

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DEL SUR DE GUANAJUATO



Análisis en mejoramiento de la producción en campana línea 1

Opción 2: Titulación Integral – Tesis profesional

Elaborada por:

Carlos Andrés Sandoval Estrada

Que presenta para obtener el título de:

INGENIERO EN SISTEMAS AUTOMOTRICES

Asesor:

M.C Pedro Durán Reséndiz

“Análisis en mejoramiento de la producción en campana línea 1”

Elaborada por

Carlos Andrés Sandoval Estrada

Aprobado por.

M.C Pedro Durán Reséndiz
Docente de la carrera de Ingeniería en Sistemas Automotrices
Asesor de Tesis Profesional

Revisado por.

Ing. Miguel Ángel López Durán
Docente de la carrera de Ingeniería en Sistemas Automotrices
Revisor de Tesis Profesional

Revisado por.

Ing. Rogelio Orozco Martínez
Docente de la carrera de Ingeniería en Sistemas Automotrices
Revisor de Tesis Profesional

DEPARTAMENTO ACADEMICO	CLAVE:11EIT0002E ISA-EGR-AD2023/35
---------------------------	---------------------------------------

Uriangato, Guanajuato, **20/octubre/2023**

Asunto: Aprobación de impresión de trabajo profesional

C. Carlos Andrés Sandoval Estrada
PRESENTE:

Por medio de este conducto, le comunico a usted que después de haber sido revisado su trabajo de titulación bajo la del cual se derivó la Monografía Titulada:

“Análisis en mejoramiento de la producción en campana línea 1”

La comisión revisora, ha tenido a bien aprobar la impresión de este trabajo.

ATENTAMENTE

“Excelencia en Educación Tecnológica”
“Tecnología y Calidad para la Vida”



M.C Mariano Braulio Sánchez

Jefe de División de Ingeniería en Sistemas Automotrices



Instituto Tecnológico Superior
del Sur de Guanajuato
COORDINACIÓN INGENIERÍA
EN SISTEMAS AUTOMOTRICES

c.p Unidad de Servicios Escolares
C.c.p División de Ingeniería en Sistemas Automotrices
C.c.p Archivo Consecutivo



Ave. Educación Superior No. 2000, Col. Juárez, Uriangato, Guanajuato, C.P. 38982
Tels. (445) 45 7 74 68 al 71 Ext. *144, e-mail: automotrices@itsur.edu.mx
tecnm.mx | surguanajuato.tecnm.mx





LIBERACIÓN DE PROYECTO PARA LA TITULACIÓN INTEGRAL

Uriangato, Gto. 19 octubre 2023

Asunto: Liberación de proyecto para la titulación integral

M.I. José Gabriel Aguilera González
Director Académico
ITSUR
PRESENTE

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la titulación integral:

Nombre de estudiante y/o egresado(a): Carlos Andrés Sandoval Estrada	
Carrera: Ingeniería en Sistemas Automotrices	Núm. de control: T16120148
Nombre del proyecto: Análisis en mejoramiento de la producción en campana línea 1	
Producto: Tesis Profesional	

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestras y nuestros egresados.

ATENTAMENTE


M.C. Mariano Braillo Sánchez
Jefe de División de Ingeniería en Sistemas Automotrices
ITSUR



**Instituto Tecnológico Superior
del Sur de Guanajuato
COORDINACIÓN INGENIERÍA
EN SISTEMAS AUTOMOTRICES**

La comisión revisora ha tenido a bien aprobar la reproducción de este trabajo.

		
M.C. Pedro Durán Reséndiz Asesor del Informe Técnico de Residencia Profesional	Ing. Miguel Ángel López Durán Revisor 1. del Informe Técnico de Residencia Profesional	Ing. Rogelio Orozco Martínez Revisor 2. del Informe Técnico de Residencia Profesional

c.c.p.- Expediente

Tabla de contenido

Capítulo 1	1
Introducción	1
Capítulo 2	4
Marco teórico (Antecedentes)	4
Capítulo 3	28
Planteamiento del problema	28
3.1. Identificación	28
3.2. Justificación	28
3.3. Alcance	29
Capítulo 4	30
Objetivos	30
Capítulo 5	31
Metodología	31
Capítulo 6	64
Resultados	64
Capítulo 7	68
Análisis de Resultados	68
Capítulo 8	75
Conclusiones y trabajo a futuro	75
Referencias bibliográficas	77
Anexos	79

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. LÍNEA DE PRODUCCIÓN.	4
FIGURA 2. LOTE DE PRODUCCIÓN.	6
FIGURA 3. LÍNEA TIPO I.....	7
FIGURA 4. LÍNEA TIPO U.	8
FIGURA 5. LÍNEA TIPO S.	8
FIGURA 6. LÍNEA TIPO L.	9
FIGURA 7. CAMPANA PROVENIENTE DE OP.10	14
FIGURA 8. CAMPANA PROVENIENTE DE OP.20	15
FIGURA 9. CAMPANA PROVENIENTE DE OP.60	16
FIGURA 10. CAMPANA PROVENIENTE DE OP 70 YA CON SU DEBIDO TRATAMIENTO TÉRMICO	18
FIGURA 11. CUARTO DE INSPECCIÓN DE FISURAS MEDIANTE LÁMPARA QUE EMITE LUZ UV DIRECTO A LA PIEZA	19
FIGURA 12. SALIDA DE CAMPANAS UNA VEZ CONCLUYENDO SU PROCESO DE REVENIDO	20
FIGURA 13. CAMPANA PROVENIENTE DE OP.110 RECTIFICADA FINAL	22
FIGURA 14. CAMPANA YA MAQUINADA DE GUÍAS Y ESFÉRICO.....	23
FIGURA 15. CAMPANA BARRENADA Y CON ANTICORROSIVO.....	25
FIGURA 16. CUESTIONARIO A PERSONAL INVOLUCRADO DE PRODUCCIÓN.....	35
FIGURA 17. OP 75 CAUSA-EFECTO.....	55
FIGURA 18. OP70 CAUSA-EFECTO	56
FIGURA 19. PARADAS NO PROGRAMADAS DEBIDO A ACUMULACIÓN DE MATERIAL EN OP.75.....	61
FIGURA 20. PARADAS NO PROGRAMADAS DEBIDO A ACUMULACIÓN DE MATERIAL EN OP.70.....	62
FIGURA 21. CAMPANA IDENTIFICADA CON SUS SIGLAS PARTICULARES YA CON SU MEJORA APLICADA Y APROBADA POR EL ÁREA DE CALIDAD	66
FIGURA 22. ESTAMPADORA REUBICADA Y CON SUS MEJORAS APLICADAS DE PROGRAMACIÓN.....	67

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. DEFINICIÓN DE LOS FACTORES CLAVES DE ÉXITO RELACIONADOS CON EL ESTUDIO	11
TABLA 2. TABLA DE INDICADORES MEDIANTE SU CONCEPTUALIZACIÓN	11
TABLA 3. CUADRO FODA	26
TABLA 4. DIAGRAMA DE GANTT PARA APOYO EN ACTIVIDADES ORGANIZADAS.....	32
TABLA 5. PRODUCCIÓN POR HORA LÍNEA 1	34
TABLA 6. OPERACIONES REALIZADAS EN LÍNEA 1	37
TABLA 7. OPERADOR 1 CON SUS ACTIVIDADES A REALIZAR EN Op.10.....	41
TABLA 8. OPERADOR 1 A CARGO DE 1ER TORNO DE Op.20.....	42
TABLA 9. OPERADOR 1 A CARGO DE 2DO TORNO DE Op.20.....	43
TABLA 10. OPERADOR 1 A CARGO DE 3ER TORNO DE Op.20.....	44
TABLA 11. GRAFICA PORCENTUAL DE ACTIVIDADES DESEMPEÑADAS POR OPERADOR 1	45
TABLA 12. GRAFICA PORCENTUAL DE ACTIVIDADES DESEMPEÑADAS POR OPERADOR 2.	46
TABLA 13. GRAFICA PORCENTUAL DE ACTIVIDADES DESEMPEÑADAS POR OPERADOR 3	47
TABLA 14. GRAFICA PORCENTUAL DE ACTIVIDADES DESEMPEÑADAS POR OPERADOR 4	48
TABLA 15. GRAFICA PORCENTUAL DE ACTIVIDADES DESEMPEÑADAS POR OPERADOR 5	49
TABLA 16. GRAFICA DE BARRAS INDICANDO EL TIEMPO EN SEGUNDOS QUE LLEGA A TARDARSE EL OPERADOR EN REALIZAR DICHAS ACTIVIDADES ASIGNADAS.....	50
TABLA 17. TABLA DE INDICADORES DE DATOS IMPORTANTES PARA LA MEJORA DE PRODUCCIÓN	51
TABLA 18. ESTUDIO TIEMPO-CICLO POR OPERACIÓN EN LÍNEA 1	53
TABLA 19. CONTINUACIÓN DE ESTUDIO TIEMPO-CICLO POR OPERACIÓN EN LÍNEA 1.....	54
TABLA 20. TABLA REFERIDA A Op. 70 CAUSA-EFECTO	57
TABLA 21. GRAFICA DE IMPORTANCIA DE LAS CAUSAS SECUNDARIAS Op.70.....	58
TABLA 22. GRAFICA DE IMPORTANCIA DE LAS CAUSAS SECUNDARIAS Op.75	59
TABLA 23. GRAFICA COMPARATIVA DE PIEZAS REALES CONTRA LAS DESEADAS.....	63
TABLA 24. FORMATO DE TIEMPOS DE OPERACIÓN EN MODELO ANTES DE LA MEJORA APLICADA	68
TABLA 25. FORMATO DE TIEMPOS DE OPERACIÓN EN MODELO ANTES DE LA MEJORA APLICADA	69
TABLA 26. FORMATO DE TIEMPOS DE OPERACIÓN EN MODELO CON MÁS DEMANDA DE PRODUCCIÓN CON SU MEJORA APLICADA	70
TABLA 27. FORMATO DE TIEMPOS DE OPERACIÓN EN MODELO CON MÁS DEMANDA DE PRODUCCIÓN CD6R SXL8 1- 29 CON SU MEJORA APLICADA.....	71
TABLA 28. GRAFICA DE PIEZAS PRODUCIDAS EN Op.70 MEDIANTE A DISTINTAS PRUEBAS REALIZADAS EN EL TRANSCURSO DE LA ESTADÍA DENTRO DE LA EMPRESA	72
TABLA 29. GRAFICA DE PIEZAS PRODUCIDAS EN Op.75 MEDIANTE A DISTINTAS PRUEBAS REALIZADAS EN EL TRANSCURSO DE LA ESTADÍA DENTRO DE LA EMPRESA	73
TABLA 30. COSTO-VENTA UNITARIO POR MODELO DE CAMPANA	74

Título de la tesis:

“Análisis en mejoramiento de la producción en campana línea 1”

El mundo de las empresas del sector automotriz cambia cada vez más rápidamente y de forma contundente.

El entorno se vuelve cada día más competitivo y cada vez más empresas entran en esa carrera por ser muy atractivas y estar mejor situadas de cara a un mercado también más exigente.

La empresa “GKN Automotive” tiene como objetivo principal la implementación de una mejora productiva en una de sus líneas de producción, la cual ayudará a mejorar la producción de capotas, dicha mejora podría ser aplicada a cada una de las diferentes líneas de producción que constituyen a la planta de GKN, para el desarrollo de dicho proyecto fue de suma importancia conocer cada una de las operaciones que realiza esta línea de producción, qué tipo de maquinaria utilizan para realizar los diferentes procesos de mecanizado, así como los “cuellos de botella” que se presentan. existir dentro del proceso.

Para la medición de los resultados de productividad se considera el número de piezas por hora que debe cumplir la línea de producción en la empresa con base en sus cálculos y requerimientos internos.

Considerando que el conocimiento de un proceso que se llevó a cabo en una empresa que lleva años operando, los resultados fueron bastante buenos, ya que la producción no debe detenerse debido a la demanda de las ensambladoras de automóviles que cada vez crece más y que requiere actualizaciones constantes como, así como la mejora constante en sus materiales, realizando los ajustes necesarios para lograr una mejor productividad.

Siendo una de las empresas más reconocidas a nivel mundial por su calidad en la fabricación de ejes homocinéticos para importantes marcas de automóviles, cuenta con una gran cantidad de producción, lo que se considera una gran ventaja para seguir creciendo, innovando y aportando más conocimiento hacia la rama automotriz.

Una de las limitaciones es que no cuenta con el número de piezas de producción estimado, de ahí la necesidad de implementar ajustes en la maquinaria que tenga algún detalle que impida producir las piezas deseadas.

Palabras claves:

- Flecha homocinética.
- Campana.
- Cuello de botella.
- Tiempo ciclo.
- NRFT.

Abstract:

The company “GKN Automotive” has as its main objective the implementation of a productive improvement in one of its production lines, which will help to improve the production of hoods, said improvement could be applied to each of the different production lines that constitute at the GKN plant, for the development of said project it was of utmost importance to know each of the operations that this production line carries out, what type of machinery they use to carry out the different machining processes, as well as the “bottlenecks” that come to exist within the process.

For the measurement of productivity results, the number of pieces per hour that the production line must meet in the company is considered based on its internal calculations and requirements.

Considering that the knowledge of a process that was carried out in a company that has been operating for years, the results were quite good, since production should not stop due to the demand from car assemblers that grows more and more and that requires constant updates as well as constant improvement in your materials, making the necessary adjustments to achieve better productivity. Being one of the most recognized companies worldwide for its quality in the manufacture of homokinetic shafts for important automobile brands, it has a large amount of production, which is considered a great advantage to continue growing, innovating and providing more knowledge towards the automotive branch.

One of the limitations is that it does not have the estimated production number of parts, hence the need to implement adjustments in the machinery that have any detail that prevents it from producing the desired parts.

Keywords

- CV joint.
- Campana.
- Bottle neck.
- Cycle time.
- Scrap.

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por estar siempre a mi lado y acompañarme en todo momento, por permitirme finalizar con éxito esta etapa de mi vida y dar comienzo a una nueva llena de bendiciones.

En segundo lugar, a mi familia, por darme la educación necesaria y guiarme en todo momento por el buen camino y principalmente por el amor y confianza que me han brindado en los buenos y malos momentos. A mi mamá, gracias por existir, por todo lo que he aprendido de ti, por el infinito amor recibido y darme el apoyo en los momentos que más lo he necesitado y por ser uno de mis ejemplos a seguir. Al mejor papa del mundo, por el amor brindado en toda mi vida, por el apoyo incondicional tanto emocional como económico y por esas mil veces que me has enseñado a trabajar desde pequeño. A mis abuelitos, por sus bendiciones a todas horas y las palabras reconfortables que siempre son para bien. A los mejores hermanos, por brindarme esa confianza para platicar de cualquier tema como mejores amigos y crecer juntos como familia y como profesionales. A mis sobrinos por la felicidad extra que nos vinieron a traer a la familia.

A la universidad, por enseñarme los valores y conocimientos necesarios para llegar a ser lo que hoy en día soy como persona y como estudiante. A mis profesores, por brindarme su confianza y sus sabios conocimientos en todo momento que hasta hoy en día los he puesto en marcha y me han ayudado a seguir preparándome para la vida. Al ingeniero Félix Gómez, por confiar en mi para poder desempeñarme en el área laboral y aprender lo más que se pueda sin limitación alguna y a todo el equipo de manufactura por la grata bienvenida e incluirme al excelente equipo de trabajo, por el gran soporte y apoyo brindado en todo momento. Y a todos mis amigos, gracias por su valiosa amistad a lo largo de esta larga estadía en el ITSUR

Capítulo 1

Introducción.

Dentro de la empresa “GKN Automotive Celaya” se cuenta con diferentes procesos de producción, algunos de ellos son; La producción de jaulas, pistas, campanas, tulipán, entre otros elementos que conforman la flecha homocinética.

Basado en la planeación diaria de trabajo de producción, se estima un maquinado máximo de 180 piezas por hora en todas las operaciones de cada modelo producido en línea 1 de campana, en donde el rendimiento se ve reflejado en un 88.88% debido a la falta de eficiencia de alguna o algunas operaciones.

El estudiar y conocer cada una de las máquinas que se encuentran instaladas en la línea, nos ayuda a analizar con mayor facilidad cualquier detalle que pueda surgir en la falta de producción al tomar los tiempos ciclos de cada máquina en cada una de las operaciones.

Un tiempo ciclo tiene como principal ventaja el tener un control de la productividad adecuada, así como un establecimiento de indicadores y objetivos de producción, entre otros factores involucrados en esta acción.

Es importante identificar cada una de las actividades que se realizan en las diferentes operaciones detalladamente e incluso actividades de los mismos operadores que pueden agregar algo importante a los procesos.

Mediante la realización de tiempos ciclos también se busca que el personal conozca las posibles fallas que pueden llegar a presentarse en maquinaria al momento de poner en marcha las diferentes operaciones y, así evitar que se vaya a presentar un NRFT (desecho de material) en exceso donde entrarían las pérdidas para la empresa.

