

**[AGO-DIC
2017]**



**María Esmeralda
Esparza Muñoz**

**REPORTE FINAL PARA ACREDITAR RESIDENCIA
PROFESIONAL DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN
GESTIÓN EMPRESARIAL**

**[MEJORA DE PRODUCTIVIDAD
EN LÍNEA Y DIMENSIÓN DE
PAROS]**

UNIPRES MEXICANA S.A. de C.V.

Super. David Martínez Loreto
Nombre del asesor externo

Ing. Francia Arleen Salce Márquez
Nombre del asesor interno
Diciembre, 2017

CAPÍTULO 1: PRELIMINARES

Agradecimientos.

En primera instancia quiero agradecer a la empresa UNIPRES MEXICANA S.A de C.V por permitir mi intervención en una línea de producción de su cliente más importante, así como a mi asesor externo David M, quien me guió en el proceso de aprendizaje sobre la industria automotriz, reforzando mis conocimientos teóricos y brindándome libertad para la implementación de dicho proyecto.

A mi asesora Francia quien me mostró las bases y la pasión por un pensamiento Lean, dejándome ser auténtica en toda la investigación, apoyándome en mi búsqueda de crecimiento y mejora continua.

A mis maestros por compartir todos sus conocimientos; en especial a mis maestras Esther y Alejandra Cervantes; quienes me han forjado para cumplir mis expectativas, exigiéndome siempre más, exalto su trabajo y les agradezco por el cariño que me han ofrecido.

A Dios por regalarme la inspiración más grande de superación, mis padres, que sin ellos y su manera tan singular de educarme no hubiera llegado al punto en el que me encuentro. Me han dado todo, y son los responsables de todos mis frutos.

A mis hermanos por aconsejarme en todo momento y ser un ejemplo a seguir.

A mis amigos y todas las personas involucradas para que éste proyecto pudiera ser posible, agradezco su aporte, desde las palabras de ánimo hasta las asesorías técnicas.

Resumen.

Para la empresa UNIPRES MEXICANA S.A de C.V. (productora de piezas automotrices), es importante cumplir con los requerimientos del cliente en tiempo calidad y costo. Por lo cual se esfuerza en la mejora de sus líneas productivas.

La línea #34, es la responsable de fabricar tres modelos para el cliente más importante de la compañía. Línea que ha presentado deficiencias en el cumplimiento de sus objetivos productivos, por lo cual se dio a la tarea de realizar una investigación que pudiera detectar la problemática así como dar una solución.

El objetivo principal del proyecto fue llevar a la línea #34 al cumplimiento de sus objetivos de producción, fabricando 55 piezas en 60 minutos para el modelo 3SG(IZQ y DER) y 57 piezas para el 4ATDER.

Como primer paso se utilizó la base de Manufactura Esbelta para realizar el diagnóstico de la línea, así como de cada uno de los procesos involucrados en cada modelo. Se aplicaron diversas herramientas, como el mapa de valor, la hoja de operación y trabajo estándar, así como la metodología KAIZEN.

En el diagnóstico se logró detectar que las condiciones de la línea, eran las adecuadas para el cumplimiento de los objetivos productivos expuestos anteriormente.

Posterior al análisis de la condición actual, se propuso realizar una eliminación y reducción de desperdicios, un balanceo de cargas de trabajo y la optimización de la capacidad instalada, creando un cambio en el proceso de fabricación para los 3 modelos, realizado sólo por un operador. Los resultados obtenidos con la aplicación de la mejora superaron los objetivos planteados al inicio del proyecto, ya que representó un ahorro significativo para la organización; por lo anterior se

espera que dicha investigación pueda ser aplicada en líneas que presenten síntomas similares.

Índice.

sTABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1: PRELIMINARES	II
Agradecimientos.	II
Resumen.	III
Índice.	IV
CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO	9
Introducción.	9
Descripción de la empresa y del puesto o área de trabajo del estudiante.	11
Problemas a resolver.	13
Justificación.	17
Objetivos (general y específicos).	19
CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO.....	20
MANUFACTURA ESBELTA	20
Principios de Manufactura Esbelta.	21
Limitantes de la productividad.....	21
Mudas.....	22
Tipos de mudas	22
Nivelación de la producción.....	25
Trabajo estándar	26
Takt Time.	27
Tiempo Ciclo.....	27
Cantidad estándar de trabajo en proceso, (inventario entre procesos), (tener nivelada la producción, no perder el ritmo de trabajo).....	27
HOJA DE SECUENCIA DE TRABAJO ESTÁNDAR	28
Procedimiento para desarrollar la hoja de secuencia de trabajo estándar.	28
KAIZEN	30
CAPÍTULO 4: DESARROLLO.....	31
DIAGNÓSTICO INICIAL	33
Línea de producción.....	33
Modelo 3SGIZQ.	34

Modelo 3sgder	46
Análisis de Tiempos y Movimientos.....	49
Modelo 4ATDER	57
Operador 1.....	62
Operador 2.....	64
Cronograma de actividades.....	73
CAPÍTULO 5: RESULTADOS (aPLICACIÓN DE mEJORA).....	74
Línea de producción	75
MODELOS 3SG IZQ Y 3SGDER.....	76
MODELO 4ATDER	80
Análisis de Tiempos y Movimientos	83
HOE con mejora implementada.....	91
RESUMEN DE MEJORA.....	93
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES	97
CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS	100
CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN.....	100
CAPÍTULO 9: ANEXOS	101
Anexo1. Tiempos capturados para el diagnóstico del modelo 3SGIZQ.	101
Anexo 2. Tiempos capturados para el diagnóstico del modelo 3SGDER.....	104
Anexo 3. Tiempos capturados para el diagnóstico del modelo 4ATDER.....	107
Anexo 4. Tiempos capturados aplicación de mejora en los modelos 3SG.	112
Anexo 5. Validación de propuestas de mejoras para el modelo 4ATDER.	114
Anexo 6. Reportes de producción de los últimos 4 meses del modelo 4ATDER.....	123

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1	12
Ilustración 2	13
Ilustración 3	14
Ilustración 4	14
Ilustración 5	14
Ilustración 6	15
Ilustración 7	30
Ilustración 8	36
Ilustración 9	37
Ilustración 10	37
Ilustración 11	37
Ilustración 12	38
Ilustración 13	38
Ilustración 14	38
Ilustración 15	43
Ilustración 16	44
Ilustración 17	47
Ilustración 18	48
Ilustración 19	48
Ilustración 20	48
Ilustración 21	48
Ilustración 22	49
Ilustración 23	49
Ilustración 24	54
Ilustración 25	55
Ilustración 26	58
Ilustración 27	59
Ilustración 28	59
Ilustración 29	60
Ilustración 30	62
Ilustración 31	63
Ilustración 32	64
Ilustración 33	65
Ilustración 34	68
Ilustración 35	79
Ilustración 36	80
Ilustración 37	82
Ilustración 38	86
Ilustración 39	87

Ilustración 40	90
----------------------	----

Lista de Tablas

Tabla 1	33
Tabla 2	34
Tabla 3	34
Tabla 4	35
Tabla 5	39
Tabla 6	40
Tabla 7	40
Tabla 8	41
Tabla 9	46
Tabla 10	46
Tabla 11	50
Tabla 12	51
Tabla 13	51
Tabla 14	52
Tabla 15	57
Tabla 16	57
Tabla 17	61
Tabla 18	61
Tabla 19	61
Tabla 20	62
Tabla 21	64
Tabla 22	66
Tabla 23	72
Tabla 24	75
Tabla 25	75
Tabla 26	76
Tabla 27	77
Tabla 28	78
Tabla 29	79
Tabla 30	79
Tabla 31	81
Tabla 32	82
Tabla 33	84
Tabla 34	84
Tabla 35	85

Tabla 36	85
Tabla 37	88
Tabla 38	93
Tabla 39	94

Lista de Gráficas

Gráfica 1.....	44
Gráfica 2.....	55
Gráfica 3.....	63
Gráfica 4.....	65
Gráfica 5.....	66
Gráfica 6.....	67
Gráfica 7.....	87
Gráfica 8.....	89
Gráfica 9.....	89
Gráfica 10.....	94
Gráfica 11.....	95

CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO

Introducción.

El presente documento contiene toda la información referente a la línea de producción #34 en la empresa de partes automotrices UNIPRES MEXICANA S.A. de C.V, siendo la misma el objeto de estudio por la falta de cumplimiento en el objetivo de producción en su modelo principal 4ATDER.

Actualmente la empresa UNIPRES MEXICANA S.A de C.V, es proveedor de partes automotrices teniendo a clientes reconocidos productores de automóviles, pero que exigen un alto cumplimiento tanto en tiempo de entrega como en calidad de producto; por lo cual la empresa necesita que todas sus líneas de producción tengan una productividad positiva.

Es por ello que el proyecto aquí presentado, se enfoca en una de las líneas más críticas para la empresa, ya que la línea de producción #34 produce 3 modelos, con procesos distintos que presentan un bajo cumplimiento de objetivos productivos, situación que no tiene una justificación válida. Se cree que la problemática radica en los operadores que manejan el proceso, pues la capacidad instalada es de 1200 piezas diarias, objetivo que no se cumple con regularidad.

La estructura del documento está elaborada con el fin de guiar en el proceso, de una manera práctica y sencilla; presentando toda la información pertinente que identifique la causa raíz por la falta de cumplimiento en producción y también la propuesta de mejora aplicada para la solución de la problemática actual, así como el material que sustenta la efectividad de dicha mejora.

El objetivo principal radica en el cumplimiento de la línea con respecto a sus metas de producción planteadas, identificando las fallas y desperdicios eliminándolos o reduciéndolos al máximo posible.

El proyecto está sustentado en “Manufactura Esbelta”, ya que es un conjunto de herramientas que logran la reducción de desperdicios (de cualquier tipo) y buscan una mejora constante. Específicamente se presenta la metodología KAIZEN, que significa mejora continua, la cual se integra de pasos que deben llevarse a cabo para el mejoramiento en cualquier tipo de proyecto. Así pues, el proyecto se guía de dicha metodología, para la identificación de la causa real del problema, el análisis, pero sobre todo la búsqueda de una solución que impacte y sea de gran beneficio para la organización.

El proyecto presenta diversas limitantes, y una de ellas es la dependencia de diversos departamentos para realizar la implementación de mejoras, los cuales son Planeación, Calidad, Mantenimiento, Control de producción e Ing. de ensamble, todos ellos involucrados en el momento de la integración de cualquier cambio propuesto, por lo tanto, se espera lograr una correcta coordinación con los mismos para obtener un resultado eficaz y eficiente. Finalmente se presentan los resultados obtenidos por la implementación de las mejoras aplicadas.

En el ámbito profesional, como Ing. en Gestión Empresarial, el interés versó en la aplicación de múltiples conocimientos en una sólo problemática, así como la aplicación de metodologías, herramientas y técnicas que dieran solución a un conflicto real. Para concluir en la investigación se presentan:

1. Problemática que presenta la línea #34.
2. Objetivos
3. Justificación
4. Referente teórico; Manufactura Esbelta.
5. Aplicación de KAIZEN.
6. Diagnóstico inicial de la línea.
7. Resultados de la implementación de mejoras.
8. Conclusiones.
9. Anexos.

Descripción de la empresa y del puesto o área de trabajo del estudiante.

En el año 1998 UNIPRES se estableció a través de una fusión entre YAMAKAWA Industrial Co., y YAMATO Koygo Co., Ltd. Una vez con el acuerdo firmado se comenzó a trabajar en el desarrollo técnico, fabricación y venta de piezas automotrices. En el año 2005 se inaugura UNIPRES MEXICANA (UPM) en el estado de Aguascalientes.

Actualmente UPM es una empresa dedicada a la fabricación y venta de partes automotrices, teniendo como objetivo convertirse en una de las empresas de estampado líder en el mundo, siendo proveedores de diversos clientes (que por cuestiones de privacidad se nombraron cliente X, Y y Z).

Dentro de UPM, se encuentra el departamento de "Producción", integrado por ensamble I, II y III; en los cuales se realiza el control de las líneas, trabajadas bajo ciertos requerimientos, teniendo como base la información recibida de la matriz UNIPRES JAPÓN.

El área en la cual se desarrolló el proyecto es ENSAMBLE I, encargado de producir piezas para el cliente "X", está integrado por un equipo de personas que tienen diversas tareas, como la actualización de documentación según las normativas, la mejora de procesos, la supervisión y el cumplimiento de producción.

Misión:

Ser el número uno de los proveedores con la especialidad en Estampado y ensamblé para la industria automotriz en América Latina.

Visión:

Hacer productos con valor para la industria automotriz con el fin de contribuir al beneficio para el país, sociedad, accionistas, y empleados.

Valores:

- Contribuir a la sociedad por las actividades de la empresa.
- Fomentar un ambiente de trabajo confortable para lograr un buen clima laboral.
- Asumir las necesidades del cliente, y responderle inmediatamente.
- Ejecutar renovación y creatividad constantes en el manejo de tecnología.

Organigrama: En la ilustración#1 se muestra el organigrama general de la empresa UNIPRES MEXICANA.

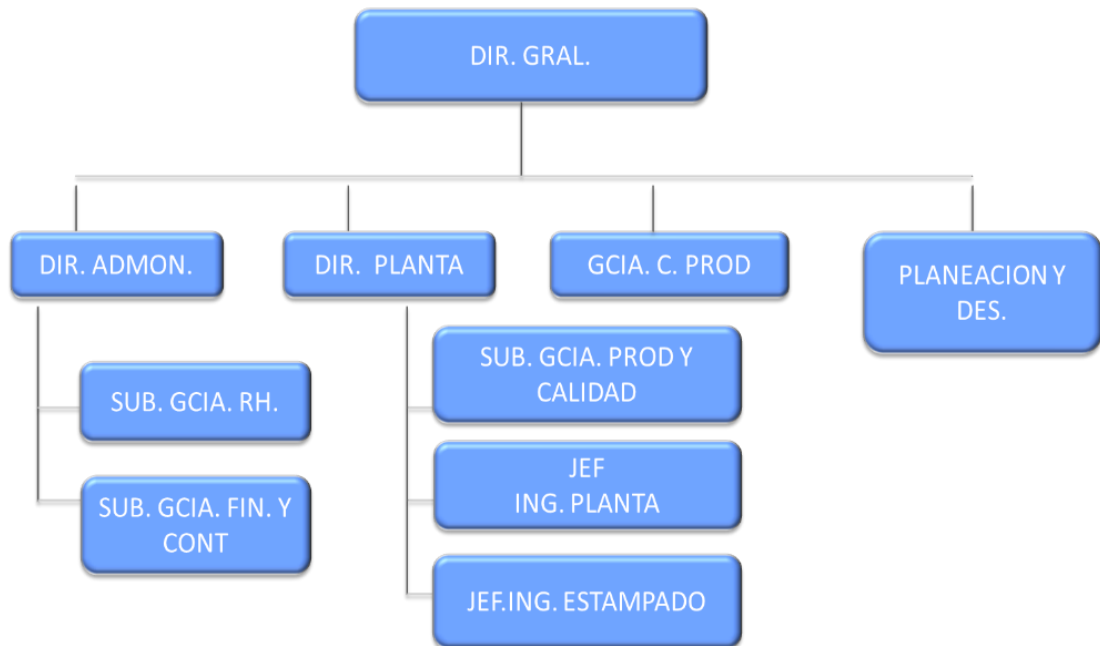


Ilustración 1

Problemas a resolver, priorizándolos.

Como ya se mencionó, UNIPRES MEXICANA S.A de C.V es una empresa del ramo automotriz, proveedor de piezas estampadas para diversas compañías, principalmente proveedor de la empresa “X”, siendo el cliente que consume casi el 60% de la producción total.

El cliente “X” es una filial que se estableció en México en 1961, se encarga de proveer productos y servicios automotrices únicos e innovadores. En 2015, comercializó en México 347,124 vehículos, con una participación de mercado del 25.7 por ciento y produjo 822,948 unidades para el mercado interno y de exportación. Él mismo, establece una serie de estándares de calidad, que deben cumplir todos sus productos.

Así pues la línea #34 produce 3 modelos que son dirigidos al cliente “X”. Es en donde radica la importancia del cumplimiento en tiempo de entrega, calidad y buen costo. Dichos modelos tienen la misma simetría (ver ilustración 2) , pero existe una diferencia entre los componentes de los modelos 3SG y 4ATDER.

- 3SGIZQ.
- 3SGDER.
- 4ATDER (modelo principal de la línea).



Ilustración 2

Actualmente la línea #34 debe producir alrededor de 1152 piezas diarias, teniendo una capacidad de producción de 1200 piezas. La capacidad instalada integra 2 robots (ver ilustración 3), 2 JIGS (bancos en donde se colocan las piezas para ser soldadas por los robots, (ver ilustración 4), 2 estacionarias de tuercas (ver ilustración 5) y 1 estacionaria de puntos de soldadura (ver ilustración 6).



Ilustración 3



Ilustración 4



Ilustración 5



Ilustración 6

La línea es trabajada por dos operadores, que fabrican en conjunto el modelo principal que es el 4ATDER, ya que representa aproximadamente el 72% de la producción diaria, siendo alrededor de 832 piezas. En cuanto a los modelos 3SGDER y 3SGIZQ, son producidos por 1 operador en cada robot, representando el 28% restante con 320 piezas diarias.

A pesar de que es una de las líneas más equipadas; ya que cuenta con suficiente cantidad de maquinaria, equipo y personal, se presenta un bajo índice de productividad en el modelo principal 4ATDER, (Ver anexo 6) basándose en los reportes de producción de los últimos 4 meses, ya que de 104 días laborados, sólo 14 días lograron llegar al objetivo productivo (que como ya anteriormente se mencionó es de 55 piezas para el modelo 3SG y 57 en el 4ATDER por hora en ambos casos).

Al observar la línea, se presentaron las situaciones siguientes :

1. En los trabajadores.
 - El tiempo de espera para el operador en el modelo 3SGIZQ y 3SGDER es en promedio de .109 y 0.0651 min. Ya que durante el proceso deben esperar a que el robot termine de colocar los puntos de soldadura.

- El tiempo de espera en el modelo principal 4ATDER, para el OP1 es de .3869 min. y para el OP2 de 0.1941 min. por pieza producida.
- La falta compromiso con el logro de los objetivos de producción; ya que no se muestran interesados en la mejora de sus operaciones para el cumplimiento del objetivo productivo.

2. En las máquinas.

- El tiempo de espera que se presenta actualmente es en el modelo principal 4ATDER, ya que el robot 1 tiene un tiempo de espera de 0.258 min. mientras que el robot 2 de 0.278 min. Los tiempos de espera por los robots son generados porque el proceso es llevado por candados (por cuestiones de aseguramiento de calidad, en el cual cada maquina es liberada sólo hasta que el proceso anterior ha sido terminado); así pues, los operadores demoran en abastecer al robot esa cantidad de tiempo.

3. En el proceso del modelo 4ATDER.

- La desigualdad de cargas de trabajo en el proceso, siendo que el operador 1 tiene actividades más rápidas y menos pesadas que el operador 2. Ya que el proceso del primero tarda alrededor de 0.4029 min., mientras que el proceso del operador 2 tarda en promedio 0.6782 min.

4. Productividad.

- La falta del cumplimiento en el logro del objetivo productivo actual que es la producción de 57 piezas por hora en el modelo 4ATDER, está ocasionando una inversión en tiempos extra el domingo, para lograr la entrega justo a tiempo al cliente "X"; siendo hipotéticamente innecesario lo anterior, puesto que la capacidad de la línea es realmente es de 1200 piezas por día, logrando entonces cumplir con dicha carga de trabajo en

un tiempo normal y con las mismas condiciones de activos, aunque en la realidad no pueda cumplirse con dicha meta.

Así pues, con este proyecto se pretende cumplir con los objetivos de producción para la línea #34 en sus 3 modelos, iniciando con la modificación en el proceso, balanceando las cargas de trabajo tanto de operadores como de maquinaria, ligado a la reducción de todo tiempo de desperdicios, disminuyendo además la variabilidad de producción, generando un ahorro en promedio de \$12,300 pesos mensuales por la eliminación en inversión de tiempos extras en mano de obra; además del ahorro de la estacionaria de puntos (y lo que su uso genera) de \$71700 pesos mensuales. Dando en total un ahorro mensual de \$84000 mil pesos.

Justificación.

El cumplimiento a los requerimientos del cliente, es una de las razones que logran un desarrollo y crecimiento significativo en las organizaciones.

Para la línea #34 la producción del modelo 4ATDER, representa en promedio una inversión del 72% del tiempo productivo, del cual son manufacturadas al menos 830 piezas al día. El objetivo por hora es de 57 piezas, meta que no logra cumplirse con regularidad, ya que al menos en los últimos 4 meses, sólo se ha logrado cumplir con 14 días el objetivo de 104 días laborados.

