



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE
MORELOS**

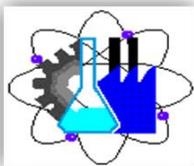
**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS E
INGENIERÍA**

**“DESARROLLO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN
DE OBLEAS ARTESANALES APLICANDO
MANUFACTURA ESBELTA”**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO INDUSTRIAL**

**P R E S E N T A
GUADALUPE ARAGÓN SOLIS**



**DIRECTOR DE TESIS:
DRA. JESÚS DEL CARMEN PERALTA ABARCA**

CUERNAVACA MOR., MAYO DEL 2021.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

1.1 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS e

Programas educativos de calidad reconocidos por CIEES, CACEI y CONACYT

SGC certificado en la norma ISO 9001:2015

DR. JOSE LUIS PERALTA ABARCA MTRA.
ELIZABETH MILLAN BENITEZDRA. JESÚS
DEL CARMEN PERALTA ABARCA MTRA.
ARACELI CRISPINA ZAMORA VARONA ING.
KAREN GUADALUPE SUAREZ SANCHEZ
P R E S E N T E

FORMA T-4A
NOMBRAMIENTO COMITÉ REVISOR

2 Cuernavaca, Mor., a 14 de Mayo del 2021

Me permito comunicarles que han sido designados integrantes del **COMITÉ REVISOR** del trabajo de:

TESIS

Titulado:

DESARROLLO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE OBLEAS ARTESANALES APLICANDO MANUFACTURA ESBELTA

Que presenta (el) o (la) **C. Guadalupe Aragón Solís**

Del programa educativo de: **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Atentamente

Por una humanidad culta

Una universidad de excelencia

DRA. VIRIDIANA AYDEÉ LEÓN HERNÁNDEZ

Encargada de Despacho de la Dirección

Firmado Electrónicamente

D I C T A M E N

**DRA. VIRIDIANA AYDEÉ LEÓN HERNÁNDEZ DIRECTORA DE LA
FCQel**

P R E S E N T E

En respuesta a su amable solicitud para emitir DICTÁMEN sobre el trabajo que se menciona, me permito informarle que los abajo firmantes otorgan su voto aprobatorio y firman electrónicamente para dar validez.

VOTO	NOMBRE	FIRMA
	DR. JOSE LUIS PERALTA ABARCA	
	MTRA. ELIZABETH MILLAN BENITEZ	
	DRA. JESÚS DEL CARMEN PERALTA ABARCA	
	MTRA. ARACELI CRISPINA ZAMORA VARONA	
	ING. KAREN GUADALUPE SUAREZ SANCHEZ	



Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE

ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

VIRIDIANA AYDEE LEON HERNANDEZ | Fecha:2021-05-14 10:37:39 | Firmante

TUGCE34NSYM25tpWwPbamsUil8HTxgPrqOMLy6fX0ltdW0gUY+607llHrB0m/sidXOIBm1OINc3UKTx7uVHybb/wf3em5e/s1YRrDAhenm6AX6DvCt7/YuvTml2VTIRx6yNS4WpTIDk9m0iKUS5DExfGosNOTYJN2zAI9O1/93pU9+hMVVRD6LHpAW6BMgGzH1Ep9RScIKf4OWqyt8f2pDDK3PBg9mXJWF93YzssT2dlStg/ExceJHH2kKPXzmKglev6dMRBwMnlNq3d/MFjo4KfVJopBoEY+EMc4xvQzYbNQ4CBLLP7nedZ6SdHdJ6dYQLwwwDG/CEAwQStdaOA==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando



QR ingresando la siguiente clave:

NZez5q

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/ufyaOm3Pa91m9qpqWXFAWV5ok215JI2y>





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE

ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

JESUS DEL CARMEN PERALTA ABARCA | Fecha:2021-05-14 22:40:01 | Firmante

clHbq1nc2OY4EN1DPP0ovJyvBt6NehYNmgrzH80fW AdZ8ahfY8jYSwW9ttNGYi/odch1+jHM0ns6i+L1DILjeTx758AJiDYIG6O1qQW dcB+G039v+Tcc9 vY3jRYdZntg+mgLILT0O5x m6c04b+INxEkooW3jssO4h1gMrIBZLbZOICoykusryxUP5mIA35sPrVds89bDNwiRxi2V5oXtnjWbsfsAdqU8S0CZDmiSd/enoBzB1VbV2cNooyxJzLV F8YK/lwgdgcY7KFNfELm4 Pwnl56s/WB09k/C6479awAMwud8nrW94+CACagWMIN2csE9QaHm2dTP4cGrirdSA==

ELIZABETH MILLAN BENITEZ | Fecha:2021-05-17 11:04:44 | Firmante

VzPInMV2ghLS+OruyphrZA7vvJ230yzWlyEUAzuy5iBvqTsR42M2kbD9f3pptHjKPIqCf21vrSElKpThqFhR7j8zoBPavJow/qofYXWZgc3/cZY03iO8WJ O5xhQ/IYiz7NuiCexNQW4z BrzAzsP0Jm93gggrBdZk7Kcad68/E/3+NRkcu2HV4rDbI+saKpd8ZBT4CttM/3R5iFjaQzebZWP+PFw8MJIOcwR/pbBgEYPr8RUn5vjhzHV3xy8BrXA +QVnlb+V6dy4iV/4KiZdWvp Og2elx6uH77s1Y8sLGBgxbz+0ApMSjbXEht4FhdVScdl3nYxnxExEpUPByRIA==

KAREN GUADALUPE SUAREZ SANCHEZ | Fecha:2021-05-17 16:32:59 | Firmante

fWzqtErlmb2GUmMQ4bzUnhr4q0rZ+avRW6pVVVgXxD1RjD0gHbPeZcyaRMZ74V/p/rdZlyQkbg2/9s4oaOHb7BEI0jwRGbYgTi0xt1hgiynZerHx0yeYZ VFUxMjqUFZfYJEyh6s3knz zNTFVvhVloZmwO+8WN2SeB9TtnfqlgSwbLHY7LYb2TIBnrHluie4CB+wc+bXZE99l4U6xaz1YizfYOJCeyCtu4bMFwiQWpUYzEVbfjVcPamsqBayi9b ktXfskVCWZYcxEPtLS31gJ PWllcpIQZ8X//ITsXYSLvBjd0yO7Nza+oKHGE+HKXCDK/UKhxTzaKqjmaBKWokIA==

CRISPINA ARACELI ZAMORA VARONA | Fecha:2021-05-17 17:16:19 | Firmante

mrhjRTuUxIB/fL0V/WdXm8SP+MnNVlqwLs/J7Z0dSei+auHsDFXMDvsX3Hjj6ISHB7jestbQ703Op3yBvCgnUaEYa8pZcwGEni48wUNFqGmZiIPLD PNHHzu5XqmOO70zCd6TR lZozrUX0f/K8MjkQVa0QApFYgGCV5fQX8idL0pDI2IMbQUOYmTFd6+NiBfW/cA50XNpcWPv1+h5p3Ascl5KICsgUK1EnBjNAnGkd1qPXXhavRMGCE 8ddptjBZxAdErJJ0HaFsXDb gOgX07VBrbjGXFATticiGuRd+J26MZvrCzWU4W9Bn0EPglaqC2nefsNbs9sbdcY2pBgjMQ==

JOSE LUIS PERALTA ABARCA | Fecha:2021-05-20 13:26:26 | Firmante

CaxtFAOBNSsfuzeOuCBdKxutRwTv8CBLIJAWT6clAnUPpH431+TZZ9wocQl6Teih8mR+BZWF02S9B8GKP+e/9c0ecBKGLaLNhQdy2UWbyuvk05H RX7p/pXGZOIrKtNa0d3qp1 zDYnuqT+NVBlpVYixAfdWkICVF9DkrIBI7Pa8tk+01+ehPQ1+RwzCsSHnUr47aKRBC/ippo78bvopfBb3PmKKQ1qYWDg5ht2exSYpiXjFPWgdWf05 UGi+qDIB/rloZ39/Y5Xycv4Yi cORUinKkTDxshCCcfq1xUe+6ns0oslllHBU SAO1bfcXbCu4qPxFUbaJ9pCnlVphzbHoA==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



pQuSo7

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/e1UwSoGzUwxs7xJO449TqpYGVcnwcZj>



AGRADECIMIENTOS

A...

Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

Mis padres Leocadio Guadalupe Aragón Calzado y Gleida Solis Olivar por ser los más importantes en mi vida y demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones.

Mis hermanas Erika, Brenda y Lucero por su apoyo y consejos además por ser uno de mis motivos de seguir adelante para mejorar nuestra calidad de vida.

Mi asesor de tesis, Dra. Jesús del Carmen Peralta Abarca, por su apoyo, consejos y paciencia que me mostró durante el desarrollo de este trabajo.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
1 CAPÍTULO I MARCO CONTEXTUAL.....	3
1.1 PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA	3
1.1.1 Descripción de la capacidad instalada.....	4
1.1.2 Capacidad instalada en un solo producto	4
1.1.3 Tasa de utilización	4
1.1.4 Volumen de producción anual	4
1.1.5 Cantidad de personal	5
1.1.6 DPU (Defectos por unidad)	5
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
1.3 OBJETIVOS	5
1.3.1 GENERAL.....	5
1.3.2 ESPECIFICOS.....	6
1.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE OBLEAS.....	6
1.5 ALCANCE.....	11
2 CAPITULO II MARCO TEÓRICO.....	12
2.1 MANUFACTURA ESBELTA.....	12
2.1.1 Historia	12
2.1.2 ¿Qué es manufactura esbelta?	15
2.1.3 Objetivos.....	15
2.1.4 Indicadores de desempeño (KPIs):.....	15
2.1.5 Concepto de Muri, Mura y Muda.....	17
2.1.6 Los 7 desperdicios de producción	19
2.1.7 KPI.....	20
2.1.8 Informe A3	21
2.1.9 5'S.....	23
2.1.10 VSM	26
2.1.11 Indicadores relevantes de un Mapa de Valor	27
2.1.12 Diagrama de Ishikawa	30
2.1.13 El despliegue de la función de calidad (QFD).....	32

2.1.14	Análisis FODA	33
2.1.15	SIPOC	35
2.1.16	AMEF	36
2.1.17	HEIJUNKA	37
2.1.18	POKA YOKE.....	39
3	CAPITULO III PLAN DE MEJORA DE PROCESOS.....	41
3.1	APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PHVA.....	43
3.2	ETAPA 1 PLANIFICAR	43
3.2.1	IDENTIFICACIÓN Y DEFINICIÓN DE DEFECTOS	43
3.2.2	PUNTOS CRITICOS DEL PROCESO RELACIONADOS CON DEFECTOS DETECTADOS	47
3.2.3	CRITERIOS DE PRIORIZACIÓN	50
3.2.4	PRIORIZACIÓN DE DEFECTOS	53
3.2.5	IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES DE LA FÁBRICA DE OBLEAS RESPECTO A LAS HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA.....	56
3.3	ETAPA 2 HACER.....	91
3.3.1	DIAGRAMA DE ISHIKAWA.....	92
3.3.2	AMEF	94
3.3.3	POKA YOKE.....	99
3.3.4	HEIJUNKA	105
3.4	ETAPA 3 VERIFICAR	116
3.4.1	IMPACTO DE LAS HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA EN LOS DEFECTOS	116
3.5	ETAPA 4 CUAR.....	120
	CONCLUSIONES.....	123

INDICE DE GRAFICAS

Gráfica 2.	Encuesta QDF pregunta1.	68
Gráfica 3.	Encuesta QDF pregunta2.	69
Gráfica 4.	Encuesta QDF pregunta3.	69
Gráfica 5.	Encuesta QDF pregunta4.	70
Gráfica 6.	Encuesta QDF pregunta5.	71
Gráfica 7.	Encuesta QDF pregunta6.	71
Gráfica 8.	Encuesta QDF pregunta7.	72
Gráfica 9.	Encuesta QDF pregunta8.	72
Gráfica 10.	FODA en la Producción de Obleas.	83

INDICE DE SIMBOLOGÍA

Simbología 1. QFD	74
-------------------------	----

INDICE DE ANEXOS

Anexo A. SIPOC en la Producción de Obleas.....	78
Anexo B. Matriz de Determinación de Condiciones Reales.....	80
Anexo C. Asignación de Calificación FODA.	81
Anexo D. Total y Porcentajes FODA	82

INDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1. Fabricación de Obleas de Confitería.....	7
Diagrama 2. Proceso de Operación de Obleas de Confitería.....	10
Diagrama 3. Informe A3 Para la Resolución de Problemas en Producción de Obleas de Confitería.	42
Diagrama 4. Pareto, Defectos de Calidad en Proceso.	46
Diagrama 5. En la Producción de Obleas.....	76
Diagrama 6. Mapa del Flujo de Valor.	90
Diagrama 7. Ishikawa en la Producción de Oblea.	93
Diagrama 8. Orden de fabricación de obleas.....	106
Diagrama 9. Célula de Trabajo de Producción de Oblea.	108

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Manufactura Esbelta.	17
Figura 2. Muri, Mura y Muda.	18
Figura 3. Los 7 desperdicios.	19
Figura 4. Distribución del Informe A3.	22
Figura 5. Herramientas 5'S.	23
Figura 6. Simbología VSM.	30
Figura 7. Diagrama de Ishikawa.	31
Figura 8. Despliegue de la Función Calidad.	33
Figura 9. Análisis FODA.	35
Figura 10. SIPOC.	36
Figura 11. Análisis del Modo y Efecto de la Falla (AMEF).	39
Figura 12. Ejemplo de Aplicación de un Poka Yoke.	40
Figura 13. Oblea Cruda.	45
Figura 14. Oblea Contorno Defectuoso.	45
Figura 15. Oblea con Orificios.	45
Figura 16. Oblea Quemada.	45
Figura 17. Oblea Quebradiza.	45
Figura 18. Oblea Estrellada.	45
Figura 19. Desperdicio y Oblea Defectuosa.	60
Figura 20. Herramientas fuera de lugar.	62
Figura 21. Máquinas de oblea.	63
Figura 22. Check list.	64
Figura 23. Señalizaciones.	65
Figura 24. Motivación al Personal.	66
Figura 25. Encuesta de Obleas.	68
Figura 26. Mezcla de Harina.	85
Figura 27. Cocción de Obleas.	85
Figura 28. Recorte de Rebaba.	86
Figura 29. Lijado de Contorno de Oblea.	86
Figura 30. Empaquetado de Oblea.	87
Figura 31. Ejemplo de goteros para colorantes.	101
Figura 32. Ejemplo de Temporizador.	102
Figura 33. Regulador de Encendido y Apagado.	103

INTRODUCCIÓN

La oblea es un dulce artesanal de países como España, Colombia, Venezuela, Chile, México y Costa Rica, este dulce tiene poco más de tres siglos de historia; primero se fabricó en los conventos y monasterios antes de dar el salto en otros países para instaurarse como un delicioso antojo para personas de todas las edades y estratos sociales. (Gutiérrez, 2018).

Hoy en día las obleas son un alimento típico, natural y nutritivo que cuentan con una gran demanda del consumidor mexicano, las obleas se mantienen en el gusto popular.

Los ingredientes para su elaboración son sencillos y naturales, como harina, agua, azúcar entre otros. Las obleas se caracterizan por ser hojas delgadas, quebradizas de varios colores y sabores, se venden en distintos tamaños y vienen acompañados de ingredientes extras como amaranto, avena, miel, cacahuete, cajeta crema de chocolate, dulce de leche o pepitas. Cuenta con una distribución de venta en mercados, bazares, plazas públicas de pueblos y actualmente con exportación a Estados Unidos de America.

A través del tiempo las obleas traspasaron los muros monacales y empezaron a formar parte de la alimentación diaria con una gran tradición en México adaptándose a los nuevos tiempos, por lo que lejos de extinguirse, su fabricación y comercialización aumenta a pesar de la desaparición de muchos artesanos.

Teniendo este marco de referencia, desde el campo de la Ingeniería Industrial, se deben generar aportes que guíen a las pequeñas empresas mexicanas en el planteamiento de metodologías que les permitan hacer frente a los cambios comerciales y a la competencia global.

En este caso para la fabricación de las obleas se desarrolló un modelo de implementación de las herramientas de Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing) adaptado a su entorno, buscando el mejoramiento del proceso productivo y teniendo siempre presente la calidad de los productos.

1 CAPÍTULO I MARCO CONTEXTUAL

1.1 PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA

La empresa de manufactura artesanal de oblea, es una organización familiar dedicada a la fabricación, distribución y venta de dulces para el consumo humano. La fábrica de producción está ubicada en la comunidad de Amilcingo, municipio de Temoac Morelos que comenzó hace 18 años (en el año 2001) como fábrica de producción de obleas de distintos colores y sabores, las cuales tienen como destino para consumo nacional y exportación.

La producción de la empresa está centrada en las obleas, los cuales están clasificadas en: clásicas y FDA (por las siglas del nombre del distribuidor). El proceso productivo que siguen las obleas es fundamentalmente el mismo para las diferentes líneas de producción, con las variaciones en las materias primas; dicho proceso se divide en recepción de pedidos, fabricación y comercialización.

La materia prima se consigue con un mismo proveedor que a la vez es el distribuidor del producto final. Se cumplen con las especificaciones que pide, cambiando el espesor, color, diámetros, sabores agregar un ingrediente extra, entre otras; es un proceso en el cual se aprovechan los desperdicios de las obleas clásicas para convertirlas en otro tamaño (cambio de diámetro) o finalmente como alimento para ganado.

Las obleas se han ido innovando cada vez más agregándole valor al proceso para aumentar su producción además de lograr la satisfacción del cliente. Esta pequeña empresa familiar está comprometida con el mejoramiento del proceso de producción para obtener una excelente calidad

de producto y asegurando la utilización de todos los recursos necesarios para la satisfacción del cliente interno y externo. Las obleas artesanales han ido experimentando un crecimiento en los últimos años, tomando como referencia la producción que se fabrica cada semana. A través de los años surge la necesidad de aplicar técnicas y herramientas de manufactura para tener un sistema de producción que cumpla con eficiencia, eficacia, confiabilidad, flexibilidad y sobre todo que aumente los niveles de calidad de los productos.

Descripción de la capacidad instalada

La capacidad de las máquinas de la empresa es de:

Capacidad de horas máquina: los trabajadores pueden usar la máquina de 3:00 AM a 3:00 PM es decir 12 horas diarias. En horas la capacidad diaria de la máquina es de 12 horas-máquina.

Capacidad instalada en un solo producto

Tiempo ciclo en hacer un producto es de 16 seg y la capacidad hora-máquina es de 12 horas; entonces la capacidad será de 12 horas dividido en 16 seg esto da como resultado:

$$(43,200\text{seg})/(16 \text{ seg}) = 2,700 \text{ piezas por día.}$$

Tasa de utilización

La tasa de utilización de la capacidad instalada es producción real/entre producción potencial

$$(2,667)/(2700) = 0.98 \text{ o el } 98\%.$$

Volumen de producción anual

Volumen de producción anual = (16000 obleas semanales)(4 semanas)(12 meses)= 768,000 obleas anuales.

Cantidad de personal

En la fábrica de obleas cuenta con 3 trabajadores.

DPU (Defectos por unidad)

Los defectos por unidad son aquellos números de defectos en una muestra dividido entre el número de unidades incluidas en la muestra. $(1200/16000) = 0.075$ en promedio este es el nivel de calidad.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La pequeña empresa dedicada a la producción de obleas, es una de las empresas de confitería que a pesar de ser una de las fábricas mexicanas en los diferentes estados de la república mexicana ésta parece tener varias posibilidades de mejora en las diferentes etapas de su proceso. Esta tesis tiene como fin, proponer mejoras en cada una de las etapas del proceso, utilizando diferentes herramientas de manufactura esbelta, para que una vez identificadas en esas áreas de oportunidad de mejora se propongan soluciones apegadas a esta metodología.

1.3 OBJETIVOS

GENERAL

Incrementar el concepto de valor al proceso de fabricación de obleas optimizando el proceso de producción.

ESPECIFICOS

- ✓ Incrementar la productividad y rentabilidad de la pequeña empresa de obleas implementando técnicas y herramientas de manufactura esbelta.
- ✓ Identificar los procesos que no generan valor a través de un análisis de mejora continua.
- ✓ Diferenciar los desperdicios del proceso, clasificando actividades que añaden o no valor .
- ✓ Mejorar el nivel de limpieza del lugar de trabajo, para evitar accidentes y problemas sanitarios con el producto.
- ✓ Reducir un 5% de defectos para aumentar la producción de obleas.

1.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE OBLEAS.

La fábrica de obleas cuenta con dos tipos; la primera son aquellas de los ocho colores (blanco, amarillo, rosa, rojo, naranja, verde, azul y morado) que se fabrica en un solo pedido por semana; y el segundo que es el tipo FDA (por las siglas del nombre del distribuidor), son las obleas especiales que se hacen de un solo color en toda la semana y estas son entregadas al cliente que las distribuye en todo el país especialmente en el norte, además son exportadas a Estados Unidos como se muestra en el siguiente Mapa de Proceso de obleas de confitería Diagrama 1.

Process Map Fabricación de Obleas de Confitería

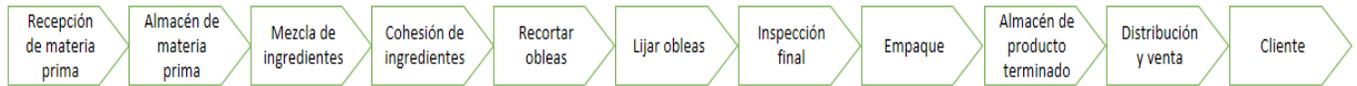


Diagrama 1. Fabricación de Obleas de Confitería.

El proceso de producción de obleas comienza desde que se hace el pedido hasta la entrega al cliente; para ello desarrolla las siguientes etapas:

1. **Planeación del pedido:** Como primera etapa se tiene que planear que cantidad de oblea se va a producir por semana, ya que de acuerdo al número de paquetes, es lo que se va a estar comprando para la materia prima; es decir, la cantidad de bultos de harina de trigo, tipos de colorantes, aceites y agua.
2. **Mezclar:** Este proceso consiste en agregar todos los ingredientes con la cantidad requerida y el tiempo establecido. Primero se debe fijar el recipiente adecuado con la capacidad de 20 L. para agregar los 15 L. de agua y en seguida añadir los 10 kg. de harina de trigo, después agregar el colorante correspondiente 10 gr. y al final los 10 ml de aceite. Ya que todo esté en el recipiente, se coloca la revolvedora con una duración de 30 min. Es el tiempo estimado para generar una mezcla homogénea.

3. **Cocer:** Después de tener la mezcla colocada en tres recipientes con cantidades similares, se ponen a calentar las maquinas que tienen 6 moldes. Hasta tener la máxima temperatura utilizando los (127 V). Se agrega una cucharada de la mezcla en cada uno de los moldes. Al regresar al primer molde se tiene que sacar la oblea e ir colocandolos en sus lugares correspondientes, aproximadamente una oblea tarda 16 seg en cocerse, si se pasa de este tiempo se quema, se estrella o llega a destruirse por completo. Si la temperatura está por debajo de lo establecido o encima del tiempo, este puede salir cruda y causa deformaciones en las obleas.

4. **Recortar:** En esta etapa es cuando se coloca de 50 a 60 obleas en la máquina para proceder ajustarlas y recortarlas. Deben estar bien posicionadas ya que si se hace una mala colocación las obleas no tienen la forma circular y alrededor lleva la rebaba que hace que las obleas queden pedagas por sí mismas y causa una mala imagen.

5. **Lijar:** Antes de realizar esta etapa se debe verificar que la oblea siga bien posicionada, ya que por la cantidad de fuerza que se aplica tiende a moverse, además verificar que no contenga rebaba a sus alrededores. Después de haber hecho un buen recorte se hace el lijado, para tener la forma circular que no tenga demasiados desgastes y cumpla con las medidas requeridas por el cliente que son 23 cm. de diámetro. Esta etapa hace que la oblea tenga una buena vista en su contorno de una manera más suave y sin picos.

6. **Empaquetar:** En esta última etapa se verifican que todas las obleas a empaquetar sean del mismo color, y cumplan con la calidad, que no tengan deformaciones, rebabas, obleas quemadas, crudas, estrelladas y quebradas. Después de ser agregados a la bolsa debe llegar a la altura establecida que es de 48 cm. que son aproximadamente 400 obleas por paquete, se debe sellar por ambos lados con una cinta blanca. Y por último se debe identificar con un número 7 que es el número de cliente o el tipo de oblea especial FDA. Al final los paquetes deben ser colocados en el cuarto de almacén.

Diagrama 2. Proceso de Operación de Obleas de Confitería, resume las etapas antes mencionadas.