Una vez mencionadas algunas de las metas para la implementación de dicha mejora de producción, es importante indagar más a fondo sobre las posibles limitaciones que pueden presentarse al llevar a cabo esta actividad, sino la correcta continuidad tras haberlo implementado y cumplir satisfactoriamente con el objetivo principal en conjunto con algunos de los objetivos específicos.

La identificación de operaciones fue de suma importancia para conocer las actividades que conforman el proceso de cada una de las maquinas, ya que en cada una de ellas existe el riesgo de que se pueda presentar alguna falla mecánica, o bien que pueda afectar la integridad física del operador, por ende, esto afecta también la productividad de la línea.

Los resultados del cuestionario deben ser parte fundamental para interpretar los procesos de operación, pero más específicamente, para conocer cada uno de los operadores sabiendo lo que aportan a la línea de producción, como realizan sus actividades y/o como pueden mejorarlas.

Para un mejor entendimiento de este trabajo, se define lo siguiente:

Flecha o junta homocinética: Consta de dos juntas con movimientos contrarios unidas por una pieza de doble horquilla y un guardapolvo. El giro de una de estas juntas significa el movimiento de la contraria, lo cual origina un movimiento uniforme en todas las ruedas del vehículo. [1]

Campana: Parte esencial que compone a la flecha homocinética, y esta va en un extremo al lado de la llanta. Su nombre campana por la forma tan similar a una campana.

Cuello de botella: Elemento u operación que disminuye o afecta la cadena productiva; lo que hace que sus faces sean más lentas o costosas y, por lo tanto, genera tiempos de parada y retrasos en el resto de la línea de producción. [2]

Tiempo ciclo: Es el tiempo que toma el proceso de una maquina en desarrollarse completamente. En otras palabras, es el tiempo que toma finalizar completamente su fase de producción.

NRFT: Es el desecho de material por incumplimiento de calidad.

Capítulo 2

Marco teórico (Antecedentes).

Sistemas de producción

Un sistema de producción son todos los componentes o elementos que se requieren para convertir la materia prima en un producto terminado.

Los componentes o elementos pueden ser una planta o fabrica productiva, áreas de trabajo, herramientas, maquinas, personal, recursos económicos, entre otros.

Existen varias clasificaciones de sistemas de producción, pero una de las clasificaciones tradicionales donde podemos englobar cuatro tipos: sistema de producción por trabajo o encargo, sistema de producción de flujo continuo, sistema de producción en masa y sistema de producción por lotes.

Figura 1. Línea de producción.



Fuente propia

Sistema de producción por trabajo o encargo

Este sistema también se conoce bajo pedido, en donde solo se produce una pieza, de acuerdo con las características que requiere el cliente, por lo que no existe línea de producción que siga un flujo. Este sistema de producción es de manera manual, donde se pueden usar herramientas o maquinas. Un ejemplo podría ser la fabricación de un eje roto de una máquina, donde llevan la pieza rota y hay que fabricarla según la muestra, ya que en muchas ocasiones no hay planos de fabricación ni del componente, por lo que la habilidad del fabricante es importante. Otro ejemplo puede ser en la carpintería, que la pieza se fabrica de acuerdo con lo que el cliente necesita.

Sistema de producción de flujo continuo

Este sistema es lo contrario al sistema de producción por encargo o pedido. Este sistema, como su nombre lo indica, es de flujo continuo, es decir, no para, es una pieza, tras otra pieza, puede ser que la producción sea las veinticuatro horas del día. Lo anterior, para maximizar la producción y reducir los costos. Para llevar a cabo la producción de flujo continuo, se requieren normalmente, sistemas mecánicos y automatizados.

Sistema de producción en masa

En el sistema de producción en masa, también se producen grandes cantidades de piezas como en el sistema de producción de flujo continuo, pero la diferencia es que no se realiza de forma continua. Generalmente este tipo de sistema es para ensamblajes, es decir, a la empresa le llegan los componentes fabricados por otros y luego los ensambla.

Sistema de producción por lotes

En este sistema de producción, la cantidad de productos fabricados es una cantidad limitada, de acuerdo al pedido realizado por el cliente. Puede tener una línea de producción y de ensamble, para facilitar la producción del lote. La cantidad del lote, puede no ser pequeña, por lo que es necesario montar la línea de producción de tal manera que facilite la producción del lote a fabricar. [3]

Figura 2. Lote de producción.



Fuente propia

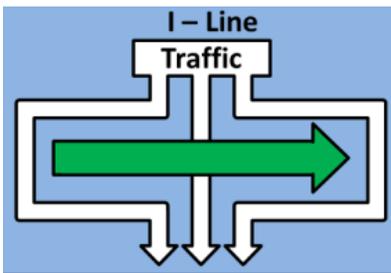
Tipos de líneas de producción

El tipo de línea de producción a seleccionar es muy importante porque impacta en el rendimiento de la producción. La línea de producción hoy en día, es la línea en forma de una U. Aunque existen otros tipos, como lo son la I, S y L. [4]

Línea I.

Esta línea de producción es la más simple, ya que su forma es la de una línea recta. Normalmente son líneas cortas, pero hay excepciones como en la producción del acero, que son largas, debido a que los componentes que se fabrican son de varios metros de longitud y no llevan dobleces, por lo que es imperativo que la forma de la línea de producción sea recta.

Figura 3. Línea tipo I

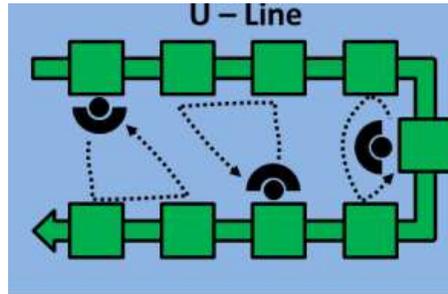


Fuente: Producción en línea.net

Línea U.

La línea de producción U, es muy usada porque permite compactar o reducir a la mitad una línea I. Este tipo de línea de producción se usa para maquinas que necesitan estar cerca o donde la producción es manual, y debido a su configuración, los operadores están dentro de la línea U, el material se suministra por fuera de la línea.

Figura 4. Línea tipo U.

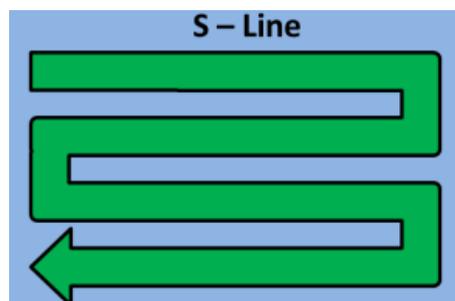


Fuente: Producción en línea.net

Línea S.

Este tipo de línea se usa especialmente en líneas de ensamblaje, ya que pueden tener muchos metros de largo y verse pequeña a su vez. Este tipo de línea puede adaptarse fácilmente en una planta de fabricación, en donde la logística también es más sencilla manejarla.

Figura 5. Línea tipo S.

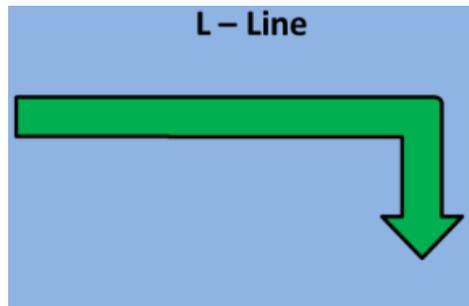


Fuente: Producción en línea.net

Línea L.

Este tipo de línea no es muy normal o común que se vean en las plantas automotrices, debido a que la mayoría de las líneas en esta forma es por el espacio disponible o por el diseño de líneas descuidadas.

Figura 6. Línea tipo L.



Fuente: Producción en línea.net

Productividad.

La productividad en una empresa es un indicador de eficiencia y capacidad operativa, que a su vez hace referencia a las acciones empleadas para mejorar en su forma global. Esto se define básicamente en la capacidad de llevar a cabo las tareas laborales maximizando la eficiencia, orientando las acciones hacia la excelencia en términos de calidad y priorizando la innovación en todo momento.

Hoy en día la productividad dentro de una empresa se ha convertido en uno de los retos más relevantes de los líderes de dicha corporación. La excelencia estratégica es el principal objetivo para poder ver como resultado una producción deseada.

Englobar el conjunto de acciones que se realizan para que la empresa sea eficiente y cumpla con sus objetivos operativos y estratégicos, y esto a su vez pueda valorarse como un indicador de volumen de trabajo.

El desarrollo de estrategias que fomenten la motivación y satisfacción de todos los trabajadores hace que aumente cada vez más la productividad de una empresa. En este sentido, contar con equipos proactivos y alineados con los objetivos empresariales estimula la maximización de su rendimiento y, por consiguiente, el potencial productivo.

Con el paso del tiempo se ha ido evolucionando este concepto gracias al desarrollo de nuevos modelos de negocios, ganando una connotación mucho más empática, humana y socialmente responsable.

Tabla 1. Definición de los factores claves de éxito relacionados con el estudio

FACTORES CLAVE DE EXITO	CONCEPTO
Paradas	Es tener medido y contabilizado el nivel de paradas que se presentan en la op.70 y op.75 para así poder establecer cuál es la causa de la falla presentada y analizar el nivel de incidencia que este tiene sobre la productividad de la línea de campana.
Eficiencia	Es el cumplimiento de los objetivos que se plantean a nivel de planificación de la producción, mide el grado porcentual de productividad, de cada máquina de la línea de campana.
Eficacia	Se refiere a la calidad del producto terminado en la línea y la evaluación del material recibido de los proveedores, es decir, al material recibido de las maquinas previas a la línea de campana.

Fuente: Propia

Tabla 2. Tabla de indicadores mediante su conceptualización

INDICADOR	CONCEPTUALIZACION	FORMULA
OEE	Índice que mide el rendimiento (Eficacia) de la máquina. Indica en función del tipo de perdidas, las áreas de oportunidades de mejora, para alcanzar un rendimiento global igual a un 90%.	Disponibilidad X Rendimiento X Calidad

Capítulo 2. Marco teórico (Antecedentes).

DISPONIBILIDAD: Índice de desempeño operacional	Índice del tiempo operacional. Mide la disponibilidad de la máquina y es afectado por: 1.- Tiempo perdido debido a las fallas de equipos. 2.- Tiempo perdido debido a la falta de materia prima. 3.- Tiempo perdido debido a la falta de mano de obra. 4.- Tiempo perdido debido a cambios de producto.	Disponibilidad= $\frac{\text{Tiempo disponible} - \text{Tiempo de paradas}}{\text{Tiempo disponible}}$
Rendimiento Índice de desempeño operacional	Mide la capacidad de la maquina en estudio y es afectado por: 1.- Pequeñas paradas de maquina 2.- Reducción de la velocidad de la máquina. 3.- Tiempos muertos.	RENDIMIENTO= $\frac{\text{Cantidad producida (unidad) (CP)}}{\text{Velocidad estándar X Tiempo Operativo. TIEMPO OPERATIVO= (Cantidad de productos aceptables) / (Cantidad de productos producidos)}}$
Tasa de la Calidad	Mide la capacidad de la maquina en estudio y es afectado por: 1.- Productos bloqueados por reproceso. 2.- Productos con defectos.	TASA DE LA CALIDAD= $\frac{\text{Cantidad de productos aceptables}}{\text{Cantidad de productos producidos}}$
Tiempo de paradas no programadas	Indica que permite medir el tiempo existente en paradas no programadas en la línea de campana	NA
Desperdicio de materia prima	Este indicador permite cuantificar las pérdidas existentes a nivel de materia prima (campanas)	NA
Calidad del producto	Este indicador permite medir la cantidad de fallas existentes a nivel de producto terminado	NA

Fuente: Propia

Proceso de manufactura de materia prima

Procedimiento 1 (Operación 10).- “Careado y Centrado”

1. Se prepara la materia prima ya colocada en mesa buffer y una banda transportadora que lleva la pieza hasta el sensor de proximidad que se tiene al final de la mesa buffer.
2. El sensor de proximidad se activa al momento de sentir presencia de pieza y le manda una señal al robot para que se acerque a final de la banda para poder tomarla.
3. El robot toma la pieza con uno de sus dos gripers proveniente de la banda transportadora, la acerca frente a pieza ya maquinada y con el otro griper de agarre toma la pieza ya maquinada, la retira y en ese mismo momento da un pequeño giro hacia la izquierda y coloca la nueva pieza a maquinar. Ya una vez teniendo la pieza maquinada, la lleva a la siguiente banda transportadora y la suelta.
4. Una vez teniendo la nueva pieza lista para maquinar, procede a realizar el careado y centrado exterior con una pulidora adjunta a un contrapunto de centro para realizar dicha operación con su debida programación.
5. Ya una vez teniendo la pieza maquinada sobre la banda, en el otro extremo ya está una nueva pieza esperando a ser recogida por el robot para así tener un nuevo ciclo idéntico.

Figura 7. Campana proveniente de Op.10



Fuente: Propia

Procedimiento 2 (Operación 20).- “Torneado exterior”

1. En este proceso ya se incluye el trabajo del operador, toma la pieza proveniente de banda transportadora de operación 10, la coloca dentro del torno en un porta herramienta con movimiento horizontal de derecha a izquierda y que a su vez tiene un contrapunto que sirve de sujeción y que a su vez hace presión del otro extremo para sostener la pieza.
2. El torno se encarga de darle varios detalles a la pieza, como lo es el acabado exterior, acabado en diámetros, longitudes, espaciamiento y el alabeo.
3. En el transcurso del proceso de maquinado, el operador se encarga de colocar campanas en las siguientes bandas transportadoras provenientes de op.10 para tenerlas más cercas a los otros 3 tornos donde se realiza la misma operación.
4. Una vez terminado el maquinado de pieza, el operador la retira y la coloca en una de las dos bandas transportadoras que se encuentran a un costado de los tornos para distinguirlas con las piezas que aún no están maquinadas.

5. Una vez que llega esa pieza maquinada a la banda transportadora final de los tornos, el operador la coloca en banda inicial de operación 60. [4]

Figura 8. Campana proveniente de Op.20



Fuente: Propia

Procedimiento 3 (Operación 60).- “Estriado y Cuerda en Roladora”

1. Las piezas provenientes del ultimo torno de operación 20, las toma una en una el robot de la operación 60 y la coloca en la base de la roladora.
2. Después esta misma base actúa en movimiento vertical con dirección delantera hacia unas barras largas horizontales también conocidas como peines que pasan encima del vástago (en sentido contrario ambas) de la campana y a base de presión le forman el estriado y la cuerda exterior a la campana.
3. En ese transcurso del tiempo, el robot hizo el movimiento por una pieza nueva, espera a que maquine por completo, toma la pieza maquinada, da un pequeño giro anti horario y coloca la pieza nueva a maquinar.

4. Después coloca la pieza maquinada en la banda transportadora y se sigue repitiendo el ciclo constantemente.
5. Esta operación se hace con la finalidad de poder ensamblar los componentes pertenecientes a una flecha completa.

Figura 9. Campana proveniente de Op.60



Fuente: Propia

Procedimiento 4 (Operación 70).- “Maquina de Temple”

1. Este proceso implica ya el calor por inducción, en el cual, al llegar a la máquina, un robot toma la pieza, la coloca en la base donde se le aplica calor por primera vez en la parte interior de la olla que ronda de los 800 a 900 grados Celsius y al terminar enfría de manera inmediata con una ducha de agua directa.
2. En seguida pasa a la siguiente estación de calor (trasladado por el robot presente en la maquina), que es en el vástago (área del estriado) en donde las temperaturas rondan entre los 800 y 900 grados Celsius, de igual manera calienta al rojo vivo y al terminar, da un enfriado directo mediante una ducha de agua.

3. De ahí, esa pieza es trasladada a banda final de operación que pasa a una última estación en donde es por medio de una diadema de aire, con dos tubos en los costados. Esto para eliminar el sobrante de agua que pueda tener la pieza debido a las duchas de enfriado y así evitar la corrosión de algunas áreas de la campana.

4. Este tratamiento consiste en el rápido calentamiento y enfriamiento de la pieza para obtener propiedades más eficientes de los materiales fortaleciendo y endureciendo el acero del cual están hechas las campanas.

- Esta fue una de las operaciones en donde se analizó más a detalle y se vio la posibilidad de realizar mejoras al proceso, realizando una nueva programación al robot encargado de hacer el traslape de piezas de una estación a otra, ya que dentro de la máquina, el robot tenía un sobretiempo de espera, debido a que dejaba la pieza en el primer proceso de templado que es el de olla y esperaba a que bajara un contrapunto encargado de sostener la pieza verticalmente y así evitar algún desajuste de esta y en ese transcurso de tiempo, el robot no hacía prácticamente nada solo esperar a que se colocara el contrapunto en la pieza pudiendo aprovechar ese tiempo en el traslape de piezas de un lugar a otro lugar, así teniendo una pérdida de tiempo innecesaria en el proceso. Debido que la operación de “templado” no se le puede modificar nada en absoluto ya que se cuenta con la aprobación de estudios anteriores.