Así pues se presenta una baja productividad, pero no se sabe el origen de la misma, ya que la capacidad instalada es de 1200 piezas diarias, y anteriormente a la integración de nueva maquinaria y el cambio de operadores el objetivo era cumplido con regularidad.

También se tiene como ejemplo la línea #35, que produce el lado izquierdo del mismo modelo, pero con menor capacidad instalada, ya que cuenta con 1 robot, 2 JIGS, 1 estacionaria de tuercas y 1 operador que realiza el proceso. Con lo anterior, la línea puede producir hasta 60 piezas en 60 minutos, sobrepasando su objetivo actual de 56 piezas por hora.

Con lo anterior se logra identificar la desigualdad que presentan las líneas #34 y #35, encargadas de la producción del modelo 4AT, ya que teniendo aún menos capacidad en la línea del lado izquierdo, puede cumplirse y superarse el objetivo de producción, mientras que en el modelo 4ATDER, no se logra una estabilidad productiva.

Este proyecto tiene la finalidad de lograr el cumplimiento de los objetivos productivos de la línea #34 en los 3 modelos producidos, y consecuentemente obtener una mejora en la productividad de la misma; todo a través del análisis de la línea, la identificación de anomalías, y desperdicios, la reducción de dichos defectos, la restauración del proceso, el balanceo de cargas de trabajo tanto en mano de obra como de capacidad instalada (optimizando los recursos existentes dentro de la línea), reduciendo la variabilidad productiva, generando un ahorro significativo por la eliminación de los tiempos extras laborables y finalmente se espera cumplir con los requerimientos del cliente y el ahorro financiero que la aplicación de las mejoras representa.

Éste proyecto es llevado a cabo en la línea de producción #34 pero se espera pueda ser aplicado en líneas que presenten problemáticas similares.

Con todo lo anterior, se espera aplicar los conocimientos de Manufactura esbelta, guiándose con el proceso de KAIZEN, aplicando mejoras pequeñas pero significativas, que en conjunto logren un balanceo completo y el cumplimiento de la línea productiva.

Objetivos (General y específicos).

Objetivo general: “Aumentar la productividad actual en la línea #34, para cumplir con el objetivo de producción diario de 57 piezas en 60 minutos en el modelo principal 4ATDER y 56 piezas en el modelo 3SG (IZQ y DER); generando con ello un ahorro significativo por la eliminación de tiempos extras laborables y finalmente cumpliendo con los requerimientos del cliente X.

Objetivos específicos:

- Analizar la línea de producción #34, para la identificación de la causa raíz de la falta de cumplimiento del objetivo productivo.
- Reducción de desperdicios (como esperas, movimientos y actividades que no agreguen valor sean necesarias) que se presenten en los procesos de los 3 modelos.
- Balanceo de cargas de trabajo tanto en mano de obra como de capacidad instalada, restaurando el proceso en caso de ser necesario.
- Optimizar los recursos existentes dentro de la línea #34, aumentando el aprovechamiento de su capacidad instalada.
- Reducir la variabilidad productiva para que pueda cumplir con el objetivo de producción establecido, al fabricar 55 piezas en 60 minutos para los modelos 3SG y 57 piezas en 60 minutos para el modelo 4ATDER.
- Generar un ahorro significativo por la eliminación de tiempos extras laborables, además de maquinaria, equipo y servicios necesarios en la producción de la línea.

CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO

MANUFACTURA ESBELTA

En la actualidad el uso de herramientas que no generan altos costos de inversión, pero que pueden producir un gran impacto en el mejoramiento de los procesos es de suma importancia, y es un factor importante en el desarrollo y crecimiento de las nuevas industrias.

Manufactura esbelta, representa la innovación que puede provocar cambios trascendentales en la manera de producir cualquier producto. Ésta comprende un conjunto de herramientas que buscan mejorar y/o perfeccionar las actividades u operaciones de cualquier sistema de producción. Con base en los conceptos que fueron utilizado en el “Sistema de Producción Toyota”.

Las bases de ME son el respeto por el trabajador en el tipo de actividades que debe realizar, la aceptación de cambios, la eliminación planeada de todo tipo de desperdicios y una mejora constante de productividad y calidad.

Así pues la aplicación de la ME en cualquier sistema de producción es porque reduce todo tipo de desperdicios, reduce todo tipo de costos y mejora la calidad.

Lo anterior lo logra con los 5 pensamientos de ME, que son:

1. El cliente no busca un producto o servicio, busca una solución.
2. Toda actividad que no agrega un bien es considerado un desperdicio.
3. Todo proceso debe fluir (de un paso que agregue valor a otro).
4. Producir bajo orden de cliente y no sobre pronósticos.
5. Cumplido los cuatro primeros use eficiencia para mejorarlos.

Con lo anterior se reitera que la conversión de operaciones normales a LEAN, puede generar cambios trascendentales dentro de una organización; ya que, siempre busca una mejora continua.

Principios de Manufactura Esbelta.

1. Hacer únicamente “lo que es necesario, cuando es necesario y en la cantidad que es necesaria.
2. La calidad debe ser parte inherente del proceso (se revisa todo, en todo momento, y el operario puede detener el proceso en cualquier fase por alguna anomalía detectada).
3. El tiempo total del proceso debe ser el mínimo posible. Eliminar inventarios, tiempos, esperas, etc.
4. Alta utilización de máquinas y de mano de obra.
Máquina: programada a su máxima capacidad.
Mano de obra: No exceso ni abuso sino estandarización.
5. Mejora continua (kaizen): El proceso nunca termina, siempre existe una mejora continua.

LIMITANTES DE LA PRODUCTIVIDAD

MURA, MURI y MUDA: son 3 palabras japonesas que forman parte de kaizen (mejora continua), su filosofía de mejora continua es elemento clave del Sistema de Producción Toyota y del llamado en occidente pensamiento esbelto “lean thinking”.

- MURI: Sobrecarga.
- MURA: Variabilidad.
- MUDA: Desperdicios.

Lo importante es identificarlas y después eliminarlas o reducirlas.

1. Sobrecarga – MURI: Pedirle a una máquina o a una persona que trabaje más allá de su capacidad. El remedio para la sobrecarga es la de automatizar, esta elimina los 3 tipos de trabajos (3k):
 - Díficiles o pesados (kiken).

- Sucios (kikanai).
- Peligrosos (kitsuki).
- Variabilidad – Mura: Inconsistencia en los resultados. Estadística y seis sigma ayudan a disminuir la variabilidad.

Importancia de la estadística: Disminuye, controla y encuentra las variaciones.

- Desperdicio – Exceso – MUDA: El valor agregado es todo aquel que produce una transformación física del producto o servicio. Es el tiempo por el cual está dispuesto a pagar el cliente. Ejemplo de valor agregado; transportación, soldadura, cambios químicos en alimentos etc.

Mudas.

Las 7 Mudras (palabra japonesa que significa desperdicio), que fueron desarrolladas por Taiichi Ohno como núcleo del sistema de producción Toyota, es quizás uno de los conceptos *lean* más fáciles de entender, y más fácil de trasladar a cualquier tipo de situación en la vida.

Tipos de mudras:

1. Sobreproducción: Producir artículos para los cuales no existe demanda, o simplemente fabricar una cantidad superior a la demanda es un desperdicio muy común. La idea de producir grandes lotes para minimizar los costes de producción y almacenarlos en stock hasta que el mercado los demande, es un claro desperdicio, ya que utilizan recursos de mano de obra, materias primas y financieros, que deberían haberse dedicado a otras cosas más necesarias.
2. Sobre-proceso: Hacer un trabajo extra sobre un producto, el cual aportará unas cualidades por las que el cliente no está dispuesto a pagar o simplemente no le interesan, es un desperdicio que debemos eliminar, y

que es uno de los más difíciles de detectar, ya que muchas veces el responsable del sobre-proceso no sabe que lo está haciendo.

Por ejemplo: limpiar dos veces, o simplemente, hacer un informe que nadie va a consultar.

3. Defectos: Todo el mundo entiende que los defectos de producción y los errores de servicio no aportan valor y producen un desperdicio muy grande, ya que consumimos materiales, mano de obra para reprocesar y/o atender las quejas, y sobre todo pueden provocar insatisfacción en el cliente.
4. Transporte: Cualquier movimiento innecesario de productos y materias primas ha de ser minimizado, ya que no aporta nada a la cadena de valor. El transporte cuesta dinero, equipos, combustible y mano de obra, y también aumenta los plazos de entrega. Cada vez que se mueve un material hay un riesgo de daños, y para evitarlo aseguramos el producto para el transporte, lo cual también requiere mano de obra y materiales.
5. Inventario: Es exceso de materia prima, trabajo en curso o producto terminado. No agrega ningún valor al cliente, pero muchas empresas utilizan el inventario para minimizar el impacto de las ineficiencias en sus procesos. El inventario que sobrepase lo necesario para cubrir las necesidades del cliente tiene un impacto negativo en la economía de la empresa y emplea espacio valioso. A menudo un stock es una fuente de pérdidas por productos que se convierten en obsoletos, posibilidades de sufrir daños, tiempo invertido en recuento y control y errores en la calidad escondidos durante más tiempo.
6. Movimiento: Todo movimiento innecesario de personas o equipamiento que no añada valor al producto es un despilfarro. Este despilfarro se puede confundir con el transporte, pero en este caso nos referimos a los

movimientos dentro de un proceso, mientras que en el despilfarro de transporte nos referimos al movimiento entre procesos.

La muda por movimiento está causada por un flujo de trabajo poco eficiente, un *layout* (distribución en planta) incorrecto y unos métodos de trabajo inconsistentes o mal documentados.

Estos hacen que el operario se desplace más de lo que debería, que tenga que mover las materias primas de un lado para otro, etc., aumentando su cansancio y disminuyendo el tiempo dedicado a realizar lo que realmente aporta valor.

7. Esperas: Es el tiempo, durante la realización del proceso productivo, en el que no se añade valor. Esto incluye esperas de material, información, máquinas, herramientas, retrasos en el proceso de lote, averías, cuellos de botella... La causa más básica de tiempo de espera es un proceso desequilibrado, es decir, cuando una parte de un proceso corre más rápido que un paso anterior. Otra causa común de espera es cuando los materiales no están disponibles, ya sea debido a que los procesos de manipulación de materiales no funcionan eficazmente, o bien debido al agotamiento de las existencias por mala gestión de las compras y/o la poca sincronía con los proveedores.

(Empresa Inventiam, s.f.)

NIVELACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Para poder lograr un sistema LEAN, es necesario primero implementar la base que es tener una producción equilibrada evitando con ello la variabilidad existente.

Nivelación de la producción: Es una estrategia de planeación, inventarios y programación, para nivelar la producción y seguir de la manera más apegada las variaciones en la demanda del cliente, minimizando los defectos que produce dicha variabilidad dentro del proceso productivo.

- Variación en el volumen.
- Variación en la mezcla.

Beneficios de nivelación de la producción

Calidad: Mantiene productos de alta calidad.

- Se mantienen presentes los estándares del producto en los operadores.
- Se renueva la verificación del estándar en cada cambio.

Costo: Reduce las necesidades de inversión de capital.

- No se establece al máximo la inversión de maquinaria, materiales, espacio y mano de obra, sino a la medida y con estrategias de planeación, programación e inventarios se absorben las diferencias.

Entrega: Asegura la entrega a tiempo.

- Al minimizar los tamaños de los lotes mediante la técnica SMED el tiempo de conducción para suministrar al cliente se reduce.

TRABAJO ESTÁNDAR

El trabajo estándar puede lograr la producción balanceada con el mínimo de mano de obra. “Está orientado en el hombre”.

El trabajo estándar es un método para producir eficazmente sin desperdicios, el cual fue deliberadamente concebido tomando en consideración los movimientos de las personas. La idea es que no puede haber mejoras (kaizen) donde no exista el trabajo estándar, o en otras palabras donde no exista lo que es normal y lo que no.

Objetivos de la estandarización de operaciones:

1. Lograr una alta productividad a través del trabajo vigoroso.
2. Lograr el balanceo de líneas entre todos los procesos en términos de toma de tiempos.
3. Sólo la mínima cantidad de trabajo en proceso calificará como estándar, o el número mínimo de unidades necesarias para que el trabajo estándar pueda ser llevado a cabo por los operarios.

Pre-requisito del trabajo estándar:

1. Deberá enfocarse en los movimientos de las personas, ya que el trabajo estándar es para el hombre no para la máquina.
2. Deberá ser una operación repetitiva (como en autopartes, aeronáutica, farmacéuticos pero en alimentos o agroindustriales que dependen de materia prima no).

Tres elementos del trabajo estándar:

- ✓ Tiempo takt.
- ✓ Rutina de operación estándar (Tiempo ciclo).
- ✓ Cantidad estándar de Trabajo en Proceso.

TODOS LOS ANTERIORES SON LA BASE PARA LOGRAR UNA OPERACIÓN ESTÁNDAR = PRODUCCIÓN BALANCEADA ENTRE PROCESOS CON EL MINIMO DE TRABAJO EN PROCESO.

Takt Time.

El tiempo takt o batuta es el lapso en el cual una unidad deberá ser producida. Éste se determina con la cantidad diaria de producto, junto con el tiempo efectivo de operación mediante la fórmula:

$TT = \text{Tiempo diario efectivo de operación} / \text{Cantidad de producto diario requerido}$
(lo que pide el cliente).

Tiempo Ciclo.

Es el tiempo real más corto para efectuar un ciclo de la operación bajo condiciones normales. Es el tiempo operativo (no incluye tiempo de herramientas) (lo más corto real) de lo que tardas en hacer una pieza.

Cantidad estándar de trabajo en proceso, (inventario entre procesos) (tener nivelada la producción, no perder el ritmo de trabajo).

Es la cantidad mínima de inventario que puede retenerse en cada proceso de la línea de modo que el operario pueda trabajar a un mínimo ritmo conforme a la secuencia de trabajo.

Consiste principalmente en:

El trabajo que exista en espera entre personas.

El trabajo asignado a cada máquina o proceso.

- Sin esta cantidad la operación rítmica entre varias máquinas de la línea no se podría lograrse.
- El inventario de producto terminado al final de la línea no se considera como parte de esta cantidad.

HOJA DE SECUENCIA DE TRABAJO ESTÁNDAR

Es el elemento final necesario para la estandarización de operarios en Toyota.

Esta hoja tiene los siguientes elementos:

1. Tiempo batuta takt time.
2. Secuencia de trabajo (rutina de trabajo).
3. Cantidad estándar de trabajo en proceso.
4. Tiempo neto de operación.
5. Puntos de inspección de calidad.
6. Puntos de revisión de seguridad del operario.

Procedimiento para desarrollar la hoja de secuencia de trabajo estándar.

Paso 1. Estudio de tiempos y movimientos.

Paso 2. Preparación de la hoja de capacidad del proceso.

Capacidad del proceso es la cantidad de productos que pueden fabricarse durante un turno sin utilizar tiempo extra.

Capacidad del proceso: $\text{Duración del trabajo normal por turno} / (\text{tiempo para realizar una pieza}) + (\text{tiempo de cambio de herramienta por pieza})$.

Paso 3. Preparación del diagrama de trabajo combinado.

El siguiente paso es de terminar el número de operaciones distintas que a los que cada trabajador será asignado. Esto se logra al construir el Diagrama de Trabajo Combinado.

1. El diagrama de trabajo combinado describe la secuencia del trabajo en un operador en un tiempo takt. Es importante diferenciar entre el orden de los

procesos y las rutinas de las operaciones ya que estas dos no son idénticas en muchos casos.

La rutina de las operaciones está orientada al trabajador no al proceso.

Paso 4. Preparación de la hoja de secuencia de trabajo estandarizado (SWS).

Una SWS se utiliza para indicar el rango de operación de cada trabajador en un gráfico, utilizando símbolos para confirmación de calidad, precauciones de seguridad, etc. Así como los 3 elementos del trabajo estándar: tiempo takt, secuencia de trabajo y cantidad estándar de trabajo en proceso. Esta hoja deberá publicarse de manera que cualquier persona pueda ubicar la condición operativa de la línea de producción, permitiéndole ser usada como herramienta para kaizen y capacitación. Debe representar la intención del supervisor o gerente acerca del cómo hacer que el operador realice su trabajo y ser una herramienta para el control visual al indicar claramente la secuencia de trabajo.

Cuando se tiene un área de trabajo bien distribuida, el siguiente paso es tener actividades y/o procedimientos que estén estandarizados, para lograr alta productividad y balanceo de líneas.

KAIZEN

Fase de transformación de un Sistema Lean

- Fase 1: Kaizen de productividad: Eliminación de desperdicios (MUDAS).
Creación de flujo.
- Fase 2: Kaizen operacional: Eliminación de puntos sobrecargados (MURI).
Establecimiento de Sistemas Lean.
- Fase 3: Kaizen cadena de valor: Eliminación de irregularidades (MURA).
Sincronización del sistema.

Para lograr un mejoramiento continuo es necesario tener como base el diagrama kaizen, presentado en la ilustración #7.

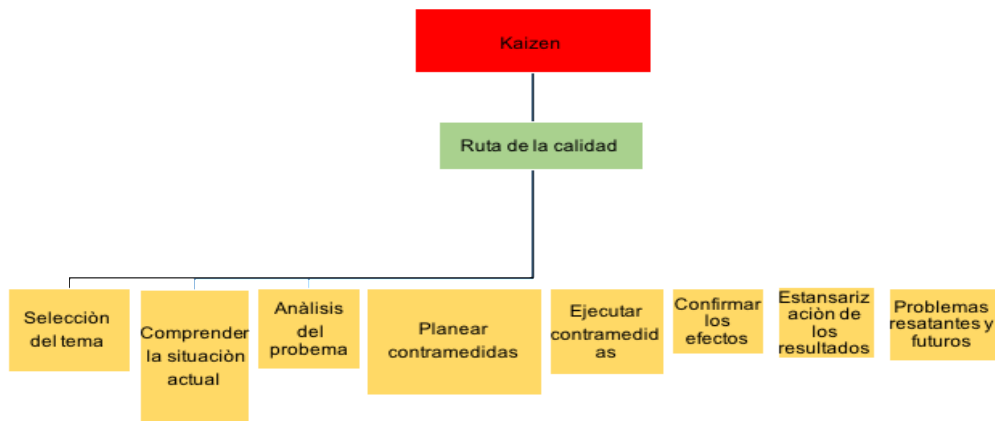


Ilustración 7

KAIZEN o mejora continua representa el inicio y el final de las herramientas y metodologías aplicadas para lograr una empresa Lean.

CAPÍTULO 4: DESARROLLO

Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.

Para el procedimiento, se utilizó como ya se mencionó la metodología KAIZEN (mejora continua), que integra 8 pasos, los cuales la guía para la investigación, y la aplicación de las mejoras.

Paso 1. Selección del tema: El tema seleccionado para la mejora, fue decisión del conjunto de directivos de la organización, por el incumplimiento que dicha línea productiva mantenía a diferencia de las otras.

Paso 2. Comprender la situación actual: Inicialmente se realizó una investigación general de los puntos críticos de la línea, desde su capacidad instalada, la producción exigida, los modelos fabricados, los operadores disponibles, entre otras. Después se realizó una toma de tiempos y movimientos en cada proceso de fabricación para los 3 modelos.

Paso 3. Análisis del problema: Con los datos recolectados de cada proceso se elaboró un análisis de cada modelo, en el cual, a través de un mapa de valor se identificaron las actividades que no agregan valor, que son necesarias y las que agregan valor; así como también se realizó un estudio de tiempos de tak time, tiempo ciclo y hojas de secuencia de trabajo estándar, para realizar el cálculo de la capacidad de la línea real.

Paso 4. Planear contramedidas: Se presentaron propuestas de mejora que fueron basadas en el balanceo de operaciones, modificación de proceso y aprovechamiento correcto de máquinas.

Paso 5. Ejecutar contramedidas: Al implementarse la mejora, se procedió a realizar pruebas para la toma de tiempos y análisis de las operaciones.

Paso 6. Confirmar los efectos: Se recalculó a través de un mapa de valor, tiempos takt y tiempo ciclo el cumplimiento de los objetivos con la mejora implementada.

Paso 7. Estandarización de los resultados: Una vez comprobado que los resultados eran los esperados, se procedió a la actualización de “Hojas de operación Estándar” así como a la capacitación de los nuevos procesos a los operadores de la línea.

Paso 8: Problemas restantes y futuros: A pesar de los resultados obtenidos, la línea puede mejorar sus operaciones, reduciendo aún más sus actividades necesarias.

DIAGNÓSTICO INICIAL

Línea de producción.

Como se estableció en la metodología, para poder dar inicio a la investigación es necesario el análisis de la situación actual, viendo el panorama total para la identificación real de los conflictos que pudieran presentarse.