**Diagrama de Proceso de Operación.
Proceso: Fabricación de Obleas de Confitería**

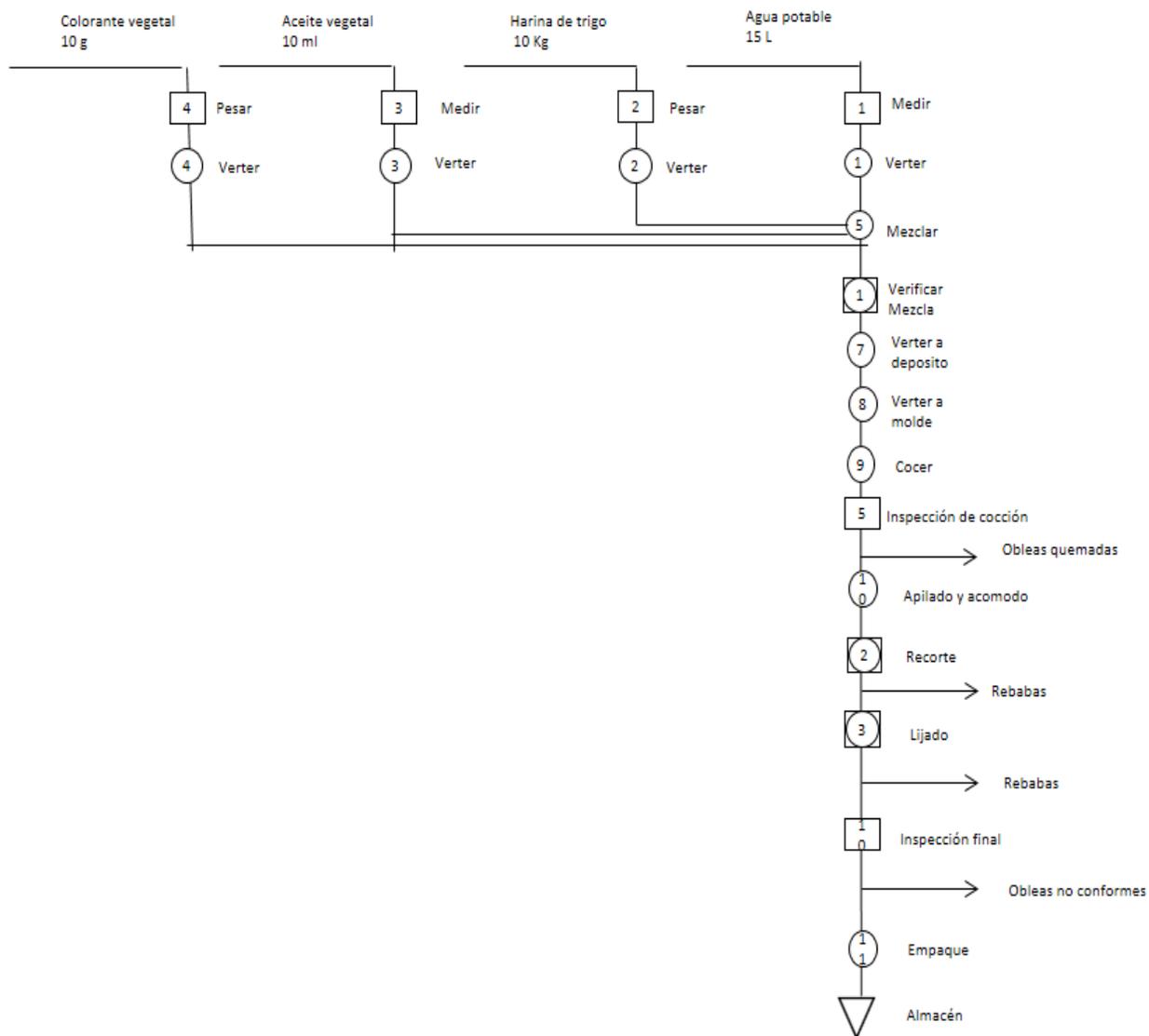


Diagrama 2. Proceso de Operación de Obleas de Confitería.

1.5 ALCANCE

Las herramientas de la filosofía de Manufactura Esbelta estará concentrada exclusivamente para el área de producción en las etapas Mezclar, Cocer, Recortar, Lijar, Empaquetar y Almacenar; estas serán: 5´s, QFD, SIPOC, FODA, VMS, DIAGRAMA ISHIKAWA, AMEF, POKA YOKE y HEIJUNKA.

2. CAPITULO II MARCO TEÓRICO

2.1 MANUFACTURA ESBELTA

Historia

En los años 30 Kiichiro Toyoda, Taiichi Ohno y otros responsables de Toyota, implementaron una serie de innovaciones en sus líneas, de modo que facilitarían tanto la continuidad en el flujo material, como la flexibilidad a la hora de fabricar distintos productos. Esto se hizo aún más necesario a finales de la 2ª Guerra mundial, cuando surgió la necesidad de fabricar pequeños lotes de una gran variedad de productos. Surgió así el TPS (“Toyota Production System”). El sistema lean, o lean manufacturing está basado en su totalidad en el Sistema de fabricación de Toyota (TPS).

El TPS se fundamenta en la optimización de los procesos productivos mediante la identificación y eliminación de desperdicios (muda en japonés), y el análisis de la cadena de valor, para finalmente conseguir un flujo de material estable y constante, en la cantidad adecuada, con la calidad asegurada y en el momento en que sea necesario es decir, tener flexibilidad, fiabilidad necesarias para fabricar en cada momento lo que pide el cliente. Toyota llegó a la conclusión de que adaptando los equipos de fabricación a las necesidades de capacidad reales, la introducción de sistemas de calidad integrados en los procesos (poka-yokes), la disposición de equipos siguiendo la secuencia de fabricación, innovando para conseguir cambios rápidos de modelo para que cada equipo pudiera fabricar muchos lotes pequeños de distintas piezas, y haciendo que cada máquina avisara a la máquina anterior cuando necesitaba material, haría posible el fabricar con bajos costos, con una

amplia variedad, alta calidad y con tiempos de proceso (lead times) muy rápidos, para responder de manera efectiva y eficaz a las variaciones en las demandas de los clientes. E igualmente, la gestión de la información se facilitaría y se haría más precisa.

Existen grandes confrontaciones entre estadounidenses y japoneses acerca de quién invento o dónde surgieron verdaderamente los conceptos principios en los cuales se basa la manufactura esbelta, muchos fueron desarrollados por Henry Ford con su sistema de producción en línea a inicios del siglo XX, con la cual aportó la estandarización de partes y los sistemas comunes de medición, que no existían en la época artesanal , y con lo cual redujo costos, utilizó operarios poco calificados en operaciones pequeñas. En ese momento éstas innovaciones de Henry Ford desarrollaron y revolucionaron totalmente la industria automotriz, el Modelo T (Progesa, 2019) mostró la optimización de un modelo y abatió mucho los costos con sus sistemas de producción, sin embargo, Ford se resistió a cambiar el modelo.

Surgió otra empresa en Estados Unidos, General Motors, que comenzó a ofrecer más variedades de modelos y le quitó mercado a Ford; sin embargo, tampoco cambiaron sus grandes sistemas de producción y empezaron a tener problemas como altos costos de inventarios, máquinas muy especializadas, herramientas pesados y costosos que tomaban mucho tiempo en cambiarse, por lo cual fabricaban corridas muy largas que provocaban muchos inventarios, cuyos costos comenzaron a subir porque se tenían que almacenar, así mismo tenían altos desperdicios, grandes espacios de planta sin utilización productiva, cambios de diseño costosos. Sin embargo Estados Unidos se conserva en ese esquema hasta la segunda guerra mundial. En esta época el mercado era de demanda.

Terminada la Segunda Guerra Mundial, en la posguerra, japon con pocos recursos, pero con grandes especialistas como William Edwards Deming, gurú de la calidad, Joseph M. Duran, Taiichi

Ohno, Shigeo Shingo, Eiji Toyoda, entre otros, empezó a visualizar las cosas de otra manera, ya no como occidente, y para competir en el mercado automotriz producto de la posguerra comenzaron a hacerlo con pocos modelos y pocos recursos, pero fueron optimizando sus sistemas de producción.

Cuando los norteamericanos se preguntaron a finales de los años 80's que estaban haciendo los japoneses y qué no estaban haciendo ellos, razón por la cual les estaban ganando el mercado en la industria automotriz, entonces el Instituto Tecnológico de Massachusetts (conocido como MIT por sus siglas en inglés), creó un grupo de tres personas: James Womack, Daniel Jones y Daniel Roos a quienes mandaron a Japón a estudiar qué estaba pasando en la industria automotriz japonesa.

De su existencia en Japón, estos tres especialistas publicaron un libro que se llamó "The machine that changed the World/ La máquina que cambió al mundo (Womack, 1991)", con el cual se originó toda la historia de la manufactura esbelta. Las herramientas cobijadas bajo el concepto de manufactura esbelta van desde aquellas enfocadas a la organización del puesto de trabajo (5'S, nacida en Japón y adaptada por accidente) hasta las que buscan casi el 100% de calidad en los procesos (6 Sigma, nacida en EUA y desarrollada por Motorola) pero buscando igualar los índices de calidad impuestos por Japón, pasando por aquellas que concentran su atención en la búsqueda de la eficiencia en el manejo de otros recursos del aparato productivo (inventarios y maquinaria), pero siempre buscando eliminar cualquier tipo de desperdicio (muda) generando por la ineficiencia existente en los procesos de producción (Justo a tiempo, Kanban, Mantenimiento productivo total (TPM), Producción nivelada (Heijunka), Verificación de proceso (Jidoka), Dispositivos para prevenir errores (Poka Yoke) y Mejora continua (Kaizen).

¿Qué es manufactura esbelta?

Es un conjunto de herramientas que ayudan a eliminar todas las operaciones que no le agregan valor al producto, servicio y a los procesos, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere. Reducir desperdicios y mejorar las operaciones, basándose siempre en el respeto al trabajador. (ERP, 2019)

Objetivos

Los principales objetivos de la Manufactura Esbelta es implantar una filosofía de Mejora Continua que le permita a las compañías reducir costos, mejorar los procesos y eliminar los desperdicios para aumentar la satisfacción de los clientes y mantener el margen de utilidad.

Indicadores de desempeño (KPIs):

Mejora de calidad, Reducción de costos, reducción del lead time, flujo de efectivo y seguridad en el trabajo.

La Manufactura Esbelta proporciona a las compañías herramientas para sobrevivir en un mercado global que exige calidad más alta, entrega más rápida a más bajo precio y en la cantidad requerida. Específicamente en Manufactura Esbelta:

- Producción justo a tiempo.
- Reduce la cadena de desperdicios drásticamente.
- Reduce el inventario y el espacio en el piso de producción.
- Crea sistemas de producción más robustos.
- Crea sistemas de entrega de materiales apropiados.
- Mejora las distribuciones de planta para aumentar la flexibilidad. (UNAM, 2019)

Principios

Estos principios se traducen en una filosofía de organización de la producción basada en la mejora continua, lo que ayuda a las empresas a mantenerse siempre atentas y capaces de adaptarse a los cambios del mercado para sobrevivir en un entorno cada vez más competitivo y que exige más eficiencia y calidad. La figura 1, muestra el concepto completo de la casa de Lean Manufacturing.

1. **Define el valor desde el punto de vista del cliente:** los clientes no compran productos, sino soluciones. Por tanto cuando se define el valor desde este punto de vista, los productos que surgen son más demandados y tienen más éxito en el mercado.
2. **Identificar el flujo de valor:** este principio consiste en analizar el proceso de producción para eliminar todos aquellos pasos que no sean imprescindibles.
3. **Crear flujo:** se trata de implementar los cambios surgidos del principio anterior y conseguir que todo el proceso fluya suavemente, sin tiempos de esperas ni cuellos de botella, desde la materia prima hasta que el producto llega a manos del cliente.
4. **Producir la demanda del cliente:** este principio se preocupa de producir de manera óptima a medida que se va produciendo demanda y no en base a pronósticos a largo plazo que pueden no cumplirse.

5. **Perseguir la perfección:** como parte del valor del producto, se trata de buscar cada vez una mayor eficacia, cambiando aquellos pasos que se puedan optimizar para que el conjunto cada vez sea mejor (OBS, 2019).

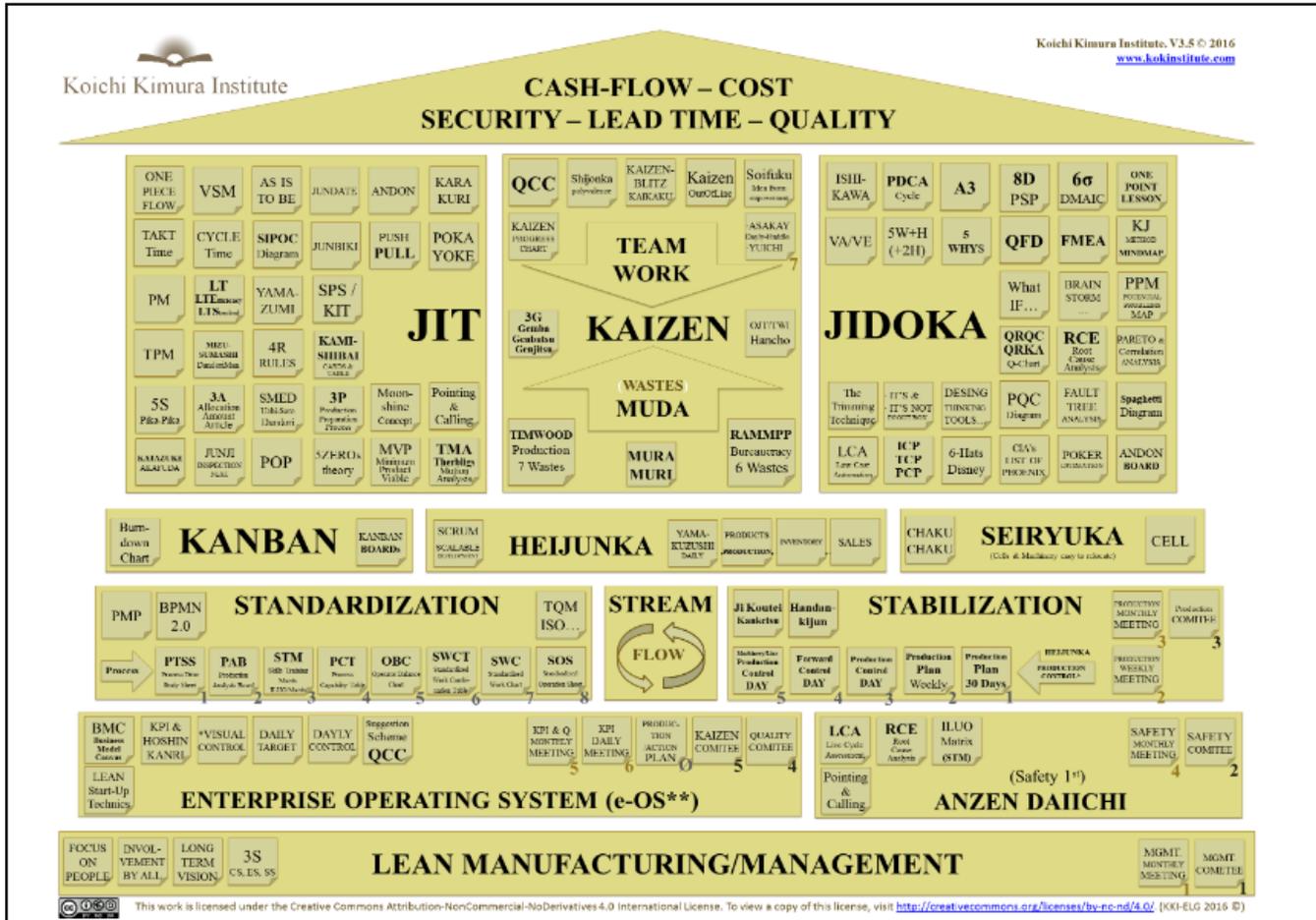


Figura 1. Manufactura Esbelta.

Concepto de Muri, Mura y Muda

Muri: (Sobrecarga) es cualquier actividad que requiere estrés o esfuerzo poco razonable por parte del personal, material o equipo, provocando cuellos de botella (la acumulación de tareas en una determinada fase del proceso), tiempos muertos entre otros, esto surge principalmente a causa de una mala planificación del trabajo o de los recursos.

Mura: (Variabilidad) es cualquier variación que produce irregularidad en el proceso y provoca desequilibrio, puede surgir a causa de la variación de la demanda, diferencias en los tiempos ciclo, cambios en los materiales, etc. Su efecto es devastador ya que afecta a la fiabilidad de planificación y a la necesidad de capacidad.

Muda: es cualquier actividad en un proceso que consume recursos y que no agrega valor al producto o servicio desde el punto de vista al cliente. La eliminación del desperdicio es la forma más eficiente de aumentar la rentabilidad de cualquier organización por eso es importante entender exactamente qué es y dónde se encuentra. Y lo que es más importante sin aumentar el estrés de las personas, no se trata de hacer más, sino hacerlo mejor.

Los conceptos se muestran en la figura 2.

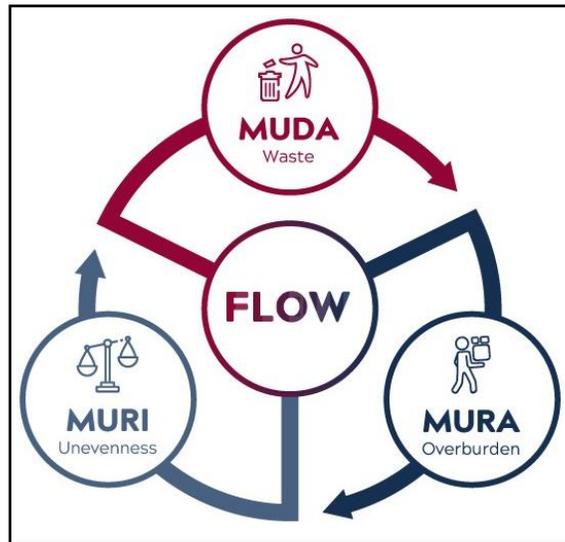


Figura 2. Muri, Mura y Muda.

Los 7 desperdicios de producción

Taiichi Ohno identificó 7 formas diferentes de desperdicios que se dan en cualquiera de las fases de realización de un producto o servicio, en la figura 3 se resumen los desperdicios:

1. **Sobreproducción:** producir más o antes de lo necesario.
2. **Inventarios:** cualquier acumulación de materiales o información.
3. **Sobreproceso:** procesos innecesarios.
4. **Esperas:** tiempos perdidos en las máquinas o personas.
5. **Reprocesos:** por defectos o inspecciones.
6. **Transportes:** de productos, materiales o información de un lugar a otro.
7. **Movimientos:** innecesarios de personal por zona de trabajo. (Ingrande, 2015)



Figura 3. Los 7 desperdicios.

Beneficios

La Manufactura esbelta es importante en diferentes áreas ya que se emplean diferentes herramientas, por lo que beneficia a la empresa y sus empleados. Algunos de los beneficios que genera son los siguientes:

- Reducción de costos de producción.
- Menos mano de obra.
- Disminución de desperdicios.
- Reducción de inventarios.
- Mejor calidad.
- Mayor eficiencia de equipo.
- Disminución de tiempos de espera.
- Transporte. (Fernández, 2019)

KPI

¿Qué es?

Son las siglas de Key Performance Indicator, es decir; indicadores clave del desempeño o medidos de desempeño o indicador de rendimiento. Es una medida del nivel del desempeño de un proceso, el valor del indicador está directamente relacionado con un objetivo fijado de antemano y normalmente se expresa en porcentaje.

KPI de calidad: de producto o servicio son métricas que permiten conocer el nivel de satisfacción del cliente en su experiencia con la marca.

KPI de Costo: medirá la relación entre lo que gasta el almacén en relación al coste de mantenimiento del inventario promedio durante un periodo de tiempo.

KPI de Cumplimiento: están relacionados con las razones que indican el grado de consecución de tareas y/o trabajos.

Objetivo

El objetivo es medir el avance de los proyectos, reflejan el rendimiento de una organización. Estos indicadores se utilizan en inteligencia de negocio para reflejar el estado actual de un negocio y definir una línea de acción futura.

Beneficios

- Proporcionan la información que el gestor necesita sobre cada etapa del proceso.
- Aportan una mayor precisión en la toma de decisiones.
- Proporcionan una mayor eficiencia y eficacia en los procesos.
- Mayor rapidez, mejor comprensión y transparencia a la hora de comunicar resultados.

Informe A3

¿Qué es?

Es una herramienta de resolución de problemas, fundamentada en el ciclo de Deming (PDCA). Facilita enormemente el aprendizaje organizativo y cataliza la implantación de acciones de mejora. Para hacer esto, el informe A3, además de facilitar la solución del problema, debe ser utilizado como una herramienta para maximizar aprendizaje y cooperación dentro de la organización. Se llama A3 porque recoge en una hoja tamaño A3 y su uso permite desarrollar e implantar dentro de la organización la cultura y filosofía de mejora continua Lean.

Objetivo

Ser una herramienta clave hacia la eficiencia organizativa, la eficacia, la mejora y la resolución de problemas dentro de un modelo de mejora continua.

Beneficios

- Ayuda a la transformación de un estado actual a un estado futuro.
- Representa información en el mínimo espacio posible.
- Se usa para la toma de decisiones complejas y el análisis exhaustivo de un problema.
- Obliga al equipo de trabajo a analizar y sintetizar la problemática en una sola hoja.
- Permite a todos los interesados ver el problema bajo la misma perspectiva. (Calidad, 2016).
- El informe A3 tiene la siguiente distribución, mostrada en la figura 4:

INFORME A3	CICLO PHVA
Definir la situación del problema	Planificar
Situación actual Fijar Objetivo	
Analizar la causa raíz	Hacer
Contramedidas	
Comprobación de resultados	Verificar
Seguimiento	Actuar

Figura 4. Distribución del Informe A3.

5'S

¿Qué es?

Son las iniciales de cinco palabras japonesas que nombran a cada una de las cinco fases que componen el método que proporciona los medios para generar sitios más productivos, seguros y agradables, donde se elaboran productos y servicios de mayor calidad. Este método es igualmente útil en empresas de servicios, manufactura, transformación o de cualquier otra índole, incluso puede ser aplicado en hogares, así mismo en actividades diarias. (Sevilla, 2016)

La figura 5 resume el concepto de las 5 S.



Figura 5. Herramientas 5'S.

Objetivo

El objetivo de las 5´S es mantener y mejorar las condiciones de organización, el orden y limpieza, así como mejorar las condiciones de trabajo, seguridad, clima laboral, motivación personal y eficiencia.

Definición

5´S es un método de gestión de procesos de origen japonés que se fundamenta en cinco principios cuyas iniciales son la letra S: Seiri (Clasificación), Seiton (Orden), Seiso (Limpieza), Seiketsu (Estandarizar) y Shitsuke (Disciplina). Cada principio constituye una etapa en el proceso y se integran en la filosofía kaizen (CALETEC, 2018).

Las 5´S responden a los siguientes vocablos y conceptos:

Seiri (Clasificación): Consiste en identificar y separar los materiales necesarios de los innecesarios y en desprenderse de estos últimos.

Beneficios:

- Reduce los tiempos de acceso al material, documentos, herramientas y otros elementos de trabajo.
- Mejora el control visual de áreas de trabajo, elementos de producción, carpetas con información, planos, señalamientos etc...
- Elimina las pérdidas de materiales que se deterioran por permanecer expuestos en un ambiente no adecuado para ellos (material de empaque, etiquetas, envases, cajas de cartón).

- Facilitar las acciones oportunas de mantenimiento ya que se pueden apreciar con facilidad las fallas existentes en los equipos, que frecuentemente quedan ocultas por los elementos innecesarios que se encuentran cerca de éstos.

Seiton (Orden): Se trata de establecer el modo en que deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios, de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos.

Beneficios

- Disponer de un sitio adecuado para cada elemento de trabajo, facilitando su acceso y retorno al lugar y evitando despilfarros de tiempo y de movimiento por búsquedas.
- Mejora la productividad al minimizar o eliminar los tiempos improductivos. Se eliminan las pérdidas por errores y se mejora el cumplimiento de las órdenes de trabajo.
- Mejora la distribución de muebles, máquinas, equipos, se libera espacio, en síntesis, mejora el lay-out del lugar de trabajo.

Seiketsu (Estandarizar): El objetivo es distinguir fácilmente una situación normal de otra anormal, mediante normas sencillas y visibles para todos.

Beneficios:

- Mejora el bienestar del personal al crear un hábito de conservar impecable el sitio de trabajo en forma permanente.
- Los operarios y usuarios aprenden a conocer con profundidad el equipo y elementos de trabajo.
- Se evitan errores de limpieza que puedan conducir accidentes o riesgos laborales innecesarios.

Seiso (Limpieza): Basada en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, asegurando que todos los medios se encuentren siempre en perfecto estado.

Beneficios

- Incrementa la seguridad en el trabajo, reduciendo los riesgos de accidentes.
- Mejora la moral de los empleados y su actitud hacia las mejoras.
- Mejoran las condiciones de los equipos, incrementando su vida útil al evitar su deterioro por contaminación y suciedad.

Shitsuke (Disciplina): Consiste en trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas.

Beneficios:

- Se crea una cultura de sensibilidad, respeto y cuidado de los recursos de la empresa.
- La disciplina es una forma de cambiar los hábitos.
- La motivación en el trabajo se incrementa. (IPN, 2013)

VSM

¿Qué es?

Los mapas de valor, también conocidos como gráficas del flujo de valor VSM (Value Stream Map), 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 de 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 dónde se encuentra el valor y dónde el desperdicio (Salazar, 2016).

Objetivo

Es obtener una imagen de la situación actual del proceso, para poder utilizarla como punto de partida en el cambio.