Figura 10. Campana proveniente de Op 70 ya con su debido tratamiento térmico



Fuente: Propia

Procedimiento 5 (Operación 80).- “Inspección de fisuras”

1. En el siguiente proceso, se realiza la inspección visual de posibles fisuras o fracturas presentadas en la pieza, mediante una lámpara de luz ultravioleta, que le permite detectar de forma sencilla daños y fallas.
2. En este proceso se necesita la inspección muy detalladamente del operador, ya que se pueden presentar fisuras en áreas que no se ven a simple vista con luz ambiental y se requiere de una luz uv ya que, en el proceso de daño o formación de micro grietas, las micro cápsulas se rompen y liberan el contenido de su interior que es un compuesto fluorescente, y por ende su fácil detección visual. [5]

Figura 11. Cuarto de inspección de fisuras mediante lámpara que emite luz uv directo a la *pieza*



Fuente: Propia

Procedimiento 6 (Operación 90).- “Horno de revenido”

1. Este proceso comienza desde el ingreso de la campana al horno de revenido, en donde se calienta a una temperatura inferior a la crítica. Teniendo una velocidad lenta y constante la banda transportadora la cual se encarga de ir moviendo la pieza hasta el final.
2. Dentro del horno se mantiene esa temperatura para poder igualarla en toda la pieza y sea uniforme su relajación de partículas.

3. Después se enfría a una velocidad variable, cuidando que no sea excesivamente rápida para así reducir al máximo las tensiones térmicas que se generan.

Figura 12. Salida de Campanas una vez concluyendo su proceso de revenido



Fuente: Propia

Procedimiento 7 (Operación 75). - “Estampado en campana”

1. Este proceso se tiene especialmente para la identificación de material y se efectúa automáticamente sin la necesidad de tener operadores a su cargo. Mediante las siguientes nomenclaturas es que se distingue el material.

- Nombre de la empresa-ciudad proveniente.
- Línea en donde se fue producida la campana.
- Modelo de campana.
- Turno y jornada del día.

Procedimiento 8 (Operación 110).- “Rectificado y Diámetro exterior”

1. Al llegar las piezas provenientes de la operación de estampado, el robot toma la pieza de la banda, la coloca en un primer torno y en el transcurso de maquinado, el robot toma otra pieza y la lleva a un segundo torno y en ese momento ya maquinada la pieza del primer torno, está lista para dejar en la banda transportadora, y así cíclicamente.

2. En este proceso de acabado de piezas, se utiliza para mejorar la tolerancia dimensional y el acabado superficial del producto utilizando medios abrasivos.

3. Se realiza este proceso para garantizar la mayor precisión y así a la vez poder eliminar posibles rebabas o pedazos de acero sobrantes en la pieza.

Figura 13. Campana proveniente de op.110 rectificada final



Fuente: Propia

Procedimiento 9 (Operación 132-152).- “Maquinado de guías y esféricos”

1. En este proceso se cuenta con dos fresadoras, también conocidas dentro de la empresa como EMAG`S.
2. Para surtir de piezas estas dos EMAG`S, se cuenta con una banda transportadora por cada máquina, en donde antes de llegar a la fresadora, se cuenta con un stop, aquí se detienen las piezas para hacer la localización de guías mediante un sensor de ubicación, girando la pieza por medio de un robot a 360 grados frente al sensor, esto para localizar por completo las guías.
3. Una vez localizadas las guías, el robot coloca las piezas en una base pegada a una banda deslizante. Donde al estar frente a la fresadora, esta las recoge por

medio de dos bases circulares huecas en la parte de arriba, que, al ser ubicadas, estas bajan hacia las piezas, las toman y las conducen hacia las brocas en donde realizan primero el esférico y en seguida las guías A y B.

4. Después de la realización del esférico y las guías, estas piezas las conduce la banda transportadora hacia su último proceso que es el barrenado, esto depende del modelo que en su plan de control pida un barrenado o que en su caso no sea así.

Figura 14. Campana ya maquinada de guías y esférico

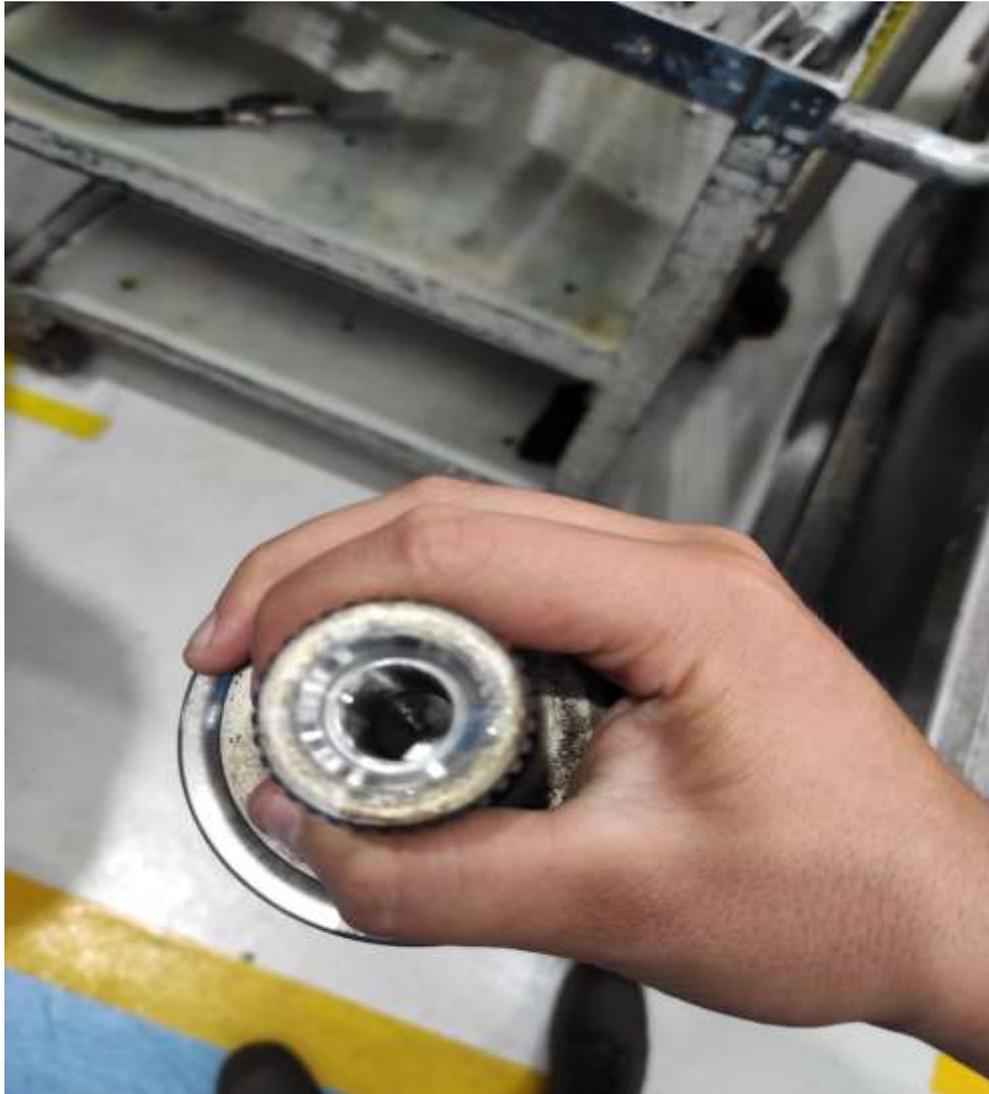


Fuente: Propia

Procedimiento 10 (Operación 160).- “Barrenado”

1. En este proceso solo se barrenan algunos modelos, debido al requerimiento del cliente. Y se cuenta con dos tornos en esta operación que hacen el mismo trabajo.
2. Las piezas son transportadas en una banda que a la vez es surtida por las EMAG`S (operación anterior) y que tienen como finalidad surtir a los tornos de esta operación.
3. Al llegar al final de la banda transportadora, se encuentra un sensor de aproximada que manda una señal al robot para que se acerque, tome la pieza y a su vez la ponga en uno de los tornos que este libre en ese momento.
4. El trabajo que realizan los tornos es barrenar la pieza por medio de un machuelo especial y único que permite el tallado interior cuya función es generar una rosca interior (cuerda interior).
5. Una vez maquinada la pieza, el robot la coloca en la banda transportadora final para así hacerla llegar a mesa de material terminado en donde se encuentra un operador que se encarga de colocarles por completo "PREVENTOX" que es un líquido anticorrosivo y después colocarlas dentro de una caja ordenadamente.

Figura 15. Campana barrenada y con anticorrosivo



Fuente: Propia

**Elaboración del plan de mejora en la línea 1 de producción de la empresa GKN
DRIVELINE CELAYA:**

Tabla 3. Cuadro FODA

Fortalezas	Debilidades
<ol style="list-style-type: none">1. Empresa reconocida a nivel mundial.2. Años de experiencia en la industria automotriz.3. Posee la maquinaria necesaria con la tecnología adecuada.4. Existencia de buena comunicación entre jefe-Operador.5. Capacidad de innovar.6. Amplia capacidad de producción.	<ol style="list-style-type: none">1. Paradas inesperadas debido a la acumulación de material.2. Falta de mejora de programación de algunos robots.
Oportunidades	Amenazas
<ol style="list-style-type: none">1. Personal capacitado y apto para seguir capacitando.2. En el mercado actual se cuenta con una tecnología más avanzada.3. Seguir incorporando planes y/o actividades de motivación personal que labora en la empresa.	<ol style="list-style-type: none">1. La situación actual del país y del mundo afecta considerablemente a la economía de la empresa.2. Aumento de los costos de materia prima generado por el constante crecimiento de la inflación.

Fuente: Propia

Tabla 3(b). Cuadro FODA

Fortalezas	Debilidades
<p>7. Empresa reconocida a nivel mundial.</p> <p>8. Años de experiencia en la industria automotriz.</p> <p>9. Posee la maquinaria necesaria con la tecnología adecuada.</p> <p>10. Existencia de buena comunicación entre jefe-Operador.</p> <p>11. Capacidad de innovar.</p> <p>12. Amplia capacidad de producción.</p>	<p>3. Paradas inesperadas debido a la acumulación de material.</p> <p>4. Falta de mejora de programación de algunos robots.</p>
Oportunidades	Amenazas
<p>4. Personal capacitado y apto para seguir capacitando.</p> <p>5. En el mercado actual se cuenta con una tecnología más avanzada.</p> <p>6. Seguir incorporando planes y/o actividades de motivación personal que labora en la empresa.</p>	<p>3. La situación actual del país y del mundo afecta considerablemente a la economía de la empresa.</p> <p>4. Aumento de los costos de materia prima generado por el constante crecimiento de la inflación.</p>

Fuente: Propia

Capítulo 3

Planteamiento del problema

3.1. Identificación. Hoy en día dentro de la rama automotriz existe una fuerte competencia en el mercado, por lo que se ve en la necesidad de mantener un continuo aumento de producción y calidad en su producto. Por lo que la meta de GKN AUTOMOTIVE es esforzarse día a día para alcanzar con éxito la satisfacción del cliente en todo momento, enfocándose en realizarlo de manera eficiente logrando una alta productividad y sin afectar la calidad del producto. Dentro de la empresa “GKN AUTOMOTIVE CELAYA” se cuenta con una línea de producción nueva, con un inicio de producción en serie a mediados del mes de abril del año 2021, en la cual no se cumple con el número de salida de piezas maquinadas deseadas, teniendo una eficiencia aproximadamente del 88.88% en producción, es decir, no se ha logrado incrementar la producción en el transcurso del tiempo que se lleva laborando hasta la fecha.

3.2. Justificación.

Las empresas automotrices no se encuentran ajenas al impacto de los conflictos generados como consecuencia de constante cambio y actualización en este mundo de la rama automotriz, ya que dentro y fuera de estas se presentan realidades y actitudes que hace necesario un adecuado clima a fin de evitar conflictos y que estos afecten directamente en la calidad y producción de las herramientas que se ofrecen.

Para “GKN AUTOMOTIVE CELAYA” es de suma importancia incrementar la producción en esa línea, ya que es una de las más ineficientes a nivel producción

campana y también una línea donde más demanda tiene debido a la producción de piezas con bastante importancia en el mercado. Ya que lo que se pretende es mejorar la salida en todos sus modelos presentes, teniendo el mismo rendimiento tanto en maquinaria como en operadores.

La presente investigación es viable, pues se dispone de los recursos económicos, humanos y de fuentes de información necesarios para llevarla a cabo.

En el aspecto disciplinario, el estudio pretende contribuir a los estudios que se realizan a nivel local, particularmente en Celaya Guanajuato, sobre la importancia de preparar al personal y motivarlo para una mejor comunicación, productividad, calidad, eficacia y eficiencia en horario laboral.

3.3. Alcance.

En la actualidad la rama automotriz sufre de constante demanda en mejorar cada vez más sus productos y para ello se ven la necesidad de plantear nuevos proyectos para lograr cambios significativos, siendo esta una oportunidad muy grande para conocer y adentrarnos al mundo laboral automotriz, haciendo rendir de mejor manera toda la maquinaria y el personal disponible en la línea de producción. Esta mejora va dirigida directamente al área de producción de manufactura en planta GKN CELAYA, así mismo se busca ir mejorando salida de modelos en diferentes líneas de producción con los resultados deseados, teniendo en cuenta distintos factores que en un tiempo no deseado pueden limitar la producción.

Capítulo 4

Objetivos

4.1. Objetivo general.

Hacer producir 180 piezas por hora, en cada modelo existente, en la línea 1 de Campana para inicios del año 2022. Haciendo un análisis muy profundo tanto al personal encargado, así como a la maquinaria encargada de realizar dichas operaciones. Para así, generar un mayor ingreso económico y a la vez un alto nivel de satisfacción de sus clientes.

4.2. Objetivos específicos.

- Identificar los procesos de operación de cada maquinaria, así como actividades de operadores.

- Desarrollar tabla de Tiempos-Ciclos de cada operación con su debido modelo cada uno.

- Establecer procesos en maquinaria o en su caso sus programaciones para las operaciones más demandantes.

Capítulo 5

Metodología

Paso 1. Planeación de la investigación

Designación del responsable del proyecto

Se designó como responsable de llevar a cabo la mejora de salida de piezas en la empresa “GKN AUTOMOTIVE CELAYA” al alumno de la carrera de ingeniería en sistemas automotrices Carlos Andrés Sandoval Estrada, quien tuvo como apoyo del proyecto al Ingeniero Félix Eduardo Gómez Rojas, Líder y jefe inmediato de manufactura, en conjunto con todo su equipo encargado de esa área.

Investigación preliminar

La empresa cuenta con distintos procesos de operaciones en las líneas de trabajo, las cuales algunas máquinas ya están programadas por completo y tienen sus debidas mejoras, de las cuales se obtendrá la información necesaria para identificar todos los procesos, los mismos que se tendrán que analizar y comparar con la línea a desarrollar la mejora requerida.

Establecimiento del objetivo para el manual de proceso

Como ya fue mencionado, se busca mejorar la salida de piezas en producción mediante un estudio completo de la línea, donde tanto operadores como maquinaria cumplan los requerimientos.

Autorización del programa de trabajo

El programa de trabajo se autorizó por el encargado y jefe directo del practicante Carlos Andrés Sandoval Estrada, el Ingeniero Félix Eduardo Gómez.

Integración del equipo de trabajo

En este punto es importante mencionar que no existe como tal un equipo de trabajo, ya que todas las responsabilidades que conlleva el proyecto estarán a cargo del alumno de la carrera de ingeniería en sistemas automotrices: Carlos Andrés Sandoval Estrada quien tendrá como apoyo dentro de la empresa al ing. Félix Eduardo Gómez Rojas y todo el equipo de manufactura.

Paso 2. Técnicas de investigación para la obtención de información

Investigación documental

Se obtuvo información documentada, la cual está dirigida únicamente hacia el personal del área de manufactura dentro de la empresa, en dicha información se muestran los diferentes modelos actualizados que se producen en la línea 1 de campana, con el propósito de llevar un control y registro de modelos y marcas nuevas produciendo en dicha línea. La cual se muestra a continuación:

Tabla 5. Producción por hora línea 1

		<h2 style="text-align: center;">Clientes y Productos</h2> <p style="text-align: center;">Actualización: Cada cambio Responsable: Ing. Manufactura</p>		
CAMPANA LINEA 1				
Cliente	Número de parte	Piezas por Hora (100% de OEE)	Operación cuello de botella	
	10404496	160	75	
	10404498	160	75	
	10404500	160	75	
	20009553	160	75	

Fuente: Propia

La línea 1 de campana produce 160 piezas por hora, el cuál esta debajo del objetivo de 180 piezas por hora.

Se llevó a cabo a todo el personal involucrado, un cuestionario sobre la producción, con el objetivo de saber los conocimientos que tienen a cerca de sus labores diarias:

Figura 16. Cuestionario a personal involucrado de producción



Nombre del operador: _____

1.- Dentro de su puesto de trabajo, ¿Se encuentran bien definidas sus responsabilidades?

2.- Señale el tipo de producción que se lleva a cabo dentro de la empresa (puede señalar más de uno)

- Producción en masa ()
- Producción de flujo continuo ()
- Producción por lotes ()
- Producción bajo pedido ()

3.- Cuenta con alguno de los siguientes documentos que oriente como se realiza el proceso en caso de estancarse en alguna operación:

- () Plan de trabajo.
- () Plan de procesos.
- () Plan de operaciones.