A continuación se describen los datos capturados de la línea #34, presentando pues todas las consideraciones generales.

1. Nombre de la línea: Línea #34.
2. Maquinaria y equipo disponible:
 - 2 robots; que realizan puntos de soldadura.
 - 2 JIGS o bancos; es en donde se colocan las piezas para que el robot pueda colocar los puntos de soldadura.
 - 2 estacionaria de tuercas; ayuda a la colocación de la tuerca.
 - 1 estacionaria de puntos; es en donde el operador coloca los puntos de soldadura de manera manual.
3. Operadores disponibles: Cinco, que son distribuidos en turnos 2T3G y 2 en turno normal. En la Tabla #1 se presenta el horario de los operadores así como los días en que laboran cada uno de ellos.

Operadores en Línea			
# de operador	Días laborados	Horario de jornada	Turno
Op.1	Lun-Mar-Mié-Jue	Día	TURNO 2T3G
OP.2	Lun-Mar	Noche	
	Vier-Sáb.	Día	
Op.3	Miér-Jue-Vie-Sáb	Noche	
Op.4	Lun-Mar-Mié-Jue-Vie	Día	TURNO NORMAL
Op.5	Lun-Mar-Mié-Jue-Vie	Noche	

Tabla 1

4. Cantidad máxima de producción: 1200 piezas.
5. Tiempo productivo por día: 20.5 horas = 1230 min.
6. Modelos producidos en línea: 4ATDER, 3SGDER y 3SGIZQ.
7. Proporción (aproximadamente) de piezas producidas por modelo: en la Tabla #2 se presentan las piezas fabricadas en promedio por día.

Horario	8:00 a 16:00	17:30 A 8:04	Total de Tarjetas	Pzs. Por tarjeta	Total de piezas producidas
4ATDER	7	6	13	64	832
3SG (IZQ Y DER)	3	2	5	64	320
SUMA	10	8	18		1152

Tabla 2

MODELO 3SGIZQ.

A continuación se presenta la información correspondiente del modelo 3SGIZQ. En la Tabla #3 se exhibe el tiempo en el que se realiza una pieza (Tiempo T. Neto), así como también el tiempo que está establecido en la Hoja de Proceso original (Tiempo HP); con respecto a éstos dos tiempos y el operador que está realizando el proceso se obtiene una cantidad de piezas objetivo por hora, para con ello cumplir con la producción solicitada por el cliente.

Tiempo Tacto Neto	1.094
Tiempo HP.	1.045
Operadores en el proceso	1
Objetivo del mes (pzs./hora)	55

Tabla 3

El modelo 3SGIZQ contiene una serie de componentes que deben ser ensamblados durante todo su proceso, dichos elementos se presentan en la Tabla #4 así como también se identifican en la Ilustración #8.

Componentes 3SGIZQ	
Componente	Cantidad
Panel principal	1
Tuercas M6	2
BRKT chico LH (izquierdo)	1
BRKT GDE	1
Puntos de soldadura	7

Tabla 4



Ilustración 8

Para realizar el modelo 3SGIZQ. El operador realiza el siguiente proceso:

1. Checar panel rosa con la pieza muestra, se revisa si el robot tiene bien ubicados los puntos de soldadura. Si están correctos se libera producción.
2. Tomar panel principal de rack de materia prima y colocar en estacionaria de tuercas #1.Ver Ilustración #9.
3. Colocar 2 tuercas M6 en el panel principal en la estacionaria #1.Ver ilustración #10.
4. Llevar panel a JIG 1.
5. Colocar BRKT chico LH y grande (de manera que queden ubicados como se muestra en las Ilustraciones #11 y #12, dar ciclo presionando la cola de rata(Ver Ilustración #13); posteriormente se coloca el panel principal y se da ciclo.

6. El ROB #1 coloca 7 puntos de soldadura.
7. Se realiza marcaje de componentes y se coloca la pieza en rack de producto terminado. Ver ilustración #14

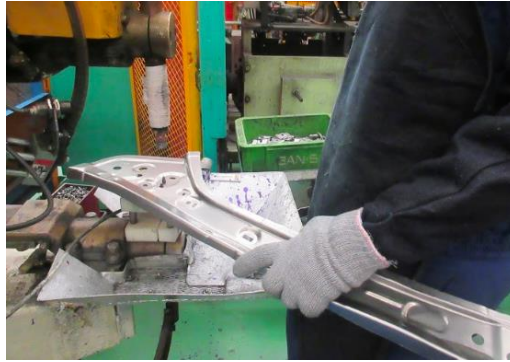


Ilustración 9



Ilustración 10



Ilustración 11



Ilustración 12



Ilustración 13

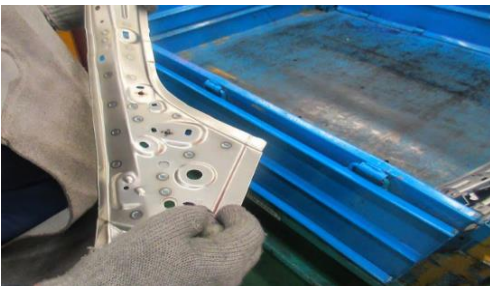


Ilustración 14

La alineación de electrodos en el Robot 1 es de cada 405 puntos de soldadura, para así evitar que las tuercas estén traslapadas y los puntos de soldadura no tengan rebaba o poca resistencia.

Análisis de Tiempos y Movimientos

Para lograr un correcto balanceo de cargas de trabajo, así como la verificación total del proceso en la elaboración de la pieza, es indispensable contar con el

estudio de tiempos y movimientos, analizando y midiendo el tiempo de cada operación realiza por el operador en todo el ciclo, por lo anterior en la Tabla #5 se presentan las 7 actividades necesarias en el proceso del modelo 3SGIZQ, tomando en cuenta que dicho modelo es producido por 1 operador, 1 robot, 1 estacionaria de tuercas y 1 JIG.

Para obtener un tiempo ciclo total, se realizó un promedio de los tiempos capturados, los cuales resultan 0.486 min., después se calcula el tiempo promedio de tiempo de afilado de electrodos (esto porque además de que el robot tarda en colocar los 7 puntos un tiempo máquina de 0.429 min., realiza un afilado cada 405 puntos de soldadura y el tiempo que se tarda es significativo al momento de realizar el cálculo final,), el resultado de dicho tiempo se encuentra en la Tabla #6,

Posteriormente se suman los tiempos obtenidos anteriormente; el promedio de tiempo ciclo, y el tiempo de afilado, al resultado final se le agrega un 15% por cuestiones técnicas utilizadas en la empresa dando un tiempo de holgura por las esperas de materia, realización de SMED(cambio herramental), entre otros.

Finalmente se obtiene un T.T. (tiempo tacto) en el cual 0.57132 min. una pieza es fabricada. Ver Tabla #7.

# de Act.	Actividad	Tiempo promedio en minutos
1	Colocar Tuercas en estacionaria #1.	0.09
2	Girar a JIG 1	0.0314
3	Esperar a Rob. 1	0.109
4	Abastecer JIG.	0.088
5	Girar a estacionaria #1 y marcar componentes	0.071
6	Caminar a rack de producto terminado y colocar PT en rack	0.044
7	Regresar a estacionaria #1	0.033
TOTAL		0.4664

Tabla 5

Tiempo de Afilado	
Puntos	7
Cantidad de p/afilado	405
$405/7=$	57.85714286
Constante Afilado	0.625
$0.625/57.85$	0.010802469

Tabla 6

1. CÁLCULO TIEMPO TACTO REAL	
2. Promedio Tiempo Ciclo	3. 0.486
4. Tiempo de afilado	5. 0.0108
6. Suma	7. 0.4968
8. T.T (15%)	9. 0.57132

Tabla 7

Actualmente el modelo 3SGIZQ tiene un T.T establecido de 1.090 min. Produciendo 55 piezas en 60 minutos. Analizando los resultados reales, puede observarse, que los trabajadores realizan el modelo en un tiempo menor, siendo capaces de producir hasta 105 piezas en 60 minutos (Ver Tabla #8), dato que justifica que la capacidad de la línea y el proceso actual está correcto, pero los tiempos establecidos presentan deficiencias, lo que genera tiempos de espera y mucha holgura por parte de los operadores, al mantener un ritmo de trabajo muy por debajo de la capacidad real.

Piezas / Hora en tiempo establecido (60/1.09)	55
Piezas / Hora en tiempo real (60/0.571)	105.019954

Tabla 8

ANEXO 1. Tiempos capturados para el diagnóstico de modelo 3SGIZQ.

Hoja de secuencia de trabajo estándar.

Con el apoyo de la hoja estándar se justificó el resultado obtenido anteriormente, ya que podemos observar gráficamente el proceso, y la capacidad que tiene para procesar 2 piezas en el T.T. establecido por la empresa de 1.090min. Mientras que, con el T.T real calculado (0.57132 min), se obtiene que la producción es capaz de obtener hasta 105 piezas en 60 minutos.

Standardized Work 2: Standardized Work Combination Table

Standardized Work Combination Table	From:		Date:	Required Units per Shift:																						
	To:		Area: 35612R ROB1			Takt Time:																				
	Work Elements	Time (sec.)			Seconds																					
Hand		Auto	Walk	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100			
1 Colocacion de material	.09		.034	[Hand activity from 0 to 10s]																						
2 Limpieza	.109			[Hand activity from 10 to 30s]																						
3 Abrir el St 1	.088	.429		[Hand activity from 30 to 35s]																						
4 Mover el eje a est. 1	.071		.044	[Hand activity from 35 to 45s]																						
5 Cerrar el eje de PT			.033	[Hand activity from 45 to 55s]																						
6 Registrar el est. 1				[Hand activity from 55 to 60s]																						
7				[Hand activity from 60 to 80s]																						
8				[Hand activity from 80 to 85s]																						
9				[Hand activity from 85 to 90s]																						
10				[Hand activity from 90 to 95s]																						
11				[Hand activity from 95 to 100s]																						
12				[Hand activity from 100 to 105s]																						
13				[Hand activity from 105 to 110s]																						
14				[Hand activity from 110 to 115s]																						
15				[Hand activity from 115 to 120s]																						
Totals	0.354	Waiting	0.1089	[Total activity from 0 to 120s]																						

T.T = 1.090
(actual)
Requiere de C.P.

"Planta 1"
Posible para
Kaizen Express

"Planta 2"
Planta 2 0.090

Lay out.

En la ilustración #15 se presenta el Lay Out de la línea, y el recorrido del operador en la fabricación del modelo 3SGIZQ., representado por la línea de color rojo, y los círculos representan las actividades realizadas, que pueden encontrarse en la tabla #5.

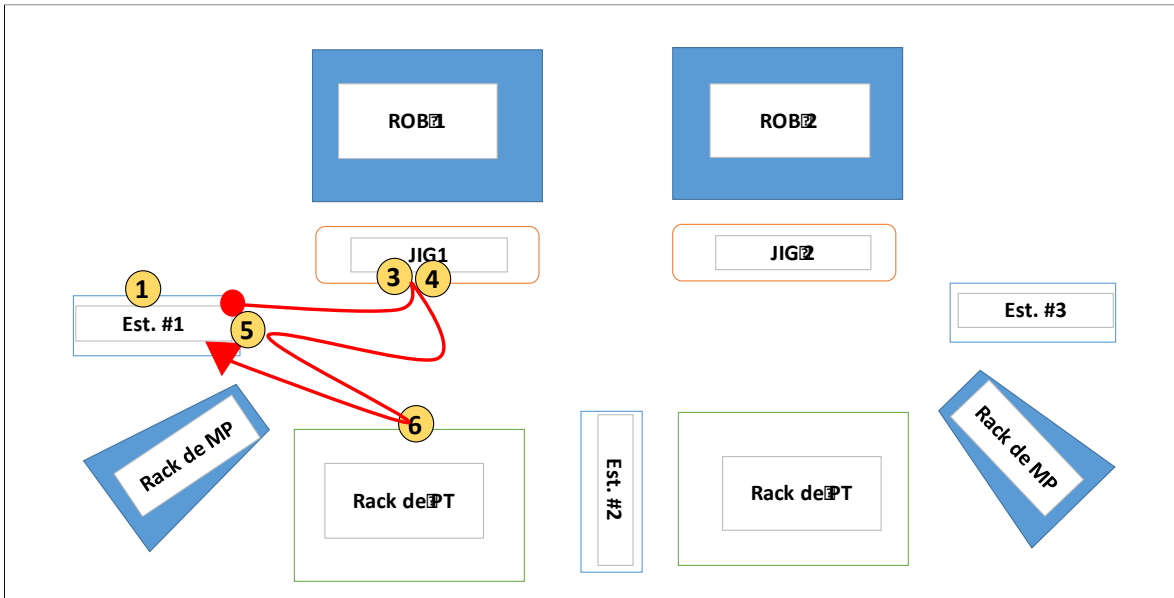


Ilustración 15

Mapa de valor.

A continuación se presenta el mapa de valor del proceso (ver Ilustración #16), tomando en consideración los tiempos reales por operación que fueron capturados en la Tabla #5, en donde;

El círculo verde representa las actividades que agregan valor al producto, dichas actividades pueden ser mejoradas, y actualmente representan un 38.16% con 0.178 min.

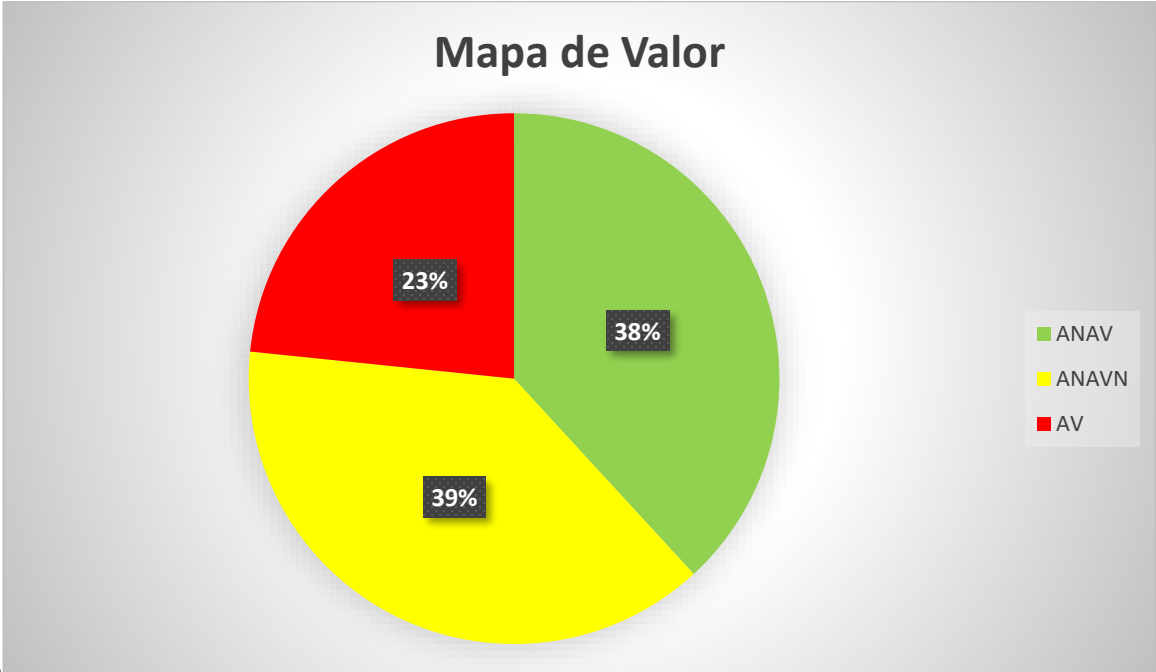
El círculo amarillo representa las actividades que no agregan valor al producto pero que son necesarias, dichas actividades deben ser reducidas, actualmente representan un 38.46% con un tiempo total de 0.1794 min.

El círculo rojo representa las actividades que no agregan valor al producto, las cuales deben ser eliminadas, la actividad que actualmente se presenta es de un 23.37% con 0.109 min.








Ilustración 16

Los porcentajes anteriores son representados en la Gráfica #1.



Gráfica 1

HOE actual del proceso.

No.	ANÁLISIS DE LA OPERACIÓN	No.	PASOS PRINCIPALES	TIEMPO	RECURSOS	RIESGOS	PUNTOS CRÍTICOS	RAZÓN DE LOS PUNTOS CRÍTICOS	ILUSTRACIÓN																				
1	TOMAR PANEL 76233 3SGOA Y COLOCAR 2 NUT M6 00089 14266 EN MAQUINA ESTACIONARIA EN LOS BARRENOS INDICADOS VER IMAGEN # 1 LLEVAR PIEZA A CHARDLA RECEPTORA	1	COLOCAR 2 NUT M6	.162			EN BARRENOS INDICADOS	EVITAR UN MAL ENSAMBLE	 																				
2	COLOCAR BRKT 762A5 3SGOA Y 76321 3SGOA Y COLOCARLOS EN PERNOS INDICADOS VER IMAGEN #2 Y #3 DAR 1ER CICLO, POSTERIORMENTE COLOCAR PANEL ESTAMPADO EN JIG Y POSICIONAR EN LOS PERNOS INDICADOS VER IMAGEN #4 DAR 2DO CICLO CONFIRMAR VISUALMENTE LA CALIDAD Y POSICIÓN DEL ÚLTIMO PUNTO DE SOLDADURA PUESTO POR ROBOT Y MARCARLO CON SKILL WRITER (UPM-HOE-EI-AYV-48) VER IMAGEN #5	2	ENSAMBLE DE COMPONENTES	.127			EN PERNOS INDICADOS	EVITAR BRKTS MAL ENSAMBLADOS	 																				
3	TOMAR SKILL WRITTER Y MARCAR 3 COMPONENTES Y 2 NUTS M6	3	CONFIRMACION DE CALIDAD	.069			MARCAR 3 COMPONENTES Y 2 NUTS M6	ASEGURARCE QUE SE ENSAMBLAN TODOS LOS COMPONENTES																					
4	TOMAR PIEZA TERMINADA Y COLOCAR EN RACK DE PRODUCTO TERMINADO RESPETANDO NORMA DE EMPAQUE	4	MODULACION EN RACK	.058			RESPECTAR NORMAS DE EMPAQUE	CUMPLIR CON LA ESPECIFICACION DEL CLIENTE.	<table border="1"> <thead> <tr> <th>CONCEPTO</th> <th>MAQUINA</th> <th>L32F</th> <th>L32F</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ELECTRODO SUPERIOR</td> <td>T-165-OVARA</td> <td>ROB45</td> <td>055</td> </tr> <tr> <td>ELECTRODO INFERIOR</td> <td>T-165-OVARA</td> <td>AKBTS M6SQ</td> <td>WKD 06-7</td> </tr> <tr> <td>PERNO</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> <td>NGP 131</td> </tr> <tr> <td>RESORTE</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> <td>AS3</td> </tr> </tbody> </table>	CONCEPTO	MAQUINA	L32F	L32F	ELECTRODO SUPERIOR	T-165-OVARA	ROB45	055	ELECTRODO INFERIOR	T-165-OVARA	AKBTS M6SQ	WKD 06-7	PERNO	N/A	N/A	NGP 131	RESORTE	N/A	N/A	AS3
CONCEPTO	MAQUINA	L32F	L32F																										
ELECTRODO SUPERIOR	T-165-OVARA	ROB45	055																										
ELECTRODO INFERIOR	T-165-OVARA	AKBTS M6SQ	WKD 06-7																										
PERNO	N/A	N/A	NGP 131																										
RESORTE	N/A	N/A	AS3																										
TIEMPO TOTAL				416																									

HERRAMIENTA * MARTILLO * STEELSON * CINCEL EQUIPO DE SEGURIDAD * PETO * MANGAS * LENTES DE SEGURIDAD * UNIFORME * CACHUCHA * GUANTES DE HILAZA	PUNTOS PROHIBIDOS Y/O DISPOSICIÓN DE ANOMALÍA * NO PEDIR ABASTO DE PARTES ESTAMPADAS HASTA TERMINAR LA ÚLTIMA PIEZA DEL RACK PARA EVITAR MEZCLA DE PARTES EN RACKS DE PRODUCTO TERMINADO * EN CASO DE ANOMALIA AVISAR A LIDER	<table border="1"> <thead> <tr> <th>NO.</th> <th>NOMBRE DE PARTE</th> <th>NUMERO DE PARTE</th> <th>CANTIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>PLR FR INR UPR - L</td> <td>76233 3SGOA</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>NUT WELD M6</td> <td>00089 14266</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>BRKT</td> <td>76321 3SGOA</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>BRKT</td> <td>762A5 3SGOA</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	NO.	NOMBRE DE PARTE	NUMERO DE PARTE	CANTIDAD	1	PLR FR INR UPR - L	76233 3SGOA	1	2	NUT WELD M6	00089 14266	2	3	BRKT	76321 3SGOA	1	4	BRKT	762A5 3SGOA	1	ASPECTOS AMBIENTALES RECICLAR GUANTES NO TIRAR SOLVENTES O QUÍMICOS EN PISO TIRAR TRAPO CONTAMINADO EN LUGAR ASIGNADO NO TIRAR RESIDUOS DE METAL O COBRE EN BASURA CONTROL DE COPIAS ORIGINAL EN LINEA
NO.	NOMBRE DE PARTE	NUMERO DE PARTE	CANTIDAD																				
1	PLR FR INR UPR - L	76233 3SGOA	1																				
2	NUT WELD M6	00089 14266	2																				
3	BRKT	76321 3SGOA	1																				
4	BRKT	762A5 3SGOA	1																				

MODELO 3SGDER

A continuación se presenta la información correspondiente del modelo 3SGDER. En Tabla #9 se exhibe el tiempo en el que se realiza una pieza (Tiempo T. Neto), así como también el tiempo que está establecido en la Hoja de Proceso original (Tiempo HP); con respecto a éstos dos tiempos y el operador que está realizando el proceso se obtiene una cantidad de piezas objetivo por hora, para con ello cumplir con la producción solicitada por el cliente.