Definición

Técnica gráfica que permite visualizar todo un proceso, permite detallar y entender completamente el flujo tanto de información como de materiales necesarios para que un producto o servicio llegue al cliente, se identifican actividades que no agregan valor al proceso para posteriormente iniciar las actividades necesarias para eliminarlas (Solutions, 2019).

Indicadores relevantes de un Mapa de Valor

Takt Time Cliente: Takt es una palabra alemana que significa “ritmo”. El takt time marca el ritmo de lo que el cliente esta demandando. Significa que los ritmos de producción y ventas están sincronizados. Para muchos expertos se trata de un tiempo objetivo al cual el sistema de producción debe adaptarse para satisfacer las expectativas del cliente.

Se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Takt time} = \text{tiempo de producción disponible} / \text{cantidad total requerida}$$

El takt se calcula en unidades de tiempo.

Producir con takt time requiere:

- Proveer respuesta rápida a los problemas que se presenten en el área de producción.
- Eliminar las causas de los tiempos caídos o fallas.
- Eliminar los tiempos de los cambios o set-ups, dentro de los pasos que agregan valor al proceso.

Takt time operacional: Es otro método o adaptación del takt. El takt time operacional es mucho mas rápido que el takt time y se usa para balancear la línea con el fin de tener un espacio, en caso de que se cuente con una falla o equipo caído.

Puntos clave a tomar en cuenta:

- El takt time es un rango de tiempo en el que se deben producir los productos.
- El takt time mantiene un paso regular predecible.
- El takt time debe ser calculado antes de que las actividades deban ser planeadas.
- En caso de que el volumen aumente o disminuya el takt time debe ser ajustado a la demanda.

Takt time operacional o tiempo tacto = Takt time cliente por eficiencia de línea de producción.

El tiempo ciclo: es un parámetro que queda definido para cada proceso; será el tiempo en el que un proceso de máquina o un proceso manual. Este tiempo queda definido en función de una serie de parámetros y de él dependerán diferentes aspectos relacionados con la productividad y la gestión de

producción. (El tiempo ciclo debe ser igual o menor que el tiempo tacto, para poder cumplir con la programación de la producción).

Tiempo de ciclo individual: Es el tiempo estándar asociado a cada operación del proceso.

Tiempo de ciclo total: Es el tiempo que duran todas las operaciones, se calcula sumando los tiempos de ciclo individuales.

Lead time: Es el tiempo que transcurre desde que se inicia un proceso de producción hasta que se completa, incluyendo normalmente el tiempo requerido para entregar ese producto al cliente. (Manufacturing, 2019) .

Beneficios

- Permite visualizar la operación entera.
- Objetivo importante para la reducción de costos.
- Explica la condición actual.
- Ayuda a identificar las áreas de oportunidad en el sistema operativo
- Se conocen las restricciones
- Sensibiliza respecto a los desperdicios (Manufacturing, 2019).

Simbología

Los símbolos siguientes de la figura 6, se emplean para la realización de un mapeo VSM.

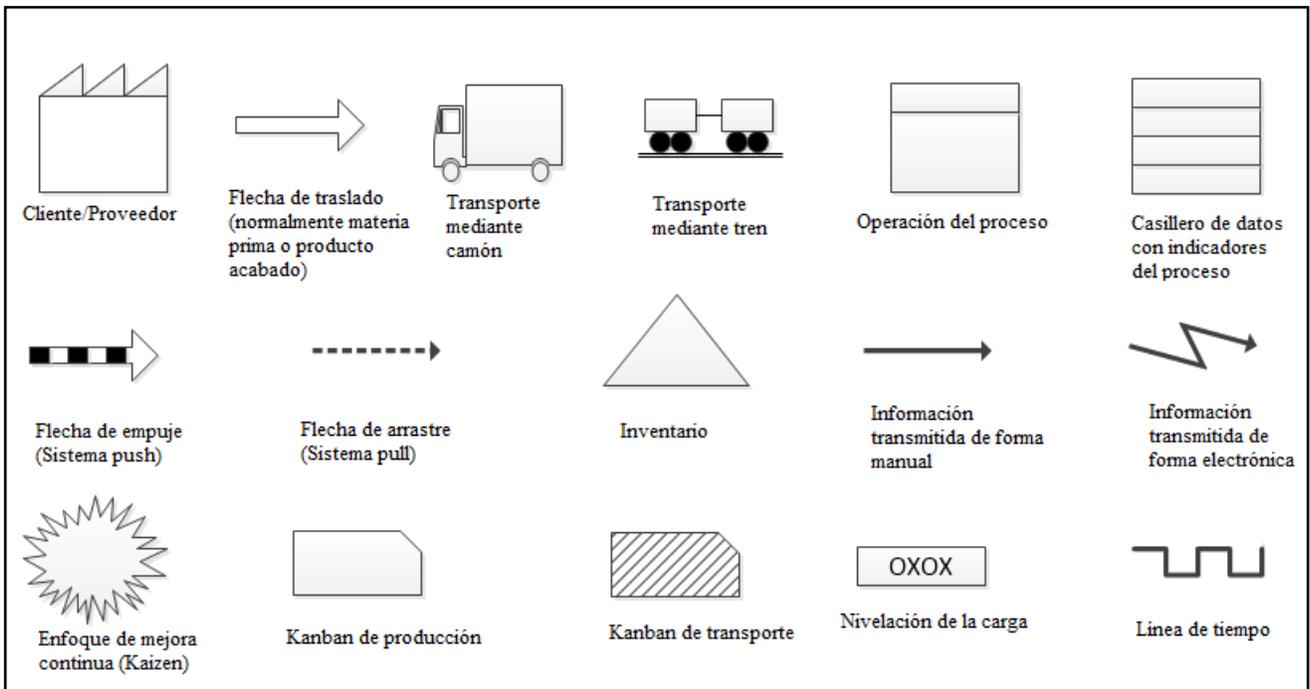


Figura 6. Simbología VSM.

Diagrama de Ishikawa

¿Qué es?

El diagrama Causa-Efecto es llamado usualmente Diagrama esqueleto de pescado o Diagrama de Ishikawa porque fue creado por Kaoru Ishikawa, experto en dirección de empresas, quien a su vez estaba muy interesado en mejorar el control de la calidad. Se trata de una herramienta para el análisis de los problemas que básicamente representa la relación entre un efecto (problema) y todas las posibles causas que lo ocasionan. (Progressa, 2019). Un ejemplo del diagrama de Ishikawa se muestra en la figura 7.

Objetivo

Representar visualmente las causas probables de un problema en categorías específicas.

Beneficios

- Ayuda a encontrar y a considerar todas las causas posibles del problema.
 - Determina las causas raíz de un problema o calidad característica, de una manera estructurada.
 - Ayuda a focalizarse en las causas del tema sin caer en quejas y discusiones irrelevantes.
 - Identifica las áreas para el estudio adicional donde hay una carencia de información
- (MANAGE, 2019)

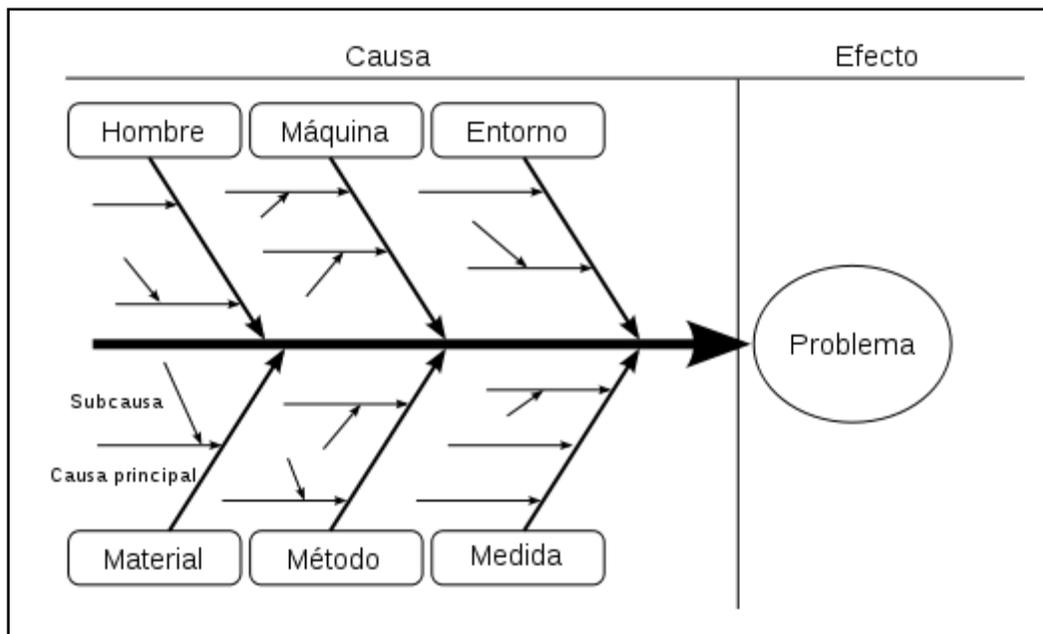


Figura 7. Diagrama de Ishikawa.

El despliegue de la función de calidad (QFD)

¿Qué es?

El despliegue de la función calidad (QFD) por sus siglas en inglés Quality Fuction Deployment es una herramienta de planificación de la calidad dentro de la empresa y 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 (total, 2012) .

Objetivo

El objetivo de QFD es la obtención de una Calidad de Diseño de un servicio excelente mediante la conversión de las necesidades del cliente en características de calidad.

Definición

El QFD puede definirse como un sistema estructurado que facilita el medio para identificar necesidades y expectativas de los clientes (voz del cliente) y traducirlas al lenguaje de la organización, esto es, a requerimientos de calidad internos, desplegándolas en la etapa de planificación con la participación de todas las funciones que intervienen en el diseño y desarrollo del producto o servicio (Guzmán, 2012). Una imagen del formato QFD se muestra en la figura 8.

Beneficios

- Identifica los requerimientos del cliente.
- Determina oportunidades competitivas.

- Determina requerimientos y especificaciones de diseño.
- Mayor calidad y menor costo.
- Disminución en el tiempo de fabricación (Colombia, 2005)

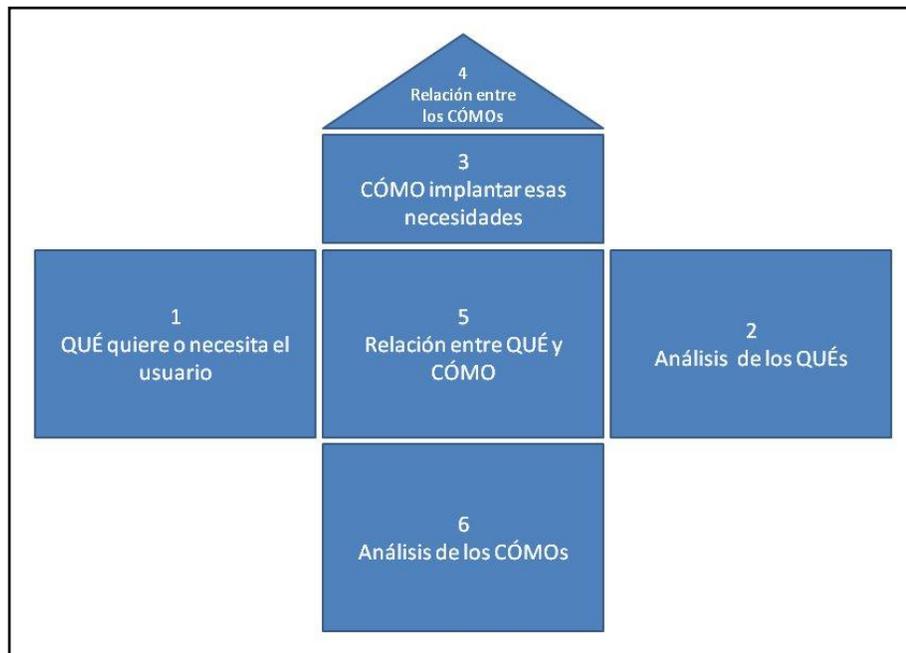


Figura 8. Despliegue de la Función Calidad.

Análisis FODA

El FODA o DOFA (SWOT, por sus siglas en inglés), es una técnica de planeación estratégica que permite crear o reajustar una estrategia, ya sea de negocios, mercadotecnia, comunicación, etc.. Esta técnica permitirá conformar un cuadro de la situación actual de una empresa u organización: permitiendo, de esta manera, obtener un diagnóstico preciso que permita tomar decisiones acordes con los objetivos y políticas formulados por tal organismo.

El término FODA es una sigla conformada por las primeras letras de las palabras, la figura 9 se muestra el esquema de FODA:

- **F**-Fortalezas
- **O**-Oportunidades
- **D**-Debilidades
- **A**-Amenazas (CONAMYPE, 2002)

Objetivo

El principal objetivo es ayudar a una organización a encontrar sus factores estratégicos críticos, para una vez identificados, usarlos y apoyar en ellos los cambios organizacionales: consolidando las fortalezas, minimizando las debilidades, aprovechando las ventajas de las oportunidades, y eliminando o reduciendo las amenazas (Calidad, 2019).

Definición

La sigla FODA significa: Fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, las dos primeras positivas y las otras negativas pero que dentro de un análisis profundo pueden convertirse en cosas buenas si les afronta de manera correcta, lo que hace tan útil a los FODA (Matrizfoda, 2019) .

Beneficios

- Proporciona un resumen visual.
- Versatilidad: se puede utilizar para analizar el negocio en general.
- Se utiliza para hacer un análisis personal.
- Facilita sesiones de estrategia mediante la generación de nuevas ideas (Barham, 2019).



Figura 9. Análisis FODA.

SIPOC

¿Qué es?

SIPOC es una herramienta que, por sus siglas en inglés simboliza Proveedores, Entradas, Procesos, Salidas y Clientes. Es un modelo usado para identificar y aclarar lo que se necesita para crear el producto o servicio. Permite vincular los requerimientos del cliente con los resultados del proceso, y con los requisitos solicitados al proveedor, detectando así inconsistencias internas. El diagrama SIPOC se presenta en la figura 10.

Objetivo

SIPOC tiene el objetivo de analizar el proceso y su entorno, identificando detalladamente: proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes.

Beneficios

- Ayuda a identificar y balancear requerimiento.
- Se determina facilmente los requerimientos de los clientes.
- Visualiza el proceso completo.
- Identifica oportunidades de mejora e innovación (CONTINUA, 2017).

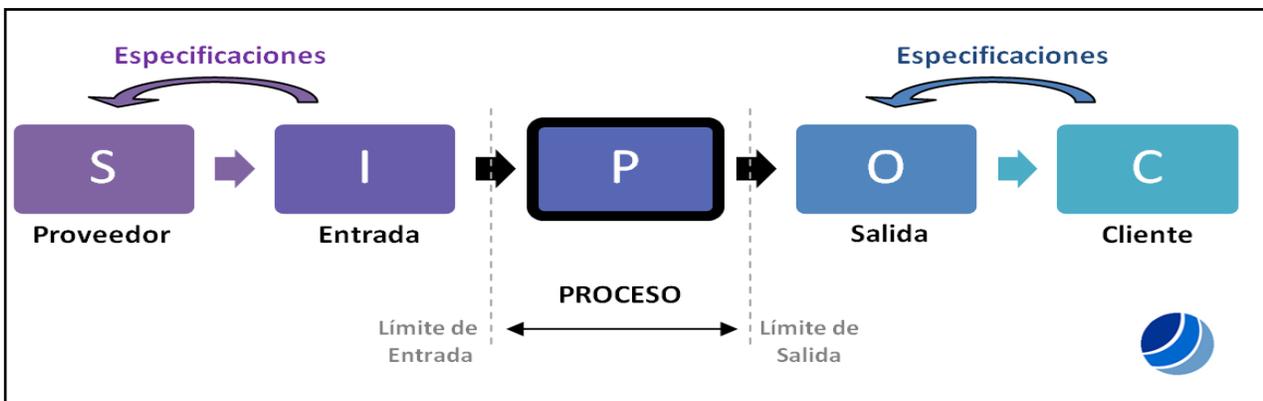


Figura 10. SIPOC.

AMEF

¿Qué es?

El Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF), es un procedimiento que permite identificar fallas en productos, procesos y sistemas, así como evaluar y clasificar de manera objetiva sus efectos, causas y elementos de identificación, para de esta forma, evitar su ocurrencia y tener un método documentado de prevención.

Objetivo

Identificar las funciones de un producto de los pasos de un proceso y los posibles modos de falla asociados, sus efectos y sus causas.

Definición

Es un conjunto de directrices, un método y una forma de identificar problemas potenciales (errores) y sus posibles efectos en un SISTEMA con el fin de priorizarlos y concentrar los recursos en planes de prevención, supervisión y respuesta.

Beneficios

- Identificar las posibles fallas de un producto, proceso o el sistema.
- Conoce a fondo el producto, el proceso o sistema.
- Identificar los efectos que puede generar cada falla posible.
- Evalua mediante indicadores específicos la relación entre: gravedad, ocurrencia y detectabilidad
- Identifica oportunidades de mejora (ATOX, 2012).

HEIJUNKA

¿Qué es?

Es una de las técnicas más importantes en la implementación de manufactura esbelta, dado que supone el máximo grado de compromiso con la filosofía JIT, ya que la razón principal es la búsqueda

por nivelar el flujo del producto de acuerdo con comportamiento real de la demanda. La figura 11 muestra los pasos de un AMEF.

Objetivo

El objetivo de Heijunka es amortiguar las variaciones de la demanda comercial produciendo pequeños lotes de varios modelos distintos en la misma línea.

Definición

Heijunka significa (Hei=plano, JUN=nivel y Ka=transformación) se traduce literalmente como “transformación en un nivel plano” o “nivelación de la producción”, y consiste en el medio utilizado para adaptar el flujo de producción al comportamiento de la demanda. Así entonces, se mitigará el impacto causado por las fluctuaciones de la demanda y sus efectos en los inventarios del sistema (Salazar, 2016).

Beneficios

- Reducción en la cantidad de inventario necesaria al responder mejor a la demanda real.
- Disminución del gasto en almacenaje por la reducción de la cantidad de producto en stock y en procesamiento.
- Mejor respuesta ante las variaciones del mercado, de la demanda y de las peticiones del cliente.
- Reducir los excesos de producción.



Figura 11. Análisis del Modo y Efecto de la Falla (AMEF).

POKA YOKE

¿Qué es?

Poka Yoke es un mecanismo que evita que los errores humanos en los procesos se materialicen en defectos. Su principal ventaja consiste en que puede considerarse como un recurso de inspección al 100% de las unidades del proceso, lo cual permite retroalimentación y toma de acciones de forma inmediata, incluso, dependiendo de la naturaleza del mecanismo, este puede generar una medida correctiva (Salazar & B., 2016).

Objetivo

Crear un ambiente libre de errores en producción. Es prevenir defectos eliminando la causa raíz, ya que es el mejor camino para producir productos y servicios de alta calidad.

Definición

Proviene de un término japonés “Poka” que significa error no intencionado o equivocación, y “Yoke”, que significa evitar equivocaciones. Poka Yoke significa a “prueba de errores”. Busca con

esta forma de diseñar los procesos, eliminar o evitar equivocaciones ya sea de origen humano o automatizado (PDCA, 2019). La figura 12 esquematiza un ejemplo de Poka Yoke.

Beneficios

- Elimina o reduce la posibilidad de cometer errores.
- Contribuye a mejorar la calidad en cada operación del proceso.
- Proporciona retroalimentación acerca de los errores del proceso.
- Evita accidentes causadas por fallas humanas.
- Evita errores en el cliente que puedan afectar la calidad de los productos o la integridad de las personas.

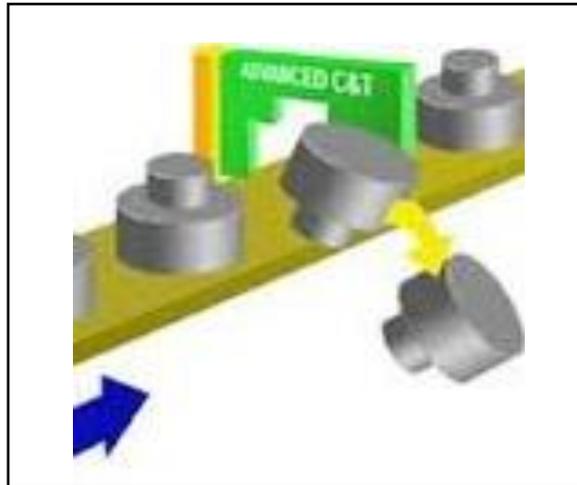


Figura 12. Ejemplo de Aplicación de un Poka Yoke.

3 CAPITULO III PLAN DE MEJORA DE PROCESOS

El desarrollo del presente trabajo se realizó bajo el enfoque del ciclo Deming, cuya metodología está basada en 4 conceptos: Planear, Hacer, Verificar y Actuar (PHVA), este plan de mejora pretende eliminar la causas raíz de los problemas de la fábrica de obleas de confitería, la consecución del plan llevará a reducir la cantidad de desperdicios de obleas para garantizar la calidad del producto en la cual se proponen herramientas que permitirán a la fábrica aprovechar las oportunidades de mejora y disminuir el nivel de desperdicios.

Por medio del informe A3 muestra una visión general del proceso y cuantifica la solución del problema. (Diagrama 3 Informe A3 Para la Resolución de Problemas en la Producción de Obleas de Confitería.)