4.- Describa con detalle las actividades del proceso que realiza cotidianamente en su área de trabajo.

5.- ¿Se tiene un programa de trabajo diario y se le da a conocer a todo el personal de línea?

6.- ¿Cuenta con las herramientas necesarias para realizar sus actividades en su puesto de trabajo?

7.- ¿Al ingresar a su puesto de trabajo, se le asigno equipo de trabajo completo?

Fuente: Propia

Todo esto se realiza con la finalidad de conocer y obtener información de actividades de los operadores acerca de los procesos llevados a cabo en la línea productiva de campana, para lo cual se necesitó realizar esta encuesta a los operadores encargados de esta línea de campana.

2.3 Observación directa

Se realizaron recorridos muy constantes por toda la línea de producción, el cual fue apoyado con fotografías de operaciones (maquinaria), con la que se cuenta actualmente en la línea: (Ir a Anexo 2).

Paso 3. Análisis de la información

El proceso general consta de las siguientes actividades:

Tabla 6. Operaciones realizadas en línea 1

LINEA 1 CAMPANA									
Op.10	Op.20	Op.60	Op.70	Op.80	Op.90	Op.75	Op.110-140	Op.132-152	
"Careado y Centrado"	"Torneado Exterior"	"Estriado y Cuerda"	"Maquina de Temple"	"Inspección visual de fisuras"	"Horno de revenido"	"Estampado y Magnatest"	"Rectificado y Diametro Exterior"	"Maquinado de guias"	Op.160
									"Barrenado"

Fuente: Propia

Paso 4. Estructuración de los procedimientos

1. Op.10 Careado y centrado

Antes de entrar la materia prima a la operación 10, se hacen algunas observaciones. Cuando llega la materia prima (forja) sin ningún proceso de manufactura, se debe tener un control de calidad, esto refiriéndose a varios factores, por ejemplo, que la forja llegue sin ningún punto de corrosión, que llegue el modelo correcto, que tenga las medidas específicas en general de material (que no padezca falta de materia prima como es el acero).

Una vez teniendo todo lo anterior listo, se puede comenzar con la producción en la primera operación, aquí se realiza el pulido en la base de la parte superior de la campana, al igual que un pequeño desbaste de material en forma vertical de arriba

hacia abajo, dejando un pequeño barreno que servirá en las siguientes operaciones como sujetador de herramienta llamada contrapunto. [6]

2. Op. 20 Torneado Exterior

El método de torneado exterior consiste en pulir la campana en la parte exterior, marcando y ajustando a la vez los ángulos y diámetros necesarios del diseño.

Para esta operación se cuenta con 4 tornos, en los cuales realizan la misma operación, esto para dar la cantidad de piezas requeridas.

3. Op. 60 Estriado y Cuerda

Es un proceso en el cual se encarga la máquina de realizar un estriado (líneas verticales desbastadas de material en el cuello del vástago mayor) y una cuerda (tipo de roscado que depende de una barra horizontal que aplica una fuerza vertical para la realización de esta).

4. Op. 70 Maquina de Temple

Es un proceso térmico por el cual las aleaciones en este caso de acero se fortalecen y endurecen por medio de una inducción de calor en zonas específicas, en este caso en el vástago y dentro de la olla de la campana para poder resistir y no sufrir deformaciones mecánicas al momento de pasar a las siguientes operaciones en donde ya influye mucho el someter a esfuerzos más grandes.

5. Op.80 Inspección visual de fisuras

Es una operación en donde se realiza una inspección visual de posibles fisuras o grietas en la campana por medio de una luz ultravioleta que se encuentra dentro de un pequeño cuarto cerrado, esto para aprovechar la oscuridad y se puedan notar con mayor facilidad las posibles fisuras que se puedan detectar y que en un futuro el material falle con mayor facilidad. [7]

6. Op. 90 Horno de revenido

Es un tratamiento térmico a baja temperatura que se realiza después de haber pasado por el proceso de temple, con el objetivo de alcanzar la proporción de dureza y resistencia deseada a una temperatura constante menor a la de templado. Este proceso se realiza con el propósito de disminuir la gran fragilidad que se tiene la campana tras el proceso de temple. [8]

7. Op. 75 Estampado y magnatest

Este es un proceso en el cual, por medio de una pistola con punta metálica, empieza a marcar códigos y numeración para identificar la campana, así como en la línea donde se máquina y el turno.

Los magnates es un detector térmico de acero, para identificar material con o sin proceso térmico en operaciones anteriores. [9]

8. Op. 110-140 Rectificado y Diámetro Exterior

El proceso de rectificado se lleva a cabo para mejorar la tolerancia dimensional y el acabado superficial del producto, removiendo material como la posible presencia de rebaba y exceso de metal.

9. Op. 132-152 Maquinado de guías

Esta operación consta de dos máquinas idénticas haciendo la misma operación realizando dos maquinados de piezas en la misma máquina, en ellas realiza la elaboración de guías y esférico por medio de unas fresas avellanadoras fijas como base, y estas son sujetadas por dos bases circulares huecas en la parte de arriba, estas conducen a las campanas a que les realicen el maquinado haciendo girar rápidamente las bases huecas en donde están sujetas las piezas. [10]

10. Op. 160 Barrenado

En esta operación se realiza un barrenado y una cuerda especial dentro del torno, dependiendo del modelo que se esté trabajando será el tipo de broca que se usara, este barrenado es para que se pueda ensamblar la flecha homocinética completa. [11]

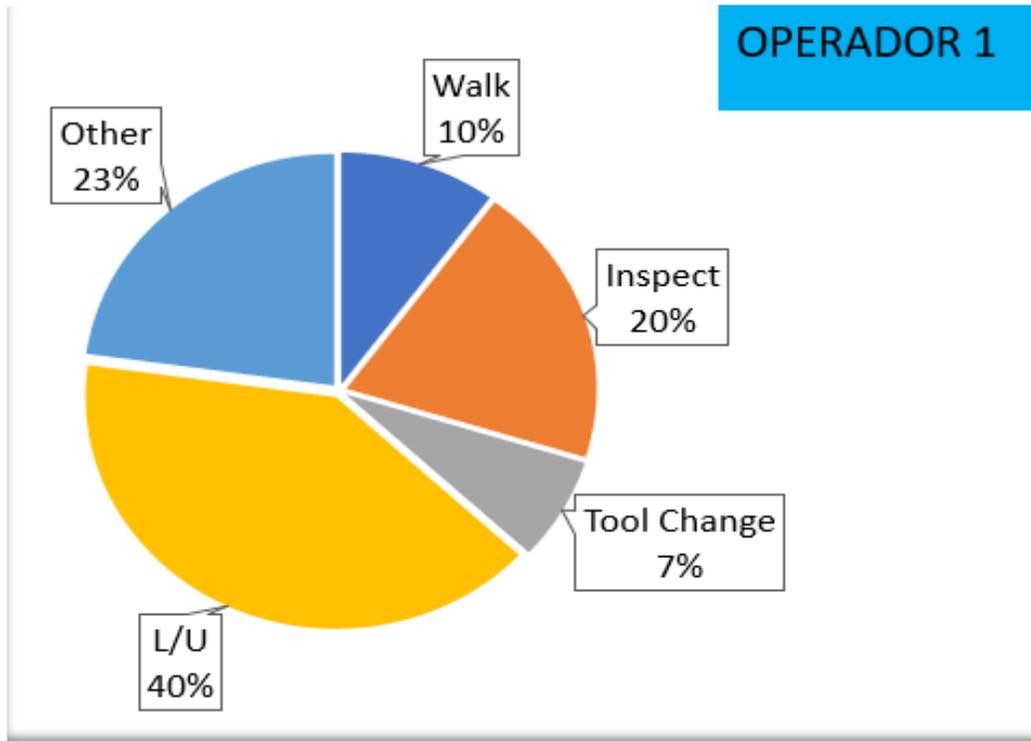
Tabla 9. Operador 1 a cargo de 2do turno de Op.20

Time activity (sec)	Part time (seg)	Sequencia	Description	Frequency		Distance (m)	Time activity (sec)	Part time (seg)	Sequencia	Description	Frequency		Distance (m)	Time activity (sec)	Part time (seg)
				Times	Parts						Times	Parts			
68	Pzhr	20	Torneado en suave	Maq.	T-7044		72	Pzhr	20	Torneado en suave	Maq.	T-7040		66	Pzhr
3.00	0.22	12	Camina a mesa de inspección	5	68	1.90	1.31	0.10	21	Camina a mesa de inspección	5	67	1.85	1.28	0.10
3.00	0.09	16	Regresa a máquina T-7044	1	100	1.9	1.31	0.01	25	Camina a máquina T-7040	1	100	1.85	1.28	0.01
1.70	1.70	18	Camina a máquina T-7040	1	1	2.4	1.66	1.66	27	Camina a máquina T-7021	1	1000	11.56	7.97	0.01
	1.85														0.12
13.00	0.96	13	Diámetro de estriado, altura y horquilla	5	68		13.00	0.96	22	Diámetro de estriado, altura y horquilla	5	66		13.00	0.96
21.00	0.52	14	Diámetro de centro de radio	2	72		21.00	0.58	23	Diámetro de centro de radio	2	66		21.00	0.54
	1.57														1.62
130.00	0.13	17	Cambio de broca y sus 4 insertos	1	1000		130.00	0.13	26	Cambio de broca y sus 4 insertos	1	1000		130.00	0.13
25.00	0.13		Inserto 1, Refrentado	1	200		25.00	0.13		Inserto 1, Refrentado	1	200		25.00	0.13
25.00	0.25		Inserto 2, Desbaste	1	100		25.00	0.25		Inserto 2, Desbaste	1	100		25.00	0.25
25.00	0.25		Inserto 3, Acabado	1	100		25.00	0.25		Inserto 3, Acabado	1	100		25.00	0.25
25.00	0.17		Inserto 4, Detalle	1	150		25.00	0.17		Inserto 4, Detalle	1	150		25.00	0.17
	0.92							0.92							0.92
5.75	5.75	11	Carga/Descarga pieza	1	1		5.23	5.23	20	Carga/Descarga pieza	1	1		6.77	6.77
2.00	1.00	10	Traslape de piezas	1	1		2.00	2.00	24	Registro de datos HS	1	66		10.00	0.15
10.00	0.15	15	Registro de datos HS	1	72		10.00	0.14	19	Traslape de piezas	1	1		2.00	2.00
	1.15														2.15
	9.39														

Fuente: Propia

Tabla 11. Grafica porcentual de actividades desempeñadas por operador 1

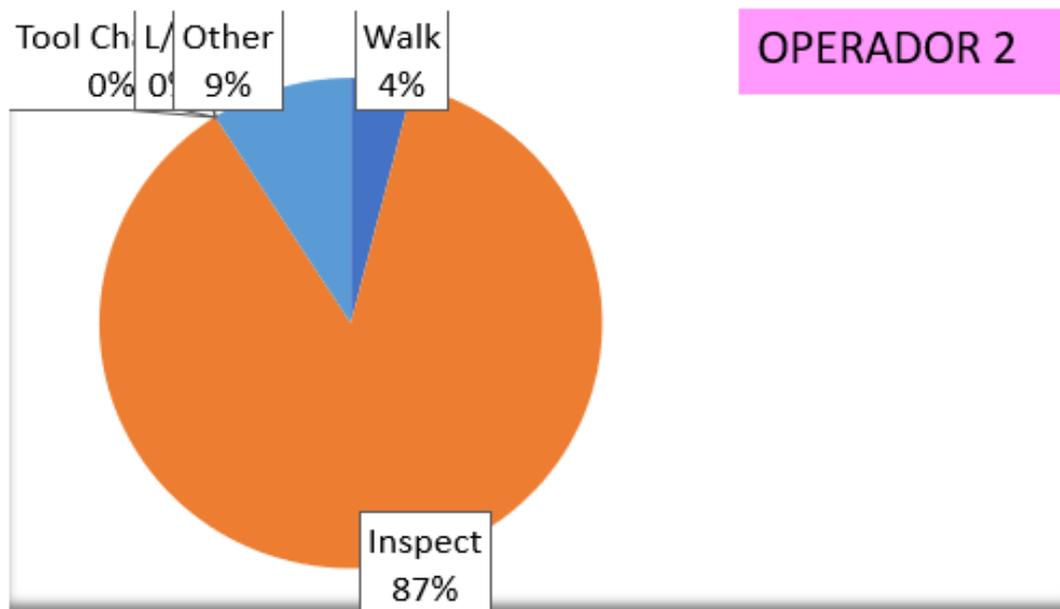
Walk	Inspect	Tool Change	L/U	Other
1,49	2,89	1,05	5,92	3,35



Fuente: Propia

Tabla 12. Grafica porcentual de actividades desempeñadas por operador 2.

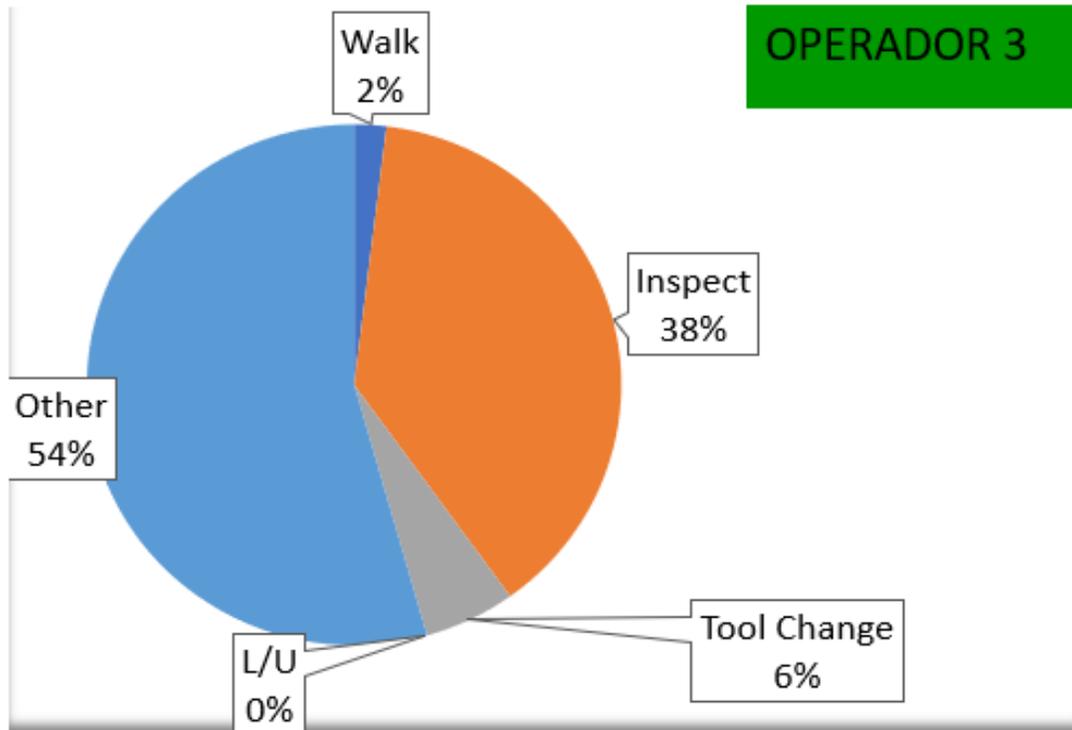
Walk	Inspect	Tool Change	L/U	Other
0,75	16,48	0,00	0,00	1,72