Tiempo Tacto Neto	1.094
Tiempo HP.	1.045
Operadores en el proceso	1
Objetivo del mes (pzs./hora)	55

Tabla 9

El modelo 3SGDER contiene una serie de componentes que deben ser ensamblados durante todo su proceso, dichos elementos se presentan en la Tabla #10 así como también se identifican en la Ilustración #17.

Componentes 3SGDER	
Componente	Cantidad
Panel principal	1
Tuercas M6	2
BRKT chico RH (derecho)	1
BRKT GDE	1
Puntos de soldadura	7

Tabla 10



Ilustración 17

Proceso:

Para realizar el modelo 3SGDER. el operador realiza el siguiente proceso:

1. Checar panel rosa con la pieza muestra, se revisa si el robot tiene bien ubicados los puntos de soldadura. Si están correctos se libera producción.
2. Tomar panel principal de rack de materia prima y colocar en estacionaria de tuercas #2. Ver Ilustración #18.
3. Colocar 2 tuercas M6 en el panel principal en la estacionaria #2. Ver Ilustración #19.
4. Llevar panel a JIG 2.
5. Colocar BRKT chico RH y grande (de manera que queden ubicados como se muestra en las Ilustraciones #20 Y #21, dar ciclo presionando la cola de rata (Ver Ilustración #22); posteriormente se coloca el panel principal y se da ciclo.
6. El ROB #2 coloca 7 puntos de soldadura.

7. Se realiza marcaje de componentes y coloca en rack de producto terminado. Ver Ilustración #23.



Ilustración 18



Ilustración 19



Ilustración 20



Ilustración 21



Ilustración 22

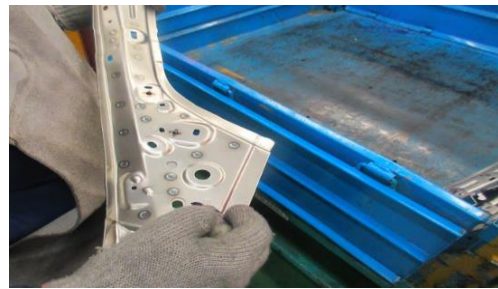


Ilustración 23

La alineación de electrodos en el Robot 1 es de cada 405 puntos de soldadura, para así evitar que las tuercas estén traslapadas y los puntos de soldadura no tengan rebaba o poca resistencia.

Análisis de Tiempos y Movimientos.

Para lograr un correcto balanceo de cargas de trabajo, así como la verificación total del proceso en la elaboración de la pieza, es indispensable contar con el estudio de tiempos y movimientos, analizando y midiendo el tiempo de cada operación realiza por el operador en todo el ciclo, por lo anterior en la tabla #11 se presentan las 7 actividades necesarias en el proceso del modelo 3SGDER, tomando en cuenta que dicho modelo es producido por 1 operador, 1 robot, 1 estacionaria de tuercas y 1 JIG.

Para obtener un tiempo ciclo total, se realizó un promedio de los tiempos capturados, los cuales resultan de 0.460 min., después se calcula el tiempo promedio de tiempo de afilado de electrodos (esto porque además de que el robot tarda en colocar los 7 puntos un tiempo máquina de 0.389, realiza un afilado cada 405 puntos de soldadura y el tiempo que se tarda es significativo al momento de realizar el cálculo final), el resultado de dicho tiempo se encuentra en la Tabla #12.

Posteriormente se suman los tiempos obtenidos anteriormente; el promedio de tiempo ciclo, y el tiempo de afilado, al resultado final se le agrega un 15% por cuestiones técnicas utilizadas en la empresa dando un tiempo de holgura por las esperas de materia, realización de SMED(cambio herramental), entre otros.

Finalmente se obtiene un T.T. (tiempo tacto) en el cual 0.54142 min. una pieza es fabricada. Ver Tabla #13.

# de Act.	Actividad	Tiempo promedio en minutos
1	Tomar panel y colocar 2 Tuercas en estacionaria #2.	0.0887
2	Caminar a JIG 1	0.0354
3	Esperar a Rob. 2	0.0651
4	Abastecer JIG 2	0.087
5	Caminar a rack de PT	0.0333
6	Realizar marcaje de componentes y colocar pieza en Rack de PT	0.1304
7	Regresar a estacionaria #2	0.0284
TOTAL		0.4683

Tabla 11

Tiempo de Afilado	
Puntos	7
Cantidad de p/afilado	405
$405/7=$	57.85714286
Constante Afilado	0.625
$0.625/57.85$	0.010802469

Tabla 12

CÁLCULO TIEMPO TACTO REAL	
Promedio Tiempo Ciclo	0.46
Tiempo de afilado	0.0108
Suma	0.4708
T.T (15%)	0.54142

Tabla 13

Actualmente el modelo 3SGDER tiene un T.T establecido de 1.090 min. Produciendo 55 piezas en 60 minutos. Analizando los resultados reales, puede observarse, que los trabajadores realizan el modelo en un tiempo menor, siendo capaces de producir hasta 110 piezas en 60 minutos(Ver tabla #14), dato que justifica que la capacidad de la línea y el proceso actual está correcto, pero los tiempos establecidos presentan deficiencias, lo que genera tiempos de espera y mucha holgura por parte de los operadores, al mantener un ritmo de trabajo muy por debajo de la capacidad real.

Piezas / Hora en tiempo establecido (60/1.09)	55
Piezas / Hora en tiempo real (60/0.541)	110.819696

Tabla 14

ANEXO 2. Tiempos capturados para el diagnóstico de modelo 3SGDER.

Hoja de secuencia de trabajo estándar.

Con el apoyo de la hoja estándar se justificó el resultado obtenido anteriormente, ya que podemos observar gráficamente el proceso, y la capacidad que tiene para procesar 2 piezas en el T.T. establecido por la empresa de 1.090min. Mientras que, con el T.T real calculado (0.54142 min), se obtiene que la producción es capaz de obtener hasta 110 piezas en 60 minutos.

356DER
ROB2
"topacetr"

Standardized Work 2: Standardized Work Combination Table

Standardized Work Combination Table	From:		Date:	Required Units per Shift:																		
	To:		Area:																			
				Takt Time:																		
Work Elements	Time (sec.)			Seconds																		
	Hand	Auto	Walk	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
1 Toma panel y colocarlo	0.0889		0.0994	[Hand activity line]																		
2 Esperar	0.0654			[Hand activity line]																		
3 Abridarse	0.0889	0.309		[Hand activity line]																		
4 Realizar escape	0.1304		0.0994	[Hand activity line]																		
5			0.0994	[Hand activity line]																		
6				[Hand activity line]																		
7				[Hand activity line]																		
8				[Hand activity line]																		
9				[Hand activity line]																		
10				[Hand activity line]																		
11				[Hand activity line]																		
12				[Hand activity line]																		
13				[Hand activity line]																		
14				[Hand activity line]																		
15				[Hand activity line]																		
Totals	0.5214	Waiting	0.971	[Hand activity line]																		

T.T = 1.09
(Por control de prod.)

Kaizen Express



Lay out.

En la ilustración #24 se presenta el Lay Out de la línea, y el recorrido del operador en la fabricación del modelo 3SGDER, representado por la línea de color rojo, y los círculos representan las actividades realizadas, que pueden encontrarse en la Tabla #11.

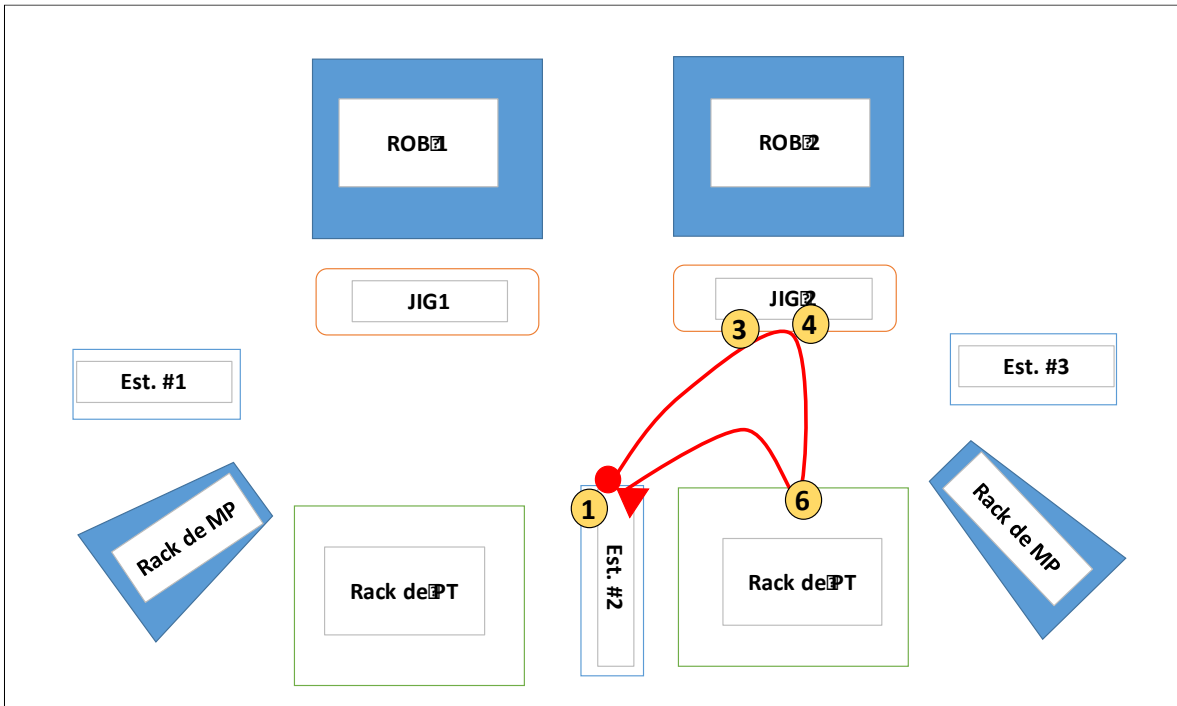


Ilustración 24

Mapa de valor.

A continuación se presenta el mapa de valor del proceso (ver Ilustración #25) tomando en consideración los tiempos reales por operación que fueron capturados en la Tabla #11, en donde;

El círculo verde representa las actividades que agregan valor al producto, dichas actividades pueden ser mejoradas, y actualmente representan un 37.51% con 0.1757 min.

El círculo amarillo representa las actividades que no agregan valor al producto pero que son necesarias, dichas actividades deben ser reducidas, actualmente representan un 48.57% con un tiempo total de 0.2275 min.

El círculo rojo representa las actividades que no agregan valor al producto, las cuales deben ser eliminadas, la actividad que actualmente se presenta es de un 13.90% con 0.0651 min.

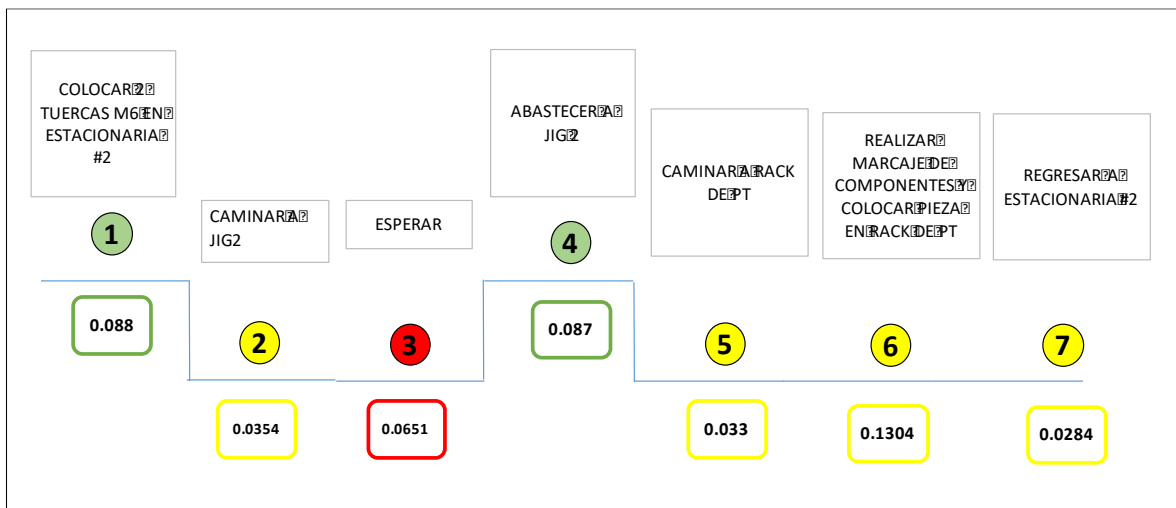
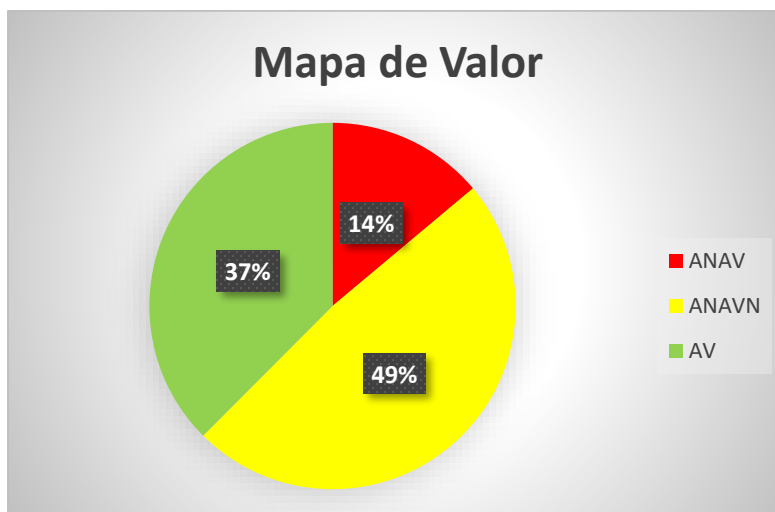


Ilustración 25

Los porcentajes anteriores son representados en la Gráfica #2.



Gráfica 2

HOE actual del proceso.

No.	ANÁLISIS DE LA OPERACIÓN	No.	PASOS PRINCIPALES	TIEMPO	ESTADO	REVISIÓN	REVISIÓN	PUNTOS CRÍTICOS	RAZÓN DE LOS PUNTOS CRÍTICOS	ILUSTRACIÓN
1	TOMAR PANEL 76232 3SG0A Y COLOCAR 2 NUT M6 00089 14266 EN MAQUINA ESTACIONARIA EN LOS BARRENOS INDICADOS VER IMAGEN # 1	1	COLOCAR 2 NUT M6	.162	○			EN BARRENOS ESPECIFICADOS	EVITAR UN MAL ENSAMBLE	
2	LLEVAR PIEZA A CHAROLA RECEPTORA TOMA DE FORMA SIMULTANEA LOS BRKTS 762A4 3SG0A Y 76320 3SG0A Y COLOCARLOS EN PERNOS INDICADOS VER IMAGEN # 2 Y 3 DAR CICLO COLOCAR PANEL ESTAMPADO EN JIG Y POSICIONAR EN LOS PERNOS INDICADOS VER IMAGEN # 4 DAR CICLO CONFIRMAR VISUALMENTE LA CALIDAD Y POSICIÓN DEL ÚLTIMO PUNTO DE SOLDADURA PUESTO POR ROBOT Y MARCARLO CON SKILL WRITER (UPM-HOE-EI-AYV-49) VER IMAGEN #5	2	ENSAMBLE DE COMPONENTES	.127	○			EN PERNOS INDICADOS	EVITAR BRKTS MAL ENSAMBLADOS	
3	TOMAR SKILL WRITTER Y MARCAR 3 COMPONENTES Y 2 NUT'S M6	3	CONFIRMACION DE CALIDAD	.069	○			MARCAR 3 COMPONENTES Y 2 NUT'S M6	ASEGURARQUE QUE SE ENSAMBLAN TODOS LOS COMPONENTES	
4	TOMAR PIEZA TERMINADA Y COLOCAR EN RACK DE PRODUCTO TERMINADO RESPETANDO NORMA DE EMPAQUE	4	MODULACION EN RACK	.058	○			RESPECTAR FORMAS DE EMPAQUE	CUMPLIR CON LA ESPECIFICACION DEL CLIENTE.	
				.058	○					

556 DER

MAQUINA

CONCEPTO	L12F	L12F
ELECTRODO SUPERIOR	ROB45	055
ELECTRODO INFERIOR	T-160-DVAA	AKBTS M65G
PERNO	N/A	W/D 06-7
RESORTE	N/A	NGP 131
		AS3

HERRAMIENTA	
* MARTILLO	
* STEELSON	
* CINCEL	
EQUIPO DE SEGURIDAD	
* PETO	* CACHUCHA
* MANGAS	* GUANTES DE HILAZA
* LENTES DE SEGURIDAD	
UNIFORME	

PUNTOS PROHIBIDOS Y/O DISPOSICIÓN DE ANOMALÍA	
* NO PEDIR ABASTO DE PARTES ESTAMPADAS HASTA TERMINAR LA ÚLTIMA PIEZA DEL RACK PARA EVITAR MEZCLA DE PARTES EN RACKS DE PRODUCTO TERMINADO	
* EN CASO DE ANOMALIA AVISAR A LIDER	

NO.	NOMBRE DE PARTE	NUMERO DE PARTE	CANTIDAD
1	PLR FR INR UPR - L	76232/3 3SG0A	1
2	NUT WELD M6	00089 14266	2
3	BRKT	76320/1 3SG0A	1
4	BRKT	762A4/6 3SG0A	1

ASPECTOS AMBIENTALES	
RECICLAR GUANTES	
NO TIRAR SOLVENTES O QUIMICOS EN PISO	
TIRAR TRAPO CONTAMINADO EN LUGAR ASIGNADO	
NO TIRAR RESIDUOS DE METAL O COBRE EN BASURA	

CONTROL DE COPIAS	
ORIGINAL	EN LINEA

MODELO 4ATDER

A continuación se presenta la información correspondiente del modelo principal 4ATDER. En Tabla #15 se exhibe el tiempo en el que se realiza una pieza (Tiempo T. Neto), así como también el tiempo que está establecido en la Hoja de Proceso original (Tiempo HP); con respecto a éstos dos tiempos y los 2 operadores que está realizando el proceso se obtiene una cantidad de piezas objetivo por hora, para con ello cumplir con la producción solicitada por el cliente.

Tiempo Tacto Neto	1.06
Tiempo HP.	1.318 min
Operadores en el proceso	2
Objetivo del mes (pzs./hora)	57

Tabla 15

El modelo 4ATDER contiene una serie de componentes que deben ser ensamblados durante todo su proceso, dichos elementos se presentan en la Tabla #16 así como también se identifican en la Ilustración #26.

Componentes 4ATDER	
Componente	Cantidad
Panel principal	1
Panel de refuerzo	1
Tuercas M6	4
BRKT chico RH (derecho)	1
BRKT GDE	1
Puntos de soldadura	30

Tabla 16



Ilustración 26

Proceso:

1. Checar panel rosa con la pieza muestra, se revisa si el robot correcta la ubicación de los puntos de soldadura. Si están correctos se libera producción y se libera la primer estacionaria. Aquí se cierra el primer candado.
2. Se camina al rack de materia prima y se toma el panel principal y de refuerzo.
3. Se gira hacia la estacionaria #1 de tuercas, y se colocan las 3 tuercas M6 en panel principal y 1 tuerca en el panel de refuerzo. Se cierra el segundo candado y se permite la liberación del JIG 1. Ver Ilustración # 27.
4. Se camina a JIG #1 y se coloca BRKT chico (RH), panel principal y de refuerzo (ver Ilustración #28); posteriormente se da ciclo, el Rob1 coloca 11 puntos de soldadura. El JIG 1 sólo tiene 1 giro de 180°.