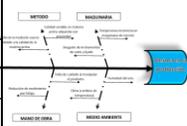
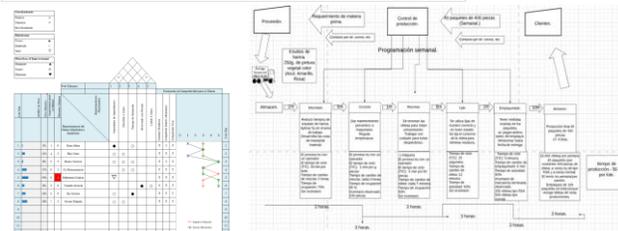
INFORME - A3 - PARA LA RESOLUCION DE PROBLEMAS EN PRODUCCIÓN DE OBLEAS DE CONFITERIA																																																							
Organización: Obleas de Confitería 1º - DEFINIR LA SITUACIÓN DEL PROBLEMA - EVALUACIÓN - Reducción de los defectos de oblea de confitería Los defectos ocurren semanalmente con un promedio de 1200 obleas estos con direntes defectos como manchada, quebradiza, cruda, quemada, orificios, estrellada y contorno.	Fecha: 18/08/2020 Realizado por: Guadalupe Aragón Solís 4º ANALIZAR LA CAUSA RAIZ  <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">ANÁLISIS DE PROBLEMA</th> </tr> <tr> <th>Orden</th> <th>Defecto</th> <th>Medida de FODA</th> <th>Efecto</th> <th>Causa del Modo FODA</th> <th>Evidencia de Acción Correctiva</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Color blanco</td> <td>Oblea quemada</td> <td>Temperatura no regulada</td> <td>Temperatura no regulada</td> <td>Temperatura</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Coverman</td> <td>Temperatura incorrecta</td> <td>Falta de limpieza</td> <td>Falta de limpieza</td> <td>Temperatura</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Porque no</td> <td>Temperatura incorrecta</td> <td>Falta de limpieza</td> <td>Falta de limpieza</td> <td>Temperatura</td> </tr> </tbody> </table> <p>Conclusión de causa y efecto: Temperatura incorrecta de maquinaria de cocción, desgaste de herramienta, falta de cuidado al manipular el producto y fatiga del operador.</p>	ANÁLISIS DE PROBLEMA						Orden	Defecto	Medida de FODA	Efecto	Causa del Modo FODA	Evidencia de Acción Correctiva	1	Color blanco	Oblea quemada	Temperatura no regulada	Temperatura no regulada	Temperatura	2	Coverman	Temperatura incorrecta	Falta de limpieza	Falta de limpieza	Temperatura	3	Porque no	Temperatura incorrecta	Falta de limpieza	Falta de limpieza	Temperatura																								
ANÁLISIS DE PROBLEMA																																																							
Orden	Defecto	Medida de FODA	Efecto	Causa del Modo FODA	Evidencia de Acción Correctiva																																																		
1	Color blanco	Oblea quemada	Temperatura no regulada	Temperatura no regulada	Temperatura																																																		
2	Coverman	Temperatura incorrecta	Falta de limpieza	Falta de limpieza	Temperatura																																																		
3	Porque no	Temperatura incorrecta	Falta de limpieza	Falta de limpieza	Temperatura																																																		
2º SITUACIÓN ACTUAL    <p>Situación del problema - Evaluación - : Hemos detectado numerosos defectos en el proceso de fabricación de las obleas y a la entrega al cliente. La producción de estos defectos de obleas afecta directamente en la producción, por lo que estas obleas tienen un coste que no podemos soportar.</p>	5º DESARROLLAR CONTRAMEDIDAS <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">MODELO SW2H EN LA FABRICACIÓN DE OBLEAS DE CONFITERIA</th> </tr> <tr> <th>Nº</th> <th>QUE</th> <th>COMO</th> <th>QUIEN</th> <th>DONDE</th> <th>CUANTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Reducción de desperdicios de oblea</td> <td>Identificando las principales causas del desperdicio</td> <td>El personal de producción</td> <td>En la fábrica de producción de obleas</td> <td>Porque causan pérdida económica</td> <td>\$19,584 MXN</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Reducir un 5% defectos de obleas</td> <td>Aplicando herramientas de Manufactura esbelta</td> <td>El personal de producción</td> <td>En la fábrica de producción de obleas</td> <td>Porque se aumentaría la producción de obleas.</td> <td>1200 obleas con distintos defectos.</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Identificar procesos que no generan valor</td> <td>Haciendo un análisis de mejora continua</td> <td>El personal de producción</td> <td>En el proceso de fabricación de obleas</td> <td>Se logra ser más eficientes a la hora de fabricar obleas</td> <td>-----</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Diferenciar desperdicios del proceso</td> <td>Clasificando actividades que añaden o no valor</td> <td>El personal de producción</td> <td>En el proceso de fabricación de obleas</td> <td>Se delimita cuales son por merma y cuales son por ineficiencia del proceso</td> <td>-----</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Mejorar el nivel de limpieza</td> <td>Aplicando la herramienta 5 S</td> <td>El personal de producción</td> <td>En la fábrica de obleas</td> <td>Porque evita accidentes y problemas sanitarios con el producto.</td> <td>Costo de capacitación</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Reducción de tiempo de entrega</td> <td>Eliminar actividades que no generan valor</td> <td>El personal de producción</td> <td>En la fábrica de obleas</td> <td>Porque se hace más eficiente</td> <td>-----</td> </tr> </tbody> </table>	MODELO SW2H EN LA FABRICACIÓN DE OBLEAS DE CONFITERIA						Nº	QUE	COMO	QUIEN	DONDE	CUANTO	1	Reducción de desperdicios de oblea	Identificando las principales causas del desperdicio	El personal de producción	En la fábrica de producción de obleas	Porque causan pérdida económica	\$19,584 MXN	2	Reducir un 5% defectos de obleas	Aplicando herramientas de Manufactura esbelta	El personal de producción	En la fábrica de producción de obleas	Porque se aumentaría la producción de obleas.	1200 obleas con distintos defectos.	3	Identificar procesos que no generan valor	Haciendo un análisis de mejora continua	El personal de producción	En el proceso de fabricación de obleas	Se logra ser más eficientes a la hora de fabricar obleas	-----	4	Diferenciar desperdicios del proceso	Clasificando actividades que añaden o no valor	El personal de producción	En el proceso de fabricación de obleas	Se delimita cuales son por merma y cuales son por ineficiencia del proceso	-----	5	Mejorar el nivel de limpieza	Aplicando la herramienta 5 S	El personal de producción	En la fábrica de obleas	Porque evita accidentes y problemas sanitarios con el producto.	Costo de capacitación	6	Reducción de tiempo de entrega	Eliminar actividades que no generan valor	El personal de producción	En la fábrica de obleas	Porque se hace más eficiente	-----
MODELO SW2H EN LA FABRICACIÓN DE OBLEAS DE CONFITERIA																																																							
Nº	QUE	COMO	QUIEN	DONDE	CUANTO																																																		
1	Reducción de desperdicios de oblea	Identificando las principales causas del desperdicio	El personal de producción	En la fábrica de producción de obleas	Porque causan pérdida económica	\$19,584 MXN																																																	
2	Reducir un 5% defectos de obleas	Aplicando herramientas de Manufactura esbelta	El personal de producción	En la fábrica de producción de obleas	Porque se aumentaría la producción de obleas.	1200 obleas con distintos defectos.																																																	
3	Identificar procesos que no generan valor	Haciendo un análisis de mejora continua	El personal de producción	En el proceso de fabricación de obleas	Se logra ser más eficientes a la hora de fabricar obleas	-----																																																	
4	Diferenciar desperdicios del proceso	Clasificando actividades que añaden o no valor	El personal de producción	En el proceso de fabricación de obleas	Se delimita cuales son por merma y cuales son por ineficiencia del proceso	-----																																																	
5	Mejorar el nivel de limpieza	Aplicando la herramienta 5 S	El personal de producción	En la fábrica de obleas	Porque evita accidentes y problemas sanitarios con el producto.	Costo de capacitación																																																	
6	Reducción de tiempo de entrega	Eliminar actividades que no generan valor	El personal de producción	En la fábrica de obleas	Porque se hace más eficiente	-----																																																	
3º FIJAR EL OBJETIVO Incrementar el concepto de valor al proceso de fabricación de obleas optimizando el proceso de producción. Reducir un 5% de defectos para aumentar la producción de obleas. Incrementar la productividad y rentabilidad de obleas implementando técnicas y herramientas de manufactura. Identificar procesos que no generan valor a través de un análisis de mejora continua. Diferenciar los desperdicios del proceso, clasificando actividades que añaden o no valor. Mejorar el nivel de limpieza del lugar de trabajo, para eviatar accidentes y problemas sanitarios con el producto.	6 - COMPROBACIÓN DE RESULTADOS Se comparan los resultados antes y despues de realizar la propuesta de mejora de reducción de defectos y el aumento de la productividad y verificar que se haya cumplido con los principales objetivos.																																																						
7º SEGUIMIENTO Dentro del proceso PDCA las mejoras deben estar continuamente en marcha. Realizar un nuevo análisis del flujo de información para comprobar el estado actual. Seguir comprobando otras actividades que pueden retrasar el flujo de información. Realización de Check list.																																																							

Diagrama 3. Informe A3 Para la Resolución de Problemas en Producción de Obleas de Confitería.

3.1 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PHVA

3.2 ETAPA 1 PLANIFICAR

En este paso se plantea identificar las necesidades del cliente y los problemas actuales de la producción de obleas proponiendo acciones para satisfacer las necesidades y eliminar los problemas por ello es necesario investigar las causas raíz.

IDENTIFICACIÓN Y DEFINICIÓN DE DEFECTOS

A partir del acercamiento y conocimiento específico de los procesos productivos de la fábrica de obleas, surge la necesidad de identificar y definir con precisión las dificultades o inconvenientes que generan defectos en los productos desde cada una de las diferentes etapas o áreas de la producción.

Para lograr una adecuada identificación de los posibles defectos que se presentan en el proceso de producción, se realizó una revisión de cada una de las etapas (Planeación del pedido, mezclar, cocer, recortar, lijar y empaquetar) en conjunto con las personas responsables de las mismas. Las personas encargadas de cada proceso definieron los puntos críticos y las dificultades que se presentan, clarificando la gravedad de la situación y la frecuencia con la que se presentan.

Estos puntos críticos que determinaron los diferentes integrantes de los procesos se complementaron con los defectos que se evidenciaron a partir de la observación directa, a través de una lluvia de ideas.

La información fue recolectada en una tabla donde se registraron los defectos, identificándose las posibles causas, así como los efectos de dichas causas para el cumplimiento de las especificaciones del producto y el desempeño esperado del proceso.

La información obtenida del personal, se validó y complementó mediante una revisión minuciosa con los responsables de la fabricación de las obleas, para obtener la caracterización definitiva de los defectos identificados anteriormente, dicha caracterización de defectos puede consultarse en la Tabla 1.

Tabla 1. Caracterización de Defectos Identificados en la producción de obleas.

DEFECTOS	
1	Crudas
2	Quemadas
3	Contorno
4	Quebradiza
5	Con orificios
6	Manchado
7	Estrelladas

Para tener una idea más clara de cada defecto se muestran las siguientes imágenes con los defectos mencionados anteriormente en las Figuras de la 13 a la 18.



Figura 13. Oblea Cruda.



Figura 16. Oblea Quemada



Figura 14. Oblea Contorno Defectuoso.



Figura 17. Oblea Quebradiza.



Figura 15. Oblea con Orificios.



Figura 18. Oblea Estrellada

De las diversas corridas de producción semanales, se hace una recolección de información de los responsables del proceso y se elabora la tabla de defectos que se presenta a continuación.

Tabla 2. Tabla de Defectos

Defecto	Recuento	Total	Porcentaje	% Acumulado
Quemada	400	700	33.3333	33.333
Cruda	300	300	25	58.333
Con orificio	200	1050	16.6666	75.000
Quebradiza	100	850	8.3333	83.333
Estrellada	100	1200	8.3333	91.667
Contorno	50	750	4.1666	95.833
Manchado	50	1100	4.1666	100.000
Total		1200		100

De acuerdo con los datos de la tabla 2 la puntuación obtenida y el criterio previamente establecido de considerar como prioritarios los tres más altos.

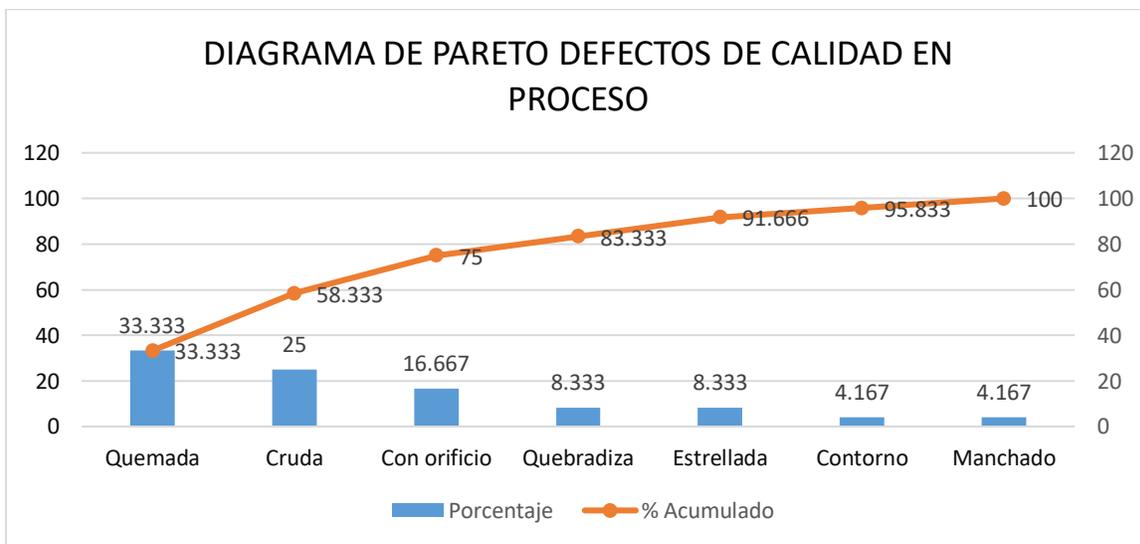


Diagrama 4. Pareto, Defectos de Calidad en Proceso.

Teniendo claramente identificados los defectos se procede a realizar una definición de los mismos en la Tabla 3. Defectos Identificados en las obleas, para estandarizar el criterio de defecto donde se enuncia y se delimita el alcance de cada uno de los defectos encontrados.

Tabla 3 Defectos identificados en las obleas

Defecto		Definición
1	Manchada	Mancha en una oblea es cuando otro color se mezcla con la que se está trabajando, también hay mancha por obleas quemadas con un color más oscuro.
2	Quebradiza	Quebradiza es cuando la oblea se hace en pedazos por mal ajuste o que la harina salga en malas condiciones.
3	Cruda	Es cuando la oblea no está cocida, y tiende a doblarse fácilmente.
4	Quemada	Es cuando la oblea se pasa de cocimiento y tiende a mancharse y quebrarse
5	Orificios	Los orificios de las obleas es la abertura que tiene la oblea en cualquier parte por problemas de bajas y altas temperaturas.
6	Estrellada	Las obleas estrelladas son las que tienen grietas.
7	Contorno	Son las obleas mal recortadas, mal acomodadas y mal lijadas que no forman la circunferencia.

La definición de defectos encontrados permite conocer cada situación, saber en qué consiste y delimita dentro del proceso productivo. Estos defectos representados en el Diagrama 5. Pareto Defectos de Calidad en Proceso, serán entonces el marco general que representa los aspectos que generan dificultades en el desarrollo de los procesos de producción de la fábrica de obleas y que, por tanto, serán tomados como punto de partida para centrar el interés en aquellos frente a los cuales tenga necesidades primordiales y generen mayor impacto y beneficio a la fábrica de obleas. En estos resultados todos los defectos provienen de las primeras categorías que serían quemadas, crudas, con orificios y quebradizas, que suman el 80% muy importantes y el 20 % son los poco importantes como estrellada, contorno y manchado.

PUNTOS CRITICOS DEL PROCESO RELACIONADOS CON DEFECTOS DETECTADOS

Una vez definidos los defectos y habiendo realizado las observaciones relevantes de carácter general que se encuentran en la Tabla 3. Defecto Identificados en las obleas, se destacan los puntos comunes

dentro del proceso que integran las dificultades que se representan en el proceso de la producción de la fábrica de obleas. A partir de ésta relación encontrada entre los problemas identificados y cada uno de los procesos definidos, se procede a identificar los puntos críticos a través de la aplicación de la herramienta diagrama de matriz (MORENO, 2012).

Se lleva a cabo los siguientes pasos:

1. Se debe conformar la matriz.
2. Seleccionar los problemas en las filas que corresponden.
3. Enumerar los procesos que están relacionados con los problemas, ubicándolos en las columnas de la matriz.
4. Relacionar el problema y el proceso marcando la fuerza de la relación con:

\ominus =Relación fuerte \circ =Relación Δ =Relación débil

5. Evaluar las relaciones considerando:

\ominus =3 puntos \circ =2 puntos Δ =1punto

A partir de esta información encontrada en cada uno de los problemas evaluados se registra en la matriz de evaluación donde se cuantifica la relación existente entre los problemas ya identificados y los puntos del proceso.

A continuación, se determinan los puntos críticos dentro del proceso productivo los que representa en las siguientes Tablas 4 a la 6.

Tabla 4. Defectos que Intervienen en el Proceso.

	Proceso	Número de problemas en los que interviene	Defectos
1	Mezclar	2	Manchada y quebradiza
2	Cocer	6	Cruda, quemada, quebradiza, con orificios, manchada y estrellada
3	Recortar	3	Contorno, quebradizo y estrellado
4	Lijar	1	Contorno
5	Empaquetar	2	Quebradiza y estrellada

Tabla 5 Matriz de Evaluación de Puntos Críticos del Proceso de Producción.

⊖ =3 puntos ○ =2 puntos Δ=1 punto		PROCESOS				
DEFECTOS	MEZCLAR	COCER	RECORTAR	LIJAR	EMPAQUETAR	
1 MANCHADA	Δ	○				
2 QUEBRADIZA	⊖	⊖	○		⊖	
3 CRUDA		⊖				
4 QUEMADA		⊖				
5 ORIFICIOS		⊖				
6 ESTRELLADA		○	○		Δ	
7 CONTORNO		Δ	⊖	⊖		
⊖ Total relación fuerte	1	12	3	3	3	
○ Total relación	0	4	4	0	0	
Δ Total relación débil	3	1	0	0	1	
Total por etapa de proceso	4	17	7	3	4	

Tabla 6. Puntos Críticos del Proceso de Producción.

#	Proceso	Número de problemas en los que interviene	Puntuación definitiva	Participación en el total de los problemas
1	Mezclar	2	4	29%
2	Cocer	6	17	86%
3	Recortar	3	7	43%
4	Lijar	1	3	14%
5	Empaquetar	2	4	29%
	Total	14	35	

Con la identificación de los puntos críticos del proceso se busca abordar cada dificultad como parte del proceso y no como una situación aislada que no guarda relación con su entorno y que desconoce la interacción de todo el sistema de producción. De esta forma, se pretende alcanzar el funcionamiento armónico del proceso, eliminando mudas y rescatando la importancia del pensamiento esbelto de integrar los procesos de manufactura con miras a agregar valor al producto. Estos defectos resultan ser una identificación clara de lo que debe convertirse en el punto crítico no solo del presente trabajo sino en el desarrollo de la fábrica de obleas.

CRITERIOS DE PRIORIZACIÓN

Una vez definidos los defectos que se detectan en el proceso de producción de la fábrica de obleas y los puntos críticos en cuanto a los procesos definidos. Se procede a establecer los criterios bajo los cuales serán evaluados dichos defectos, que permita seleccionar aquellos que impactan de manera notoria de los procesos de la fábrica.

Para la priorización de los defectos se definieron criterios que permiten valorar cada uno de los defectos enunciados desde diferentes aspectos de relevancia tanto para la fábrica como para el desarrollo del presente trabajo.

Cada uno de los criterios mencionados ha sido dividido en niveles, cada uno de los cuales representa una de las posibles situaciones en las que puede enmarcar un defecto bajo el criterio respectivo, es decir, cada nivel evidencia la ubicación del defecto respecto a cada uno de los criterios. Los niveles

que se mencionan reciben un puntaje entre 0 y 5 puntos de acuerdo con el efecto que genera en la fábrica y para el adecuado cumplimiento de las especificaciones establecidas para los productos Tabla 7 a 11. De esta forma, los criterios de priorización para el ordenamiento de defecto son detectados en los productos de la fábrica.

Tabla 7. Efecto Económico para la Fábrica.

EFFECTO ECONÓMICO PARA LA FÁBRICA	
Este criterio determina si el defecto definido genera un efecto económico negativo en la empresa	
Calificación	Descripción
0	El defecto no genera ningún costo adicional para la empresa
3	El defecto le genera un costo adicional dentro de la fábrica (mano de obra, tiempo, materiales)
5	El defecto genera un costo adicional que además del de la fábrica incluye distribución.

Tabla 8. Frecuencia en la que se Presenta el Defecto.

FRECUENCIA CON LA QUE SE PRESENTA	
Este criterio determina la frecuencia con la que se presenta el efecto en un año; es decir, determina el número de veces que se repite dicho defecto en un año.	
Calificación	Descripción
0	El defecto se presenta entre 0 y 3 veces en un año.
1	El defecto se presenta entre 3 y 20 veces en un año.
3	El defecto se presenta entre 21 y 80 veces en un año.
5	El defecto se presenta más de 80 veces en un año.

Tabla 9. Desperdicios Materiales que se Generan.

DESPERDICIOS MATERIALES QUE SE GENERAN	
Este criterio de priorización determina el número de materiales que se desperdician debido al defecto definido	
Calificación	Descripción
0	No se desperdician materiales debido a este defecto.
3	Se desperdicia 1 tipo de material debido a este defecto
5	Se desperdician 2 o más tipos de materiales debido a este defecto.

Tabla 10. Relevancia para la Fábrica.

RELEVANCIA PARA LA FABRICA	
Este criterio determina la importancia que tiene el defecto para la empresa	
Calificación	Descripción
0	El defecto no es importante para la empresa, por lo tanto, no se requiere solución.
3	El defecto es importante para la empresa, pero su solución puede esperar (No requiere una respuesta inmediata)
5	El defecto es de gran importancia para la empresa por lo que el interés es darle una solución rápida (inmediata).

Tabla 11. Efecto en el cumplimiento de especificaciones.

EFFECTO EN EL CUMPLIMIENTO DE ESPECIFICACIONES	
Este criterio determina efecto que genera el defecto en el cumplimiento de especificaciones de los productos.	
Calificación	Descripción
0	El defecto no afecta el cumplimiento de especificaciones
3	El defecto afecta el cumplimiento de especificaciones menores
5	El defecto afecta el cumplimiento de especificaciones mayores.

Se le asigna un porcentaje para cada uno de los criterios, acorde a los objetivos que se pretenden alcanzar con el proyecto de la fabricación de obleas y teniendo en cuenta la relevancia de dichos criterios para los objetivos estratégicos de la organización, es así como se obtienen los siguientes porcentajes para cada uno de los criterios (Tabla 12. Criterios de Priorización para Evaluación de Defectos Detectados).

Tabla 12. Criterios de Priorización para Evaluación de Defectos Detectados.

N°	CRITERIOS	IMPORTANCIA
1	Efecto económico para la empresa	17%
2	Frecuencia con la que se presenta	14%
3	Desperdicios materiales que se generan	14%
4	Desperdicios en tiempos que se generan	12%
5	Relevancia para la empresa	12%
6	Efecto en el cumplimiento de las especificaciones	17%
7	Efecto en las condiciones del puesto de trabajo	14%
		100%

PRIORIZACIÓN DE DEFECTOS

Ya una vez definidos los parámetros de evaluación y relevancia en cada uno de los mismos dentro del proceso, la aplicación de la herramienta a un defecto da como resultado la calificación mínima de 0 puntos y máxima de 5 puntos; partiendo de lo anterior se ha decidido que aquellos defectos que tengan calificación superior a 3.8 puntos serán considerados prioritarios un 76% ,esto quiere decir que los defectos críticos y que mayor impacto están generando en el cumplimiento de metas y expectativas de la pequeña empresa, obstaculizando paralelamente el cumplimiento de las necesidades de los clientes.

En seguida se elabora un cuadro en donde facilita el resumen de las puntuaciones asignadas para la obtención de la calificación de cada uno de los defectos, para obtener la calificación definitiva de cada uno de los defectos se realiza la validación de la puntuación.

A continuación, en la siguiente Tabla 13. Priorización para Evaluación de Defectos Detectados, puntos obtenidos por cada defecto en la priorización, se presenta el resumen de la calificación

obtenida por cada defecto. La calificación detallada se encuentra en la Tabla 14. Puntos Obtenidos por Cada Defecto en la Priorización.

Tabla 13. Priorización de Defectos Detectados.

CRITERIOS							
Defecto detectado	Efecto económico para la fábrica	Efecto en el cumplimiento de las especificaciones	Frecuencia con la que se presenta	Desperdicios materiales que se generan	Efecto en las condiciones del puesto de trabajo	Desperdicios en tiempos que se generan	Total
Importancia	17	17	14	14	14	12	100%
1 Manchada	0	0	5	5	0	0	1.7
2 Quebradiza	3	5	5	5	5	3	4.3
3 Cruda	0	5	5	5	5	3	3.8
4 Quemada	5	5	5	5	5	3	4.6
5 Orificios	3	5	5	5	5	3	4.3
6 Estrellada	3	3	3	5	5	3	3.6
7 Contorno	0	3	5	5	5	3	3.5

Tabla 14. Puntos Obtenidos por Cada Defecto en la Priorización.

	Defecto detectado	Total
1	Quemada	4.6
2	Quebradiza	4.3
3	Con orificios	4.3
4	Cruda	3.8
5	Contorno	3.5
6	Quemada	3.2
7	Manchada	1.7

Una vez obtenida la puntuación y el criterio establecido de considerar prioritarios aquellos defectos con más calificación, que son los principales que se deben centrar para el desarrollo como se muestra en la siguiente Tabla 15. Puntos Obtenidos por Cada Defecto Detectado.

Tabla 15. Puntos Obtenidos por Cada Defecto Detectado.

	Defecto detectado	Total
1	Quemada	4.3
2	Quebradiza	4.3
3	Con orificios	4.0
4	Cruda	3.8

COSTOS DE LOS DEFECTOS SELECCIONADOS

Para poder comprender el impacto de los defectos con más alta calificación como prioritarios, y para poder tener mejora o una reducción de veces que se presentan estos defectos, sobre ello se identifica los costos involucrados con el propósito de ver el impacto económico que tiene hacia la fábrica. Para ello se procede a realizar una Tabla 16. Costos Adicionales Asociados a los Defectos, donde contiene los cálculos realizados para encontrar el valor que impacta a lo largo de un año.

Estos costos que se generan a causa de los reprocesos de las obleas defectuosas son también los beneficios económicos o ahorro, que al reducir la frecuencia de los defectos que se presentan en este proceso de producción de obleas.

Tabla 16. Costos Adicionales Asociados a los Defectos.

Defecto	Frecuencia semanal	Costo Mano de obra (MXN)	Costo de materiales (MXN)	Costo total por unidad (MXN)	Costo semanal (MXN)	Costo anual (MXN)
Orificios	200	\$ 32.4	\$ 35.6	\$ 0.34	\$ 68.0	\$ 3264.0
Quebradiza	100	\$ 16.2	\$ 17.8	\$ 0.34	\$ 34.0	\$ 1632.0
Estrellada	100	\$ 16.2	\$ 17.8	\$ 0.34	\$ 34.0	\$ 1632.0
Cruda	300	\$ 48.6	\$ 53.4	\$ 0.34	\$ 102.0	\$ 4896.0
Contorno	50	\$ 8.1	\$ 8.9	\$ 0.34	\$ 17.0	\$ 816.0
Quemada	400	\$ 64.8	\$ 71.2	\$ 0.34	\$ 136.0	\$ 6528.0
Manchada	50	\$ 8.1	\$ 8.9	\$ 0.34	\$ 17.0	\$ 816.0
Total					\$ 408.0	\$19,584.00

IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES DE LA FÁBRICA DE OBLEAS RESPECTO A LAS HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA.

3.2.1.1 5'S

El objetivo general de 5'S

Mejorar la infraestructura de las etapas de trabajo buscando un funcionamiento más eficiente y uniforme que facilite la organización, limpieza y estandarización de los puestos de trabajo debido a la iniciativa de cada uno de los miembros del equipo de la fábrica de obleas.

Capacitar a todas las personas involucradas en los principios básicos de 5´S, sus características y beneficios fundamentales

Para la capacitación se debe dar a conocer las 5´S como una herramienta útil en el área de trabajo, facilitando la identificación y comprensión de conceptos básicos (Seiri: Clasificar, Seiton: Ordenar, Seiso: Limpiar, Seiketsu: Estandarizar, Shitsuke: Disciplinar) de 5´S.