Fuente: Propia

Tabla 13. Grafica porcentual de actividades desempeñadas por operador 3

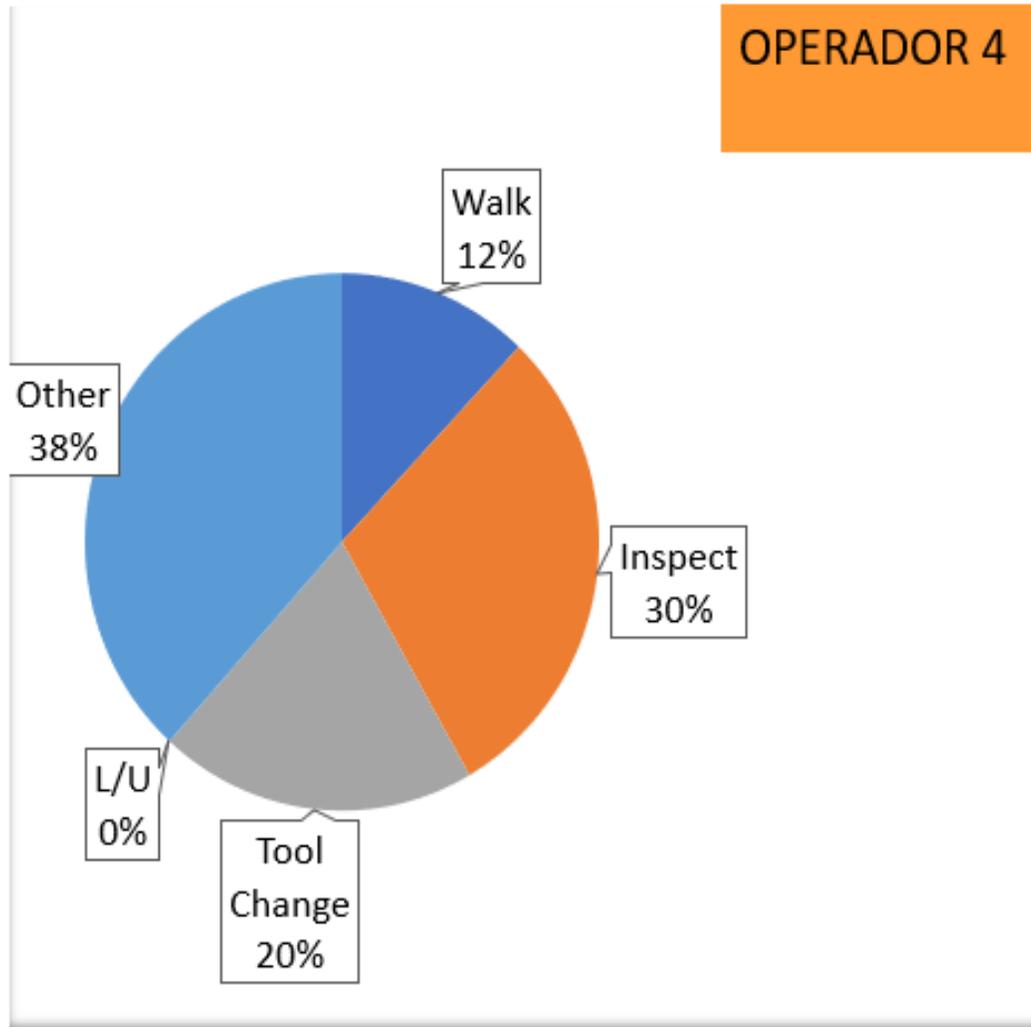
Walk	Inspect	Tool Change	L/U	Other
0,12	2,38	0,34	0,00	3,39



Fuente: Propia

Tabla 14. Grafica porcentual de actividades desempeñadas por operador 4

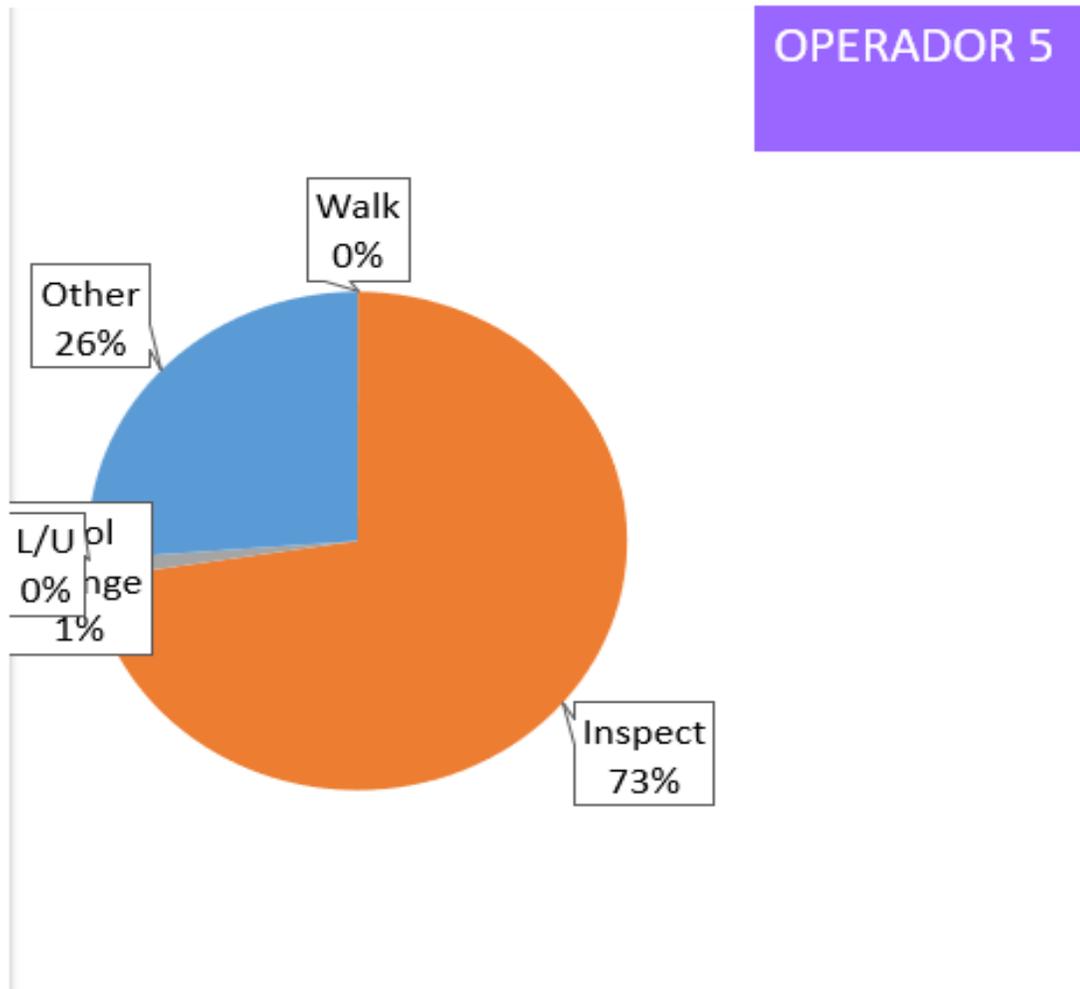
Walk	Inspect	Tool Change	L/U	Other
0,46	1,14	0,77	0,00	1,47



Fuente: Propia

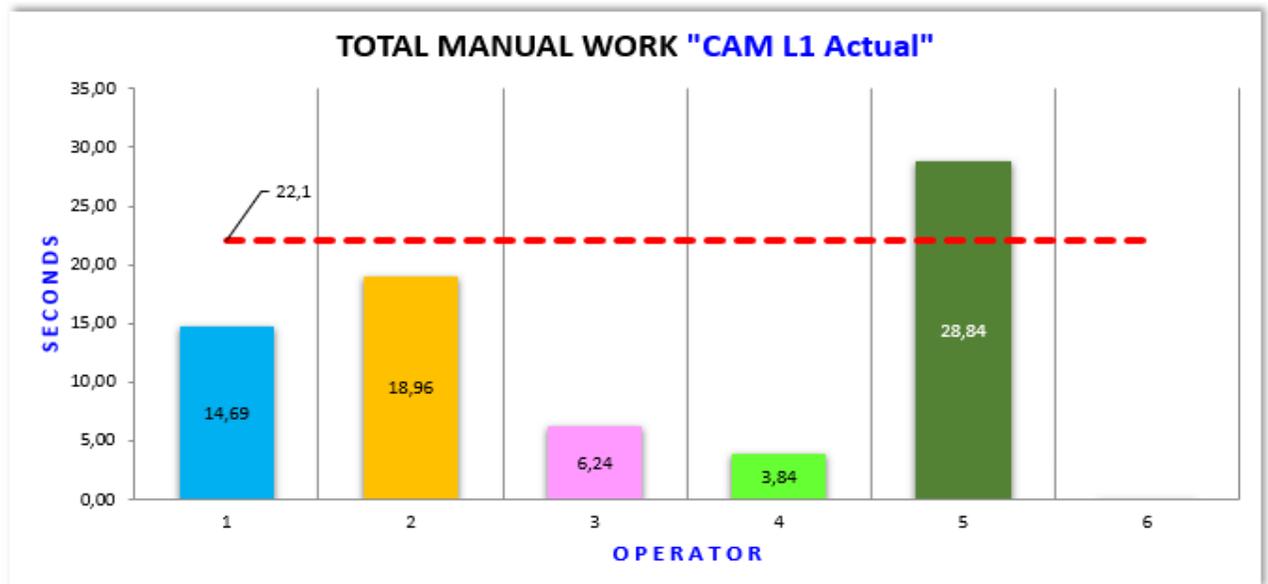
Tabla 15. Grafica porcentual de actividades desempeñadas por operador 5

Walk	Inspect	Tool Change	L/U	Other
0,01	20,93	0,35	0,00	7,55



Fuente: Propia

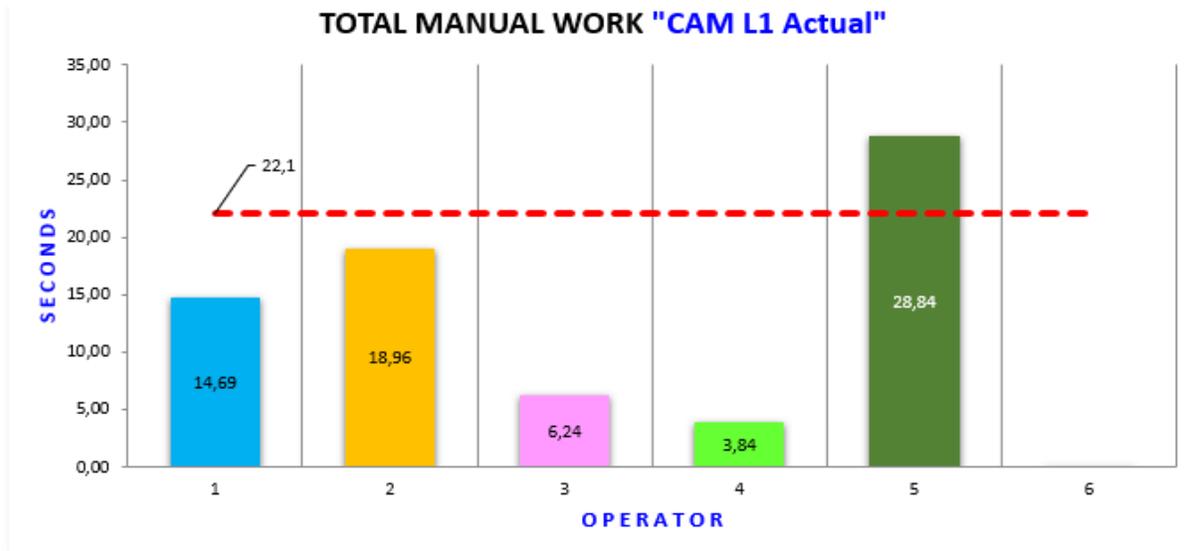
Tabla 16. Grafica de barras indicando el tiempo en segundos que llega a tardarse el operador en realizar dichas actividades asignadas



CONCEPT	MAN theor	MAN by tasks	MACHINE 100%OEE	MACHINE mac avail	THEOR NUMBER OF WORKERS	
NUMBER OF WORKERS	5	5	5	5	3,6	
PARTS per HOUR	225	113	163	144		
PERSONAL TIME (D.L. Min/part)	1,33	2,65	1,84	2,09		
TOTAL MANUAL WORK	72,56					
SECONDS PER HOUR OPERATOR	3263					
SECONDS /HOUR MACHINE	3168				72% OEE de linea	
EFFICIENCY	88%				99% OEE objetivo	
CELL BOTTLE NECK CYCLE	22,07					
Pz/hr	163					
Operador	1	2	3	4	5	6
Carga por operador (seg/pz)	14,69	18,96	6,24	3,84	28,84	0,00
Cuello de botella (seg)	22,1					

Fuente: Propia

Tabla 17. Tabla de indicadores de datos importantes para la mejora de producción



CONCEPT	MAN theor	MAN by tasks	MACHINE 100%OEE	MACHINE mac avail	THEOR NUMBER OF WORKERS	
NUMBER OF WORKERS	5	5	5	5	3,6	
PARTS per HOUR	225	113	163	144		
PERSONAL TIME (D.L. Min/part)	1,33	2,65	1,84	2,09		
TOTAL MANUAL WORK	72,56					
SECONDS PER HOUR OPERATOR	3263					
SECONDS /HOUR MACHINE	3168				72% OEE de linea	
EFFICIENCY	88%				99% OEE objetivo	
CELL BOTTLE NECK CYCLE	22,07					
Pz/hr	163					
Operador						
Carga por operador (seg/pz)	14,69	18,96	6,24	3,84	28,84	0,00
Cuello de botella (seg)	22,1					

Fuente: Propia

El operador 5 es el que hizo más tiempo en la parte manual. Porque el realiza la inspección más a detalle.

5.1.2 ESTUDIOS Y MOVIMIENTOS DE TIEMPOS POR OPERACIONES EN LINEA 1 DE CAMPANA POR MODELOS MAS DEMANDANTES EN EL MERCADO.

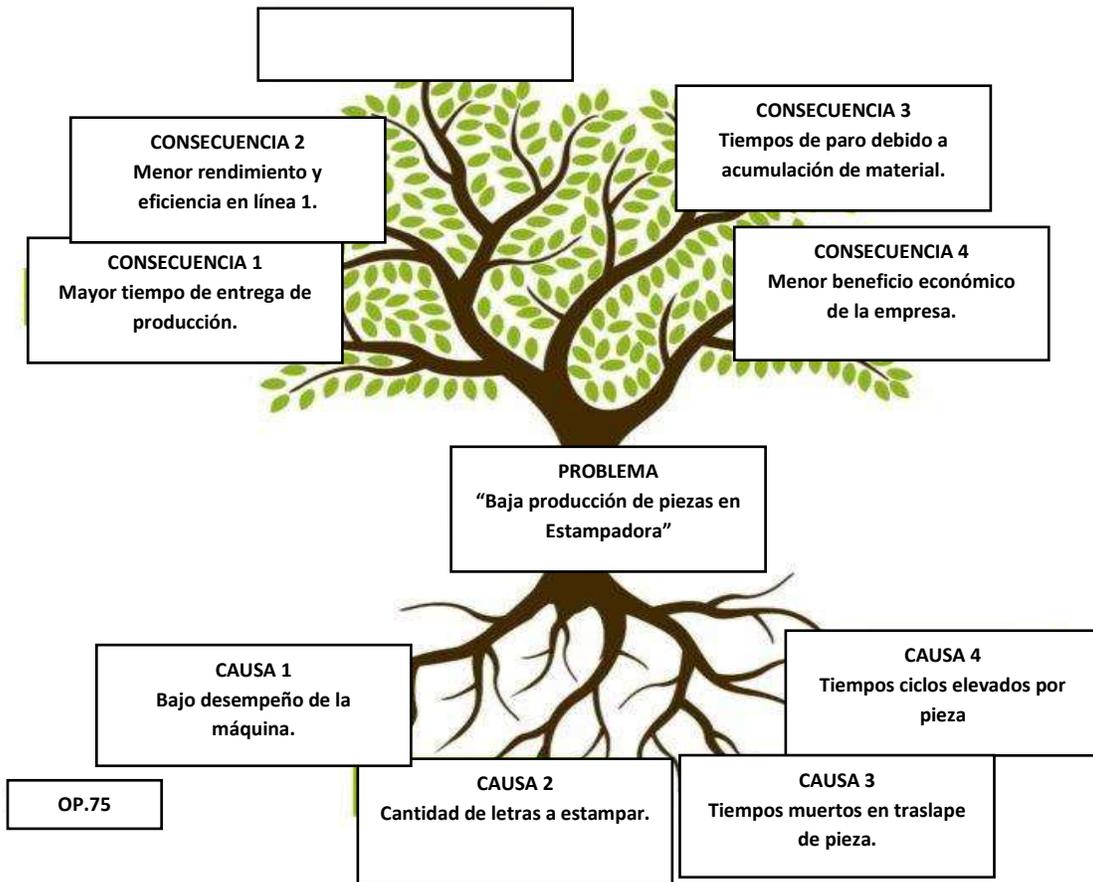
Los estudios de tiempos y movimientos sirven a los empleados a comprender la naturaleza y el costo verdadero del trabajo, y les permiten ser útiles a la gerencia en la tarea de reducir costos innecesarios y balancear las celdas de trabajo, a fin de allanar el flujo del mismo. Además, los estándares de tiempo ayudan a los gerentes a tomar sus decisiones importantes con inteligencia. [12]

A continuación, se muestran los tiempos por operación desempeñadas por operación en línea 1 de campana:

Tabla 19. Continuación de estudio tiempo-ciclo por operación en línea 1

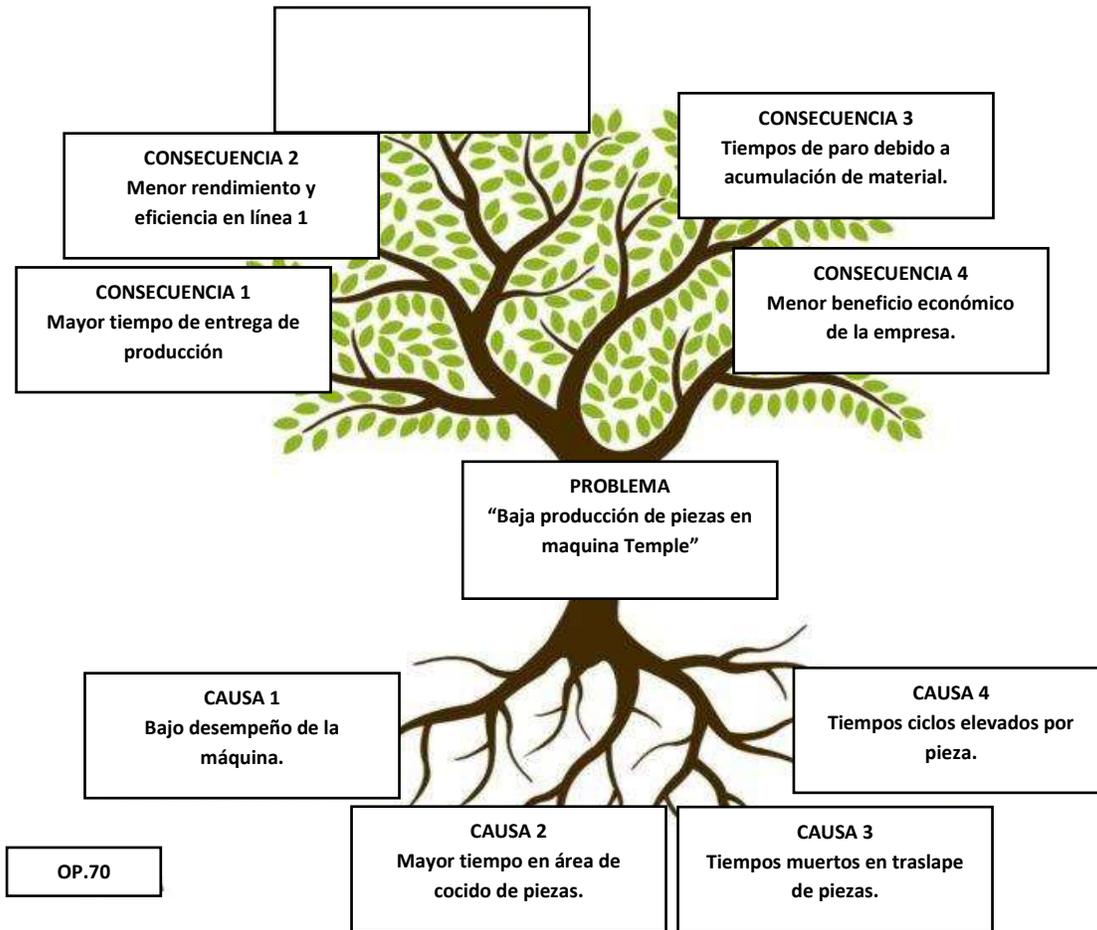
FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS (MANUFACTURA)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
ÁREA		CAPAFNA		MODELO		CIMA S/LR 1-29		Tiempo ciclo (seg)		22.40		FECHA DE ESTUDIO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
NO. LÍNEA		1		NO. PARTE		2000R33		Pasos/hora		181		HORA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
ANALISTA		Carlos Lombardi										TIEMPO		Primer																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
OPERACIONES					CONDICIONES					LECTURAS (segundos)										RESUMEN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
NO. OP.	DESCRIPCIÓN	MÁQUINA		MARCA	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28	M29	M30	M31	M32	M33	M34	M35	M36	M37	M38	M39	M40	M41	M42	M43	M44	M45	M46	M47	M48	M49	M50	M51	M52	M53	M54	M55	M56	M57	M58	M59	M60	M61	M62	M63	M64	M65	M66	M67	M68	M69	M70	M71	M72	M73	M74	M75	M76	M77	M78	M79	M80	M81	M82	M83	M84	M85	M86	M87	M88	M89	M90	M91	M92	M93	M94	M95	M96	M97	M98	M99	M100	M101	M102	M103	M104	M105	M106	M107	M108	M109	M110	M111	M112	M113	M114	M115	M116	M117	M118	M119	M120	M121	M122	M123	M124	M125	M126	M127	M128	M129	M130	M131	M132	M133	M134	M135	M136	M137	M138	M139	M140	M141	M142	M143	M144	M145	M146	M147	M148	M149	M150	M151	M152	M153	M154	M155	M156	M157	M158	M159	M160	M161	M162	M163	M164	M165	M166	M167	M168	M169	M170	M171	M172	M173	M174	M175	M176	M177	M178	M179	M180	M181	M182	M183	M184	M185	M186	M187	M188	M189	M190	M191	M192	M193	M194	M195	M196	M197	M198	M199	M200	M201	M202	M203	M204	M205	M206	M207	M208	M209	M210	M211	M212	M213	M214	M215	M216	M217	M218	M219	M220	M221	M222	M223	M224	M225	M226	M227	M228	M229	M230	M231	M232	M233	M234	M235	M236	M237	M238	M239	M240	M241	M242	M243	M244	M245	M246	M247	M248	M249	M250	M251	M252	M253	M254	M255	M256	M257	M258	M259	M260	M261	M262	M263	M264	M265	M266	M267	M268	M269	M270	M271	M272	M273	M274	M275	M276	M277	M278	M279	M280	M281	M282	M283	M284	M285	M286	M287	M288	M289	M290	M291	M292	M293	M294	M295	M296	M297	M298	M299	M300	M301	M302	M303	M304	M305	M306	M307	M308	M309	M310	M311	M312	M313	M314	M315	M316	M317	M318	M319	M320	M321	M322	M323	M324	M325	M326	M327	M328	M329	M330	M331	M332	M333	M334	M335	M336	M337	M338	M339	M340	M341	M342	M343	M344	M345	M346	M347	M348	M349	M350	M351	M352	M353	M354	M355	M356	M357	M358	M359	M360	M361	M362	M363	M364	M365	M366	M367	M368	M369	M370	M371	M372	M373	M374	M375	M376	M377	M378	M379	M380	M381	M382	M383	M384	M385	M386	M387	M388	M389	M390	M391	M392	M393	M394	M395	M396	M397	M398	M399	M400	M401	M402	M403	M404	M405	M406	M407	M408	M409	M410	M411	M412	M413	M414	M415	M416	M417	M418	M419	M420	M421	M422	M423	M424	M425	M426	M427	M428	M429	M430	M431	M432	M433	M434	M435	M436	M437	M438	M439	M440	M441	M442	M443	M444	M445	M446	M447	M448	M449	M450	M451	M452	M453	M454	M455	M456	M457	M458	M459	M460	M461	M462	M463	M464	M465	M466	M467	M468	M469	M470	M471	M472	M473	M474	M475	M476	M477	M478	M479	M480	M481	M482	M483	M484	M485	M486	M487	M488	M489	M490	M491	M492	M493	M494	M495	M496	M497	M498	M499	M500	M501	M502	M503	M504	M505	M506	M507	M508	M509	M510	M511	M512	M513	M514	M515	M516	M517	M518	M519	M520	M521	M522	M523	M524	M525	M526	M527	M528	M529	M530	M531	M532	M533	M534	M535	M536	M537	M538	M539	M540	M541	M542	M543	M544	M545	M546	M547	M548	M549	M550	M551	M552	M553	M554	M555	M556	M557	M558	M559	M560	M561	M562	M563	M564	M565	M566	M567	M568	M569	M570	M571	M572	M573	M574	M575	M576	M577	M578	M579	M580	M581	M582	M583	M584	M585	M586	M587	M588	M589	M590	M591	M592	M593	M594	M595	M596	M597	M598	M599	M600	M601	M602	M603	M604	M605	M606	M607	M608	M609	M610	M611	M612	M613	M614	M615	M616	M617	M618	M619	M620	M621	M622	M623	M624	M625	M626	M627	M628	M629	M630	M631	M632	M633	M634	M635	M636	M637	M638	M639	M640	M641	M642	M643	M644	M645	M646	M647	M648	M649	M650	M651	M652	M653	M654	M655	M656	M657	M658	M659	M660	M661	M662	M663	M664	M665	M666	M667	M668	M669	M670	M671	M672	M673	M674	M675	M676	M677	M678	M679	M680	M681	M682	M683	M684	M685	M686	M687	M688	M689	M690	M691	M692	M693	M694	M695	M696	M697	M698	M699	M700	M701	M702	M703	M704	M705	M706	M707	M708	M709	M710	M711	M712	M713	M714	M715	M716	M717	M718	M719	M720	M721	M722	M723	M724	M725	M726	M727	M728	M729	M730	M731	M732	M733	M734	M735	M736	M737	M738	M739	M740	M741	M742	M743	M744	M745	M746	M747	M748	M749	M750	M751	M752	M753	M754	M755	M756	M757	M758	M759	M760	M761	M762	M763	M764	M765	M766	M767	M768	M769	M770	M771	M772	M773	M774	M775	M776	M777	M778	M779	M780	M781	M782	M783	M784	M785	M786	M787	M788	M789	M790	M791	M792	M793	M794	M795	M796	M797	M798	M799	M800	M801	M802	M803	M804	M805	M806	M807	M808	M809	M810	M811	M812	M813	M814	M815	M816	M817	M818	M819	M820	M821	M822	M823	M824	M825	M826	M827	M828	M829	M830	M831	M832	M833	M834	M835	M836	M837	M838	M839	M840	M841	M842	M843	M844	M845	M846	M847	M848	M849	M850	M851	M852	M853	M854	M855	M856	M857	M858	M859	M860	M861	M862	M863	M864	M865	M866	M867	M868	M869	M870	M871	M872	M873	M874	M875	M876	M877	M878	M879	M880	M881	M882	M883	M884	M885	M886	M887	M888	M889	M890	M891	M892	M893	M894	M895	M896	M897	M898	M899	M900	M901	M902	M903	M904	M905	M906	M907	M908	M909	M910	M911	M912	M913	M914	M915	M916

Figura 17. Op 75 Causa



Fuente: Propia

Figura 18. Op70 Causa-Efecto



Fuente: Propia

En el siguiente cuadro se presenta por nivel de importancia las "Causas primarias" en estudio, dándole un grado de mayor importancia a estas en escala del 1 (siendo la causa que se abarcara primero) al 4 (siendo la causa que se abarcara al final) sin dejar a un lado las demás causas que al igual que todas, son de suma importancia ir dándoles salida de mejora. Generando de esta manera el establecimiento de la jerarquía de las variables en estudio.

Tabla 20. Tabla referida a Op. 70 Causa-Efecto

EFECTO	CAUSAS PRIMARIAS	NUM. IMPORTANCIA A ABARCAR	CAUSAS SECUNDARIAS
BAJA PRODUCCION DE PIEZAS EN MAQUINA DE TEMPLADO (OPERACIÓN 70)	BAJO DESEMPEÑO DE MAQUINA	1	La maquina al ser nueva en GKN CELAYA, cuenta con una sola estacion para llevar a cabo el cocido de piezas.
	MAYOR TIEMPO EN AREA DE COCIDO DE PIEZAS	2	El robot que traslada las piezas de un lugar a otro no alcanza a realizar sus funciones con rapidez.
	TIEMPOS CICLOS ELEVADOS POR PIEZAS	3	Todos los modelos llevan el mismo tiempo de cocido.
	TIEMPOS MUERTOS EN TRASLAPE DE PIEZAS	4	El retardo que causa el mover el robot de un lado a otro, hace que las piezas se mantengan por mas tiempo en una misma posicion

Fuente: Propia

Tabla 21. Grafica de importancia de las causas secundarias Op.70



Fuente: Propia

Tabla 22. Grafica de importancia de las causas secundarias Op.75



Fuente: Propia

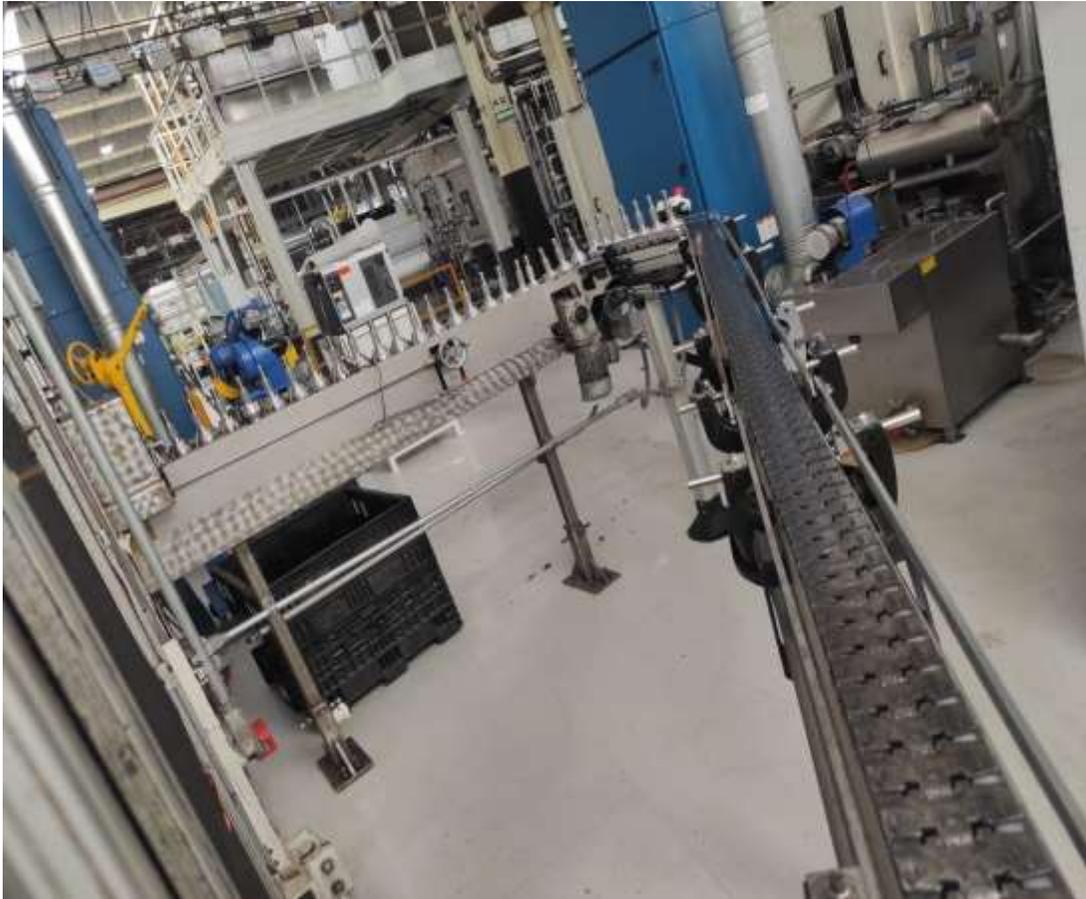
- De acuerdo con los resultados obtenidos, se procedió a analizar los mismos observándose que las “Causas primarias” que más incide en la Estampadora es el estampado de los códigos en piezas.
- El método existente en la Estampadora es deficiente ya que en el momento en que se realiza dicha operación, lo hace muy lento. No tiene la suficiente velocidad para estampar la cantidad estimada de letras que se estima colocar en cada pieza, esta operación genera acumulación de material en operaciones anteriores y paros repentinos en operaciones siguientes debido a la falta de material por maquinar y por ende es menor la cantidad de material que sale terminado.
- De igual manera, el método existente de Templado presente en línea 1 es deficiente ya que la operación cuenta con un robot que se encarga de hacer el traslado de piezas de una estación a otra, en donde tiene la misma deficiencia en el tiempo de realizar dicho traslado de material.

Figura 19. Paradas no programadas debido a acumulación de material en op.75



Fuente: Propia

Figura 20. Paradas no programadas debido a acumulación de material en op.70



Fuente: Propia

Como se puede observar, las programaciones en maquinarias son las que tienen más incidencia en los bajos niveles de eficiencia en la operación 70 y 75.

Tabla 23. Grafica comparativa de piezas reales contra las deseadas



Fuente: Propia

Capítulo 6

Resultados

- De acuerdo con los resultados obtenidos, se procedió a analizar los mismos observándose que las “Causas primarias” que más incide en la Estampadora es el estampado de los códigos en piezas.
- El método existente en la Estampadora es deficiente ya que en el momento en que se realiza dicha operación, lo hace muy lento. No tiene la suficiente velocidad para estampar la cantidad estimada de letras que se estima colocar en cada pieza, esta operación genera acumulación de material en operaciones anteriores y paros repentinos en operaciones siguientes debido a la falta de material por maquinar y por ende es menor la cantidad de material que sale terminado.
- De igual manera, el método existente de Templado presente en línea 1 es deficiente ya que la operación cuenta con un robot que se encarga de hacer el traslado de piezas de una estación a otra, en donde tiene la misma deficiencia en el tiempo de realizar dicho traslado de material.

(Operación 75). - “Estampado en campana”

- En esta operación fue en donde se analizó más a detalle, ya que era el cuello de botella de mayor magnitud, teniendo un sobretiempo de 4 segundos por pieza por encima de la máxima y así teniendo una cantidad de 160 piezas por hora maquinadas a lo que se debería tener normalmente que son 180 piezas por hora en cada uno de sus modelos existentes en línea.