5. Cuando se da ciclo, se libera la estacionaria #2, donde se coloca 1 tuerca M6 en el BRKT grande, al colocarla se libera el JIG 2; posteriormente, se colocan los componentes (panel y BRKT) en JIG 2 y se da ciclo. El ROB 2 coloca 10 puntos de soldadura; el JIG 2 sólo tiene 1 giro de 180°.
6. Se libera la máquina estacionaria #3 para la colocación de 9 puntos manuales (ver ilustración #29) por el operador, al término se libera la cortina de producto terminado.
7. Se realiza el empaque (marcaje de puntos y componentes por verificación de calidad) y cuando se cierra la cortina se libera la primer estacionaria para reiniciar el ciclo.

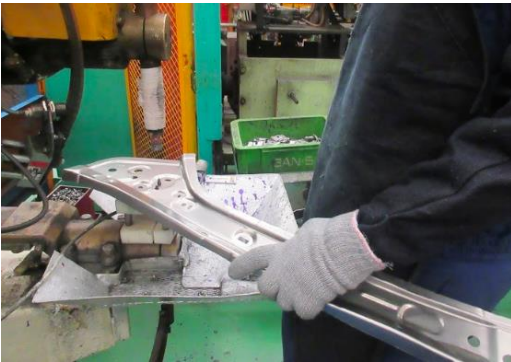


Ilustración 27



Ilustración 28



Ilustración 29

La alineación de electrodos en el Robot 1, 2, y estacionaria de puntos #3 es cada 405 puntos de soldadura, para así evitar que las tuercas estén traslapadas y los puntos de soldadura no tengan rebaba o poca resistencia.

Análisis de Tiempos y Movimientos

Para lograr un correcto balanceo de cargas de trabajo, así como la verificación total del proceso en la elaboración de la pieza, es indispensable contar con el estudio de tiempos y movimientos, analizando y midiendo el tiempo de cada operación realiza cada operador en todo sus procesos, por lo anterior en las Tablas #20 y #21 se presentan las 20 actividades necesarias en el proceso del modelo 4ATDER, tomando en cuenta que dicho modelo es producido con 2 operadores, 2 robots, 2 estacionaria de tuercas, 1 estacionaria de puntos y 2 JIGS.

Para obtener un tiempo ciclo total, se realizó un promedio de los tiempos capturados, los cuales resultan 0.881 min., después se calcula el tiempo promedio de tiempo de afilado de electrodos (tomando en cuenta el robot que tiene más cantidad de puntos de soldadura, así que el robot 1 es el más tardado con 0.579 min. Colocando 11 puntos, realiza un afilado cada 405 puntos de soldadura y el tiempo que se tarda es significativo al momento de realizar el cálculo final), el resultado de dicho tiempo se encuentra en la Tabla #17.

Posteriormente se suman los tiempos obtenidos anteriormente; el promedio de tiempo ciclo, y el tiempo de afilado, al resultado final se le agrega un 15% por cuestiones técnicas utilizadas en la empresa dando un tiempo de holgura por las esperas de materia, realización de SMED (cambio herramental), entre otros. Ver tabla # 18.

Finalmente se obtiene un T.T. (tiempo tacto) en el cual 1.0326 min. una pieza es fabricada. Ver tabla #19.

Tiempo de Afilado	
Puntos	11
Cantidad de p/afilado	405
$405/11=$	36.81818182
Constante Afilado	0.625
$0.625/57.85$	0.016975309

Tabla 17

CÁLCULO TIEMPO TACTO REAL	
Promedio Tiempo Ciclo	0.881
Tiempo de afilado	0.016975309
Suma	0.897975309
T.T (15%)	1.032671605

Tabla 18

Piezas / Hora en tiempo establecido (60/1.052)	57
Piezas / Hora en tiempo real (60/1.032)	58.1017234

Tabla 19

Anexo 3. Tiempos capturados para el diagnóstico del modelo 4ATDER.

Para obtener análisis correcto del proceso de manufactura, se presentan por separado los resultados obtenidos del operador 1 y del operador 2.

Operador 1.

OPERADOR 1		
# de Act.	Actividad	Tiempo promedio en minutos
1	Colocar Tuercas a panel principal y refuerzo y marcar	0.1709
2	Girar a JIG 1	0.0206
3	Abastecer JIG.	0.0233
4	Caminar a estacionaria de tuercas #2 y esperar	0.1046
5	Colocar BRKT grande en posición	0.028
6	Caminar a rack de MP	0.0257
7	Toma de MP (panel principal y de refuerzo) y caminar a estacionaria #1	0.0298
8	Esperar liberación de estacionaria #1	0.3869
TOTAL		0.7898

Tabla 20

Lay out OP1.

En la Ilustración #30 se presenta el Lay Out de la línea, y el recorrido del operador en la fabricación del modelo 4ATDER., representado por la línea de color rojo, y los círculos representan las actividades realizadas, que pueden ser encontradas en la tabla #20.

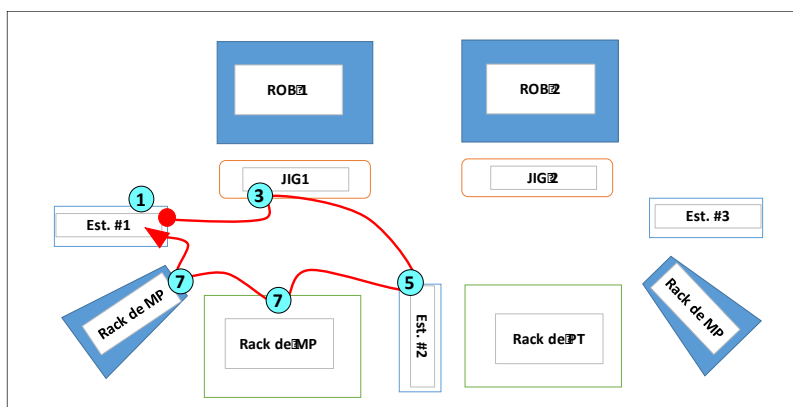


Ilustración 30

Mapa de valor OP1.

A continuación se presenta el mapa de valor del proceso (ver Ilustración 31), tomando en consideración los tiempos reales por operación que fueron capturados en la tabla #20, en donde;

El círculo verde representa las actividades que agregan valor al producto, dichas actividades pueden ser mejoradas, y actualmente representan un 25.18% con 0.1989 min.

El círculo amarillo representa las actividades que no agregan valor al producto pero que son necesarias, dichas actividades deben ser reducidas, actualmente representan un 25.82% con un tiempo total de 0.204 min.

El círculo rojo representa las actividades que no agregan valor al producto, las cuales deben ser eliminadas, la actividad que actualmente se presenta es de un 48.98% con 0.3869 min.

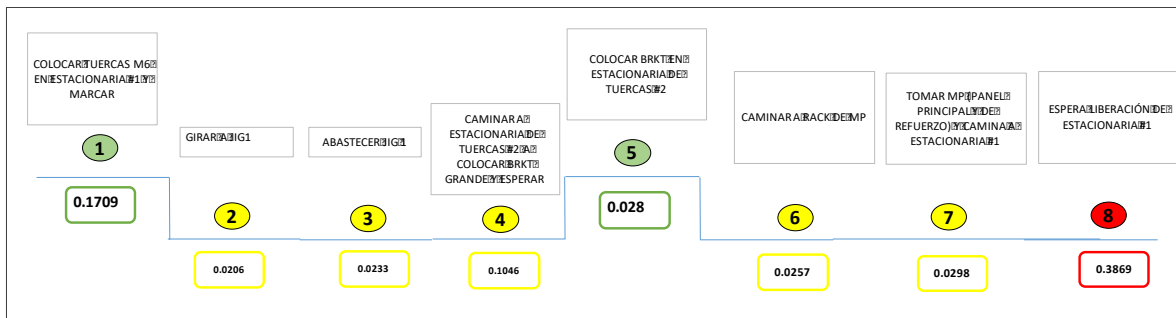
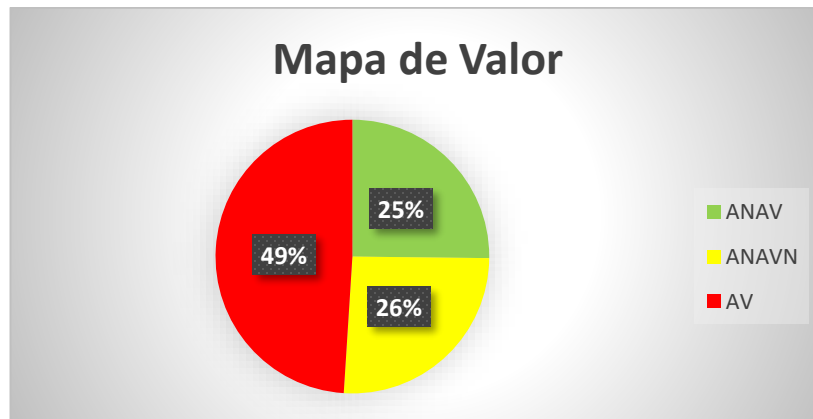


Ilustración 31

Los porcentajes anteriores son representados en la Gráfica #3.



Gráfica 3

Operador 2.

OPERADOR 2		
# de Act.	Actividad	Tiempo promedio en minutos
1	Caminar a Jig 1 a recibir panel subensamblado	0.0497
2	Esperar liberación de Jig 1	0.151
3	Colocar BRKT chico (RH) y tomar pieza	0.0298
4	Caminar a estacionaria de tuercas #2	0.0242
5	Esperar liberación	0.0431
6	Colocar tuerca M6 en BRKT grande y marcar	0.052
7	Caminar a JIG 2	0.0237
8	Abastecer a JIG2 colocando BRKT grande y panel	0.0411
9	Girar a estacionaria #3 de puntos de soldadura	0.0227
10	Colocar los 9 puntos manuales de soldadura	0.271
11	Caminar a rack de PT	0.021
12	Realizar marcaje de componentes y poner pieza en PT	0.143
TOTAL		0.8723

Tabla 21

Lay out OP2.

En la Ilustración #32 se presenta el Lay Out de la línea, y el recorrido del operador en la fabricación del modelo 4ATDER (segundo proceso)., representado por la línea de color rojo, y los círculos representan las actividades realizadas, que pueden encontrarse en la Tabla #21.

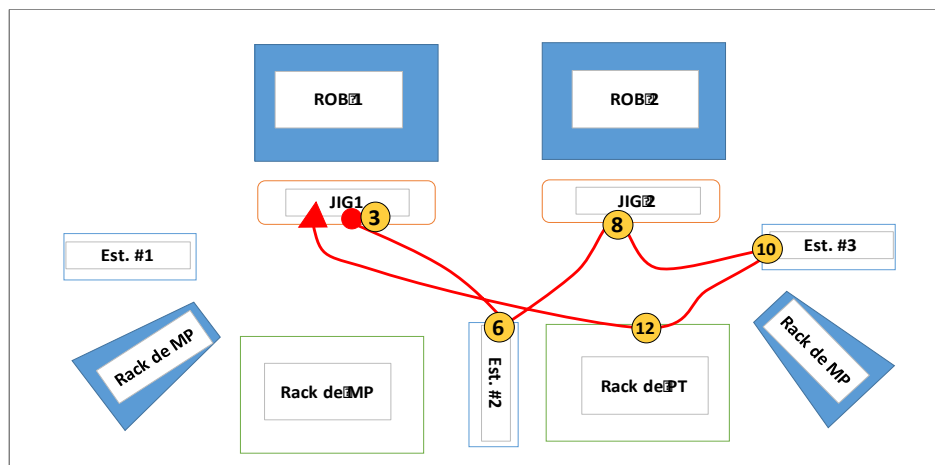


Ilustración 32

Mapa de valor OP2.

A continuación se presenta el mapa de valor del proceso (ver Ilustración #33) tomando en consideración los tiempos reales por operación que fueron capturados en la Tabla #21, en donde;

El círculo verde representa las actividades que agregan valor al producto, dichas actividades pueden ser mejoradas, y actualmente representan un 37.02% con 0.323 min.

El círculo amarillo representa las actividades que no agregan valor al producto pero que son necesarias, dichas actividades deben ser reducidas, actualmente representan un 40.71% con un tiempo total de 0.3552 min.

El círculo rojo representa las actividades que no agregan valor al producto, las cuales deben ser eliminadas, la actividad que actualmente se presenta es de un 22.25% con 0.1941 min.

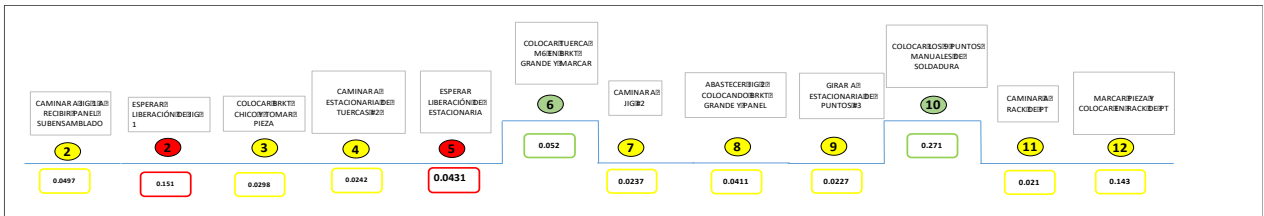
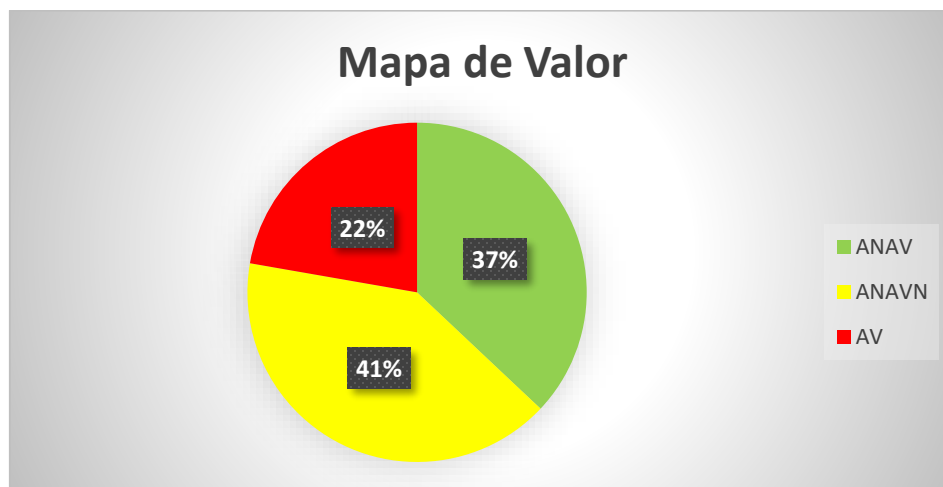


Ilustración 33

Los porcentajes anteriores son representados en la Gráfica #4.



Gráfica 4

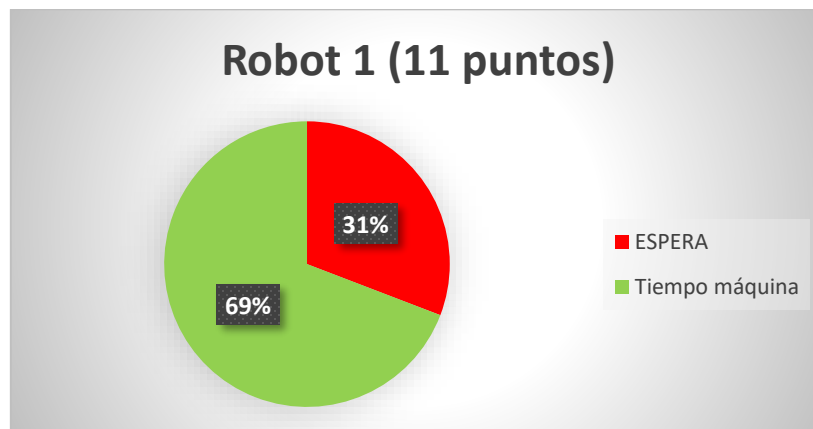
Punteo actual de soldadura de robots

Actualmente el proceso, tiene un balanceo de puntos de soldadura como se muestran en la Tabla #22, donde se presentan los tiempos máquina y la carga de trabajo de cada uno de los robots. Cabe destacar los 9 puntos de soldadura restantes son colocados de manera manual, como se pudo observar en las operaciones del OP2.

Robot	Puntos de soldadura	Tiempo Máquina	Espera (para ser abastecido por el operador)	TOTAL
1	11	0.579	0.258	0.837
2	10	0.531	0.278	0.809

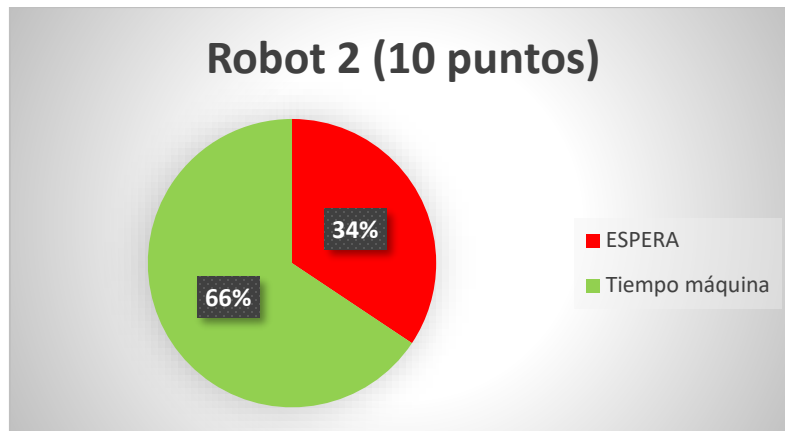
Tabla 22

Para poder detectar el aprovechamiento del ROB1 en cada proceso puede observarse la Gráfica #5, Durante el proceso de una pieza el robot permanece esperando que el operador 1 coloque las tuercas en los paneles y se libere el candado.



Gráfica 5

Para poder detectar el aprovechamiento del ROB2 en cada proceso puede observarse la Gráfica #6, Durante el proceso de una pieza el robot permanece esperando que el operador 2 coloque la tuerca en el BRKT grande y se libere el candado.



Los robots, tienen alrededor del 65% de aprovechamiento, y además el robot más antiguo y más tardado (ROB1) es el que tiene mayor carga de trabajo colocando 11 puntos de soldadura; mientras que el ROB2 sólo coloca 10, observando que el tiempo de espera de ambos robots es casi el mismo.

A continuación se presenta el proceso de punteo de los robots identificados por colores, incluyendo los puntos manuales que coloca el operador 2. Ver ilustración #34.

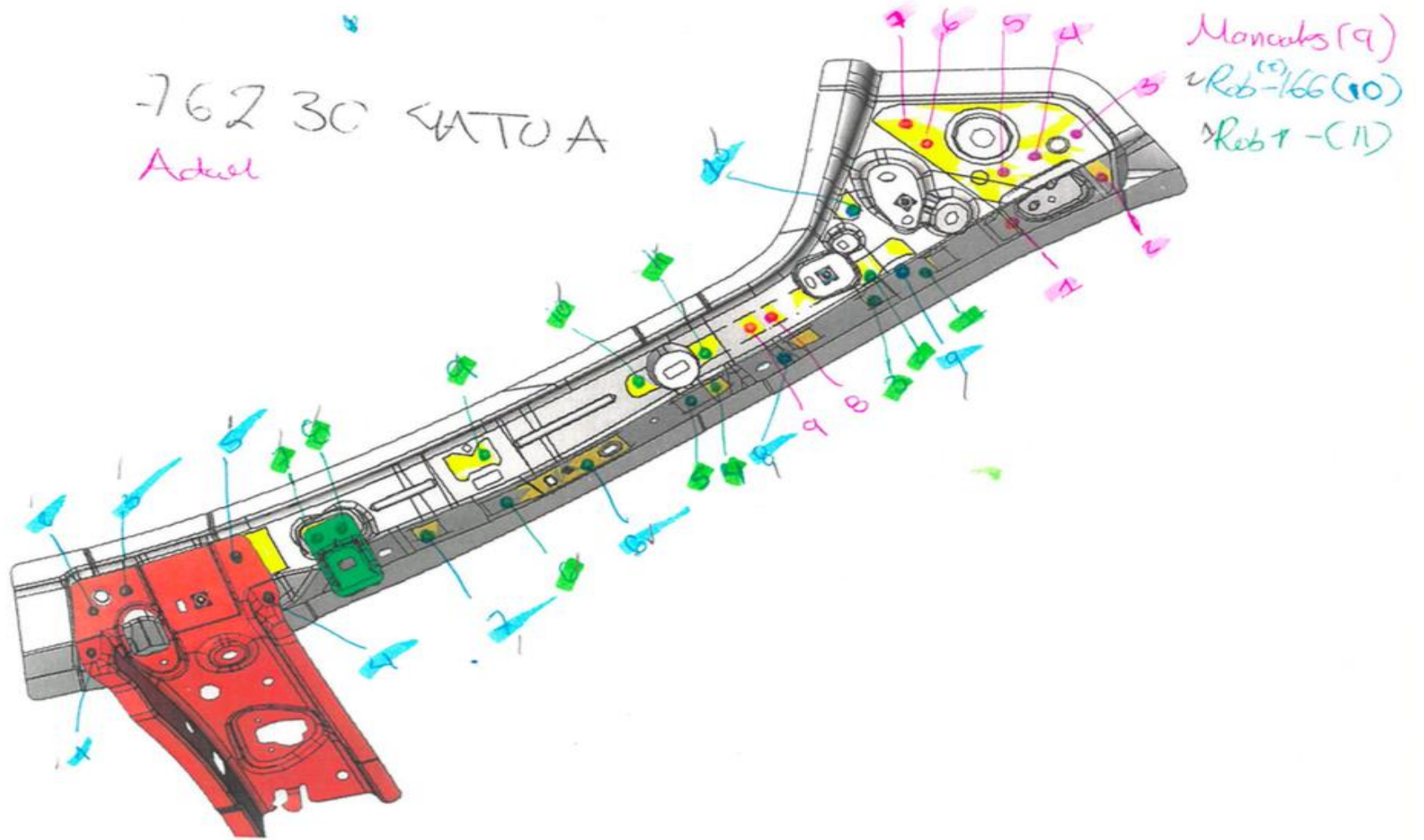



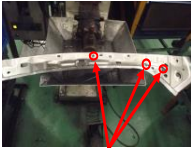
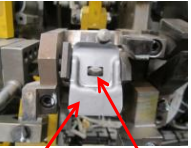
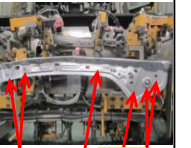



Ilustración 34

HOE actual OP1 Y OP2.

