cambio.

CAPÍTULO 7. COMPETENCIAS DESARROLLADAS

COMPETENCIAS DESARROLLADAS

1. Diseñé e innové estructuras administrativas y procesos, con base en las necesidades de las organizaciones para competir eficientemente en mercados globales.
2. Gestioné eficientemente los recursos de la organización con visión compartida, con el fin de suministrar bienes y servicios de calidad.
3. Apliqué métodos cuantitativos y cualitativos en el análisis e interpretación de datos y modelado de sistemas en los procesos organizacionales, para la mejora continua atendiendo estándares de calidad mundial.
4. Diseñé estrategias de mercadotecnia basadas en información recopilada de fuentes primarias y secundarias, para incrementar la competitividad de las organizaciones.
5. Dirigí equipos de trabajo para la mejora continua y el crecimiento integral de la organización.
6. Utilicé las nuevas tecnologías de información y comunicación en la organización, para optimizar los procesos y la eficaz toma de decisiones.
7. Apliqué métodos de investigación para desarrollar e innovar modelos, sistemas, procesos y productos en las diferentes dimensiones de la organización.
8. Gestioné la cadena de suministro de las organizaciones con un enfoque orientado a procesos para incrementar la productividad.
9. Actué como agente de cambio para facilitar la mejora continua y el desempeño de la organización.
10. Apliqué métodos, técnicas y herramientas para la solución de problemas en la gestión empresarial con una visión estratégica.

CAPÍTULO 8. FUENTES DE INFORMACIÓN

(s.f.). Recuperado el marzo de 2020, de [progressalean.com](https://www.progressalean.com):
<https://www.progressalean.com/origen-y-evolucion-del-lean-manufacturing/>

(s.f.). Recuperado el mayo de 2020, de [cca.org](http://www.cca.org):
<http://www.cca.org.mx/cca/cursos/administracion/artra/produccion/objetivo/7.1.1/indices.htm>

(12 de febrero de 2016). Recuperado el mayo de 2020, de [gestion de operaciones](https://www.gestiondeoperaciones.net):
<https://www.gestiondeoperaciones.net/gestion-de-calidad/que-es-just-in-time-jit-o-justo-a-tiempo/>

actiogloba. (8 de noviembre de 2017). Recuperado el abril de 2020, de actiogloba.com:
<https://actiogloba.com/es/que-es-lean-thinking/>

AEC. (2019). Recuperado el mayo de 2020, de [aec.es](https://www.aec.es):
<https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/diagrama-sipoc>

APMEN. (julio de 2019). Recuperado el mayo de 2020, de asociacionmetal.com:
<http://asociacionmetal.com/historia-poka-yoke#:~:text=Un%20Poka%20Yoke%20es%20cualquier,errores%20humanos%20que%20se%20producen.>

Cajal, A. (s.f.). *lifeder.com*. Obtenido de <https://www.lifeder.com>:
<https://www.lifeder.com/manufacturasbelta/#:~:text=La%20manufactura%20esbelta%20o%20lean,utilizan%20en%20el%20sistema%20productivo.>

CAMIPER. (31 de octubre de 2019). Recuperado el marzo de 2020, de camiper.com:
<https://camiper.com/tiempominero/indicadores-de-gestion-que-son-y-para-que-sirven-en-el-negocio/>

capazita. (s.f.). Recuperado el abril de 2020, de <https://capazita.com>:
<https://capazita.com/identificar-actividades-de-no-valor-anadido/>

centro de estudios cervantinos. (s.f.). Recuperado el mayo de 2020, de <https://www.centroestudioscervantinos.es>:
<https://www.centroestudioscervantinos.es/apqp/>

CEUPE. (s.f.). Recuperado el abril de 2020, de <https://www.ceupe.com>:
<https://www.ceupe.com/blog/la-medicion-de-la-productividad.html>

cursos.aiu.edu. (s.f.). Recuperado el marzo de 2020, de <http://cursos.aiu.edu/Benchmarking%20y%20CRM/PDF/Tema%201.pdf>

documents. (10 de septiembre de 2015). Recuperado el marzo de 2020, de <https://vdocuments.site/mejora-y-resumen-libro.html>

ESAN. (30 de junio de 2016). Recuperado el abril de 2020, de <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2016/06/la-metodologia-six-sigma/>

ESAN. (17 de abril de 2017). Recuperado el mayo de 2020, de <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2017/04/el-control-estadistico-de-procesos/>

geinfor. (s.f.). Recuperado el mayo de 2020, de <https://geinfor.com/business/ques-el-sistema-just-in-time/>

gestion-calidad. (29 de septiembre de 2016). *Características y Tipología general de los procesos.* Recuperado el marzo de 2020, de <http://gestion-calidad.com/caracteristicas-y-tipologia-general-de-los-procesos>

Gestion-Calidad. (29 de septiembre de 2016). *Características y Tipología general de los procesos.* Recuperado el marzo de 2020, de <http://gestion-calidad.com/caracteristicas-y-tipologia-general-de-los-procesos>

Gonzalez, C. (s.f.). *emagister.* Recuperado el abril de 2020, de <https://www.emagister.com/blog/aplicacion-la-metodologia-seis-sigma-una-microempresa-del-sector-automovilistico-caso-exito/>

Gonzalez, H. (11 de julio de 2012). Recuperado el marzo de 2020, de <https://calidadgestion.wordpress.com/2012/08/11/innovacion-y-mejora-continua/>

infaimon. (20 de febrero de 2018). Recuperado el mayo de 2020, de <https://blog.infaimon.com/sistema-pull-ventajas-desventajas/>

Ingrande, T. (s.f.). *kailean.* Recuperado el mayo de 2020, de <http://kailean.es/estandarizar-trabajar-de-forma-organizada-y-controlada/>