La mejora que se hizo fue de estudiar a detalle cómo es que trabaja la estampadora y el tipo de software que utiliza para hacer mover cada uno de los componentes de la máquina para así estar seguros donde centrar más la lluvia de ideas de mejora y

- atacar directamente ese problema. Sabemos que la manera en que hace el estampado de letras es por medios de puntos, así que se vio una posibilidad de mejora en ese proceso ya que era un poco innecesario el marcar con demasiados puntos cada una de las letras que al final de todo solo lo hacía ver muy detallado. El cambio que se planteo fue el de reducir la cantidad de puntos que le dan la forma a cada letra, pero sin perder el entendimiento de estas. Todo esto fue mediante la realización de prueba y error modificando los datos del firmware e ir actualizando y guardando sus posibles mejoras de tiempo de ejecución, ya que el modo de operar de la estampadora era de un movimiento constante y uniforme, y la mejor idea fue el de aprovechar cada espacio pero dividiendo el total de letras por bloques, es decir, si un modelo tenía un total de 12 letras, lo dividíamos en 3 bloques de 4 letras cada uno para así tener mayor control con el punteado de las letras y también aprovechar el espacio asignado por bloque. Así como una nueva programación al manejo del robot encargado del traslape de piezas de un lugar a otro, incluyendo el reacomodo de la maquina ya que el plato de la base tenía un movimiento vertical de adelante hacia atrás para acercar la pieza al robot porque este pegaba en la parte superior de la estampadora sino ejecutaba ese movimiento, pero que hacia
- detenerse el robot esperando ese movimiento vertical de la estampadora lo que ocasionaba una pérdida de 2 segundos extras al proceso. Lo que se hizo fue el retirar la tapa donde se encontraba el cableado y colocar una nueva, pero menos robusta, que incluyera la protección de los cables y así mismo no perjudicara la llegada del robot por la pieza, todo esto fue para un mejor tiempo de operación y así evitar tiempos considerados que pueden afectar hasta en lo más mínimo posible el retardo de producción aprovechando los movimientos rápidos de traslapes del robot.
- Otra de las mejoras fue el de un análisis de estudio de “control de movimiento” del robot, permitiendo establecer posiciones precisas y una sincronización de acuerdo con velocidad, aceleración y desaceleración, además de

- cargas y condiciones dinámicas aprovechando cada movimiento del robot para desperdiciar el menor tiempo posible de movimiento.

Figura 21. Campana identificada con sus siglas particulares ya con su mejora aplicada y aprobada por el área de calidad



Fuente: Propia

Figura 22. Estampadora reubicada y con sus mejoras aplicadas de programación



Fuente: Propia

Capítulo 7. Análisis de Resultados.

Tabla 26. Formato de tiempos de operación en modelo con más demanda de producción CD6R SXL8 1-29 con su mejora aplicada

FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS (MANUFACTURA)																									
ÁREA		CAMPANA		MODELO		CD6R SXL8 1-29		Tiempo ciclo (seg)		20,00		FECHA DE ESTUDIO		3 de enero de 2022											
NO. LÍNEA		1		NO. PARTE		20009553		Piezas/hora		180		HORA													
ANALISTA		Carlos Sandoval										TURNO		Primero											
OPERACIONES				CONDICIONES				LECTURAS (segundos)										RESULTADO							
NO. OP.	DESCRIPCIÓN	MÁQUINA			AVANZO M.M.	CICLO - ADJUSTE	CICLO - CORRECCION MANEJO	CICLO - AUTOM. MANEJO	PIEZAS/ CICLO	ELEMENTO	LECTURAS (segundos)										PROMEDIO	NO. OP. (n+)	PIEZAS/HORA		
		NÚMERO	TIPO	MARCA							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
10	Careado y centrado	T-7021	Careadora		NA	NA	A	A	1	C/D	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	17,76	202
										Maq.	17,73	17,76	17,74	17,69	17,83	17,73	17,84	17,75	17,76	17,81	17,76				
										Total	17,73	17,76	17,74	17,69	17,83	17,73	17,84	17,75	17,76	17,81	17,76				
20	Torneado exterior	T-7045	Torno	MORISEKI	100%	NA	M	M	1	C/D	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	17,04	211	
										Maq.	68,99	70,12	66,25	68,37	68,89	68,91	68,93	68,86	68,88	68,80	68,76				
										Total	68,99	70,12	66,25	68,37	68,89	68,91	68,93	68,86	68,88	68,80	68,76				
20	Torneado exterior	T-7044	Torno	MORISEKI	100%	NA	M	M	1	C/D	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	17,04	211	
										Maq.	68,37	68,42	68,31	68,47	68,44	68,35	68,38	66,05	68,41	68,39	68,16				
										Total	68,37	68,42	68,31	68,47	68,44	68,35	68,38	66,05	68,41	68,39	68,16				
20	Torneado exterior	T-7040	Torno	MORISEKI	100%	NA	M	M	1	C/D	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	17,04	211	
										Maq.	66,55	67,21	67,37	68,33	66,54	67,77	67,52	67,63	67,63	67,69	67,42				
										Total	66,55	67,21	67,37	68,33	66,54	67,77	67,52	67,63	67,63	67,69	67,42				
20	Torneado exterior	T-7041	Torno	MORISEKI	100%	NA	M	M	1	C/D	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	17,04	211	
										Maq.	68,61	68,54	68,71	68,43	68,65	68,35	68,81	68,43	66,81	68,56	68,39				
										Total	68,61	68,54	68,71	68,43	68,65	68,35	68,81	68,43	66,81	68,56	68,39				
60	Rolado de estrias y cuenta	V-287	Roladora	MICHIGAN	NA	NA	A	A	1	C/D	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	18,82	191	
										Maq.	19,08	19,13	19,06	18,87	18,99	18,98	19,01	16,78	19,34	18,99	18,82				
										Total	19,08	19,13	19,06	18,87	18,99	18,98	19,01	16,78	19,34	18,99	18,82				
70	Tratamiento Térmico "Temple"	T-7026	Inductora	GH	NA	NA	A	A	1	C/D	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	20,00	180	
										Maq.	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00				
										Total	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00				

Fuente: Propia

Capítulo 7. Análisis de Resultados.

Tabla 27. Formato de tiempos de operación en modelo con más demanda de producción CD6R SXL8 1-29 con su mejora aplicada

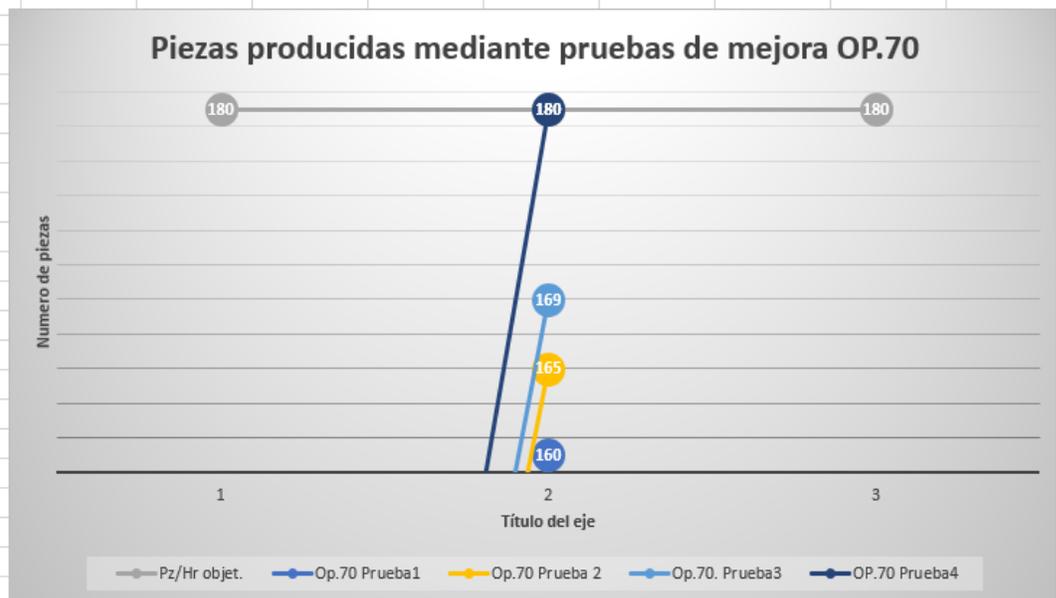
FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS (MANUFACTURA)																														
ÁREA		CAMPAÑA		MODELO		CD6R SXL8 1-29		Tiempo ciclo (seg)		20,00		FECHA DE ESTUDIO		3 de enero de 2022																
NO. LÍNEA		1		NO. PARTE		20009553		Piezas/hora		180		HORA																		
ANALISTA		Carlos Sandoval										TURNO		Primero																
NO. OP.	DESCRIPCIÓN	MÁQUINA			CONDICIONES					Elemento	LECTURAS (segundos)										RESULTADO									
		NÚMERO	TIPO	MARCA	AVANCE M/M	CICLO Acabado	Acabado M/M	MANEJO M/M	MANEJO M/M		MANEJO M/M	MANEJO M/M	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	PROMEDIO	TC OP. (seg)	PIEZAS/H					
75	Estampado		Estampadora	DKN	MA	NA	A	A	1	CID	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---						
										Maq	18,10	18,20	18,05	18,12	18,05	18,17	18,00	18,08	18,15	18,01	18,10									
										Total	18,10	18,20	18,05	18,12	18,05	18,17	18,00	18,08	18,15	18,01	18,10									
90	Revenido de material	T-7027	Horno	GH	MA	NA	A	A	1	CID	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---							
										Maq	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00									
										Total	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00									
110,140	Torneado en duro/ Rectificado o Diametro est. De olla	T-7029	Torno	Mori Seiki	MA	NA	A	A	1	CID	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---							
										Maq	39,10	39,78	39,58	39,74	39,32	39,86	39,74	39,84	39,96	39,04	39,10									
										Total	39,10	39,78	39,58	39,74	39,32	39,86	39,74	39,84	39,96	39,04	39,10									
110,140	Torneado en duro/ Rectificado o Diametro est. De olla	T-7030	Torno	Mori Seiki	MA	NA	A	A	1	CID	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---							
										Maq	39,10	39,78	39,58	39,74	39,32	39,86	39,74	39,84	39,96	39,04	39,10									
										Total	39,10	39,78	39,58	39,74	39,32	39,86	39,74	39,84	39,96	39,04	39,10									
132/152	Fresado de guías y torneado exterior	T-7023	Fresadora	ENAG	MA	NA	A	A	2	CID	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---							
										Maq	59,95	70,74	69,48	70,19	73,21	70,78	69,81	69,89	70,31	70,19	69,46									
										Total	29,98	35,37	34,74	35,10	36,61	35,39	34,91	34,95	35,16	35,10	34,73									
132/152	Fresado de guías y torneado exterior	T-7022	Fresadora	ENAG	MA	NA	A	A	2	CID	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---							
										Maq	59,95	70,74	69,48	70,19	73,21	70,78	69,81	69,89	70,31	70,19	69,46									
										Total	29,98	35,37	34,74	35,10	36,61	35,39	34,91	34,95	35,16	35,10	34,73									
160	Barrenado	T-7042	Torno	Mori Seiki	MA	NA	A	A	1	CID	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---							
										Maq																				
										Total																				
160	Barrenado	T-7043	Torno	Mori Seiki	MA	NA	A	A	1	CID	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---							
										Maq																				
										Total																				
OBSERVACIONES											Tiempo ciclo (seg)		20,00																	
Cada cambio de modelo se estará actualizando el tiempo ciclo de cada operación.											Piezas/hora		180																	

Fuente: Propia

Con sus debidos ajustes bien planeados se logró cumplir el objetivo principal, que fue el mejorar la salida de producción de la línea 1 de campana.

Tabla 28. Grafica de piezas producidas en op.70 mediante a distintas pruebas realizadas en el transcurso de la estadía dentro de la empresa

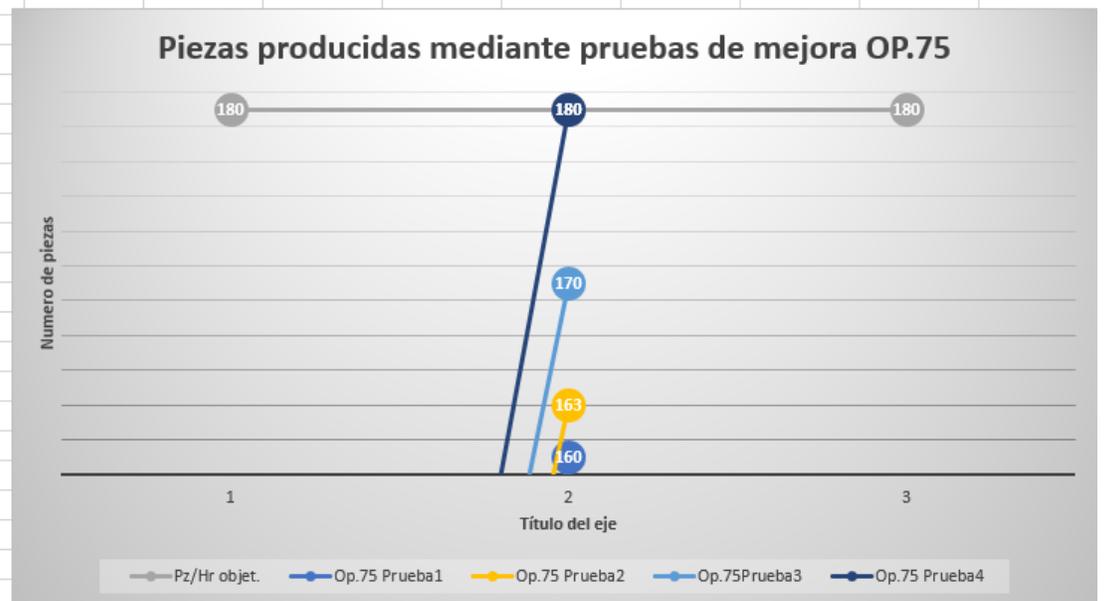
Operación	Pz/Hr antes	Pz/Hr objet.	Operación	Pz/Hr objetivo
70	160	180	70	180
70	165	180	70	180
70	169	180	70	180
70	175	180	70	180
70	180	180	70	180
75	160	180	75	180
75	163	180	75	180
75	168	180	75	180
75	170	180	75	180
75	180	180	75	180



Fuente: Propia

Tabla 29. Grafica de piezas producidas en op.75 mediante a distintas pruebas realizadas en el transcurso de la estadía dentro de la empresa

70	160	180	70	180
70	165	180	70	180
70	169	180	70	180
70	175	180	70	180
70	180	180	70	180
75	160	180	75	180
75	163	180	75	180
75	168	180	75	180
75	170	180	75	180
75	180	180	75	180



Fuente: Propia

Capítulo 7. Análisis de Resultados.

A continuación, se muestra una tabla que indica los valores por unidad de costo, así como sus ganancias antes y después, obtenidas con esta implementación de mejora en la línea 1 de producción:

Tabla 30. Costo-Venta unitario por modelo de campana

PRODUCTO (POR MODELO)	PRECIO DE COSTO EN DOLARES (POR UNIDAD)	PRECIO DE VENTA (costo + ganancia)	GANANCIA O UTILIDAD	GANANCIA O UTILIDAD (%)
CD6R SXLB 1-29	\$ 7.94517	\$ 9.13694	\$ 1.19177	15,00%
SXB 1-29	\$ 7.50897	\$ 8.63835	\$ 1.12638	15,00%
SXB 1-37	\$ 7.62580	\$ 8.76967	\$ 1.14387	15,00%
(ANTES) CD6R(SX.13694*160PZ/HR)= \$1461.9104 PZ/HR	DIFERENCIA MONETARIA EN DOLARES EN MODELO CON MAYOR DEMANDA=			
(DESPUES) CD6R(SX.13694*180PZ/HR)= \$1644.6492 PZ/HR	\$182.7388/HR	MARGEN DE GANANCIA O UTILIDAD		
		15,00%		

Fuente: Propia

Como puede observarse, en el modelo con mayor demanda de producción, se obtiene un ingreso extra de \$182.7388 dólares por hora, lo que equivale a \$131,571.936 dólares mensuales.

Capítulo 8

Conclusiones y trabajo a futuro

En conjunto con jefes directos del área encargada, se generaron algunas acciones para así poder aumentar los niveles de productividad y eficiencia de la estampadora y máquina de templado y por ende de toda la línea 1 de campana.

Considerando los resultados obtenidos en esta investigación se concluyen los siguientes aspectos:

Se identificaron y seleccionaron 2 problemas de maquinarias dentro de la línea de producción, mediante la utilización de técnicas como la lluvia de ideas, diagrama causa-efecto, toma de tiempos-ciclos de operaciones en donde se destacaron como oportunidades de mejora las siguientes: Reducir el tiempo de ejecución de la estampadora de operación 75 así como optimizar la programación del robot responsable del traslape de piezas en operación 70 responsable de templar las campanas.

Durante el desarrollo de la investigación se cumplieron a cabalidad cada uno de los objetivos específicos planteados en el mismo y los cuales permitieron llegar a una serie de conclusiones producto de los resultados obtenidos y a la formulación de un conjunto de recomendaciones para la empresa GKN DRIVELINE CELAYA.

Gracias a la mejora de este proyecto, se estarán generando ganancias significativas debido a que en su momento no se tenían en cuenta, al igual que se podrá realizar un reacomodo de planeación en cuanto a la demanda de producción con las empresas automotrices.