La hoja del proceso actual está dividida por operadores, los que realizan las actividades analizadas anteriormente
OP.1

No.	ANÁLISIS DE LA OPERACIÓN	No.	PASOS PRINCIPALES	TIEMPO	TIEMPO DE EJECUCIÓN	TIEMPO DE ESPERA	TIEMPO DE TRANSFERENCIA	PUNTOS CRÍTICOS	RAZÓN DE LOS PUNTOS CRÍTICOS	ILUSTRACIÓN
1	TOMAR PANEL PLR FR LWR LPR RH (76232 4AT0B) Y REFUERZO REINF FR PLR INR RH (76246 4AT0A) Y TRASLADARLOS A MÁQUINA ESTACIONARIA ST-065	1	ENSAMBLE DE 1 TUERCA M6 EN REFUERZO Y 2 TUERCAS M6 EN PANEL PRINCIPAL	###	0			CONFIRMANDO QUE EL PANEL TENGA BUEN ASENTAMIENTO EN DISPOSITIVO Y ELECTRODO INFERIOR MARCANDO LAS TUERCAS EN FORMA CIRCULAR	EVITAR FALTA DE TUERCAS Y FUGA DE TUERCAS TRASLAPADAS AL SIGUIENTE PROCESO	  
05	COLOCAR REFUERZO EN DISPOSITIVO DE MÁQUINA PARA SOLDAR 1 TUERCA M6 EN BARRENO INDICADO. DESPUÉS COLOCAR PANEL EN DISPOSITIVO PARA SOLDAR 2 TUERCAS M6 EN BARRENOS INDICADOS PRESIONANDO PEDAL HASTA QUE SOLDE CADA TUERCA. MARCAR CON UN CIRCULO LAS 3 TUERCAS UNA POR UNA. VER IMÁGENES #1, 2, 3 Y 4									
2	OPERADOR #2 COLOCA BRKT FR PLR INR RH (76244 3SG0A) EN JIG #1 EN PERNO INDICADO, POSTERIORMENTE OPERADOR #1 COLOCA ENCIMA DE BRKT PANEL Y REFUERZO CON TUERCAS EN PERNOS INDICADOS. OPERADOR 2 TOMA PIEZA TERMINADA Y OPERADOR 1 DA CICLO. VER IMAGEN #5 Y 6	2	ENSAMBLE DE BRKT CON REFUERZO Y PANEL PRINCIPAL EN JIG #1	###	0			CONFIRMANDO QUE EL BRKT REFUERZO Y PANEL TENGAN BUEN ASENTAMIENTO Y POSICIÓN CORRECTA	EVITAR MAL ENSAMBLE POR COMPONENTES MAL COLOCADOS	  
3	OPERADOR 1 CAMINA A MÁQUINA ESTACIONARIA ST-067 Y TOMA DE BASE UN PANEL BRACE ROOF RAIL FR RH (76320 4AT0A) Y LO COLOCA EN DISPOSITIVO EN BARRENO INDICADO Y PERNO DE ELECTRODO INFERIOR. VER IMAGEN #6	3	COLOCACIÓN DE PANEL 76320 4AT0A EN DISPOSITIVO DE MÁQUINA ESTACIONARIA	###	0			CONFIRMANDO QUE EL PANEL ESTE EN POSICIÓN CORRECTA Y QUE TENGA BUEN ASENTAMIENTO EN DISPOSITIVO	EVITAR MAL ENSAMBLE DE TUERCAS	
				TIEMPO TOTAL	0.374					

HERRAMIENTA	
* MARTILLO	
* STEELSON	
* CINCEL	
EQUIPO DE SEGURIDAD	
* PETO	* CACHUCHA
* MANGAS	* ZAPATOS DE SEGURIDAD
* LENTES DE SEG	
* UNIFORME	

NOTAS PROHIBIDAS Y/O DISPOSICIÓN DE ANOMALÍA
EN CASO DE CUALQUIER ANOMALÍA, PARAR AVISAR AL LÍDER Y ESPERAR INDICACIÓN
* COLOCAR TUERCA M6 DE LADO CORRECTO DEL PANEL
* ENCERRAR LAS TUERCAS M6 EN UN CIRCULO CON SKILL WRITTER
EN CASO DE DETECTAR ALGUNA ANOMALÍA PARAR AVISAR A LÍDER Y ESPERAR INDICACIONES
AL PARAR APLICAR PROCEDIMIENTO DE INTERRUPCION DE PROCESO
AL DETECTAR UN DEFECTO CANALIZAR PIEZA A CAJA ROJA

NO.	NOMBRE DE PARTE	NUMERO DE PARTE	CANTIDAD
1.	TUERCA M6	89-14205	3
2.	PLR FR INR LPR RH	76232 4AT0B	1
3.	REINF FR PLR INR LWR RH	76246 4AT0A	1
4.	BRKT FR PLR INR RH	76244 3SG0A	1
5.	BRACE ROOF RAIL FR RH	76320 4AT0A	1

ASPECTOS AMBIENTALES	ANÁLISIS DE RIESGOS	ACCIÓN PARA EVITAR RIESGO
RECICLAR GUANTES	FALLA DE MAQUINARIA	REALIZAR CEPE
NO TRAR SOLVENTES O QUÍMICOS EN PISO		AVISO A LÍDER
TRABAJAR TRAPO CONTAMINADO EN LUGAR ASIGNADO	FALTA DE PERSONAL	BALANCEO DE LÍNEAS
NO TRAR RESIDUOS DE METAL O COBRE EN BASURA	FALTA DE RACK S	MULTIABILIDAD
	FALTA DE COMPONENTES	AVISO A LÍDER DE C. P.
CONTROL DE COPIAS		AVISO AL DPTO. DE ENERGÍAS
ORIGINAL	EN LÍNEA	
	FALTA DE ENERGÍA	
	CONATO DE INCENDIO	5 'S

OP2

No.	ANÁLISIS DE LA OPERACIÓN	No.	PASOS PRINCIPALES	TIEMPO	PUNTOS CRÍTICOS	RAZÓN DE LOS PUNTOS CRÍTICOS	ILUSTRACIÓN
1	TOMAR BRKT FR PLR INR RH (762A4 3SG0A) Y COLOCARLO EN JIG #1 EN PERNO INDICADO VER IMAGEN #1 TOMAR PIEZA TERMINADA	1	ENSAMBLE DE BRKT CON PANEL PRINCIPAL Y REFUERZO EN JIG #1	01:00	CONFIRMANDO QUE EL BRKT ESTÉ EN POSICIÓN CORRECTA Y TENGA BUEN ASENTAMIENTO	EVITAR MAL ENSAMBLE	IMAGEN #1 IMAGEN #2 IMAGEN #3
2	TOMAR PIEZA CON MANO IZQUIERDA Y LLEVAR A MÁQUINA ESTACIONARIA ST-087 Y CON MANO DERECHA TOMAR PANEL (76320 4A70A) PUESTO POR OPERADOR #1 PARA SOLDAR 1 TUERCA M6 PRESIONANDO PEDAL HASTA QUE SOLDE. MARCAR LA TUERCA EN FORMA CIRCULAR VER IMAGEN #2 Y 3	2	ENSAMBLE DE TUERCA M6 EN PANEL (76320 4A70A)	01:00	CONFIRMANDO QUE EL PANEL TENGA BUEN ASENTAMIENTO EN DISPOSITIVO Y ELECTRODO INFERIOR	EVITAR MAL ENSAMBLE DE TUERCA TRASLAPADA	IMAGEN #4 IMAGEN #5
3	SIN SOLTAR PANELES SUB ENSAMBLADOS LLEVAR A JIG #2 Y COLOCAR PRIMERO PANEL (76320 4A70A) QUE LOCALICE EN PERNOS INDICADOS. POSTERIORMENTE COLOCAR ENCIMA DE PANEL EL PANEL PRINCIPAL Y REFUERZO QUE LOCALICE EN PERNOS INDICADOS. VER IMÁGENES #4 Y 5 TOMAR PIEZA TERMINADA Y DAR CICLO START	3	ENSAMBLE DE COMPONENTES EN JIG #2	01:00	CONFIRMANDO QUE LOS COMPONENTES ESTÉN EN POSICIÓN CORRECTA Y TENGAN BUEN ASENTAMIENTO	EVITAR MAL ENSAMBLE DE COMPONENTES	IMAGEN #6 IMAGEN #7
4	SIN SOLTAR PIEZA TRASLADARLA A MÁQUINA ESTACIONARIA B02469 PARA COLOCAR 9 PUNTOS DE SOLDADURA EN FORMA MANUAL COLOCANDO CADA PUNTO EN SECUENCIA Y ZONA INDICADA PRESIONANDO PEDAL HASTA QUE SOLDE CADA PUNTO. VER IMAGEN #6	4	COLOCACIÓN DE 9 PUNTOS DE SOLDADURA EN PIEZA DE FORMA MANUAL	01:00	COLOCANDO CADA PUNTO EN SECUENCIA Y ZONA INDICADA	EVITAR FALTA DE PUNTOS EVITAR PUNTOS MAL COLOCADOS	IMAGEN #6: UPM-HOE-E1-AYY-50 IMAGEN #7
6	CONFIRMAR VISUALMENTE LA CALIDAD Y POSICIÓN DEL ÚLTIMO PUNTO DE SOLDADURA PUESTO POR CADA ROBOT Y ESTACIONARIA. MARCARLOS CON SKILL WRITER UPM-HOE-E1-AYY-50) VER IMAGEN #7 TAMBIÉN MARCAR 4 COMPONENTES, 4 TUERCAS M6 SIN TRASLAPE EN FORMA CIRCULAR UNA POR UNA	5	CONFIRMAR CALIDAD Y MARCAR CON SKILL WRITER	01:00	GARANTIZANDO QUE PUNTOS NO ESTÉN DEBILITADOS, PERFORADOS Y TENUES Y SIN REBABA	EVITAR DESPRENDIMIENTO DE PUNTOS Y FALTANTE DE COMPONENTES	

HERRAMIENTA	
RTILLO	
ELSON	
INCHEL	
EQUIPO DE SEGURIDAD	
* CACHUCHA	
MEDIOS DE SEGURIDAD	
S DE SEG	
IFORME	

TIEMPO TOTAL	
01:02	
¡TOS PROHIBIDOS Y/O DISPOSICIÓN DE ANOMALÍA EN CASO DE CUALQUIER ANOMALÍA, PARAR AVISAR AL LÍDER Y ESPERAR INDICACIÓN	
* COLOCAR TUERCA M6 DE LADO CORRECTO DEL PANEL	
* ENCERRAR LAS TUERCAS M6 EN UN CÍRCULO CON SKILL WRITER	
EN CASO DE DETECTAR ALGUNA ANOMALÍA PARAR AVISAR A LÍDER Y ESPERAR INDICACIONES	
AL PARAR APLICAR PROCEDIMIENTO DE INTERRUPCIÓN DE PROCESO	
AL DETECTAR UN DEFECTO CANALIZAR PIEZA A CAJA	

NO.	NOMBRE DE PARTE	NUMERO DE PARTE	CANTIDAD
1	TUERCA M6	89-14266	1
2	PLR FR INR UPR RH	76232 4A70B	1
3	REINF FR PLR INR LWR RH	76246 4A70A	1
4	BRKT FR PLR INR RH	762A4 3SG0A	1
5	BRACE ROOF RAIL FR RH	76220 4A70A	1

ASPECTOS AMBIENTALES	ANÁLISIS DE RIESGOS	ACCIÓN PARA EVITAR RIESGO
RECLAR GUANTES	FALLA DE MAQUINARIA	REALIZAR CEPE
NO TRAR SOLVENTES O QUÍMICOS EN PISO	FALTA DE PERSONAL	AVISO A LÍDER
TRAR TRAPO CONTAMINADO EN LUGAR ASIGNADO	FALTA DE RACK S	BALANCEO DE LÍNEAS
NO TRAR RESIDUOS DE METAL O COBRE EN BASURA	FALTA DE COMPONENTES	MULTIPLICIDAD
CONTROL DE COPIAS		AVISO A LÍDER DE C. P.
ORIGINAL	EN LÍNEA	AVISO A LÍDER DE C. P.
	FALTA DE ENERGÍA	AVISO AL DPTO. DE ENERGÍAS
	CONATO DE INCENDIO	5' S

Análisis del problema

Después de realizar un diagnóstico de la línea y de cada modelo para buscar la causa raíz de la falta de cumplimiento en la línea, puede confirmarse que aunque el proceso presenta deficiencias, con los tiempos de espera, y el desequilibrio en cargas de trabajo y balanceo de operaciones, la capacidad de la línea puede cumplir con los objetivos establecidos con un horario normal, sin la necesidad del trabajo extra por parte de operadores, ya que la línea puede producir hasta 105, 110 y 58 piezas por hora de los modelos 3SGIZQ, 3SGDER y 4ATDER respectivamente.

En la Tablas #23 se presentan los datos actuales (establecidos por la compañía) VS los datos reales, obtenidos a través de la investigación realizada, en donde pueden comprobarse las afirmaciones antes mencionadas.

Por consiguiente, si el proceso actual a pesar de presentar desperdicios en tiempos y un desequilibrio el operaciones, puede ser capaz de cumplir con los objetivos ¿por qué la línea no cumple con la producción demandada?

Dentro de la investigación, parte de los resultados obtenidos que no pueden s medidos, tan sólo observados, ha sido el comportamiento de operadores, ya que durante la recopilación de todos los datos necesarios, se logró detectar que los operadores se toman descansos no programados, como las salidas al baño, o también conversan mucho entre ellos. Con lo anterior se procedió a la planeación de contramedidas.

Modelo 3SGIZQ RESUMEN CONDICIÓN ACTUAL				
Tiempo Tacto HP	1.045	VS	0.486	Promedio Tiempo Ciclo Real
Tiempo Tacto Neto	1.094		0.571	T.T Real
Cantidad Objetivo HP	55		105	Cantidad objetivo Posible
Cantidad REAL PRODUCIDA	55			
			0.109	Tiempo de espera de operador

Modelo 3SGDER RESUMEN CONDICIÓN ACTUAL				
Tiempo Tacto HP	1.045	VS	0.46	Promedio Tiempo Ciclo Real
Tiempo Tacto Neto	1.094		0.541	T.T Real
Cantidad Objetivo HP	55		110	Cantidad objetivo Posible
Cantidad REAL PRODUCIDA	55			
			0.0651	Tiempo de espera de operador

Modelo 4ATDER RESUMEN CONDICIÓN ACTUAL				
Tiempo Tacto HP	1.045	VS	0.881	Promedio Tiempo Ciclo Real
Tiempo Tacto Neto	1.094		1.032	T.T Real
Cantidad Objetivo HP	57		58	Cantidad objetivo Posible
Cantidad REAL PRODUCIDA	52			
			0.3869	Tiempo de espera de operador 1
			0.1941	Tiempo de espera de operador 2
			0.258	Tiempo de espera de ROB 1
			0.278	Tiempo de espera de ROB 2

Tabla 23

Cronograma de actividades

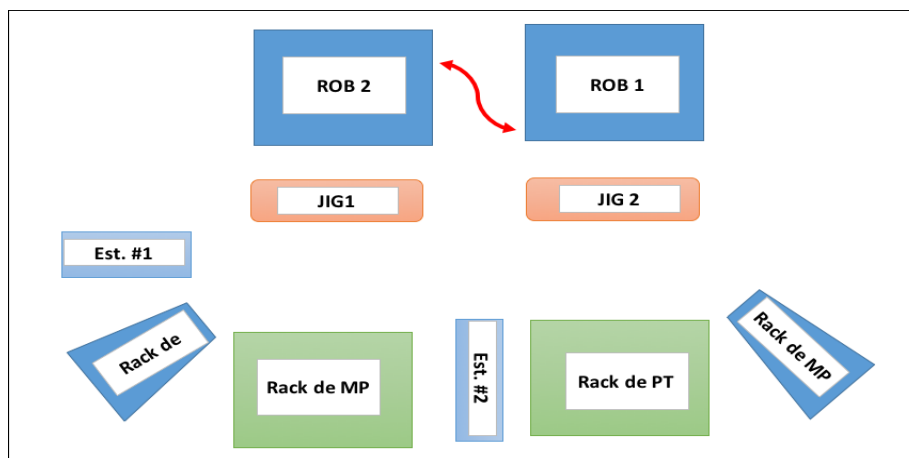
Actividades por Quincena	Ago -1a	Ago- 2a	Sept - 1a	Sept - 2a	Oct - 1a	Oct- 2a	Nov - 1a	Nov - 2a	Dic- 1a
Comprender la situación actual (toma de tiempos y captura de datos de cada modelo)									
Analizar e identificar el problema real en la línea de producción #34 (Resumir la condición actual de la línea vs los hallazgos observados)									
Propuesta y planeación de contramedidas									
Ejecutar contramedidas									
Confirmar los efectos (observación de resultados con implementación de las mejoras)									
Estandarización de resultados (presentación final de resultados logrados y cambio de Hoja de Operación Estándar)									

CAPÍTULO 5: RESULTADOS (APLICACIÓN DE MEJORA)

Para la mejora de la línea inicialmente se consideró el balanceo de puntos de robot, para la eliminación de la máquina estacionaria de puntos, una vez realizado esto se procedió al balanceo de los puntos de soldadura, para dicho balanceo era necesario considerar los clamps (brazos que sujetan la pieza mientras el robot realiza el punteo) son parte fundamental, ya que por la posición de los mismo no permite el paso del robot.

Se realizaron varias pruebas y balanceos que como resultado, se llegó a la conclusión de que el robot más lento (ROB 1) tenía un JIG que le permitía por los clamps la colocación de más puntos de soldadura, mientras el robot rápido (ROB 2) sólo podía colocar alrededor de 14 puntos. Por lo anterior se solicitó a Mantenimiento el cambio ubicación de los robot, invirtiendo su lugar dentro de la línea, ya que de lo contrario el robot más lento tendría la oportunidad de colocar más puntos de soldadura, alargando el tiempo de proceso, caso contrario a lo que realmente se buscaba.

Después de la presentación de los motivos y la justificación de que no era posible hacer una mejora sin la modificación del lay out, se aceptó la propuesta y se procedió a realizar el cambio de lay out. Quedando como muestra el Lay out #1.



Lay Out 1

LÍNEA DE PRODUCCIÓN

1. Nombre de la línea: Línea #34.
2. Maquinaria y equipo disponible:
 - 2 robots; que realizan puntos de soldadura.
 - 2 JIGS o bancos; es en donde se colocan las piezas para que el robot pueda colocar los puntos de soldadura.
 - 2 estacionaria de tuercas; ayuda a la colocación de la tuerca.
3. Operadores disponibles: Tres, (en turno 2T3G), los cuales están distribuídos como se indica en la Tabla #24.