Instituto Europeo de Posgrado. (s.f.). Recuperado el marzo de 2020, de <https://www.iep.edu.es/que-es-el-sistema-de-produccion-toyota/>

interempresas. (10 de marzo de 2010). Recuperado el mayo de 2020, de <https://www.interempresas.net/Logistica/Articulos/38400-AGV-los-vehiculos-industriales-inteligentes.html>

las5scontroldecalidad. (14 de abril de 2015). Recuperado el mayo de 2020, de <http://las5scontroldecalidad.blogspot.com/>

lean manufacturing 10. (s.f.). Recuperado el mayo de 2020, de <https://leanmanufacturing10.com/tpm-mantenimiento-productivo-total>

lean manufacturing 10. (s.f.). Recuperado el mayo de 2020, de <https://leanmanufacturing10.com/just-in-time>

leanroots. (20 de octubre de 2017). Recuperado el mayo de 2020, de <https://www.leanroots.com/wordpress/2017/10/09/andon/>

Lefcovich, M. (18 de abril de 2006). Recuperado el abril de 2020, de <https://www.gestiopolis.com/gestion-productividad-total/>

másymejor.com. (s.f.). Recuperado el marzo de 2020, de <https://masymejor.com/tipos-de-productividad/>

MDC. (s.f.). Recuperado el mayo de 2020, de [http://www.mdc1.com.mx/contenido.asp?id=136&titulo=Cep_statistical_process_\(spc\)_avanzado](http://www.mdc1.com.mx/contenido.asp?id=136&titulo=Cep_statistical_process_(spc)_avanzado)

medium.com. (s.f.). Recuperado el mayo de 2020, de <https://medium.com/@cuponstarhr/pasos-para-gestionar-el-cambio-de-cultura-organizacional-643fa528e8e9>

Meire. (22 de mayo de 2018). Recuperado el mayo de 2020, de <https://blogdelacalidad.com/analisis-de-modos-de-fallas-y-efectos-fmea/>

Mejora continua total. (12 de septiembre de 2018). Recuperado el abril de 2020, de <http://www.mejoracontinuatotal.com.ar/que-es-el-qfd/>

Minetto, B. (12 de febrero de 2019). *blog de calidad*. Recuperado el mayo de 2020, de <https://blogdelacalidad.com/que-es-dmaic/#:~:text=DMAIC%20es%20el%20acr%C3%B3nimo%20en,el%20ciclo%20se%20debe%20reiniciar>.

Montagud Rubio, N. (s.f.). Recuperado el marzo de 2020, de <https://psicologiyamente.com/organizaciones/diferencias-produccion->

- Salazar López, B. (18 de junio de 2019). *ingeniería industrial online*. Recuperado el mayo de 2020, de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/ingenieria-de-metodos/que-es-la-ingenieria-de-metodos/>
- Salazar López, B. (30 de octubre de 2019). *ingenieriaindustrialonline*. Recuperado el abril de 2020, de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/limitantes-de-la-productividad-muri-mura-y-muda/>
- Socconini, L. (s.f.). Recuperado el mayo de 2020, de <https://books.google.com.mx/books?id=rjyeDwAAQBAJ&pg=PA115&lpg=PA115&dq=Kaizen+es+una+palabra+japonesa+que+significa+%22mejora%E2%80%9D.+Sin+embargo,+s%C3%B3lo+recibi%C3%B3+el+t%C3%A9rmino+de+%22continua%22+hasta+que+sus+principios+empezaron+a+ser+adoptad>
- Socconini, L. (25 de septiembre de 2018). *LSSI*. Recuperado el mayo de 2020, de <https://www.lssi-spanish.org/post/kanban-para-control-de-materiales-y-de-producci%C3%B3n>
- Socconini, L. (7 de enero de 2019). *LSSI*. Recuperado el mayo de 2020, de [https://www.lssi-spanish.org/post/smed-single-minute-exchange-of-die#:~:text=SMED%20\(Single%20Minute%20Exchange%20of,siguiente%20lote%20despu%C3%A9s%20del%20cambio.](https://www.lssi-spanish.org/post/smed-single-minute-exchange-of-die#:~:text=SMED%20(Single%20Minute%20Exchange%20of,siguiente%20lote%20despu%C3%A9s%20del%20cambio.)
- Socconini, L. (s.f.). *Lean Manufacturing Paso a Paso*. Recuperado el abril de 2020, de <https://books.google.com.mx/books?id=rjyeDwAAQBAJ&pg=PA94&lpg=PA94&dq=MAPA+DE+LA+CADENA+DE+VALOR+Es+una+representaci%C3%B3n+gr%C3%A1fica+de+elementos+de+producci%C3%B3n+e+informaci%C3%B3n+que+permite+conocer+y+documentar+el+estado+actual+y+futuro+de+un+pr>
- SPC. (6 de noviembre de 2012). Obtenido de <https://spcgroup.com.mx/msa/>
- tc metrología. (1 de diciembre de 2014). Recuperado el mayo de 2020, de <https://www.tcmetrologia.com/blog/analisis-de-sistemas-de-medicion-msa/>

Tipos de procesos en la manufactura. (s.f.). Recuperado el marzo de 2020, de <https://sites.google.com/site/procesodemanufacturacioncommx/tipos-de-proceso-en-la-manufactura>

toyota.mx. (18 de Abril de 2017). Recuperado el marzo de 2020, de <https://www.toyota.mx/nota/sistema-de-produccion-toyota-la-filosofia-empresarial-mas-admirada>

Vermorel, J. (junio de 2013). *LOKAD.* Obtenido de <https://www.lokad.com/es/definicion-control-de-inventario>