Metodología:

La capacitación se desarrolla en tres etapas de la siguiente forma:

- a) Para el desarrollo de la capacitación a cada uno de los trabajadores se le entrega un documento que incluye información de 5´S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke), ¿Qué es?, objetivos, características y beneficios.
- b) Capacitación de las tres primeras 5´S (Seiri: Clasificar, Seiton: Ordenar y Seiso: Limpiar). Realizar actividades aplicables a espacios comunes donde se establezcan compromisos particulares para las diferentes etapas del trabajo.
- c) Capacitación en Seiketsu: Estandarizar y Shitsuke: Disciplinar: se realizará un taller, donde a partir de los avances alcanzados en el proceso de producción y por medio de los compromisos adquiridos en la primera sesión de capacitación, se comprendan los conceptos de 5´S.

5´S es una herramienta enmarcada en una aplicación que resulta sencilla y que parte de la organización del entorno de la persona, por tal razón no se identifica ninguna restricción en la aplicación de la herramienta.

Establecer el alcance de la herramienta

Dadas las características y sencillez de 5'S se ha determinado que esta herramienta es aplicable a lo largo de la línea de producción en el proceso y puestos de trabajo; sin embargo, de acuerdo con los criterios y prioridades establecidas en el Capítulo 3 se considera primordial en Mezclar, Recortar, Cocer y Empaquetar (Defecto quebradizas).

De acuerdo a lo anterior se establece la aplicación de 5's a partir de las etapas mencionadas para motivar al personal permitiendo visualizar con facilidad las oportunidades que pueden permitir una mejora continua de los diversos procesos de la organización. De igual forma debe establecerse de forma clara y precisa el beneficio principal que se desea obtener con la aplicación de 5'S en cada una de las etapas en las que se va a implementar como se muestra en la siguiente Tabla 17. Beneficios de 5'S.

Tabla 17. Beneficios de 5'S.

Etapas	Beneficio
Cocer	Reducción en la producción de productos defectuosos, lo que genera una reducción de gastos.
Recortar	Reducción de defectos de obleas recortadas para tener mejor calidad en los productos.
Empaquetar	Tener buena imagen ante el comprador y reducir desperdicios de oblea.

DESCRIPCIÓN DE LAS 5'S Y COMO SE PUEDE IMPLEMENTAR EN EL LUGAR DE TRABAJO DE LA FABRICACIÓN DE LAS OBLEAS.

Seiri- Clasificación y Descarte

Elementos que se deben tirar en el área de producción: De acuerdo con el lugar de fabricación de obleas debemos tirar las herramientas que ya están deterioradas, en este caso son las lijas desgastadas, resistencias quemadas, plásticos de las culcas botellas de aceites y la basura que deja el operador al comer algún tipo de alimento.

Elementos que deben ser guardados en el área de producción: Debe ser guardado los pedazos de micas para moldes ya que estas evitan que las resistencias se separen e impida los choques y provoque toques eléctricos, también al momento deben almacenarse en el lugar correcto los paquetes de oblea para no obstruir el paso de los operadores a la hora de trabajar.

Elementos que pueden ser útiles para otras personas u otro departamento en el área de producción: En este caso los cuchillos pueden ser útiles para la fabricación de obleas y la cocina, para remover los residuos que quedan en el molde caliente o frio y además para quitar la harina seca que se va acumulando en las tinas y las maderas que sostienen la misma, es decir, para la limpieza. Las obleas que tienen algún defecto (quemadas, estrelladas o quebradas) se incluyen en otro paquete para que estas puedan ser vendidos a las personas que se dedican a recortar oblea con menor diámetro (atuneras), y por último la cinta blanca que se utiliza para pegar los paquetes, también se usa para cualquier urgencia en las máquinas y para consumo propio.

Elementos que se deberían reparar: Las máquinas deben repararse antes de ser utilizadas, si se usan en mal estado causa mayor producción de defectos, y genera pérdida de tiempo en la elaboración de

oblas. Las pinzas que se utilizan para subir ya bajarle al switch de temperatura, si se encuentra en mal estado puede que de toques eléctricos a la hora de agarrarlos con las manos.

Elementos que se deberían vender: Se deben vender los bultos de desperdicio (rebaba) que se genera al recortar la oblea, y las obleas defectuosas que no cumplen con las especificaciones que pide el cliente como se muestra en la Figura 19. Desperdicio y oblea defectuosa.



Figura 19. Desperdicio y Oblea Defectuosa.

Seiton- Organización

Cada cosa debe tener un único y exclusivo lugar donde debe encontrarse antes y después de su uso.

Elementos posibles para reducir stock: No se tiene un stock out porque todos los requerimientos se hacen por cada semana, y en cuanto a la oblea y los desperdicios son vendidos.

Elementos necesarios que estén a mano: Lo que no debe estar tan cerca de las máquinas son los desarmadores, deben almacenarse en otro lugar más cercano al operador que repara la maquinaria,

y para el operador que está fabricando obleas debe tener a la mano el cuchillo para remover los desperdicios y las pinzas para el switch paso o no de corriente eléctrica hacia las máquinas.

Elementos deben ser llamados con el mismo nombre: Todos los operadores que trabajan en ese lugar llaman las cosas por un mismo nombre, anteriormente llamaban “cucarachas” a las “culcas” (también conocido como bornera o clema) es un tipo de conector eléctrico en el que un cable se aprisiona contra una pieza metálica para asegurar la conexión; pero eso ya ha sido mejorado.

El mejor lugar para cada elemento: El mejor lugar para cada cosa es que seguetas, lijas bolsas y cinta blanca estén cerca de la recortadora de obleas; cuchillo y lijas cerca del operador que fábrica, cinta negra, desarmadores, micas, culcas, resistencias estén del otro lado de la maquinaria para tenerlos al alcance cuando surja una emergencia y no sufrir demoras en ir a buscarlas ya que se utilizan con mayor frecuencia; la oblea que está empaquetada no debe permanecer en el mismo lugar sino almacenarla en el lugar adecuado que se ha asignado, porque causan accidentes y pueden sufrir defectos a estas, la revolvedora no tiene un buen lugar, está cerca de la salida y los cables pueden provocar una condición insegura, al momento de dividir la mezcla en recipientes se recorre una distancia mayor y cuesta mucho trabajo hacer traslados de las tinas con mezcla.

Los bultos de harina de trigo también están cerca de la salida por lo que cuando es tiempo de lluvia tiende a mojarse y puede causar daños en la misma y probablemente cause mayores defectos en las obleas.



Figura 20. Herramientas fuera de lugar.

Seiso- Limpieza

Es importante que cada uno tenga asignada una pequeña zona de su lugar de trabajo que deberá tener siempre limpia bajo su responsabilidad.

Limpiar el área de trabajo: Se debe limpiar al momento de terminar de trabajar, además los operadores deben dejar cada cosa en su lugar, juntar de inmediato los desperdicios para que no se acumule y por último limpiar la máquina quitando la mezcla que queda pegada.

Utensilios, tiempo o recursos necesarios para limpiar el área de trabajo: Se necesita de más personal que se dedique a la limpieza y tiempo, porque la fabricación de obleas es un trabajo pesado y la maquinaria no está diseñada ergonómicamente deja a los operadores sin energía para recoger todas

las cosas que utiliza, lamentablemente no se cuenta con los recursos económicos para pagar a una persona extra tampoco para el material necesarios para limpiar.

Beneficios en el área de trabajo con un mejor grado de limpieza: Reducir desperdicios mejora la calidad de los paquetes de oblea y además se reduce el tiempo que se hace para recoger demasiada oblea y que cada cosa se encuentre en el lugar adecuado reduce tiempos y condiciones inseguras.



Figura 21. Máquinas de oblea.

Seiketsu- Estandarización o control visual.

Tipos de carteles, avisos, advertencias, procedimientos cree que necesita el área de trabajo: Se requiere de advertencias cuando se trabaja con un alto voltaje, no se deben tocar las dos máquinas al mismo tiempo, de obligación para usar la ropa y el calzado adecuado a la hora de trabajar, avisos de dejar el material que utilizan en su lugar y cuando una máquina está encendida o apagada para darle mantenimiento porque se puede sufrir quemaduras, cortaduras y lo que es más peligroso choques eléctricos; además desarrollar un formato de evaluación de cumplimiento (Check list) de la metodología 5's.



Figura 22. Check list.

Proporcionar seguridad e higiene: No se cuenta con un botiquín de emergencia, señalizaciones, normas de salubridad e higiene y seguridad.

Clasificación del entorno de trabajo como motivador o confortable: No es confortable por las pequeñas dimensiones de la fábrica, no hay un control de temperatura, no cuenta con ventilación, la maquinaria no está diseñada ergonómicamente por lo que causa lesiones en el cuerpo humano principalmente en la espalda, pies y manos ya que es un trabajo en donde se requiere que el personal se encuentre de pie todo el tiempo que se está trabajando, todos estos aspectos causan estrés al trabajador y un bajo rendimiento.



Figura 23. Señalizaciones.

Shitsuke- Disciplina y compromiso.

La disciplina y el compromiso quiere decir que existe voluntad de hacer las cosas como se supone se deben crear en un entorno en base de buenos hábitos que promueven o favorecen la implantación del Shitsuke para ello se debe:

- Educar al personal sobre los principios y técnicas de las 5'S y mantenimiento autónomo.
- Disminuir distracciones para reducir tiempo de fabricación de obleas, mayor producción y más tiempo libre para cada persona.
- Comprometerse a realizar un buen trabajo para reducir desperdicios.
- Mejorar la imagen de los productos.
- Realizar los trabajos en equipo.
- Motivación hacia los trabajadores para tener un mayor rendimiento laboral.

Una vez que se han establecido normas y pautas claras sobre la forma en la que se debe organizar es necesario entregar responsabilidad sobre conversación del lugar a la persona responsable, es decir, tener a los involucrados mantener su puesto de trabajo en las condiciones establecidas, teniendo libertad para hacer cambio y mejorar en cuanto al aspecto y características del lugar del trabajo.



Figura 24. Motivación al Personal.

Impacto de 5'S sobre los defectos

Al aplicar 5'S se logra una disminución de defectos asociados de esta herramienta centrando la atención en los defectos asociados de 5'S en el sistema productivo de la fábrica de obleas impacta de forma directa en las etapas de mezclar, cocer, recortar y empaquetar del proceso como se explicarán a continuación: La mezcla al pasar por estas etapas del proceso deben pasar de una manera limpia y ordenada con cada cosa en su lugar, en la parte de cocción que es la más importante se deben tener las herramientas que son a la mano, reduciendo así mismo los desperdicios de las mismas trabajando de una manera eficiente y en equipo, la colocación del producto debe realizarse cuidadosamente para tener obleas de calidad y de buena presentación hacia el cliente.

3.2.1.2 QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD)

Para lograr definir de manera más concreta las necesidades o requerimientos del cliente con respecto al producto, se ha comenzado el desarrollo de un Despliegue de la Función Calidad (QFD, en inglés Quality Function Deployment). Nótese con respecto a Diagrama 5. QFD de la producción de obleas siguiente que carece información completa de los competidores para poder relacionar las acciones de la pequeña fábrica en cuestión de su competencia.

Objetivo general

Conocer necesidades o requerimientos del cliente con respecto a la producción de obleas.

Metodología QFD:

Para iniciar la elaboración de los “Que” (Necesidades, deseos y atributos requeridos de los clientes) de la matriz QFD es necesario conocer las demandas del cliente obtenidas mediante técnicas de recopilación de información encuestas, cuestionarios y entrevistas; con base en la información recabada se darán a mostrar los resultados de dichas encuestas. Posteriormente se elaborará una lista de posibles parámetros técnicos los “Cómo”, en el cual los parámetros se medirán a través de unidades de medición FISICAS en el caso de que se puedan medir se utilizara la siguiente simbología para correlacionar los “Qué u los Cómo”. A continuación, se muestra la siguiente encuesta (Figura 25. Encuesta de Obleas) de las preguntas que se le aplicaron a un total de 100 personas.

CUESTIONARIO "OBLEAS"

Sexo H M

1.-¿ Qué busca en las obleas?
 Buen sabor Buen color

2.-¿Cuánto esta dispuesto a pagar por las obleas?
 \$10 \$15 \$12

3.-¿Considera que las obleas tienen buena textura?
 Si No A veces

4.-¿Es importante que la oblea no se desmorone?
 Si No

5.-¿Usted compra el producto por los colores?
 Si No A veces

6.-¿De que tamaño prefiere las obleas?
 Pequeñas Medianas Grandes

7.-¿Está dispuesto a comprar obleas agrietadas?
 Si No

8.-¿De que grosor prefiere las obleas?
 Delgadas Muy delgadas

Figura 25. Encuesta de Obleas.

Después de la recopilación de los datos se obtuvieron los siguientes resultados por cada una de las preguntas de la encuesta:



Gráfica 1. Encuesta QDF pregunta1.

Respecto a la primera pregunta de la encuesta (Gráfica2. Encuesta QFD pregunta1), las personas se les dio las opciones más representativas de las obleas que es el buen sabor y el buen color, el 96.96%

de las personas prefieren adquirir las obleas por el buen sabor que por el buen color que es poco importante con un 4.4% de las personas encuestadas.



Gráfica 2. Encuesta QFD pregunta2.

En la segunda pregunta (Gráfica 3 Encuesta QFD pregunta 2) se obtuvo que los clientes están dispuestos a pagar las obleas a un bajo costo, el precio promedio de las obleas, con un porcentaje de 81.81% y el resto del porcentaje 9.9% y 10.10% pagarían con una diferencia entre 2 y 5 pesos.



Gráfica 3. Encuesta QFD pregunta3.

Las obleas tienen diferentes texturas dependiendo el tipo de materia prima que se utiliza y por los cambios climáticos, con esta tercera pregunta (Gráfica 4 Encuesta QFD pregunta 3) de los

encuestados resultó que un 76% las obleas tienen una buena textura, el 16% a veces y con el 8% no tienen buena textura.



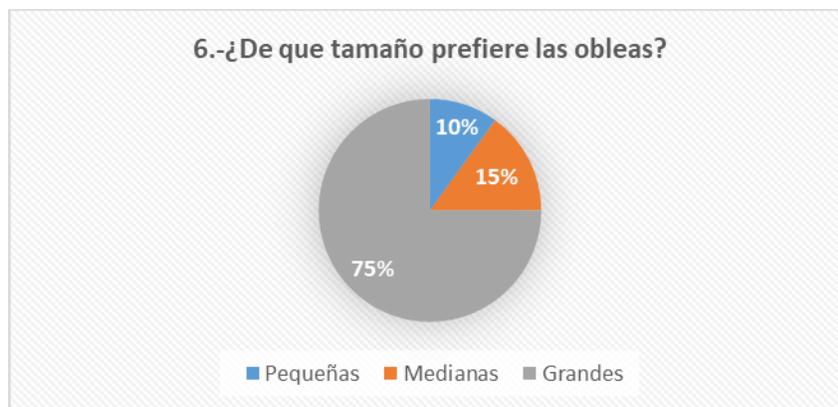
Gráfica 4. Encuesta QFD pregunta4.

Para las personas encuestadas (Gráfica 5 Encuesta QFD pregunta 4) el 64% es de importancia que las obleas no pierdan la forma que tiene, ya que son productos con gran fragilidad tienden a desmoronarse, y el 36% es de poca importancia.



Gráfica 5. Encuesta QFD pregunta5.

El 60% de los encuestados compra las obleas por los distintos colores que se les ofrece por ser más llamativos, el 26% compra las obleas sin importar el color porque tienen el mismo sabor, y el 14% solo a veces toma en consideración el tipo de color (Gráfica 6 Encuesta QFD pregunta 5).



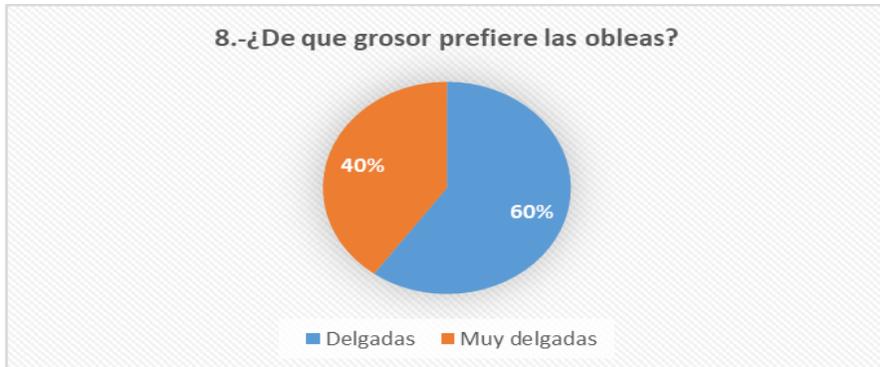
Gráfica 6. Encuesta QFD pregunta6.

Las personas encuestadas (Gráfica 7 Encuesta QFD pregunta 6) prefieren las obleas con un tamaño grandes con un 75%, un 15% prefieren de tipo medianas y el resto obleas pequeñas. Es decir que el 25% del total prefieren obleas con menor diámetro a las normales.



Gráfica 7. Encuesta QFD pregunta7.

Por la fragilidad que tienen las obleas es normal que lleguen agrietadas a la hora de estar frente al cliente, por no tener un buen embalaje, y mal cuidado de los vendedores, pero que estén agrietadas no pierde ninguna de sus propiedades, pero si la presentación de la misma por lo que el 66% no está dispuesto a comprarlas y el 34% de las personas no es de gran interés que tengan este defecto.



Gráfica 8. Encuesta QFD pregunta8.

El 60% de las personas prefieren las obleas con un espesor de tipo “delgado” que aproximadamente es de 1mm, y el 40% las prefiere más delgadas de lo normal.

Se resumen los resultados de los requerimientos del cliente en la siguiente Tabla 18. Resultados de Encuesta QFD:

Tabla 18. Resultados de Encuesta QFD.

N°de pregunta	Características	Porcentaje
1	Buen sabor	96%
3	Buena textura	89%
6	Tamaño grande	85%
2	Bajo costo	81%
7	Sin grietas	66%
4	No desmoronarse	63%
8	Grosor delgado	60%
5	Diferentes colores	60%

Se utiliza la siguiente simbología para la elaboración del QFD:

Correlaciones	
Positiva	+
Negativa	-
Sin Correlación	

Relaciones	
Fuerte	●
Moderada	○
Débil	▽

Direction of Improvement	
Maximize	▲
Target	◇
Minimize	▼

Simbología 1. QFD

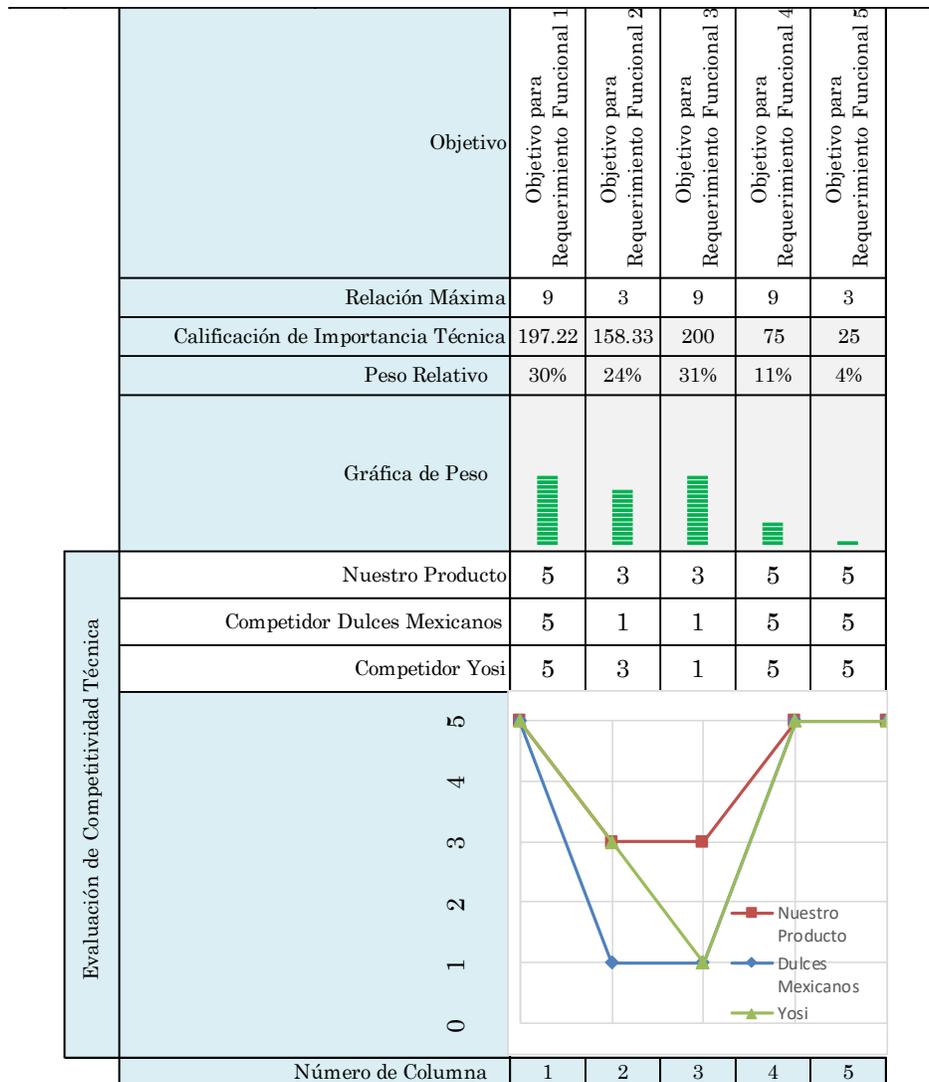


Diagrama 5. En la Producción de Obleas.

Impacto de QDF en la producción de obleas

La aplicación del QFD en este caso nos ha demostrado que los clientes valoran en gran medida el buen sabor o, por lo menos, el sabor simple esperado de las obleas producidas por la fábrica de obleas. En este punto mencionado, la fábrica de obleas en cuestión no se encuentra por debajo del nivel de sus competidores, pero existe la posibilidad de poder satisfacer la expectativa del cliente a un mayor grado y poder superar a la competencia. De igual forma, los clientes tienen en alta

consideración la textura de las obleas producidas y la empresa en cuestión tiene un nivel similar en este punto a sus competidores.

La aplicación de un QFD en este caso nos permite visualizar las necesidades del cliente y sus niveles de prioridad, además de cómo los procesos productivos pueden afectar en el cumplimiento de estos puntos. Tomando en consideración la información obtenida en la aplicación de la casa de la calidad, se puede argumentar que para poder mejorar la satisfacción del cliente con respecto a las obleas producidas por nuestra empresa se requerirá de un ajuste en el proceso de producción de las obleas. Específicamente, el ajuste a considerarse primero sería un cambio a las proporciones de ingredientes antes del mezclado, posiblemente el uso de una nueva receta y como parte de esta, podría incluir un tiempo de cocción diferente para las obleas o un nuevo método de mezclado, ya que las necesidades del cliente de un buen sabor y una buena textura del producto son afectadas por estas partes del proceso.

3.2.1.3 SIPOC

El SIPOC es el primer paso para la realización de un diagrama detallado del proceso que permite visualizar los pasos secuenciales de un proceso definiendo claramente sus entradas, salidas, proveedores y clientes como se muestra en el siguiente Anexo A, además recoge detalles importantes sobre el inicio y el final del proceso; es una herramienta de gran utilidad para identificar el proceso a investigar en la primera etapa DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar).

Sus principales virtudes son conseguir concretar el ámbito de los proyectos 6 Sigma, clasifica los papeles de las partes implicadas e identifica claramente a los clientes.

El diagrama SIPOC permitirá contestar las siguientes preguntas:

¿Dónde empieza y termina el proceso?

¿Cuáles son los pasos principales del proceso?

¿Cuáles son las salidas y entradas primordiales del proceso?

¿Cuáles son los clientes claves del proceso (directo o indirectos)?

¿Cuáles son los proveedores principales (directo o indirectos)?

Metodología de SIPOC

- Proporcionar el diagrama que se pueda modificar.
- Identificar las salidas (Outputs) del proceso.
- Identificar a los clientes que van a recibir a estas salidas proceso.
- Identificar las entradas (Inputs) que se necesitan para realizar el proceso correctamente.
- Identificar a los proveedores (Suppliers) de las entradas necesarias.

Anexo A. SIPOC en la Producción de Obleas.