Operadores en Línea			
# de operador	Días laborados	Horario de jornada	Turno
Op.1	Lun-Mar-Mie-Jue	Día	TURNO 2T3G
OP.2	Lun-Mar	Noche	
	Vier-Sáb.	Día	
Op.3	Mier-Sáb	Noche	

Tabla 24

4. Cantidad máxima de producción: 1200 piezas.
5. Tiempo productivo por día: 20.5 horas = 1230 min.
6. Modelos producidos en línea: 4ATDER, 3SGDER y 3SGIZQ.
7. Proporción (aproximadamente) de piezas producidas por modelo. Ver tabla #25.

Horario	8:00 a 16:00	17:30 A 8:04	Total de Tarjetas	Pzs. Por tarjeta	Total de piezas producidas
4ATDER	7	6	13	64	832
3SG (IZQ Y DER)	3	2	5	64	320
SUMA	10	8	18		1152

Tabla 25

MODELOS 3SG IZQ Y 3SGDER

Una vez analizado el proceso, y los resultados que se obtuvieron en el diagnóstico de los modelos 3SGIZQ y 3SGDER, logró observarse que si 1 operador podía producir hasta 110 piezas en un solo modelo, entonces produciendo los dos modelos al mismo tiempo era capaz de cubrir con el objetivo productivo de 55 piezas en 60 minutos por modelo produciendo en set las 110 piezas solicitadas.

Con el análisis anterior, se procedió a las pruebas de contramedida, presentando los tiempos capturados en el **Anexo #4 Tiempos aplicación de mejora 3SG**.

Con la implementación de la contramedida se obtuvieron los siguientes resultados:

A continuación se presenta la información correspondiente del modelo 3SGIZQ. En Tabla #26 se exhibe el tiempo en el que se realiza una pieza (Tiempo T. Neto), así como también el tiempo que está establecido en la Hoja de Proceso original (Tiempo HP); con respecto a éstos dos tiempos y el operador que está realizando el proceso se obtiene una cantidad de piezas objetivo por hora, para con ello cumplir con la producción solicitada por el cliente.

3SGIZQ y 3SGDER

Tiempo Tacto Neto	1.006
Tiempo HP.	1.045
Operadores en el proceso	1
Objetivo del mes (pzs./hora)	55

Tabla 26

El modelo 3SGIZQ y 3SGDER contiene una serie de componentes que deben ser ensamblados durante todo su proceso, dichos elementos se presentan en la Tabla #27.

Componentes			
3SGDER		3SGIZQ	
Componente	Cantidad	Componente	Cantidad
Panel principal	1	Panel principal	1
Tuercas M6	2	Tuercas M6	2
BRKT chico RH (derecho)	1	BRKT chico LH (izquierdo)	1
BRKT GDE	1	BRKT GDE	1
Puntos de soldadura	7	Puntos de soldadura	7

Tabla 27

Proceso:

Para realizar el modelo 3SG de manera simultánea, el operador realiza el siguiente proceso:

1. Checar panel rosa con la pieza muestra, se revisa si el robot tiene bien ubicados los puntos de soldadura. Si están correctos se libera producción.
2. Colocar panel principal en estacionaria #1, colocar 2 tuercas y girar a JIG 1.
3. Colocar BRKT chico LH y grande, dar ciclo presionando la cola de rata; posteriormente se coloca el panel principal y se da ciclo.
4. El ROB #1 coloca 7 puntos de soldadura.
5. Caminar a rack de PT del modelo 3SGIQZ; se realiza marcaje de componentes y se coloca la pieza en rack de producto terminado.
6. Caminar a estacionaria #2, tomar panel principal y colocar 2 tuercas.
7. Caminar a JIG 2.
8. Colocar BRKT chico RH y grande, dar ciclo presionando la cola de rata; posteriormente se coloca el panel principal y se da ciclo.
9. El ROB #2 coloca 7 puntos de soldadura.
10. Caminar a rack de PT del modelo 3SGDER; se realiza marcaje de componentes y se coloca la pieza en rack de producto terminado.
11. Regresar a estacionaria #1 y repetir el proceso.

Para obtener un tiempo ciclo total, se realizó un promedio de los tiempos capturados, los cuales resultan 0.864 min., después se calcula el tiempo promedio de tiempo de afilado de electrodos (esto porque los robot tienen un tiempo máquina de 0.429 y 0.389, y en realizan un afilado cada 405 puntos de soldadura siendo muy significativo el tiempo que se tarda al momento de realizar el cálculo final), el resultado de dicho tiempo se encuentra en la Tabla #28,

Tiempo de Afilado	
Puntos	7
Cantidad de p/afilado	405
$405/7=$	57.85714286
Constante Afilado	0.625
$0.625/57.85$	0.010802469

Tabla 28

Finalmente se obtiene un T.T. (tiempo tacto) en el cual 1.006 min. Los modelos 3SG (IZQ y DER) son fabricadas. Ver tabla #29.

Analizando los resultados posteriores a la aplicación de la mejora puede observarse que el operador tiene el tiempo suficiente para realizar el proceso completo, trabajando en set con el apoyo de la capacidad instalada, siendo capaz de producir hasta 119 piezas con el proceso mejorado, en un tiempo de 60 minutos, produciendo alrededor de casi 60 piezas por modelo, superando el objetivo productivo con casi 4 piezas para ambos modelos. Ver tabla #30.

CÁLCULO TIEMPO TACTO REAL	
Promedio Tiempo Ciclo	0.864
Tiempo de afilado	0.0108
Suma	0.8748
T.T (15%)	1.00602

Tabla 29

Piezas / Hora en tiempo real (60/1.006)	59.6409614	+	59.6409614	=	119.281923
---	------------	---	------------	---	------------

Tabla 30

Lay out.

En la ilustración #35 se presenta el Lay Out de la línea, y el recorrido del operador en la fabricación de los modelos 3SG., representado por la línea de color rojo, trabajando simultáneamente ambas piezas.

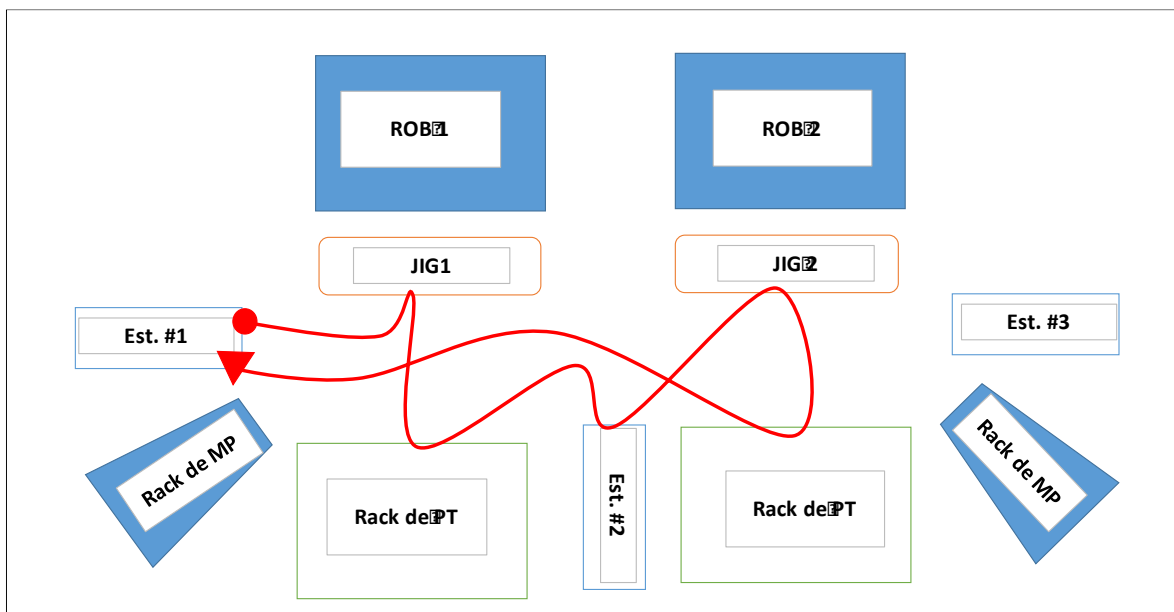


Ilustración 35

Mapa de valor.

A continuación se presenta el mapa de valor del proceso (ver Ilustración #36) tomando en consideración el nuevo proceso estructurado, de tal forma que se eliminaron las actividades que no agregan valor al producto.

El círculo verde representa las actividades que agregan valor al producto, dichas actividades pueden ser mejoradas.

El círculo amarillo representa las actividades que no agregan valor al producto pero que son necesarias.

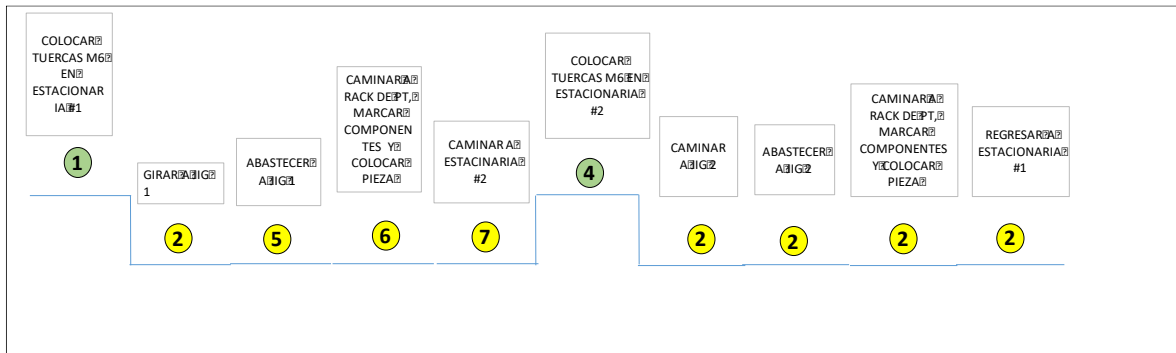


Ilustración 36

MODELO 4ATDER

Durante el análisis de la condición actual del proceso en el modelo principal 4ATDER, el operador 1 tenía un tiempo de espera muy significativo de casi el 50% del tiempo total de sus operaciones, ya que el OP2 tenía que colocar la pieza terminada en rack para que el candado de la primer estacionaria fuera liberado y él pudiera iniciar sus operaciones.

Mientras que para el OP2, su tiempo de espera era menor, con un 22% del total de sus actividades. Ligado con lo anterior se presentó que el aprovechamiento de los robots era casi del 70%, y el 30% restante era el tiempo de espera para ser abastecido por el operador.

Así pues, optando por dejar a un solo operador y modificando el proceso tanto de operadores como de máquinas, se obtuvieron los siguientes resultados:

A continuación se presenta la información correspondiente del modelo principal 4ATDER. En Tabla #31 se exhibe el tiempo en el que se realiza una pieza (Tiempo T. Neto), así como también el tiempo que está establecido en la Hoja de Proceso original (Tiempo HP); con respecto a éstos dos tiempos y el operador que está realizando el proceso se obtiene una cantidad de piezas objetivo por hora, para con ello cumplir con la producción solicitada por el cliente.

Tiempo Tacto Neto	
Tiempo HP.	1.318 min
Operadores en el proceso	1
Objetivo del mes (pzs./hora)	57

Tabla 31

El modelo 4ATDER contiene una serie de componentes que deben ser ensamblados durante todo su proceso, dichos elementos se presentan en la Tabla #32 así como también se identifican en la Ilustración #37.

Componentes 4ATDER	
Componente	Cantidad
Panel principal	1
Panel de refuerzo	1
Tuercas M6	4
BRKT chico RH (derecho)	1
BRKT GDE	1
Puntos de soldadura	30

Tabla 32



Ilustración 37

Proceso:

1. Checar panel rosa con la pieza muestra, se revisa si el robot tiene correcta la ubicación de los puntos de soldadura. Si están correctos se libera producción y se libera la primer estacionaria. Aquí se cierra el primer candado.
2. Se camina al rack de materia prima y se toma el panel principal y de refuerzo.
3. Se gira hacia la estacionaria #1 de tuercas, y se colocan las 3 tuercas M6 en panel principal y 1 tuerca en el panel de refuerzo. Se cierra el segundo candado y se permite la liberación del JIG 1.
4. Se camina a JIG #1 y se coloca BRKT chico (RH), panel principal y de refuerzo; posteriormente se da ciclo, el Rob1 coloca 14 puntos de soldadura; el JIG 1 sólo tiene 1 giro de 180°.
5. Cuando se da ciclo, se libera la estacionaria #2, donde se coloca 1 tuerca M6 en el BRKT grande, al colocarla se libera el JIG 2; posteriormente, se colocan los componentes (panel y BRKT) en JIG 2 y se da ciclo. El ROB 2 coloca 16 puntos de soldadura; el JIG 2 sólo tiene 1 giro de 180°.

6. Se realiza el empaque (marcaje de puntos y componentes por verificación de calidad) y cuando se cierra la cortina se libera la primer estacionaria para reiniciar el ciclo.

Análisis de Tiempos y Movimientos

Para lograr una correcta verificación del proceso en la elaboración de la pieza, es indispensable contar con el estudio de tiempos y movimientos, analizando y midiendo el tiempo de cada operación realizada por el operador en todo el ciclo, por lo anterior en la Tabla #33 se presentan las 11 actividades necesarias en el proceso del modelo 4ATDER, tomando en cuenta que dicho modelo es producido por 1 operador, 2 robots, 2 estacionarias de tuercas y 2 JIGS.

Es importante mencionar, que parte de la mejora aplicada al proceso fue la eliminación de los puntos manuales que colocaba el OP2, y esos 9 puntos de soldadura se distribuyeron en la carga de trabajo de los robots, para con ello aprovechar la capacidad instalada de la línea.

Para obtener un tiempo ciclo total, se realizó un promedio de los tiempos capturados en las operaciones, los cuales resultan de 0.8075 min., después se calcula el tiempo promedio de tiempo de afilado de electrodos (esto porque a lo largo del día el robot realiza el afilado cada 405 puntos de soldadura y el tiempo que se tarda es significativo al momento de realizar el cálculo final), el resultado de dicho tiempo se encuentra en la Tabla #34.

Posteriormente se suman los tiempos obtenidos anteriormente; el promedio de tiempo ciclo, y el tiempo de afilado, al resultado final se le agrega un 15% por cuestiones técnicas utilizadas en la empresa dando un tiempo de holgura por las esperas de materia, realización de SMED(cambio herramental), entre otros.

Finalmente se obtiene un T.T. (tiempo tacto) en el cual 0.9570 min. una pieza es fabricada. Ver tabla #35.

# de Act.	Actividad	Tiempo promedio en minutos
1	Colocar Tuercas a panel principal y refuerzo y marcar	0.178
2	Girar a JIG 1 y esperar	0.02257
3	Abastecer JIG 1	0.0531
4	Caminar a estacionaria de tuercas #2	0.026
5	Colocar tuerca M6 en BRKT grande y marcar	0.092
6	Caminar a JIG 2	0.0237
7	Abastecer a JIG2 colocando BRKT grande y panel	0.043
8	Caminar a rack de PT	0.028
9	Realizar marcaje de componentes y poner pieza en PT	0.151
10	Caminar a rack de MP y colocar brkt grande en estacionaria #2 (al pasar)	0.055
11	Toma de MP (panel principal y de refuerzo) y girar a estacionaria #1	0.0298
		0.70217
	TIEMPO PROMEDIO * 1.15%	0.8074955

Tabla 33

Tiempo de Afilado	
Puntos	16
Cantidad de p/afilado	405
405/16=	25.3125
Constante Afilado	0.625
0.625/23.31	0.024691358

Tabla 34

CÁLCULO TIEMPO TACTO REAL	
Promedio Tiempo Ciclo	0.8075
Tiempo de afilado	0.024691358
Suma	0.832191358
T.T (15%)	0.957020062

Tabla 35

Analizando los resultados posteriores a la aplicación de la mejora puede observarse que el operador tiene el tiempo suficiente para realizar el proceso completo, con el apoyo de la capacidad instalada, ya que se eliminó la maquinaria de estacionaria de puntos, y se equilibró la carga de trabajo en los 2 robots, con lo anterior el operador puede producir hasta 62 piezas en 60 minutos, superando el objetivo productivo con 5 piezas. Ver tabla #36.

Piezas / Hora en tiempo establecido (60/1.052)	57
Piezas / Hora en tiempo real (60/0.957)	62.6959248

Tabla 36

Lay out.

En la Ilustración #38 se presenta el Lay Out de la línea, y el recorrido del operador en la fabricación del modelo 4ATDER., representado por la línea de color rojo, y los círculos representan las actividades realizadas, que pueden encontrarse en la tabla #33.

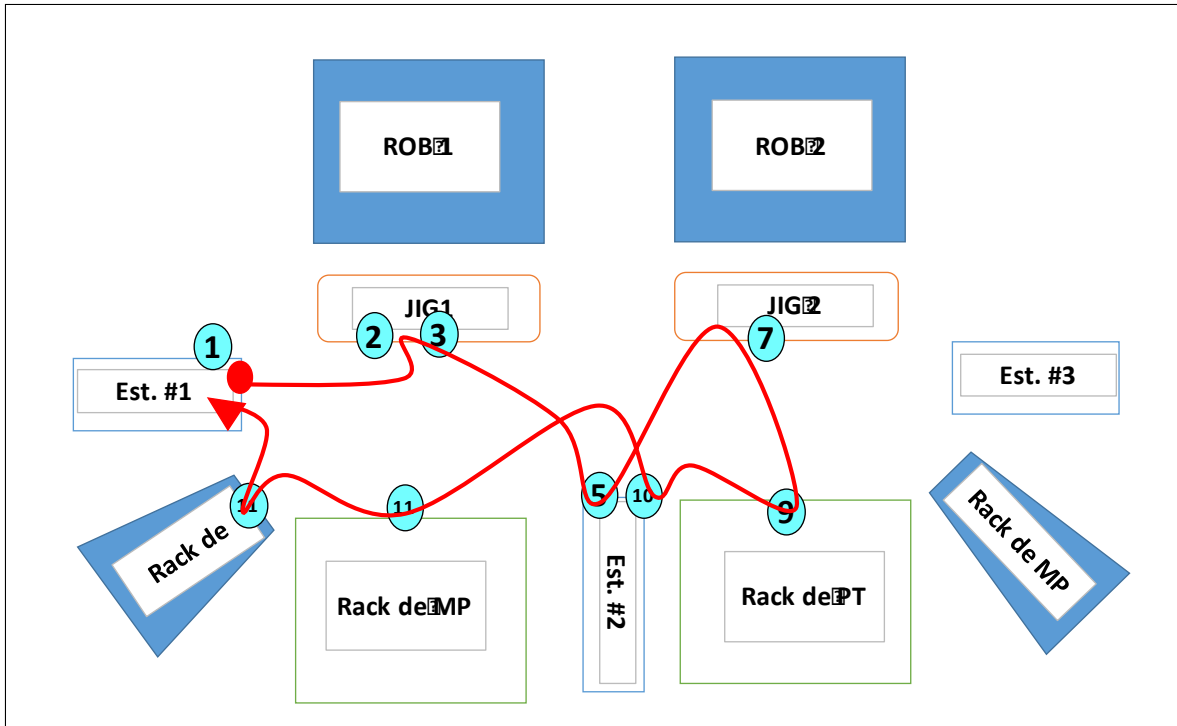


Ilustración 38

Mapa de valor.

A continuación se presenta el mapa de valor del proceso (ver Ilustración #39) tomando en consideración los tiempos reales por operación que fueron capturados en la Tabla #33, en donde;

El círculo verde representa las actividades que agregan valor al producto, dichas actividades pueden ser mejoradas, y actualmente representan un 33.43% con 0.270 min.

El círculo amarillo representa las actividades que no agregan valor al producto pero que son necesarias, dichas actividades deben ser reducidas, actualmente representan un 66.56% con un tiempo total de 0.5374 min.