Como recomendación adicional, solo tener cuidado que el nuevo programa realizado no vaya a tener cambios o que se le vayan a mover valores y

programados ya que esto dependerá que se sigan cumpliendo los objetivos de producción.

Referencias bibliográficas

Referencias bibliográficas

Referencias

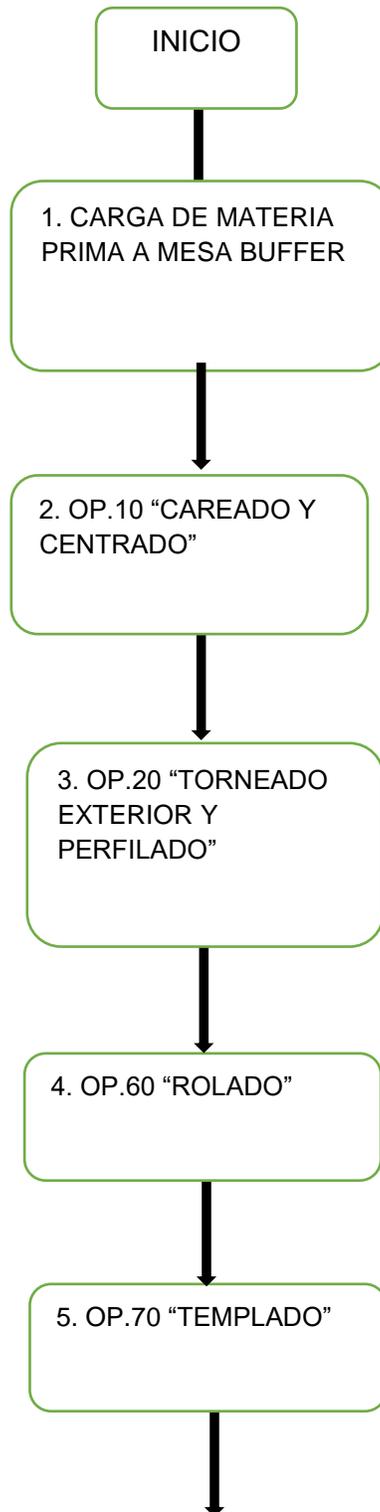
- [1] D. Reservados, «Junta Homocinetica,» *HolloAuto*, pp. 1-3, 2022.
- [2] D. Reservados, «Cuello de botella en la produccion,» *EDS ROBOTICS*, pp. 1-5, 2020.
- [3] A. Romero, «Conoce los sistemas de produccion y sus tipos,» Universidad en Linea y Preparatorias en Mexico, 9 junio 2023. [En línea]. Available: <https://www.unea.edu.mx/blog/index.php/sistemas-de-produccion>. [Último acceso: 19 octubre 2023].
- [4] P. industriales, «Estrategias de diseño de linea,» Procesos industriales, 13 julio 2022. [En línea]. Available: https://procesosindustriales.net/lean-manufacturing/estrategias-de-diseno-de-linea-parte-2-lineas-i-u-s-y-l/?mejora_industrial=1. [Último acceso: 19 octubre 2023].
- [5] asana, «Que es un diagrama de Gantt,» *Diagrama de Gantt*, pp. 1-10, 2022.
- [6] U. A. Metropolitana, «TORNO,» *Manual de torno*, pp. 1-57, 2019.
- [7] D. Reservados, «Lampara de inspeccion,» PCE INSTRUMENTS, 3 noviembre 2022. [En línea]. Available: <https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-espesores/lampara-inspeccion-pce-uvl-10.htm..> [Último acceso: 19 octubre 2023].
- [8] D. Reservados, «Horno continuo,» *termimex*, pp. 1-7, 2020.
- [9] Bodycote, «bodycote,» 27 julio 2023. [En línea]. Available: <https://www.bodycote.com/es/servicios/tratamiento-termico/temple-y-revenido/revenido/#:~:text=El%20revenido%20es%20un%20tratamiento,de%20dureza%20y%20resistencia%20deseada...> [Último acceso: 19 octubre 2023].
- 10 D. Reservados, «Maquinas y sistemas de fabricacion,» *EMAG*, pp. 3-8, 2020.
- ..
- 11 W. Bartsch, de *HERRAMIENTAS Y MAQUINAS DE TRABAJO*, Barcelona, España, REVERTÉ, 1978.

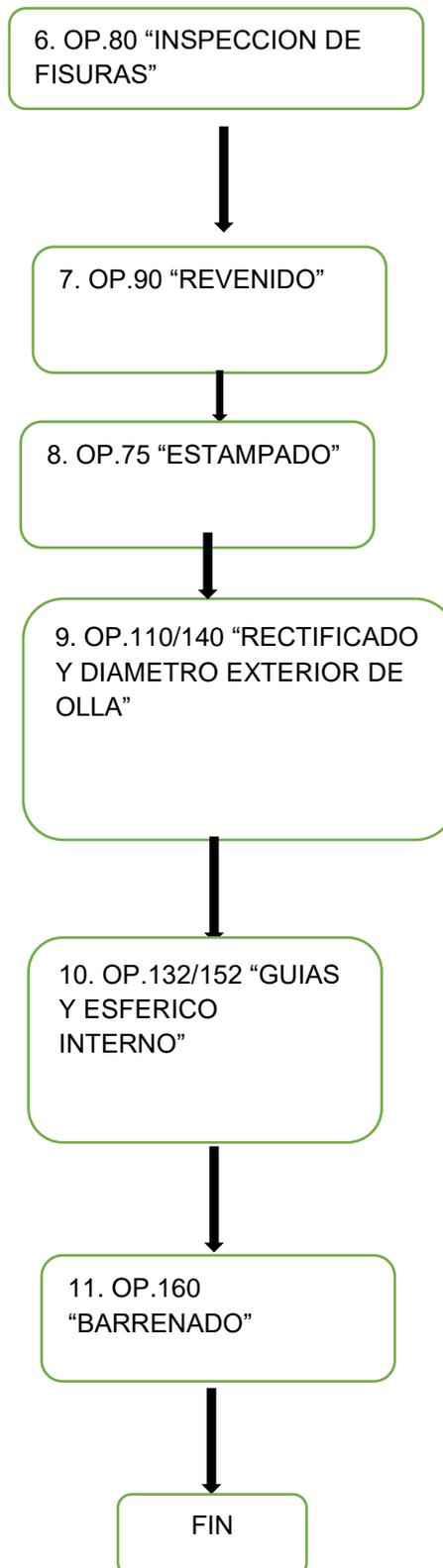
Referencias bibliográficas

- 12 F. E. Meyers, de *Estudios de tiempos y movimientos para la manufactura ágil*, Mexico, Pearson Education, 2000.
- 13 EVALUANDO, «EVALUANDO ERP.COM,» ERP, septiembre 2023. [En línea]. Available: <https://www.evaluandoerp.com/cuales-los-distintos-sistemas-produccion-industrial/#:~:text=Los%20sistemas%20de%20producci%C3%B3n%20industrial,que%20se%20va%20a%20comercializar..> [Último acceso: octubre 2023].
- 14 P. INDUSTRIALES, «procesosindustriales.net,» Procesos Industriales, Agosto 2023. [En línea]. Available: https://procesosindustriales.net/lean-manufacturing/estrategias-de-diseno-de-linea-parte-2-lineas-i-u-s-y-l/?mejora_industrial=1&mejora_industrial=1. [Último acceso: Octubre 2023].
- 15 W. Bartsch, «HERRAMIENTAS Y MAQUINAS DE TRABAJO,» Barcelona, España, REVERTÉ, 1978.

Anexos

Anexo 1. Diagrama de flujo



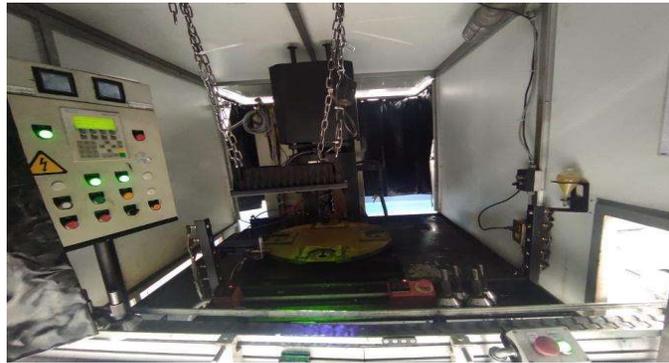


Anexo 2. Maquinaria de producción en Línea 1.













90	Revenido	Maq.	T-7027	185	Pz/hr
35	Camina a laboratorio (c/4hr)	1	740	45,87	0,04
37	Camina a mesa de inspección op.60/70 L1	1	185	27,12	0,10
39	Caminar a V-287 (op60)	1	185	24,39	0,09
					0,23
36	Checar dureza de pieza (c/4hr)	1,00	740	114,00	0,15
					0,15
					0,00
33	Toma pieza (c/4hr)	1,00	740	1,50	0,00
34	Limpiar pieza (c/4hr)	1,00	740	34,00	0,05
38	Reporte de dureza superficial (c/4hr)	1,00	740	15,00	0,02
					0,07

	18	Turnado en Aire	Maq.	T-7027	185	Pz/hr	
Rul	7	Camina a mesa de inspección	1	185	3,05	2,15	0,02
	8	Regresa a máquina T-7041	1	185	4,00	4,15	0,04
Inspect	1	Inspección con horquilla	1	1	1,50	1,50	
	6	Inspección de centro de radio	5	185	29,30	1,30	
Tool change	23	Inserto 1: Cara de referencia	1	300	31,00	0,05	
		Inserto 2: Olla	1	300	31,00	0,05	
		Inserto 3: Reforzado	1	300	31,00	0,05	
Load & Unload						0,19	
Other	4	Carga piezas	5	185	0,50	0,02	
	2	Trosque de peso	1	1	0,05	0,05	
	2	Mesa de peso	5	185	1,00	0,00	
	7	Registro de datos en gráfica VR	1	185	10,00	0,10	
	37	Identificación material estampado	1	185	2,00	0,01	
						1,00	
						4,14	
						0,00	

121102 Pruebas de guías y rectificado de esfers						Mag.	T-7022	116	Pz/m	122102 Pruebas de guías y rectificado de esfers						Mag.	T-7022	116	Pz/m
Walk	2	Camra a mesa de inspección 1	5	116	2.12	1.46	0.06		15	Camra a mesa de inspección 2	5	116	2.46	1.70	0.07				
	4	Camra a mesa de inspección 2	3	116	2.12	1.46	0.06		20	Camra a banda transportadora	1	116	2.28	1.57	0.01				
	8	Camra a banda transportadora	1	900	2.27	1.57	0.01		22	Represa a máquina T-7022	1	900	2.28	1.57	0.00				
	10	Represa a máquina T-7022	1	900	2.27	1.57	0.00		25	Camra a máquina T-7022	1	116	5.47	3.77	0.03				
	15	Camra a máquina T-7022	1	116	4.45	3.07	0.03		26	Camra a mesa buffer para llenado de forja	1	68	60.00	41.36	0.61				
							0.16										0.73		
Inspect	3	Inspección de esfers	5	116	16.00	0.62			16	Inspección de guías y esfers	5	116	16.00	0.62					
	5	Inspección de guías A y B	5	116	16.00	0.43			18	Inspección de guías	5	116	16.00	0.43					
	6	Inspección penca sobre guías	2	116	12.00	0.21			17	Inspección penca sobre guías	2	116	12.00	0.21					
							1.46										1.46		
Tool change	11	Cambio de fresa	2	1000	263.00	0.53			23	Cambio de fresa	2	1000	263.00	0.53					
	12	Inserto T. Esférico	2	500	60.00	0.24			24	Inserto T. Esférico	2	500	60.00	0.24					
							0.77										0.77		
Load & Unload																			
Other	7	Toma pieza de conveyor de salida de la máquina	3	116	1.50	0.04			14	Toma pieza de conveyor	3	116	1.50	0.04					
	9	Descarga pieza en conveyor	3	116	1.50	0.03			21	Descarga pieza en conveyor	3	116	1.50	0.03					
	7	Registro de gráfica IR y HS	1	116	163.00	1.41			19	Registro de gráfica IR y HS	1	116	163.00	1.41					
							1.47										1.47		
							3.86										4.42		

122102 Pruebas de guías y rectificado de esfers						Mag.	T-7022	116	Pz/m	122102 Pruebas de guías y rectificado de esfers						Mag.	T-7022	116	Pz/m
Walk	2	Camra a mesa de inspección 1	5	116	2.12	1.46	0.06		15	Camra a mesa de inspección 2	5	116	2.46	1.70	0.07				
	4	Camra a mesa de inspección 2	3	116	2.12	1.46	0.06		20	Camra a banda transportadora	1	116	2.28	1.57	0.01				
	8	Camra a banda transportadora	1	900	2.27	1.57	0.01		22	Represa a máquina T-7022	1	900	2.28	1.57	0.00				
	10	Represa a máquina T-7022	1	900	2.27	1.57	0.00		25	Camra a máquina T-7022	1	116	5.47	3.77	0.03				
	15	Camra a máquina T-7022	1	116	4.45	3.07	0.03		26	Camra a mesa buffer para llenado de forja	1	68	60.00	41.36	0.61				
							0.16										0.73		
Inspect	3	Inspección de esfers	5	116	16.00	0.62			16	Inspección de guías y esfers	5	116	16.00	0.62					
	5	Inspección de guías A y B	5	116	16.00	0.43			18	Inspección de guías	5	116	16.00	0.43					
	6	Inspección penca sobre guías	2	116	12.00	0.21			17	Inspección penca sobre guías	2	116	12.00	0.21					
							1.46										1.46		
Tool change	11	Cambio de fresa	2	1000	263.00	0.53			23	Cambio de fresa	2	1000	263.00	0.53					
	12	Inserto T. Esférico	2	500	60.00	0.24			24	Inserto T. Esférico	2	500	60.00	0.24					
							0.77										0.77		
Load & Unload																			
Other	7	Toma pieza de conveyor de salida de la máquina	3	116	1.50	0.04			14	Toma pieza de conveyor	3	116	1.50	0.04					
	9	Descarga pieza en conveyor	3	116	1.50	0.03			21	Descarga pieza en conveyor	3	116	1.50	0.03					
	7	Registro de gráfica IR y HS	1	116	163.00	1.41			19	Registro de gráfica IR y HS	1	116	163.00	1.41					
							1.47										1.47		
							3.86										4.42		

		160	Barrenado	Maj	T:7342	91	Pzbr	160	Barrenado	Maj	T:7342	91	Pzbr		
5	Mak	11	Cambio a máquina T-7342	1	800	2	1.30	0.00	27	Cambio a máquina T-7342	1	800	4	2.70	0.00
		15	Cambio a mesa de inspección	1	800	2.00	1.50	0.00	31	Cambio a mesa de inspección	1	800	4.00	2.70	0.00
						0.00						0.00			
5	Inspect	1	Tapete tipo fibra roca GORG-GO (901160802/901160803)	1	1		0.00	0.00	17	Tapete tipo fibra roca GORG-GO (901160841/901160842)	1	1		0.00	0.00
		2	Anillo lubricado GO (901160307)	1	1		0.00	0.00	18	Anillo lubricado GO	1	1		0.00	0.00
		3	Albeto y cubierta interior	1	1		10.00	10.00	19	Albeto y cubierta interior	1	1		10.00	10.00
		7	Diámetro menor de cuerda	5	91		0.00	0.01	23	Diámetro menor de cuerda	5	91		0.00	0.01
		9	Tapete rosado HQ-GO (901160840)	5	91		10	0.62	25	Tapete rosado HQ-GO (901160840)	5	91		10	0.62
		14	Diámetro pos-rosado (901160841)	1	790		4	0.01	30	Diámetro pos-rosado (901160841)	1	790		4	0.01
						20.63						20.63			
5	Tool change	12	Cambio de inserto	1	790		60.00	0.00	28	Cambio de inserto	1	790		60.00	0.00
		30	Cambio de braca	1	1200		200.00	0.17	32	Cambio de braca	1	1200		200.00	0.17
		36	Cambio de machuelo	1	2900		200.00	0.10	34	Cambio de machuelo	1	2900		200.00	0.10
						0.28						0.28			
Laser & Unidad															
5	Other	4	Marca piezas	1	1		1.00	1.00	20	Marca piezas	1	1		1.00	1.00
		5	Lubricación y empaque de piezas	1	1		1.00	1.00	21	Lubricación y empaque de piezas	1	1		1.00	1.00
		6	Registro de certificación de material	1	91		25.00	0.01	22	Registro de certificación de material	1	91		25.00	0.01
		8	Gráfica A-R	1	91		40.00	0.03	24	Gráfica A-R	1	91		40.00	0.03
		10	Registro de inspección	1	91		10.00	0.12	26	Registro de inspección	1	91		10.00	0.12
		13	Supleno de pieza	1	1		4.00	4.00	29	Supleno de pieza	1	1		4.00	4.00
16	Gráfica H5	1	91		7.00	0.09	33	Gráfica H5	1	91		7.00	0.09		
						7.06						7.06			