PRODUCCIÓN DE OBLEAS						
Supplier (Proveedores)	Input (Entradas)	Process (Proceso)	Output (Salidas)	Costumer (Clientes)	Requerimientos	
Proveedor de electricidad	Obrero	1.- Revolver	Mezcla homogénea de harina	-	-	
Proveedor de harina						Electricidad
Proveedor de aceite						Harina
Proveedor de agua						Aceite
Proveedor de pintura						Agua
Proveedor de electricidad	Obrero	2.-Cocer	Obleas cocidas	Cliente externo de desperdicio de obleas	Oblea totalmente seca	
Proveedor de culcas						Electricidad
Proveedor de resistencias						Culcas
Proveedor de seguetas	Obrero	3.-Recortar	Obleas sin rebaba (Recortadas)	Cliente interno de obleas defectuosas	Oblea en buen estado de cocción	
Proveedor de lijás	Obrero	4.-Lijar	Obleas lijadas			
Proveedor de cinta blanca	Obrero	5.-Empaquetar	Obleas empaquetadas	Cliente interno de obleas empaquetadas de calidad	Que cumpla con el color, medidas y en buen estado	
Proveedor de bolsas						Cinta blanca

Impacto de SIPOC en la producción de obleas

Gracias al SIPOC delimitamos las actividades para ejecutar el proceso de producción de obleas que son con proveedores (Agua, colorante, harina, aceite, electricidad) hasta los requerimientos de los clientes (cumplimiento de especificaciones). Se puede observar que los pasos principales del proceso son revolver, cocer, recortar, lijar y empaquetar. Las entradas primordiales del proceso parte del obrero y enseguida de la materia prima como electricidad, harina, aceite, colorante, agua, culcas, resistencias, seguetas, cinta blanca y bolsas; las salidas son por cada parte del proceso para el primer paso que es revolver es la mezcla homogénea que se genera, el segundo paso que es la cocción tiene como salida las obleas ya cocidas, el tercer paso es recortar se obtienen las obleas sin rebaba, cuarto paso es lijar se obtienen las obleas con un contorno definido sin rebaba y sin desgastes, el último paso empaquetar se tienen las obleas con sus respectivos empaques a la medida y pegados. Se identifican de manera más clara a los clientes claves del proceso cliente interno y externo para evitar mandar a la siguiente estación defectos. Analizando todos los pasos observamos nuestras actividades que generan valor al ser creadas de una forma artesanal. Al realizar el SIPOC nos brinda información para mejorar el proceso eliminando actividades que no otorgan valor o tratando de automatizar alguno de estos procesos.

Nota: Se tiene dos proveedores de electricidad debido a que la maquinaria utilizada en el proceso necesita de un voltaje mayor a 120V de los administrados normalmente en las casas.

3.2.1.4 FODA

La matriz FODA nos va a permitir tomar las mejores decisiones para lograr el éxito en el mercado, facilitando el análisis interno y externo exponiendo así las fortalezas y oportunidades de crecimiento, así como las amenazas y debilidades que pueden afectar negativamente a la fábrica de obleas.

PROCEDIMIENTO PARA ELABORAR UN ANÁLISIS FODA

Identificación de los criterios de análisis. Un criterio de análisis es un factor a elegir, que se considera relevante en el empeño de una organización, en este caso el criterio es la producción de obleas.

Determinación de las condiciones reales de actuación con relación a las variables internas y externas del análisis. En este punto se requiere que, con base en la experiencia, los datos disponibles y el conocimiento general de la organización, se deben establecer de una manera objetiva una lista de cada una de las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas como se muestra en la siguiente Anexo B. Matriz de Determinación de Condiciones Reales.

Anexo B. Matriz de Determinación de Condiciones Reales.



Asignación de una ponderación para cada una de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas como se muestra en la siguiente Tabla 19. Asignación de Ponderación, listadas de acuerdo a una escala establecida de 1 a 3, donde el 3 denota el nivel de mayor actuación, el 2 el nivel medio y el 1 nivel más bajo.

Tabla 19. Asignación de Ponderación.

Escala	
3	Alto
2	Medio
1	Bajo

A partir de ello se asignará una calificación individual a la lista, para indicar, el grado de cada variable, de esta manera se puede establecer las diferencias entre ellas que permita jerarquizarlas como se muestra en el siguiente Anexo C. Asignación de Calificación FODA.

Anexo C. Asignación de Calificación FODA.

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
Bajo costo de producción (2)	Ventas por internet (3)	Frgilidad del producto (3)	Competencia nacional (1)
Fácil transporte (2)	Ventas para fiestas (2)	Empaque no especializado (3)	Devaluación de pesos (2)
Consumo público en general (3)	Diseño de empaque (3)	Diseño simple del producto (2)	Temporadas de ventas irregulares (3)
Proceso de producción sencillo (3)	Reciclaje (2)		
Mercados nacionales (3)			
Producto llamativo (3)			

Cálculo de los resultados de la siguiente manera: para el análisis por criterio, se debe sumar (horizontal o por renglón) el total de números asignados a la lista de cada una de las variables (fortalezas, debilidades etc.) correspondientes a cada criterio de análisis, obteniéndose así un total que expresado en porcentaje significa el 100% de la cantidad. A su vez se deben calcular los porcentajes individuales de cada una de las variables por criterio, esto se realiza dividiendo la suma de las ponderaciones de cada variable en su respectivo renglón (horizontal), entre la suma total del

renglón, es decir, lo que corresponde al 100%, como se muestra en la siguiente Anexo D. Total y Porcentajes FODA.

Anexo D. Total y Porcentajes FODA

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS	Total
Bajo costo de producción (2)	Ventas por internet (3)	Frgilidad del producto (3)	Competencia nacional (1)	9
Fácil transporte (2)	Ventas para fiestas (2)	Empaque no especializado (3)	Devaluación de pesos (2)	9
Consumo público en general (3)	Diseño de empaque (3)	Diseño simple del producto (2)	Temporadas de ventas irregulares (3)	11
Proceso de producción sencillo (3)	Reciclaje (2)			5
Mercados nacionales (3)				3
Producto llamativo (3)				3
Total=16 40%	Total=10 25%	Total= 8 20%	Total= 6 15%	Total= 40 100%

Determinación del balance estratégico a través de los factores de optimización y riesgo. Con los resultados numéricos y los porcentajes obtenidos, se aplican tanto para el análisis por criterios (horizontal), o para el análisis global (suma vertical y luego horizontal), las siguientes fórmulas para estimar los factores de optimización y riesgo de la organización, y conocer así el balance estratégico.

El factor de optimización indica la posición favorable de la organización respecto a sus activos competitivos y las circunstancias que potencialmente pueden significar un beneficio importante para adquirir ventajas competitivas en el futuro. (Rojas, 2009).

El factor de riesgo por el contrario muestra un pasivo competitivo y aquellas condiciones que limitan el desarrollo futuro para una organización.

F + O= Factor de optimización

D + A= Factor de riesgo.

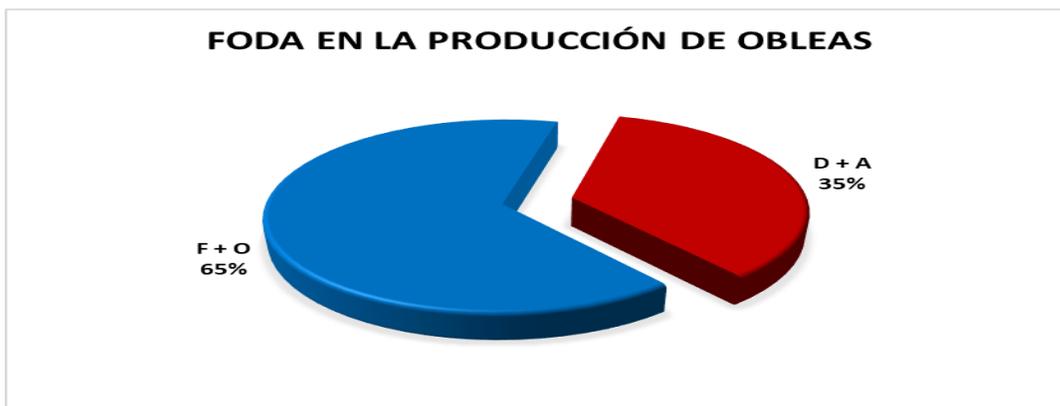
El balance estratégico ideal entre el factor de optimización y el factor de riesgo en cada caso, no es del 50% y 50% entre ellos, sino que, debe superar por cierto margen el primero al segundo, en busca de la mejor condición para operar. Como se muestra a continuación en la siguiente Tabla 20. Estimación de los Factores.

Tabla 20. Estimación de los Factores.

F + O	D + A	% F + O	% D + A	Total
0.65	0.35	65%	35%	Aprox 100%

Análisis de resultados

Habiendo hecho el cálculo de los factores de riesgo y optimización y el balance estratégico, se pueden graficar y analizar los resultados; los resultados se muestran en la siguiente Gráfica 10. FODA en la Producción de Obleas, en este caso se puede especificar con diagramas de barras los puntos críticos de las fortalezas y oportunidades, debilidades y amenazas para cada una de los factores permitiendo complementar y clarificar la información, establecer relaciones, valorar condiciones y emitir juicios que enriquezcan y apoyen el análisis.



Gráfica 9. FODA en la Producción de Obleas.

Impacto de Análisis FODA en la producción de obleas

En este caso se puede observar que el balance aun cuando es positivo, la diferencia es 30% debido a que el factor oportunidad (Fortalezas y Oportunidades) tiene un 65% contra las debilidades y amenazas que representa un 35%, lo que supone un factor de riesgo medio, y por lo tanto se deberá centrar más la atención en cuanto a la fragilidad, empaque no especializado, diseño simple del producto, competencia nacional, devaluación de pesos y las temporadas de ventas irregulares para que las medidas que se propongan contribuya a su modificación en el corto plazo, a fin de que la situación no se convierta en verdaderamente critica. Gracias al análisis FODA se identificaron de mejor manera las diferentes fortalezas y debilidades que tiene que la fábrica de obleas, por lo que se deben establecer diferentes planas para reducir las debilidades y convertirlas en fortalezas, mientras que fuera de la empresa se encuentran las oportunidades y amenazas que nos permite identificar cómo se encuentra el producto respecto al punto de vista de los clientes y competidores.

3.2.1.5 VSM MAPA DEL FLUJO DE VALOR (VALUE STREAM MAPPING)

En el VSM (Value Stream Mapping) es importante definir cada actividad del proceso así como el tiempo que lleva realizarlo además de más datos de relativa importancia que abarca desde la etapa inicial donde se solicita al proveedor el material para producir hasta que el producto final llega al cliente; gráficamente se puede ilustrar, analizar y comprender el flujo de materiales y la información necesaria en el proceso de la fabricación de obleas, el mapeo de flujo de valor proporciona los medios para visualizar y reconocer estos factores limitantes.

Objetivo general de VSM

El objetivo principal de VSM dentro de la producción de obleas es resolver los problemas existentes en el proceso para aumentar la productividad del mismo, reduciendo o eliminando desperdicios.

Implementación de VSM

Para el proceso de fabricación del producto (Obleas) implica: Mezclado, Cocción, Recortar, Lijar y Empaquetar.

Mezclado:

- La revolvedora de mezclas se alimenta de energía eléctrica a 127 V de corriente alterna.
- El proceso ocupa de un operador.
- El tiempo ciclo (T/C): 30 min por bote de mezcla.
- Tiempo de cambio de mezcla: Cada 3 horas.
- Tiempo de ocupación: 70 %.
- No tiene inventario.

Cocción:

- La máquina contiene 6 moldes de oblea se alimentan de 127 V de corriente alterna.
- El proceso ocupa de un operador.
- El tiempo ciclo (T/C): 16 seg por pieza.
- Tiempo de cambio de mezcla: Cada 3 horas.
- Tiempo de ocupación: 95%



Figura 26. Mezcla de Harina.

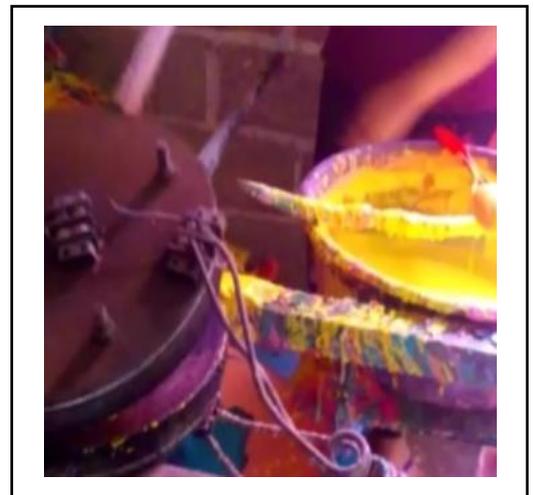


Figura 27. Cocción de Obleas.

- Inventario observado: 200 piezas.

Recortar

- Se utiliza 1 máquina recortadora.
- El proceso es con un operador.
- El tiempo ciclo (T/C): es de 5 min por 50 piezas.
- Tiempo de cambio de oblea: cada 7 minutos.
- Tiempo de ocupación: 60%.
- Sin inventario.



Figura 28. Recorte de Rebaba.

Lijar

- El proceso de manera manual.
- Ocupa de un operador.
- Tiempo de ciclo (T/C): 15 segundos.
- Tiempo de cambio de oblea: 12 minutos.
- Tiempo de actividad: 60%
- Sin inventario.

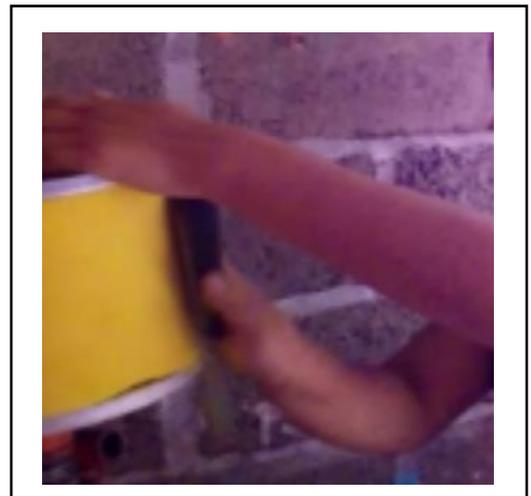


Figura 29. Lijado de Contorno de Oblea.

Empaquetar

- El proceso es de manera manual.
- Ocupa de un operador.
- Tiempo de ciclo (T/C): 5 minutos.
- Tiempo de cambio de empaquetado: 6 minutos.
- Tiempo de actividad: 40 %
- Inventario de mercancía terminada observada:
 - 250 obleas de tipo FDA
 - 500 obleas de tipo normal.



Figura 30. Empaquetado de Oblea.

Requerimientos del cliente:

El cliente requiere de 16,000 obleas por semana, que son 40 paquetes que contienen 400 piezas de oblea, a veces son de tipo FDA o normal esto es dependiendo del requerimiento del cliente anticipando el pedido. Su envío es semanal por medio de un camión con una capacidad aproximada de 100 paquetes.

Tiempo de trabajo.

Se trabaja todos los días de la semana excepto martes que es día de entrega de mercancía, con dos turnos de operación 6 horas cada uno, con horas extras si es necesario completar la carga de 40 paquetes semanales. Mientras que los descansos son cada 3 horas de 10 minutos por cada uno de los operadores.

Para la realización del diagrama VSM se debe tener en consideración los siguientes pasos:

Paso 1: Descripción del proceso de obleas desde la materia prima, fabricación y distribución de las mismas.

Paso 2: Se realiza el diagrama tomando en cuenta que se realizan 160 paquetes por mes; es decir; por día se están produciendo aproximadamente 6 paquetes y cada paquete contiene 400 obleas alrededor de 2400 obleas por día.

Mejoras necesarias para que el flujo de la cadena de valor se acerque al diseño de estado futuro

- ✓ Reducción de tiempo de traslado de la mezcla de harina.
- ✓ Realización de 6 obleas por minuto reduciendo desperdicios.
- ✓ Mantenimiento preventivo de la maquinaria antes de que sea utilizada para reducir los desperdicios en la producción de Obleas.

Objetivo de Mezclado

- Reducir los tiempos de traslado de harina.
- Aplicar 5´S en el área de trabajo.
- Desarrollar las rutas de manejo de material.

Objetivo de Cocción

- Aplicar 5´S en el área de trabajo.
- Dar mantenimiento preventivo a la maquinaria.
- Tener herramientas a la mano.
- Regular la temperatura

Objetivo Recortar

- Recortar las obleas a tiempo para tener una buena presentación.
- Recortar de una manera paciente.
- Alinear las obleas después de cocerlas.
- Tener herramientas a la mano.

Objetivo lijar

- Tener lijas en buen estado sin tanto desgaste.
- Utilizar el número adecuado de lija.
- Tratar de lijar todo el contorno de oblea sin hacer desgaste de la misma.

Objetivo empaquetado

- Tener medidas exactas de paquetes.
- Pegar ambos lados, parte inferior y superior.
- Poner el almacén más cerca para reducir los tiempos de traslado al momento de ser guardados y cuando se entregan al cliente.

Metas

- ✓ Aumentar la producción acortando tiempos de demora.
- ✓ Reducir merma para aumentar producción.
- ✓ Mantener la calidad en las obleas.

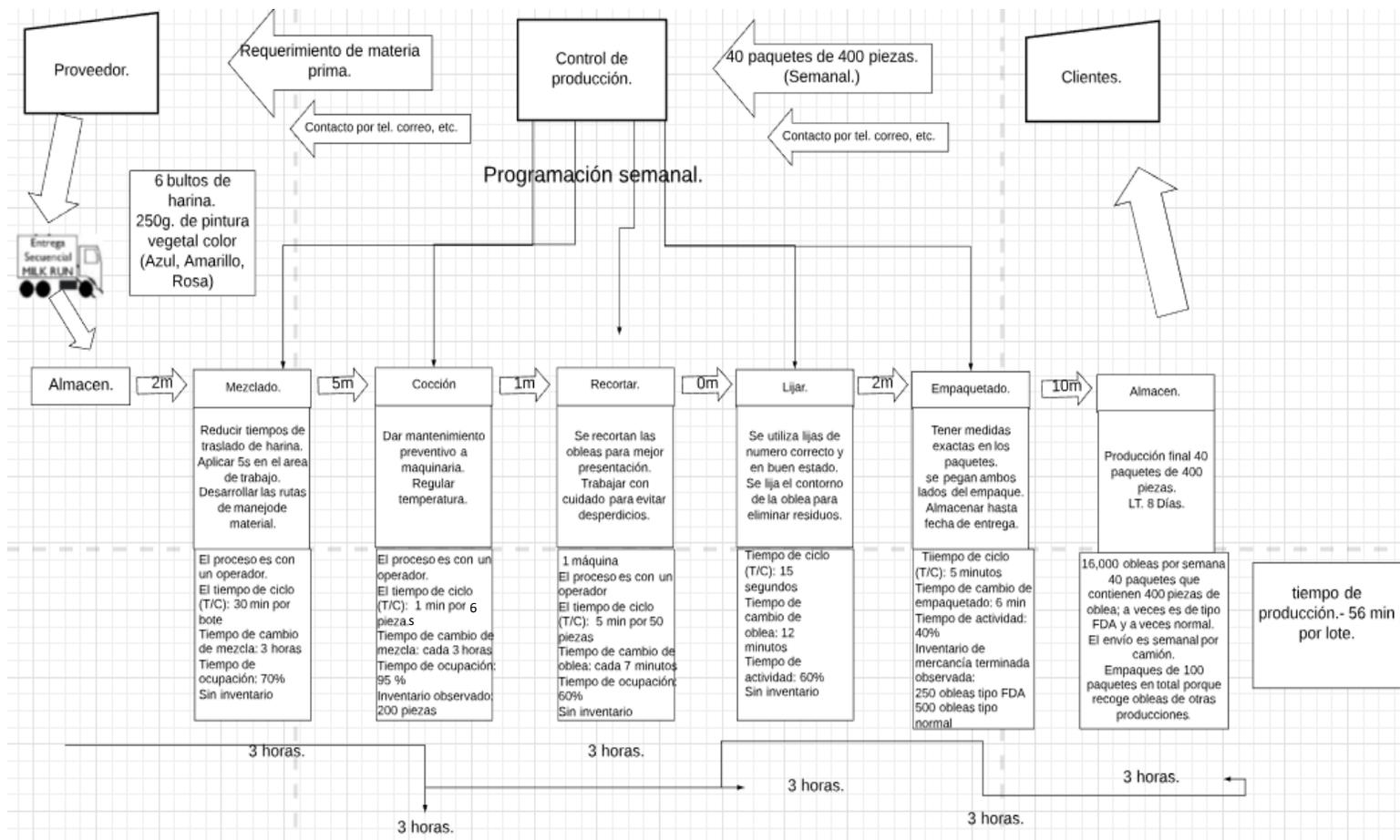


Diagrama 6. Mapa del Flujo de Valor.

A continuación, se muestra en el Diagrama 6. Mapa del Flujo de Valor, dónde se visualiza el proceso que conlleva la producción de oblea, además, el flujo de información y materiales desde el aprovisionamiento de material hasta que el producto llegue hasta el cliente final.

Impacto de VSM en el proceso de producción de oblea.

Como se puede observar en el Diagrama 6. Mapa del Flujo de Valor de oblea se encuentran las oportunidades de mejora entre los proceso de mezclado y cocción donde hay un retraso de 5 minutos de pasar una operación a otra, así como 10 minutos de pasar de empaquetado de oblea a almacén por lo tanto se analiza la pre-visualización del proceso y además de atacar el tiempo ocioso dentro de las actividades, se puede mejorar entre que transcurre una actividad y otra, un rediseño del área de trabajo podrá ser contemplada, incluso un balanceo de línea donde se puede notar que el mezclado ocupa 30 minutos del tiempo de producción (73%), se debe tomar en cuenta el posible uso de un dispositivo (Poka Yoke) en la cocción de la oblea para tomar una acción en la medida que ocupa un error en el proceso. El uso de VSM es sencillamente ilustrar oportunidades de mejora de una forma general del proceso de producción de oblea y una introducción a la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing que sean pertinentes en el proceso.

3.3 ETAPA 2 HACER

En este punto se realizará a detalle de los cambios que se desea ejecutar para cada uno de los problemas identificados anteriormente; lo que se propone es mejorar el proceso y agregar valor al producto.

DIAGRAMA DE ISHIKAWA.

El diagrama de Ishikawa, conocido también como causa-efecto o diagrama de pez, es una forma de organizar y representar las diferentes teorías propuestas sobre las causas de un problema; en este caso queremos conocer las posibles causas de la merma en la producción como se muestra en el Diagrama 7. Ishikawa en la merma de producción.

Objetivo general

Representar gráficamente el conjunto de causas que dan lugar a una consecuencia, o bien el conjunto de factores y sub-factores (en las espinas) que contribuyen a generar un defecto común (cabeza del pescado) en la merma de producción de obleas.

Procedimiento

- a. Reunión del equipo de trabajo.
- b. Plasmar el problema en la cabeza del pescado y escribir las posibles causas/efectos y agruparlas bajo las categorías que se elijan.
- c. El facilitador pide al participante que identifique su conocimiento y perspectivas acerca del problema.
- d. El facilitador representa sus ideas en conceptos positivos o negativos.
- e. El facilitador indica al participante que interconecte las ideas plasmadas mediante flechas.
- f. El diagrama es presentado a una o dos personas más para que aporten sus opiniones acerca del mismo y brinden sus ideas propias.

- g. Si se consideran relevantes o sustanciales las opiniones de los terceros, se deben tomar en cuenta para modificar o agregar elementos.

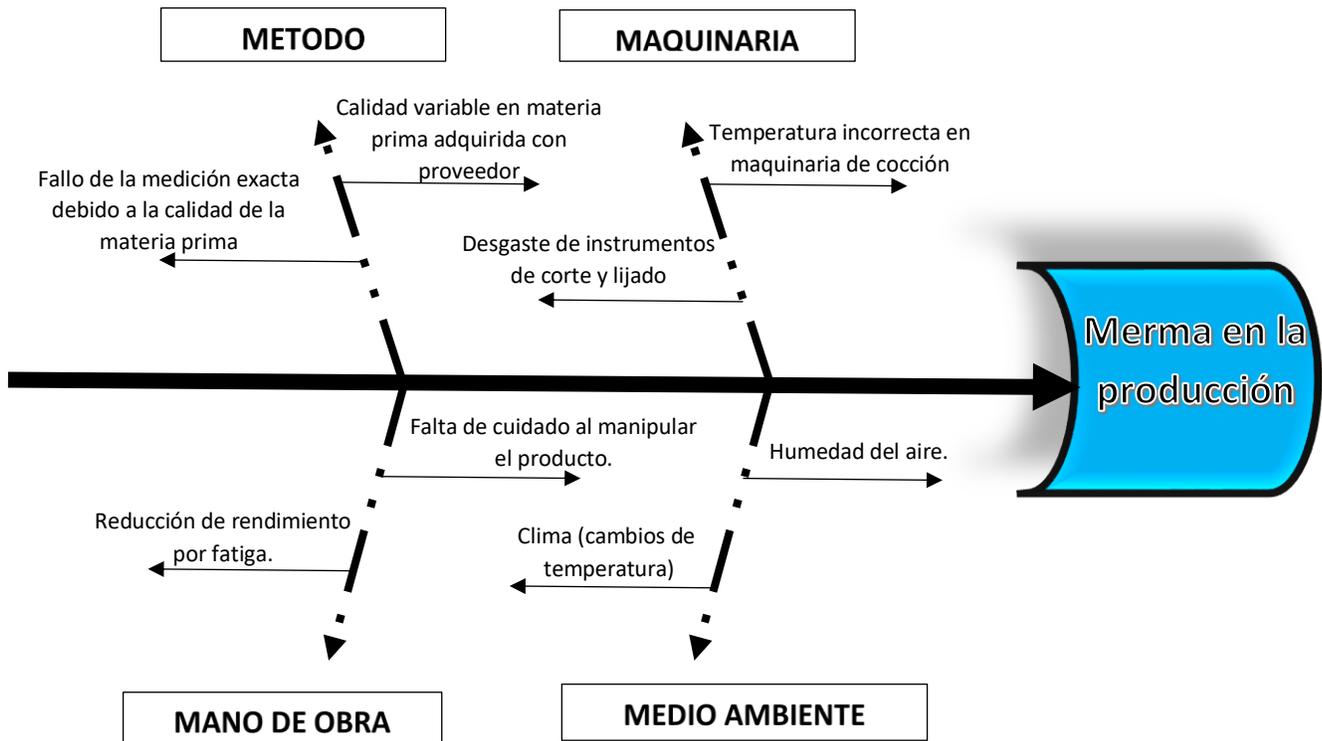


Diagrama 7. Ishikawa en la Producción de Oblea.

Impacto de Diagrama de Ishikawa en la producción de oblea.

Es una técnica flexible que permite la retroalimentación al mostrar el diagrama a la vista del público. Se aconseja que el número de categorías de causa-efecto no sean menos de 4 y mayores que 6 con el objetivo de analizar sólo aquellas de mayor relevancia. En este caso que hace el estudio de 4 (método, maquinaria, mano de obra y medio ambiente). Como punto principal a atacar en la merma

de producción y las posibles causas que van en cada una de las espinas del pescado es la temperatura incorrecta en maquinaria de cocción ya que no se tiene un control de temperatura para que las obleas tengan una cocción adecuada, que no salgan quemadas y mucho menos cruda, es la misma causa que se definieron anteriormente; desgaste de instrumentos de corte, reducción de fatiga cuando el operador de recorte está demasiado cansado no realiza bien el trabajo, por lo que conlleva a tener que descartar esas obleas y estar en zona de rechazos causan una reducción de producción de paquetes, al final de la entrega se tiene la dificultad de complementar los paquetes por la falta de harina y aumento de desperdicios.

AMEF

El Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF), es un procedimiento que permite identificar fallas en productos, procesos y sistemas, así como evaluar y clasificar de manera objetiva sus efectos, causas y elementos de identificación, para de esta forma, evitar su ocurrencia y tener un método documentado de prevención. En este caso se va aplicar un AMEF de cocción de las obleas de proceso ya que es uno de los defectos detectados en las matrices anteriores como buscar para después aplicar acciones correctivas que nos lleven a una mejora del proceso productivo.

Metodología de AMEF de proceso:

1. Desarrollar un mapa de proceso.
2. Documentar el proceso.
3. Determinar los pasos críticos del proceso.
4. Determinar las fallas potenciales de cada paso del proceso.

5. Determinar las fallas potenciales de cada paso del proceso, determinar sus efectos y evaluar su nivel de gravedad (severidad).

Calificación		Criterio	
Cuantitativa	Cualitativa	Efecto en el cliente	Efecto en el proceso
1	Ninguno	Sin efecto perceptible	Ligero inconveniente para la operación u operador.
2	Muy menor	No se cumple con el ajuste, acabados o presenta ruidos. Defecto notado por clientes críticos (25%)	Una parte del producto puede tener que ser reprocesado. Sin desechos.
3	Menor	No se cumple con el ajuste, acabados o presenta ruidos. Defecto notado por el 50% de los clientes.	Una parte del producto puede tener que ser reprocesado. Sin desechos.
4	Muy bajo	No se cumple con el ajuste, acabados o presenta ruidos. Defecto notado por el 75% de los clientes.	El producto debe ser seleccionado y una parte reprocesada. Sin desechos.
5	Bajo	Producto con especificaciones de calidad o niveles de desempeño bajos. Operable o usable.	El 100% del producto debe ser reprocesado o reparado fuera de línea.
6	Moderado	Producto operable o usable pero el cliente estará insatisfecho.	Una parte del producto puede tener que ser desechado sin selección o reparado con un tiempo y costo alto
7	Alto	Producto operable o usable pero el cliente estará muy insatisfecho.	El producto tiene que ser seleccionado y una parte reparada con un tiempo y costo alto
8	Muy alto	El producto es inoperable o inusable.	El 100% del producto debe ser desechado o puede ser reparado a un costo inviable.
9 - 10	Peligroso	En modo potencial afecta la operación segura del producto y/o involucra un no cumplimiento con alguna regulación gubernamental.	Puede exponer al peligro al operador o al equipo.

6. Indicar las causas de cada falla y evaluar la ocurrencia de las fallas.

Calificación		Criterio	
Cuantitativa	Probabilidad	índice de fallas (tanto por piezas)	Cpk
1	Remota: falla improbable.	< 0,01 por 1000 piezas	> 1,67
2	Baja: Pocas fallas.	0,1 por 1000 piezas	> 1,30
3		0,5 por 1000 piezas	> 1,20
4	Moderada: Fallas ocasionales.	1 por 1000 piezas	> 1,10
5		2 por 1000 piezas	> 1,00
6		5 por 1000 piezas	> 0,94
7	Alta: Fallas frecuentes.	10 por 1000 piezas	> 0,86
8		20 por 1000 piezas	> 0,78
9	Muy alta: Fallas persistentes.	50 por 1000 piezas	> 0,55
10		> 100 por 1000 piezas	< 0,55

7. Indicar los controles (medidas de detección) que se tienen para detectar fallas y evaluarlas.

Calificación		Tipos de inspección		
Cuantitativa	Criterio	A	B	C
1	Controles seguros para detectar: El ítem ha pasado a prueba de errores. Es casi improbable el hecho de realizar partes no conformes.	X		
2	Controles casi seguros para detectar: El ítem ha pasado por medición automática. No puede pasar la parte no conforme.	X	X	
3	Controles con buena oportunidad de detectar: Detección inmediata del error en la estación o en la estación siguiente. No pasa la unidad no conforme.	X	X	
4	Controles con buena oportunidad de detectar: Detección del error en la estación siguiente. No pasa la unidad no conforme.	X	X	
5	Controles que pueden detectar: Mediciones "pasa" o "no pasa" realizado en el 100% de las partes después de dejar la estación.		X	
6	Controles que pueden detectar: Control en menos del 100% de las partes; puede estar apoyado en métodos estadísticos.		X	X
7	Controles con poca oportunidad de detectar: Control logrado con doble inspección visual.			X
8	Controles con poca oportunidad de detectar: Control efectuado con una inspección visual.			X
9	Controles que probablemente no detectarán: Control logrado con verificaciones indirectas o al azar.			X
10	Certeza absoluta de no detección: No se controla, no se detecta.			

A = Prueba de error.

B = Medición automatizada.

C= Inspección visual/manual.

8. Obtener el número de prioridad de riesgo para cada falla y tomar decisiones.
9. Ejecutar acciones preventivas, correctivas de mejora.

AMEF de proceso de producción de obleas en etapa de cocción.

Tabla 21. AMEF de Proceso de Producción de Obleas.

AMEF DE PROCESO									
Función	N° de Fallo	Modos de Fallo	Fallos Potenciales		Estado Actual				
			Efectos	Causas del Modo Fallo	Medidas de Ensayo y Control Previstas	S	O	D	NPR
Cocción	1	Cocer demás	Oblea quemada	Temperatura no regulada	Ninguna	7	8	5	280
			Se pegan en moldes	Temperatura no regulada	Ninguna	9	7	6	378
			Pierde el color original	Falta de pericia del operador	Ninguna	3	4	3	36
	2	Cocer menos	Oblea cruda	Temperatura no regulada	Ninguna	7	4	3	84
			deformación	Se sacan obleas antes de tiempo	Ninguna	7	4	4	112
			Se pegan en moldes	No se tienen los tiempos adecuados	Ninguna	8	3	5	120
	3	Agregar agua	Menos tiempo de cocción descontrola el proceso	No se mide la cantidad de agua	Ninguna	8	2	4	64
			Mas tiempo de cocción descontrola el proceso	No se mide la cantidad de agua	Ninguna	8	2	4	64

El número de prioridad de riesgo, también conocido como RPN, por sus siglas en inglés (Risk Priority Number), es el producto de multiplicar la severidad, la ocurrencia, y la detección o detectabilidad. El RPN es un número entre 1 y 1000 que nos indica la prioridad que se le debe dar a cada falla para eliminarla.

Cuando el RPN es superior a 100 es un claro indicador de que deben implementarse acciones de prevención o corrección para evitar la ocurrencia de las fallas, de forma prioritaria. Sin embargo, el

objetivo general es el de tratar todas las fallas; muchos expertos coinciden en que un RPN superior a 30 requiere de un despliegue enfocado en el tratamiento del modo de falla.

De acuerdo con los resultados de la Tabla 21. AMEF de Proceso de Producción de Obleas. Se puede observar que los principales puntos de cocción a corregir son los siguientes 1=280,2=378,5=128 y 6=120 que sobrepasan con un RPN >100; es decir capacitar aún más al operario y llevar un control de inspección de regulación de la temperatura.

Tabla 22. Acciones Correctivas de AMEF de Producción de Obleas.

Acciones correctivas

AMEF DE PROCESO						
Función	N° de Fallo	Fallos Potenciales			Estado Actual	
		Modos de Fallo	Efectos	Causas del Modo Fallo	NPR	Acciones correctivas
Cocción	1	Cocer demás	Oblea quemada	Temperatura no regulada	280	Capacitar al operador /Utilizar sensor de temperatura
			Se pegan en moldes	Temperatura no regulada	378	Capacitar al operador /Utilizar sensor de temperatura
	2	Cocer menos	deformación	Se sacan obleas antes de tiempo	112	Establecer procedimiento de revisión/Utilizar sensor de temperatura
			Se pegan en moldes	No se tienen los tiempos adecuados	120	Establecer procedimiento de revision/Utilizar sensor de temperatura

Impacto de AMEF en la producción de obleas

Se aplican acciones correctivas en los puntos > 100. (Tabla 22. Acciones Correctivas de AMEF de Producción de Obleas). Como principal punto se debe corregir cuando la temperatura no se regula y las obleas se pegan en los moldes, requiere de una capacitación a los operadores para que verifique cuando una oblea está bien cocida y cuando le hace falta, además requiere de un sensor de temperatura ya que varía mucho dependiendo el día que se trabaje, y cuando este alcance a una altura volver a regularla y disminuir los desperdicios de obleas lo mismo ocurre con las obleas ya quemadas. Se debe calcular los tiempos al momento de cocer para controlar el proceso de producción

de cada una de ellas y evitar las deformaciones, establecer revisiones cada ½ hora para detectar cuando las obleas están en mal estado y mejorarlo antes de estar desperdiciando cada vez más.

POKA YOKE

La idea principal y la base Poka-Yoke generalmente consiste en un dispositivo destinado a evitar errores, un sistema para garantizar la seguridad en los procesos, procedimientos y máquinas para evitar accidentes de varios tipos, en esta herramienta se presenta la importancia de aplicación en la producción de obleas.

En la actualidad los Poka-Yoke en las fábricas suelen ser sistemas de alarmas y sistemas de detección, permitiendo controlar, detectar y subsanar los errores por parte de los trabajadores, eliminar los defectos en los productos realizados previniendo o corrigiendo errores.

Objetivo general

Disminuir los desperdicios producidos por errores humanos y de maquinaria.

Para la pequeña fábrica se aplica un Poka-Yoke de tipo físico son dispositivos que sirven para asegurar la preservación de los errores en operaciones y productos mediante la identificación de inconsistencias de tipo físico.

Implementación de Poka-Yoke puede llevarse mediante un evento kaizen cuya duración puede variar entre 4, y 10 días. Es fundamental que se utilice una herramienta que permita establecer prioridades respecto a la atención de fallas, como es el caso del análisis del modo y efecto de fallas (AMEF).

Metodología

- Identificar las etapas del proceso.
- Utilizar el AMEF para identificar las fallas más relevantes del proceso.
- Identificar el tipo de elementos que se van a utilizar (diseño Poka-Yoke).
- Detectar errores que pudiesen provocarlos.

Al inicio del proyecto se hace mención en un diagrama de flujo las etapas de producción de obleas

Capítulo 1. Marco Contextual, dando a conocer las principales características del proceso de fabricación. Además, se realizó la aplicación de la herramienta AMEF para detectar las fallas relevantes del proceso en la Tabla 21. AMEF de Proceso de Producción de Oblea siendo la principal obtención de la mala regulación de la temperatura provocando con ellos obleas quemadas, crudas, quebradas etc.

Cantidad de colorante

Se analiza el factor humano dentro del proceso productivo y en la primera etapa (Preparación de mezcla) se obtiene que es difícil calcular la porción de colorante vegetal en polvo que varía la cantidad dependiendo la marca con ello existe una variación de colores durante la preparación de la mezcla. Se puede optar por utilizar el colorante en polvo y controlar el gramaje guardando en recipientes sellados con el colorante para cada mezcla, con una etiqueta para describiendo la cantidad en cada tipo de color. Se propone el uso de goteros y establecer una sola marca, escribir el procedimiento y la cantidad de gotas que se va agregar a la mezcla para las combinaciones de los diferentes colores.

La experiencia del personal puede provocar que emitan algunos pasos por el exceso de confianza que tienen, de igual forma pueden entrar errores voluntarios, debido a que se cree que es una actividad fácil no se requiere una supervisión de la maquina o el conteo exacto del colorante para la mezcla.



Figura 31. Ejemplo de goteros para colorantes.

Maquinaria

Mezclado

Se propone colocar un temporizador para detener la mezcladora después de 30 minutos de su funcionamiento y que la mezcla esté en su punto para la siguiente etapa. De no ser así, un cronometro que cargue el operador será suficiente.



Figura 32. Ejemplo de Temporizador.

Este dispositivo programa y automatiza el encendido y apagado de equipos en este caso es la revoladora para la creación de la mezcla que requiere de 30 min para obtener una mezcla homogénea; contiene un lapso mínimo programable de 30 minutos, los eventos son conforme se programe o diariamente soportando una carga máxima de 1760 W, la revoladora esta energizada a 127 V con una carga de 1759.76 W.

Cocción

El mayor problema y donde se concentra la mayor cantidad de merma es en la etapa de cocción. Este problema más allá del personal se puede mejorar con un banco de capacitores y reguladores de voltaje para controlar la temperatura de una manera más eficiente.



Figura 33. Regulador de Encendido y Apagado.

Regulación encendido y apagado

Este regulador de encendido y apagado es la forma más sencilla de un regulador de temperatura un regulador de encendido y apagado conmutará la salida sólo cuando la temperatura cruce el punto de ajuste. Para la regulación de calentamiento la salida está encendida cuando la temperatura está por debajo del punto de ajuste, y apagada por encima del punto de ajuste. Puesto que la temperatura cruza el punto de ajuste para cambiar el estado de la salida, la temperatura de proceso estará en un ciclo continuo e irá de debajo del punto de ajuste hacia arriba, y volverá a estar debajo. En casos en los que este ciclado ocurra rápidamente, y para evitar daños a contactos agrega a las operaciones del regulador un diferencial de encendido-apagado. Este diferencial requiere que la temperatura se aleje del punto de ajuste en una cierta cantidad antes de que la salida se encienda o se apague otra vez. El diferencial de encendido y apagado impide que la salida haga "alharaca" o haga conmutaciones rápidas y continuas si los ciclos por encima y debajo del punto de ajuste ocurren muy rápidamente.

La regulación de encendido y apagado normalmente se usa cuando no es necesaria una regulación precisa, en sistemas que no pueden manejar que la energía se encienda y apague frecuentemente, en los que la masa del sistema es tan grande que las temperaturas cambian de manera extremadamente lenta, o para una alarma de temperatura. Un tipo especial de regulación de encendido y apagado que se usa para una alarma es un regulador de límite. Este regulador usa un relé con enclavamiento, que se debe restablecer manualmente, y se usa para apagar un proceso cuando se alcanza cierta temperatura.

Impacto de Poka-Yoke en la producción de obleas

Utilizamos esta herramienta como su nombre lo menciona “evitar equivocaciones” hicimos un análisis de problemáticas que podrían ser generadas o han ocurrido por errores humanos o a la maquinaria, se otorgan unas posibles soluciones para evitar errores en un futuro.

En la primera etapa con las proporciones de colorante vegetal de los 8 colores que maneja la fábrica se espera disminuir las variaciones en cuanto a los 5 paquetes del mismo color que se entregan en la semana, y tener una mejor imagen en cuanto al producto final. En la misma etapa de mezcla se espera tener la misma consistencia y mezcla homogénea, sin grumos por medio del temporizador que permite apagar la revolverá en el tiempo exacto de 30 min, tiempo promedio en el que la mezcla es vaciado a los contenedores para pasar a la siguiente etapa que es cocción; en esta parte se tiene el mayor número de defectos de las obleas, no se tiene controlada la temperatura por lo que se generan

desperdicios de diferentes tipos ya mencionados anteriormente. Se propone controlar la temperatura por medio de un dispositivo regulador de voltaje el cual permite conmutar la regulación de calentamiento de la salida, está encendida cuando la temperatura está por debajo del punto de ajuste, y apagada por encima del punto de ajuste.

HEIJUNKA

Heijunka es una de las herramientas más importantes en la implementación de Lean Manufacturing, busca nivelar el flujo del producto de acuerdo con el comportamiento real de la demanda. Heijunka significa nivelación de la producción y consiste en el medio utilizado para adaptar el flujo de producción al comportamiento de la demanda. La demanda de las obleas son los 40 paquetes de los 8 colores (blanco, amarillo, rosa, naranja, verde, azul, morado, rojo), hay ocasiones en las que entre semana se solicitan ciertos colores en específico, pero como se trabaja de manera secuencial hasta terminar cada uno de los paquetes no se tienen al momento, sino que debe estar en espera hasta que se terminen los colores restantes.

Metodología Heijunka

- Utilización de células de trabajo
- Flujo continuo pieza por pieza
- Producción ajustada al takt time (tiempo de ritmo)
- Nivelación de la producción por SKU (referencia).

Utilización de células de trabajo

Se crea el flujo en la fábrica de obleas un enfoque de manufactura esbelta, las máquinas y las instalaciones deben disponerse en función al flujo de producto, por lo cual va a mejorar el tiempo takt, independientemente de que exista más de una secuencia de producción como se observa a continuación en el Diagrama 8. Orden de fabricación de obleas.

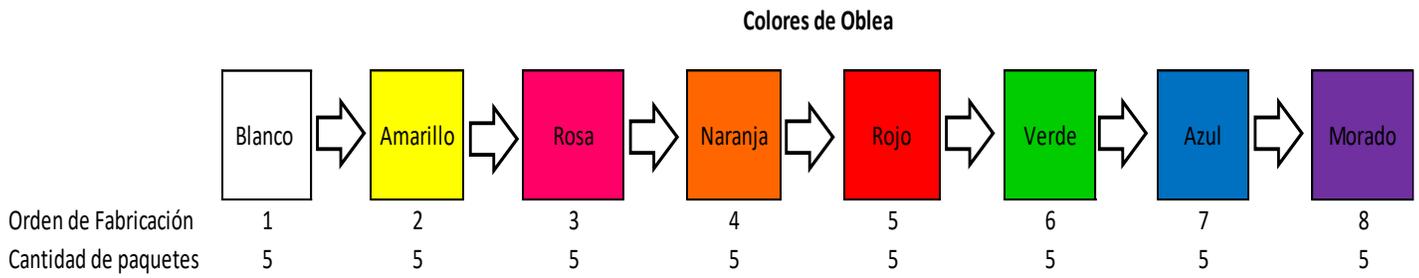


Diagrama 8. Orden de fabricación de obleas.

Para cumplir con los requerimientos de la gestión JIT, se realiza una célula de trabajo de flujo de actividades muy cercanas y que adopta la forma física de “U”, donde todos los procesos van ligados uno después del otro, esta distribución en forma de “U” da más flexibilidad a la línea y exige una mayor polivalencia del operario. En el siguiente Diagrama 9. Célula de Trabajo de Producción de Obleas se da a conocer la distribución de la maquinaria que se utiliza a lo largo del proceso, no tiene un buen seguimiento ya que no va de conforme a procedimiento, y los espacios están o muy juntos o muy separados, quedando el almacén alejado del empaque.

En la propuesta de mejora de distribución se hace manera lineal para que cada etapa del proceso no se cruce uno con otro, y tengan una buena secuencia, quedando el almacén cerca del empaque para no recorrer gran distancia.

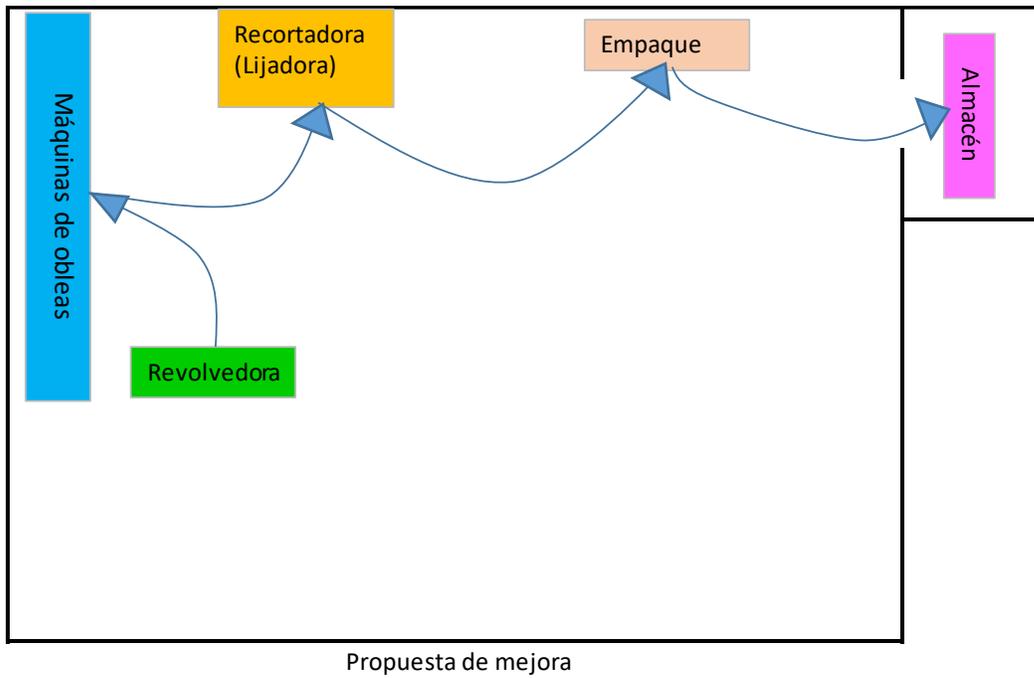
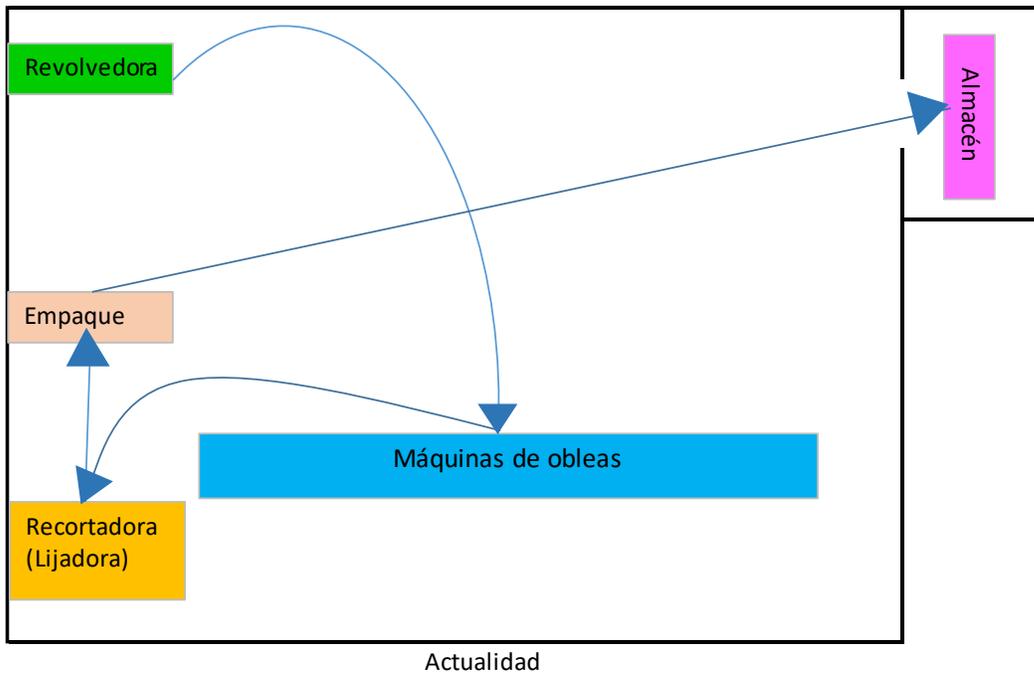


Diagrama 9. Célula de Trabajo de Producción de Oblea.

Flujo continuo pieza por pieza.

En el Diagrama anterior también da a conocer como es la planificación de la producción sin una nivelación es una producción tradicional, empezando a realizar por cada uno de los 8 colores hasta obtener la producción total semanal.

La idea es intentar combinar varios productos en una misma línea de producción y así maximizar el uso de la misma para amortizar mejor los recursos para producir más con los medios existentes. Se intentará producir una combinación de los productos que permita producir la cantidad necesaria de cada uno de ellos, utilizando la combinación más pequeña posible para poder ser más ágiles.

Para ello se debe realizar un estudio del proceso de producción, detectar donde se producen los cambios y medir los tiempos tanto para el cambio como para la ejecución del proceso en sí, de esta manera se podrá detectar en una primera instancia cuellos de botella que hagan que el proceso sufra deterioros de producción para ellos se debe seguir un procedimiento.

Producción ajustada al Takt time

Jornada laboral: 12 horas un turno por día

Tiempo de almuerzo: 0 horas, se realiza un cambio de operador.

Número de turnos: 1 turno diario.

Días hábiles por semana: 6 días a la semana.

Demanda semanal: 40 paquetes (16,000piezas).

Tiempo disponible= (12horas/turno) -(0 horas/turno) = 12 horas/turno.

Tiempo disponible= (12 horas/turno) *(60 min/hora) =760 min/ turno

Tiempo disponible= (760 min/turno) *(1 turno/día) *(60seg/día) =43200 seg/día

Demanda diaria= (16000 piezas/semana) / (6 días/semana) =2666.66=2667piezas/día

Tiempo Takt= (43200 seg/día) / (2667piezas/día) = 16.19=16seg/pieza

Es decir que un cliente compra una pieza cada 19 segundos, de tal manera que el tiempo estándar por pieza debe ser igual o inferior a 19 segundos, vale la pena considerar que no todos los clientes piden una sola pieza cada vez, se solicitan más o menos estandarizadas para ser entregada en una unidad logística que agrupa unidades de producción.

Nivelación de la cantidad de producción.

El plan de producción actual es como se muestra en la siguiente Tabla 23. Plan de Producción de Obleas. Se comienza a trabajar desde las 3 de la mañana y termina hasta las 2 de la tarde, con un total de 12 horas de trabajo diarios por 6 días y un día en específico que es de entrega de mercancía, se realiza la fabricación de oblea por el orden de los colores hasta terminar 5 paquetes por cada color y tener un total de 40 paquetes.

Tabla 23. Plan de Producción de Obleas.

		DIAS DE LA SEMANA						
	HORAS	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
1	3:00-4:00 AM		Entrega de mercancía					
2	4:00-5:00 AM							
3	5:00-6:00 AM							
4	6:00-7:00 AM							
5	7:00-8:00 AM							
6	8:00-9:00 AM							
7	9:00-10:00 AM							
8	10:00-11:00 PM							
9	11:00-12:00 PM							
10	12:00-13:00 PM							
11	13:00-14:00 PM							
12	14:00-15:00 PM							

Tabla 24. Producción por caja.

	COLOR	NECESIDAD SEMANAL (PZAS)	PRODUCCIÓN POR TURNO	PRODUCIR POR CAJA
1	BLANCO	2000	2000	223
2	AMARILLO	2000	2000	223
3	ROSA	2000	2000	223
4	NARANJA	2000	2000	223
5	ROJO	2000	2000	223
6	VERDE	2000	2000	223
7	AZUL	2000	2000	223
8	MORADO	2000	2000	223

Para que un cliente pueda obtener un paquete de los 8 colores tendría que esperarse hasta el sexto día por la tarde para obtenerlos, en la fabricación de obleas se produce la misma cantidad de obleas por color porque así lo requiere el cliente. Podemos sacar la relación del tiempo de uso de la siguiente manera.

8 productos de diferentes colores, 6 días de espera, 12 horas a la semana.

$$8/(6*12)=0.111= 11\%$$

Se examina la primera mejora, esta podría ser invertir el orden de la serie e iniciar la producción con lotes más pequeños, así que tendríamos la siguiente planificación de producción Tabla 25:

Tabla 25. Primera Propuesta Plan de Producción de Obleas.

		DIAS DE LA SEMANA						
HORAS		LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
1	3:00-4:00 AM	223	Entrega de mercancía	223	223	223	223	223
2	4:00-5:00 AM	223		223	223	223	223	223
3	5:00-6:00 AM	223		223	223	223	223	223
4	6:00-7:00 AM	223		223	223	223	223	223
5	7:00-8:00 AM	223		223	223	223	223	223
6	8:00-9:00 AM	223		223	223	223	223	223
7	9:00-10:00 AM	223		223	223	223	223	223
8	10:00-11:00 PM	223		223	223	223	223	223
9	11:00-12:00 PM	223		223	223	223	223	223
10	12:00-13:00 PM	223		223	223	223	223	223
11	13:00-14:00 PM	223		223	223	223	223	223
12	14:00-15:00 PM	223		223	223	223	223	223

Para este caso para la entrega de 8 paquetes de diferentes colores, el cliente solo esperaría dos días, con el orden correspondiente de colores, por lo tanto, la relación del uso del tiempo sería.

$$8 / (2 * 12) = 0.33 = 33\%$$

La propuesta es mejor a la que se trabaja normalmente, se evalúa el progreso de la siguiente manera

$$(33\% - 11\%) / 11\% = 200\%$$

Es un cambio relativamente bueno, para sostenerlo no se debe reiniciar con la larga producción de lotes, ahora bien, para mejorar el tiempo de comercialización y ganar flexibilidad, se debe entonces dividir los lotes, esto significa encontrar una óptima distribución de lotes y mantenerlo estandarizado. Por cada color fabricado queda medio paquete sin completarse, para ello se tiene entonces una nueva programación (Tabla 26).

Tabla 26. Programación mejorada.

		DIAS DE LA SEMANA						
HORAS		LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
1	3:00-4:00 AM	223	Entrega de mercancía	223	223	223	223	223
2	4:00-5:00 AM	223		223	223	223	223	223
3	5:00-6:00 AM	223		223	223	223	223	223
4	6:00-7:00 AM			223	223	223	223	223
5	7:00-8:00 AM	223		223	223	223	223	223
6	8:00-9:00 AM	223		223	223	223	223	223
7	9:00-10:00 AM	223		223	223	223	223	223
8	10:00-11:00 PM	223		223	223	223	223	223
9	11:00-12:00 PM	223		223	223	223	223	223
10	12:00-13:00 PM	223		223	223	223	223	223
11	13:00-14:00 PM	223		223	223	223	223	223
12	14:00-15:00 PM	223		223	223	223	223	223

La mejora en tiempo de entrega para el cliente pasa de esperar de 6 días, que era la mejor opción con la primera estrategia a solo esperar 2 días. La relación del uso del tiempo para este caso sería:

$$8 / (2 * 12) = 0.33 = 33\%$$

El mismo porcentaje que en la primera opción ya que es la misma cantidad de días que se entregarían los paquetes de los 8 colores, pero en menos horas con una diferencia de 3 horas, en la primera opción está lista a las 2 de la tarde y en la segunda opción a las 11 de la mañana.

Impacto de Heijunka en la producción de obleas.

A través de la aplicación de la metodología Heijunka se logra una nivelación de la producción de obleas semanal conforme a la demanda actual del producto, la fábrica de obleas en este caso cuenta con una demanda fija debido al hecho de que cuenta con un cliente semanal constante, razón por la cual la demanda en este aspecto no sufre de cambios erráticos. Sin embargo, la aplicación de la metodología Heijunka para la producción de obleas permite cierta holgura para satisfacer demanda

si pudiera recibir más órdenes para satisfacer los mismos clientes. En este caso se sigue el mismo flujo de colores de la oblea por las combinaciones de colores.

Con la estrategia Heijunka se realiza el plan semanal de producción como se presentaron en las tablas anteriores, con el cambio de cada uno de los colores puede aumentar el costo de cambio, pero se disminuye el tiempo de espera para el cliente que puede ser mucho mayor. La caja Heijunka representa una hora para no sufrir se sobre cargas durante la producción diaria.

Habitualmente en temporadas el cliente requiere de obleas de los distintos colores que se maneja en cualquier día de la semana, cambiando el día de entrega, pero como en la actualidad se maneja cada uno de los paquetes hasta terminar el color por lo que genera un conflicto por tener muy poca variedad de colores.

En la actualidad la fábrica produce los 8 colores en 6 días con un porcentaje de obtener la variedad con un 11%, con la primera mejora de Heijunka la nivelación de producción produce los 8 colores en dos días reduciendo 4 días de lo normal, con un porcentaje del 33%, con un progreso del 200%, se realiza una segunda mejora obteniendo los colores en la misma cantidad de días, pero reduciendo la hora de producción con una diferencia de 3 horas.

Se considera que la mejor opción para nivelar la producción de obleas de los 8 colores debe ser la primera ya que se obtiene en los dos días siendo los días mínimos para obtener los paquetes de diferentes colores, con el mismo seguimiento de los colores, si estos fueran de manera diferente aumentaría el trabajo de cambio de tinas para la mezcla sino seguirá presentando los mismos defectos de manchado y el tiempo invertido en recortar, lijar y empaquetar deberán estar presentes en la hora de preparar la mezcla, los cambios de mezcla representar pérdida de tiempo para la

producción. En la segunda opción se obtienen en menor tiempo, pero aumentando el trabajo en cambios de mezcla.

3.4 ETAPA 3 VERIFICAR

En este punto se plasmará el impacto de las herramientas en la producción de las obleas.

IMPACTO DE LAS HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA EN LOS DEFECTOS

Como se enunció en el *Capítulo 3. Plan de Mejora de Procesos*, con estas herramientas no sólo se solucionan los defectos seleccionados como prioritarios, sino que, además, se solucionan o disminuyen un mayor número de defectos debido a la relación complementaria que existe entre herramientas de manufactura esbelta, es conveniente valorar el nivel de impacto que ejerce cada una de las herramientas desarrolladas sobre la totalidad de los defectos seleccionados. Para ello, se definieron tres niveles de impacto como se muestra en la siguiente Tabla 27.

Tabla 27. Representación del Nivel de Impacto de las Herramientas en la Solución de los Defectos.

Nivel de Impacto	Representación
Fuerte	
Medio	
Bajo	
No existe impacto	

Aplicando la valoración correspondiente, el impacto de las herramientas sobre los defectos se obtiene una matriz que señala la relevancia y aporte de cada herramienta para lograr la solución de cada problema. A continuación, se muestra el resultado obtenido para los problemas prioritarios.

Tabla 28. Impacto de las Herramientas de Manufactura Esbelta en los Problemas Seleccionados.

Herramienta	DEFECTO						
	1 Orificios	2 Quebradiza	3 Estrellada	4 Cruda	5 Contorno	6 Quemada	7 Manchada
5'S							
VSM							
Diagrama de Ishikawa							
QFD							
Análisis FODA							
SIPOC							
AMEF							
Heijunka							
POKA YOKE							

Tabla 28. Impacto de las Herramientas de Manufactura Esbelta en los Problemas Seleccionados.

DEFECTOS DEFINIDOS COMO PRIORITARIOS QUE SE REDUCEN CON CAPACITACIÓN

A continuación, se desarrolla la evaluación financiera si en el proyecto se decidiera atacar únicamente los defectos determinados como prioritarios que pueden reducirse con la aplicación de 5'S; haciendo la suposición de que al usar las herramientas correspondientes no se generarían efectos

en otros defectos encontrados. Se tienen en cuenta únicamente 5'S ya que es una herramienta que además de la capacitación son despreciables los costos asociados que generan.

Dentro del análisis que se realizó a la propuesta tomando como referencia los posibles resultados sobre la reducción de defectos prioritarios se determinaron con claridad los puntos en los cuales resultaba necesaria una inversión:

La inversión en la capacitación contempla la capacitación de todos los miembros del equipo de producción de la fábrica de obleas en la herramienta 5'S mencionadas de manufactura esbelta, implican costos mínimos además de la capacitación, se tuvieron en cuenta los costos de capacitación propiamente dicha y los costos adicionales generados por el tiempo que deben permanecer las personas involucradas en dicha capacitación.

Tabla 29. Inversión Requerida en Capacitación Inicial Para la Implementación de 5'S.

CAPACITACIÓN				
Herramienta	# de personas a capacitar	Cantidad de horas requeridas para la capacitación	Valor hora de capacitación	Valor total
5's	3	4	36.126	\$ 433.51

Tabla 30. Tiempo Total de Defectos Prioritarios que Pueden Reducirse Por Medio de la Capacitación.

Defecto	Tiempo	Costo de tiempo (Mano de obra)	Costo de materiales	Costo total por unidad	Frecuencia anual	Tiempo total en minutos
Quebradiza	16 seg/pza	0.162	0.178	0.34	5214	1390.4

Con la información obtenida de la Tabla 29, se establece la necesidad de invertir \$433.51 en la producción de obleas. Esto teniendo presente que el proceso de capacitación deberá ser permanente

y que a partir del equipo de trabajo generado para la aplicación de herramientas resulta necesario también formar grupos de estudio que actualicen constantemente sus conocimientos y profundicen conceptos desarrollados en torno a cada una de las herramientas; es decir que no se asumen costos posteriores de capacitación por el estudio constante y la actualización en el conocimiento de las herramientas debe convertirse en una rutina de trabajo.

Con el capital de trabajo la reducción de defectos en la fábrica de obleas permite la elaboración de un mayor número de productos, esto significa que el ahorro en tiempo y materiales con la reducción de defectos, debido a la aplicación de 5'S, aumenta la capacidad de producción de la fábrica. Para suplir el aumento en la capacidad de la compañía resulta necesario realizar una inversión en inventarios de materias primas con el propósito de poder satisfacer los nuevos requerimientos de producción.

A partir del tiempo requerido para solucionar cada uno de los defectos y de la frecuencia anual con la que se presentan se determinó que el tiempo anual utilizados en el arreglo de defectos prioritarios que pueden reducirse gracias a la capacitación es de 23.17 horas (Ver Tabla 30. Tiempo Total de Defectos Prioritarios que Pueden Reducirse Por Medio de la Capacitación.) Si el tiempo promedio para hacer una pieza es de 16 seg/pieza, se pueden elaborar 5214 obleas adicionales; si se elimina por completo todos los defectos prioritarios relacionados con 5'S.

Se asume una reducción de 5% de los defectos para obtener el siguiente resultado en cuanto a producción adicional. Realizando un cálculo que el total real de los defectos 1200 de los defectos semanales corresponden el 7 % de 17200 (Cantidad de oblea buena y defectuosa) y el objetivo esperado es reducir 5% teniendo la dificultad de eliminar el 100% de los defectos.

3.5 ETAPA 4 CTUAR

En esta fase se efectuará el plan de acción general, definir el proceso y los cambios y a la vez documentar la información permitiendo en un futuro realizar una retroalimentación y continuar con la mejora de la producción de obleas e implementar el check list de seguimiento en la fábrica de obleas.

Tabla 31. Seguimiento a Evaluación.

Evaluación				
1	2	3	4	5
Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Excelente

SEIRI - SELECCIONAR		1	2	3	4	5
1.	¿Cómo califica la ubicación de sus herramientas de trabajo?					
2.	¿Cómo califica la distribución de su área de trabajo?					
3.	¿Cómo es el grado de clasificación de las herramientas, materiales y equipos en su lugar de trabajo?					
4.	¿Cómo califica la capacidad para distinguir lo necesario e innecesario en su lugar de trabajo?					

SEITON - ORGANIZAR		1	2	3	4	5
5.	¿Cómo califica el orden en general de su lugar de trabajo?					
6.	¿Cómo califica la facilidad con la que encuentra usted sus herramientas de trabajo?					
7.	¿Cuándo usted termina de utilizar una herramienta, la devuelve al lugar designado?					
8.	¿Cómo es el nivel de estandarización (guía) para el orden de las herramientas, materiales y equipos en su lugar de trabajo?					
		Si		No		
9.	¿Existe un lugar designado para las herramientas que debe usar en la realización de sus labores?					
10.	¿Cuándo usted termina de utilizar una herramienta, la devuelve al lugar designado?					

SEISO - LIMPIAR		1	2	3	4	5
11.	¿Cómo califica la limpieza de su lugar de trabajo?					
12.	¿Cómo califica la separación de residuos en su lugar de trabajo?					
13.	¿Cómo es el mantenimiento que se realiza a herramientas, maquinaria y equipos en su lugar de trabajo? (Tenga en cuenta, calidad y periodicidad)					

SEIKETSU - ESTANDARIZAR		1	2	3	4	5
14.	¿Cómo califica la señalización para ubicar sus herramientas de trabajo?					
		Si		No		
15.	¿Existe un método o guía para la limpieza de los equipos, herramientas, maquina y lugares de trabajo?					
16.	¿Existe señalización y delimitación de las áreas de trabajo, maquinaria, equipos y herramientas?					
17.	¿Existe un método o guía para el orden de los equipos y herramientas en su lugar de trabajo?					
18.	¿Existe un método o guía para seleccionar y clasificar los equipos y herramientas en su lugar de trabajo?					

Los beneficios del proyecto de mejora son:

- Productos más limpios por la reducción de contaminación en las áreas de trabajo.
- Reducción de los accidentes dentro del área de trabajo.
- Mejoramiento del aspecto del área de trabajo.
- Reducción de desperdicios de obleas.
- Mejora la productividad.

Esto se logra a través de la estandarización, supervisión, utilización de instrumentos como hoja de verificación del área de trabajo.

CONCLUSIONES

Entendiendo un modelo como una reproducción a escala que puede ser imitada o repetida, el desarrollo realizado a lo largo del presente trabajo permitió establecer una guía o modelo metodológico en el que se estructuran de forma lógica los pasos a seguir para la implantación exitosa de herramientas de manufactura esbelta en la fábrica de producción de obleas, esto posibilita que el modelo propuesto sea repetible en otras fábricas de la misma producción directamente relacionadas con las características de la herramienta.

Los problemas de calidad que se presentan a lo largo de la línea de producción de la fábrica de obleas se reflejan en el incumplimiento de las especificaciones de los productos, permitiendo que se generen defectos; por tanto, los defectos evidencian de manera clara los problemas de calidad.

Los defectos se identifican como dificultades puntuales en determinados puestos de trabajo de la línea de producción de la fábrica de obleas, sin embargo, resulta también necesario analizar y comprender el funcionamiento del proceso productivo de forma integral, facilitando contemplar los defectos como dificultades que van más allá del puesto de trabajo, esto significa que los defectos deben entenderse como resultado de un conjunto de situaciones que se representan a lo largo de la línea de producción y no simplemente como un factor aislado y particular de un puesto de trabajo.

A partir de la determinación de relaciones directas e indirectas de los defectos detectados con las diferentes áreas de trabajo, es factible conocer los puntos críticos del proceso; entendiendo que dichos procesos críticos impactan notoriamente la elaboración de productos de calidad.

Con la priorización de defectos y la aplicación de la matriz para detectar los puntos críticos, se determinó que en la etapa de cocción y recortar los cuales tienen una participación de 86% y 43%

respectivamente, en el total de los defectos que se representan; son las etapas del proceso de producción que requieren mayor atención en la solución de defectos detectados.

La determinación y análisis de las causas que originan los defectos encontrados en el proceso de producción de la fábrica de obleas facilitan la comprensión del funcionamiento de la línea del producto. Lo anterior permite entender que las soluciones y mejoras en una de las causas pueden repercutir directamente en la solución de más de uno de los defectos detectados, en otras palabras, la interrelación entre las diferentes partes del proceso permite que las modificaciones en un punto de la línea de producción impacten en varias áreas de este.

Cada una de las herramientas de manufactura esbelta tiene diversas características que permiten lograr una reducción en la frecuencia de defectos en la línea de producción; por tanto, la aplicación de cada una de las herramientas posibilita en varios casos la reducción de más de uno de los defectos encontrados.

Bibliografía

- ATOX. (2012). *¿Qué es la Teoría de las restricciones?* Obtenido de <http://www.atoxgrupo.com/website/noticias/teoria-de-las-restricciones>
- Barham. (2019). *Magenta Innovación Gerencial*. Obtenido de <https://magentaig.com/>
- CALETEC. (03 de Mayo de 2018). *Definición de 5'S en metodología Lean*. Obtenido de <https://www.caletec.com/glosarios/5s/>
- Calidad, G. d. (2019). *¿Para qué sirve el análisis DAFO?* Obtenido de <https://guiadelacalidad.com/sistema-de-gestion/analisis-dafo/>
- Colombia, U. N. (2005). *QFD Beneficios y limitaciones detectados en su aplicación al diseño de prótesis mioeléctrica de mano p31*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/220034948_Despliegue_de_la_Funcion_Calidad_QFD_Beneficios_y_Limitaciones_Detectados_en_su_Aplicacion_al_Disenio_de_Protesis_Mioelectrica_de_Mano
- CONAMYPE. (Abril de 2002). *¿Qué es el FODA?* Obtenido de https://www.emagister.com/uploads_courses/Comunidad_Emagister_66994_66994-1.pdf
- CONTINUA, F. D. (Mayo de 2017). *si poc- Una alternativa para análisis de procesos*. Obtenido de <http://www.mejoracontinuatotal.com.ar/wp-content/uploads/2017/05/SIPOC-%E2%80%93Una-alternativa-para-an%C3%A1lisis-de-procesos.pdf>
- ERP, E. (20 de Marzo de 2019). *¿Qué es manufactura esbelta?* Obtenido de <https://www.evaluandoerp.com/que-es-lean-manufacturing-o-manufactura-esbelta/>
- Fernández. (2019). *Manufactura Esbelta*. Obtenido de <http://kailean.es/muda-mura-muri-toyota/>
- Gutierrez, B. (20 de Julio de 2018). *Obleas Artesanas*. Obtenido de <http://obleasyonata.com/nosotros-obleas-artesanas-calidad-yonata/>
- Gutiérrez, B. (20 de Julio de 2018). *yonata*. Obtenido de <http://obleasyonata.com/nosotros-obleas-artesanas-calidad-yonata/>
- Guzmán. (Junio de 2012). *Introducción al (QFD) Despliegue de la calidad*. Obtenido de <https://avdiaz.files.wordpress.com/2012/06/funcion-de-la-calidad.pdf>
- IPN. (31 de Mayo de 2013). *Metodología 5'S*. Obtenido de <http://www.intradse.ipn.mx/i/bibliotecaIntra/100000/Avisos/calidad/Material5s.pdf>
- MANAGE. (10 de Octubre de 2019). *Diagrama de causa-efecto, esqueleto de pescado, Ishikawa*. Obtenido de https://www.12manage.com/methods_ishikawa_cause_effect_diagram_es.html
- Manufacturing, L. (2019). *Lean manufacturing*. Obtenido de [¿Qué es lead time y porque es importante medirlo?: https://www.leanmanufacturinghoy.com/lean-manufacturing-que-es-el-lead-time-y-por-que-es-importante-medirlo/](https://www.leanmanufacturinghoy.com/lean-manufacturing-que-es-el-lead-time-y-por-que-es-importante-medirlo/)
- Matrizfoda. (2019). *Matriz FODA*. Obtenido de <https://www.matrizfoda.com/dafo/>

- MORENO. (05 de Mayo de 2012). *Metodología Diagrama de Matriz*. Obtenido de <https://calidademprededora.wordpress.com/2012/05/15/metodologia-diagrama-de-matriz/>
- OBS. (2019). *Manufactura esbelta, una filosofía de gestión eficaz*. Obtenido de <https://www.obs-edu.com/int/blog-project-management/herramientas-esenciales-de-un-project-manager/manufactura-esbelta-una-filosofia-de-gestion-eficaz>
- PDCA. (2019). *¿Qué es Poka-Yoke?* Obtenido de <https://www.pdcahome.com/>
- Progressa. (2019). *Origen y evolución de lean manufacturing*. Obtenido de Progressa lean: <https://www.progressalean.com/origen-y-evolucion-del-lean-manufacturing/>
- Progressa. (2019). *Diagrama causa y efecto (Diagrama de Ishikawa)*. Obtenido de <https://www.progressalean.com/diagrama-causa-efecto-diagrama-ishikawa/>
- Rodrigo, A. (9 de Febrero de 2019). *CC News*. Obtenido de CC News: <https://culturacolectiva.com/comida/datos-curiosos-de-los-chiles-en-nogada-que-todo-mexicano-deberia-conocer>
- Rojas, J. (2009). *Procedimiento para la elaboración de un análisis FODA*. Obtenido de <https://www.uv.mx/iiesca/files/2012/12/herramienta2009-2.pdf>
- S, U. d. (s.f.). Obtenido de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/5055/fichero/7.pdf>
- Salazar. (2016). *Mapas de valor*. Obtenido de Ingeniería Industrial: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/mapas-del-flujo-de-valor-vsm/>
- Salazar, & B. (2016). Obtenido de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/poka-yoke-a-prueba-de-errores/>
- Sevilla, U. d. (2016). *El método de las 5'S*. Obtenido de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/5055/fichero/7.pdf>
- Solutions, L. (Marzo de 2019). *VSM Value Stream Mapping*. Obtenido de <https://leansolutions.co/conceptos-lean/lean-manufacturing/vsm-value-stream-mapping/>
- T., I. (03 de Diciembre de 2015). *El modelo 3M de Toyota*. Obtenido de <http://kailean.es/muda-mura-muri-toyota/>
- Total, M. c. (18 de Mayo de 2012). *¿Qué es el QFD?*. Obtenido de <http://mejoracontinuatotal.blogspot.com/2012/05/que-es-el-qfd.html>
- UNAM. (2019). *La manufactura esbelta*. Obtenido de http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/mecanica/mat/mat_mec/m4/manufactura%20esbelta.pdf
- Womack, J. a. (1991). *The machine that changed the world*. En J. a. Womack, *The machine that changed the world*. Harper Perennial, new York.

Hiroiyuki.(1996).5S for Operators: 5 Pillars of the Visual Workplace. The productivity press Development Team.

Dennis, Pascal. (2002). Lean Produccion Simplified. A plain language guide to the world's most powerful producción system.

Dailey Kenneth.(2003). The manufacturing pocket Handbook.