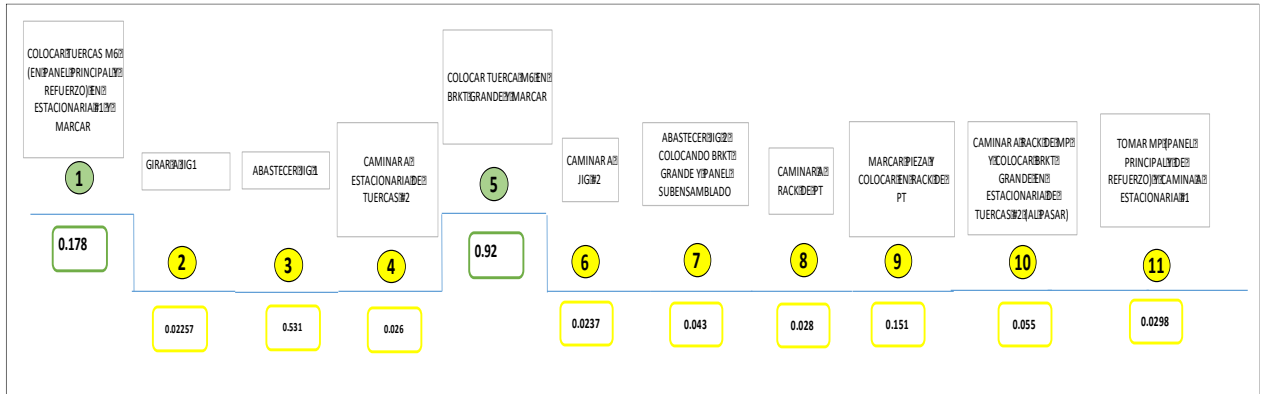
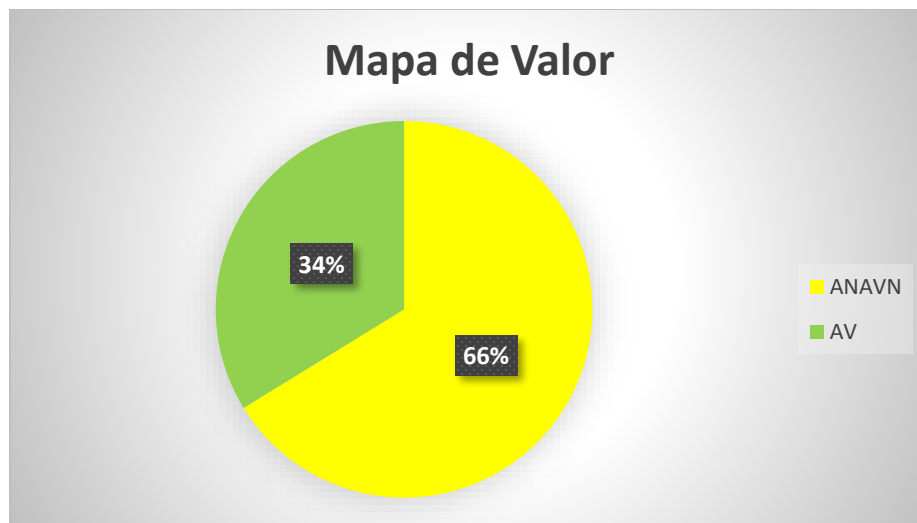


Ilustración 39

Los porcentajes anteriores son representados en la Gráfica #7.



Gráfica 7

Punteo de soldadura balanceado en robots

Actualmente el proceso, tiene un balanceo de puntos de soldadura como se muestran en la Tabla #37 donde se presentan los tiempos máquina y la carga de trabajo de cada uno de los robots. Cabe destacar que los 9 puntos de soldadura que se colocaban anteriormente de forma manual fueron balanceados en la carga de trabajo de los robots, de tal forma que pudiera aprovecharse aún más la capacidad instalada.

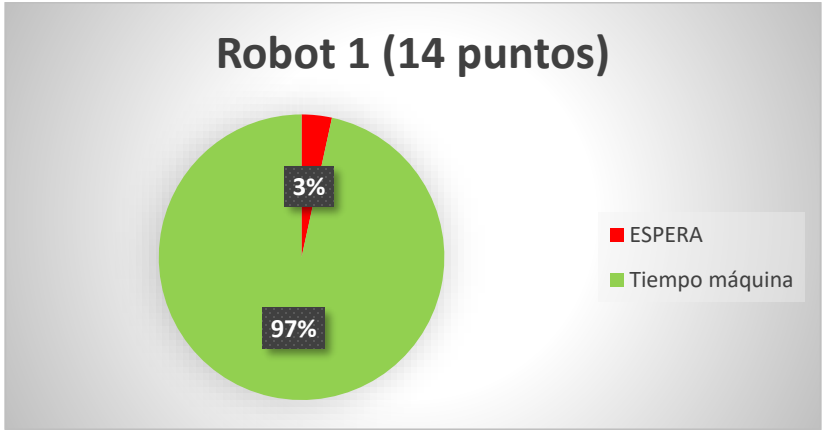
El cálculo de tiempo máquina, fue elaborado con referencia al tiempo máquina en el proceso pasado, y se integra un tiempo de espera estimado, ya que el operador, sigue realizando algunas operaciones antes de llegar a abastecer al JIG 1, que es el que tiene mayor tiempo de espera, a diferencia del ROB2, que prácticamente en cuanto llega el operador tiene la pieza terminada.

El proceso del balanceo de puntos y de propuestas realizadas para dicha mejora se encuentra en el Anexo #5. Es importante resaltar, como se mencionó anteriormente que el cambio de lay out en los robot, fue el punto fundamental para el logro de los objetivos.

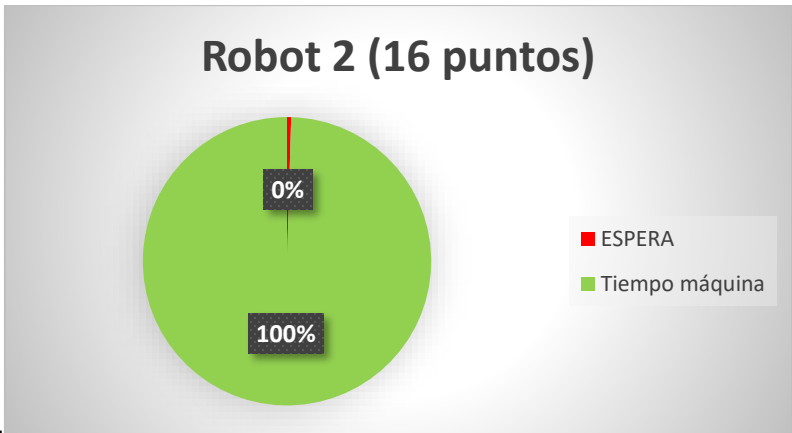
Robot	Puntos de soldadura	Tiempo Máquina Estimado	Espera (para ser abastecido por el operador)	SUMA
1	14	0.728	0.0258	0.7538
2	16	0.848	0.004	0.852

Tabla 37

Para poder detectar el aprovechamiento del ROB1 en cada proceso puede observarse la Gráfica #8.



Para poder detectar el aprovechamiento del ROB2 en cada proceso puede observarse la Gráfica # 9.



Los robots, tienen un aprovechamiento superado del 95%, y la distribución de cargas de trabajo da oportunidad a que el operador realice las actividades hasta llegar al JIG1, que es el robot más lento y el que está ubicado en primero lugar, por la misma razón coloca 2 puntos de soldadura menos, para dar tiempo al operador que coloque 1 tuerca en el BRKT grande en la estacionaria #2, y llegue al ROB2.

A continuación se presenta el proceso de punteo de los robot identificado por colores, Ver ilustración #40.

- Rob1 (14 puntos) IZQ → VER
- Rob2 (16 puntos) IZQ ← DER

Propuesta #3.

→ Se balancean puntos
tomando en cuenta la situación
original pero se detecta la
límina al momento de puntear.

Y se toma el lado IZQ
Para rotar las
propuestas
donde los
puntos deben
ponerse
solos!

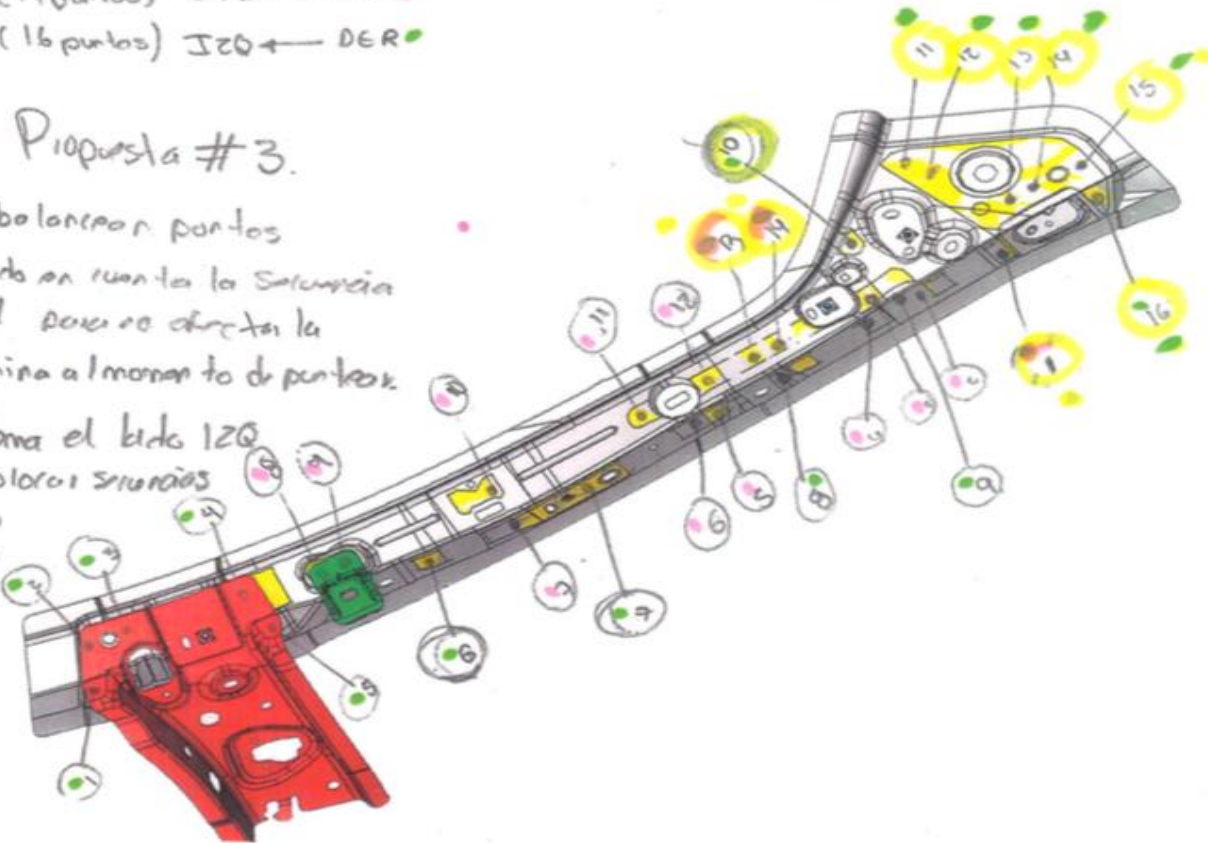


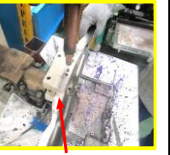
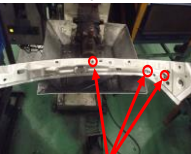
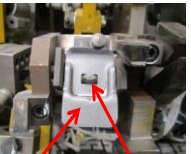



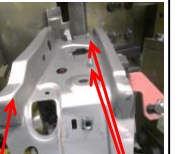


Ilustración 40

HOE con mejora implementada.

No.	ANÁLISIS DE LA OPERACIÓN	No.	PASOS PRINCIPALES	TIEMPO	PUNTOS CRÍTICOS	RAZÓN DE LOS PUNTOS CRÍTICOS	ILUSTRACIÓN
1	TOMAR PANEL PLR FR LWR UPR RH (76232 4AT0B) Y REFUERZO REINF FR PLR INR RH (76246 4AT0A) Y TRASLADARLOS A MÁQUINA ESTACIONARIA ST-086	1	ENSAMBLE DE 1 TUERCA M6 EN REFUERZO Y 2 TUERCAS M6 EN PANEL PRINCIPAL	###	CONFIRMANDO QUE EL PANEL TENGA BUEN ASENTAMIENTO EN DISPOSITIVO Y ELECTRODO INFERIOR MARCANDO LAS TUERCAS EN FORMA CIRCULAR	EVITAR FALTA DE TUERCAS Y FUGA DE TUERCAS TRASLAPADAS AL SIGUIENTE PROCESO	  
04	COLOCAR REFUERZO EN DISPOSITIVO DE MÁQUINA SOLDAR 1 TUERCA M6 EN BARRENO INDICADO. DESPUÉS COLOCAR PANEL EN DISPOSITIVO PARA SOLDAR 2 TUERCAS M6 EN BARRENOS INDICADOS PRESIONANDO PEDAL HASTA QUE SOLDE CADA TUERCA. MARCAR CON UN CIRCULO LAS 3 TUERCAS UNA POR UNA. VER IMÁGENES #1, 2, 3 Y 4						
2	SIN SOLTAR PANELES CAMINAR A JIG #1 Y TOMAR CON MANO IZQUIERDA BRKT FR PLR INR RH (76244 3SG0A) Y COLOCARLO EN MISMO JIG EN PERNO INDICADO. POSTERIORMENTE COLOCAR ENCIMA DE BRKT AMBOS PANELES QUE LOCALICEN EN PERNOS INDICADOS. TOMAR PIEZA TERMINADA Y DAR CICLO START. VER IMAGEN #5 Y 6	2	ENSAMBLE DE BRKT CON REFUERZO Y PANEL PRINCIPAL EN JIG #1	###	CONFIRMANDO QUE EL BRKT, REFUERZO Y PANEL TENGAN BUEN ASENTAMIENTO Y POSICIÓN CORRECTA	EVITAR MAL ENSAMBLE POR COMPONENTES MAL COLOCADOS	  
3	CAMINAR A MÁQUINA ESTACIONARIA ST-087 Y TOMAR CON MANO DERECHA PANEL BRACE ROOF RAIL FR RH (76320 4AT0A) PARA SOLDAR 1 TUERCA M6 EN BARRENO INDICADO PRESIONANDO PEDAL HASTA QUE SOLDE. MARCAR TUERCA EN FORMA CIRCULAR. VER IMAGEN #7 Y 8	3	ENSAMBLE DE TUERCA M6 EN PANEL (76320 4AT0A)	###	CONFIRMANDO QUE EL PANEL ESTÉ EN POSICIÓN CORRECTA Y QUE TENGA BUEN ASENTAMIENTO EN DISPOSITIVO	EVITAR MAL ENSAMBLE DE TUERCAS	  
4	SIN SOLDAR PANELES SUB ENSAMBLADOS LLEVAR A JIG #2 Y COLOCAR PRIMERO PANEL (76320 4AT0A) QUE LOCALICE EN PERNOS INDICADOS. POSTERIORMENTE COLOCAR ENCIMA DEL PANEL EL PANEL PRINCIPAL Y REFUERZO QUE LOCALICEN EN PERNOS INDICADOS. TOMAR PIEZA TERMINADA Y DAR CICLO START. VER IMÁGENES #9 Y 10	4	ENSAMBLE DE COMPONENTES EN JIG #2	0.1	CONFIRMANDO QUE LOS COMPONENTES ESTÉN EN POSICIÓN CORRECTA Y TENGAN BUEN ASENTAMIENTO	EVITAR MAL ENSAMBLE DE COMPONENTES	

HERRAMIENTA	
* MARTILLO	
* STEELSON	
* CINCEL	
EQUIPO DE SEGURIDAD	
* PETO	
* CACHUCHA	
* MANGAS	
* ZAPATOS DE SEGURIDAD	
* LENTES DE SEG	
* UNIFORME	

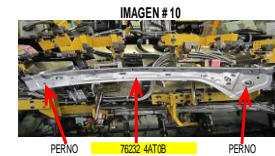
TIEMPO TOTAL 0.461	
*TOS PROHIBIDOS Y/O DISPOSICIÓN DE ANOMALÍA	
EN CASO DE CUALQUIER ANOMALÍA, PARAR AVISAR AL LÍDER Y ESPERAR INDICACIÓN	
* COLOCAR TUERCA M6 DE LADO CORRECTO DEL PANEL	
* ENCERRAR LAS TUERCAS M6 EN UN CIRCULO CON SKILL WRITTER	
EN CASO DE DETECTAR ALGUNA ANOMALÍA PARAR AVISAR A LÍDER Y ESPERAR INDICACIONES	
AL PARAR APLICAR PROCEDIMIENTO DE INTERRUPCIÓN DE PROCESO	
AL DETECTAR UN DEFECTO CANALIZAR PIEZA A CAJA ROJA	

NO.	NOMBRE DE PARTE	NUMERO DE PARTE	CANTIDAD
1	TUERCA M6	89-14266	4
2	PLR FR INR UPR RH	76232 4AT0B	1
3	REINF FR PLR INR LWR RH	76246 4AT0A	1
4	BRKT FR PLR INR RH	76244 3SG0A	1
5	BRACE ROOF RAIL FR RH	76320 4AT0A	1

ASPECTOS AMBIENTALES	ANÁLISIS DE RIESGOS	ACCIÓN PARA EVITAR RIESGO
RECOLLAR GUANTES	FALLA DE MAQUINARIA	REALIZAR CEPE
NO TRAJER SOLVENTES O QUÍMICOS EN PISO		AVISO A LÍDER
TRAER TRAPO CONTAMINADO EN LUGAR ASIGNADO	FALTA DE PERSONAL	BALANCEO DE LÍNEAS
NO TRAJER RESIDUOS DE METAL O COBRE EN BASURA		MULTIHABILIDAD
	FALTA DE RACK'S	AVISO A LÍDER DE C. P.
	FALTA DE COMPONENTES	AVISO A LÍDER DE C. P.
CONTROL DE COPIAS		
ORIGINAL	EN LÍNEA	
	FALTA DE ENERGÍA	AVISO AL DPTO. DE ENERGÍAS
	CONATO DE INCENDIO	5 S

No.	ANÁLISIS DE LA OPERACIÓN	No.	PASOS PRINCIPALES	TIEMPO	PUNTOS CRÍTICOS	RAZÓN DE LOS PUNTOS CRÍTICOS
5	CONFIRMAR VISUALMENTE LA CALIDAD Y POSICIÓN DEL ÚLTIMO PUNTO DE SOLDADURA PUESTO POR CADA ROBOT Y ESTACIONARIA. MARCARLOS CON SKILL WRITER (UPM-HOE-E1-AYV-50) VER IMAGEN #12	5	CONFIRMAR CALIDAD Y MARCAR CON SKILL WRITER	0.1	GARANTIZANDO QUE PUNTOS NO ESTÉN TRONADOS, PERFORADOS, TENUES Y SIN REBABA	EVITAR DESPRENDIMIENTO DE PUNTOS Y FALTANTE DE COMPONENTES
04	TAMBIEN MARCAR 4 COMPONENTES, 4 TUERCAS M6 SIN TRASLAPE EN FORMA CIRCULAR					
6	COLOCAR PIEZA EN RACK DE PRODUCTO TERMINADO RESPETANDO LA NORMA DE EMPAQUE SNP DEFINIDO ACCIONAR LIMIT SWITCH PARA CIERRE DE CORTINA	7	MODULACIÓN DE MATERIAL	0.1	RESPETAR NORMA DE EMPAQUE SNP DEFINIDO	EVITAR DAÑO DE MATERIAL Y SNP INCOMPLETO
7	CAMINAR A BASE DE MÁQUINA ESTACIONARIA ST-087 Y TOMAR UN PANEL 76320 4AT0A Y COLOCARLO EN DISPOSITIVO DE MISMA MÁQUINA PARA EL ENSAMBLE DE LA SIGUIENTE PIEZA VER IMAGEN #13	8	ACOMODO DE PANEL EN DISPOSITIVO	0	CONFIRMANDO QUE LOCALICE EN BARRENO Y PERNO INDICADO	EVITAR MAL ENSAMBLE
04	AL TERMINAR EL SNP ESTABLECIDO, TOMAR ÚLTIMA PIEZA PROCESADA Y REALIZAR EL PROCEDIMIENTO DE LOS TRES PASOS DE ACUERDO A UPM-HOE-IPM	9	TARJETEO DE MATERIAL	0	REGLA DE LOS TRES PASOS	EVITAR TARIETA EQUIVOCADA EVITAR MEZCLA DE MATERIAL EVITAR RECLAMO DE CLIENTE
				TIEMPO TOTAL	0.222	
				GRAN TOTAL (A + B)	0.683	

ILUSTRACIÓN



Anexo 5. Validación de propuestas para el modelo 4ATDER.

RESUMEN DE MEJORA

Finalmente los resultados han superado el objetivo planteado en un inicio de la investigación; a continuación se presenta de manera numérica los beneficios obtenidos con la implementación de la mejora. Ver tablas #38 y #39.

Producidos por individual VS MODELOS PRODUCIDOS EN SET				
Tiempo Tacto HP	1.045	VS	0.864	Promedio Tiempo Ciclo Real
Tiempo Tacto Neto	1.094		1.006	T.T Real
Cantidad Objetivo HP	55		60 cada lado	Cantidad objetivo Posible
Cantidad REAL PRODUCIDA	55			
Tiempo de espera de operador	0.109		0	Tiempo de espera del operador
CANTIDAD DE OPERADORES	1 POR MODELO		1 PARA AMBOS MODELOS	CANTIDAD DE OPERADORES

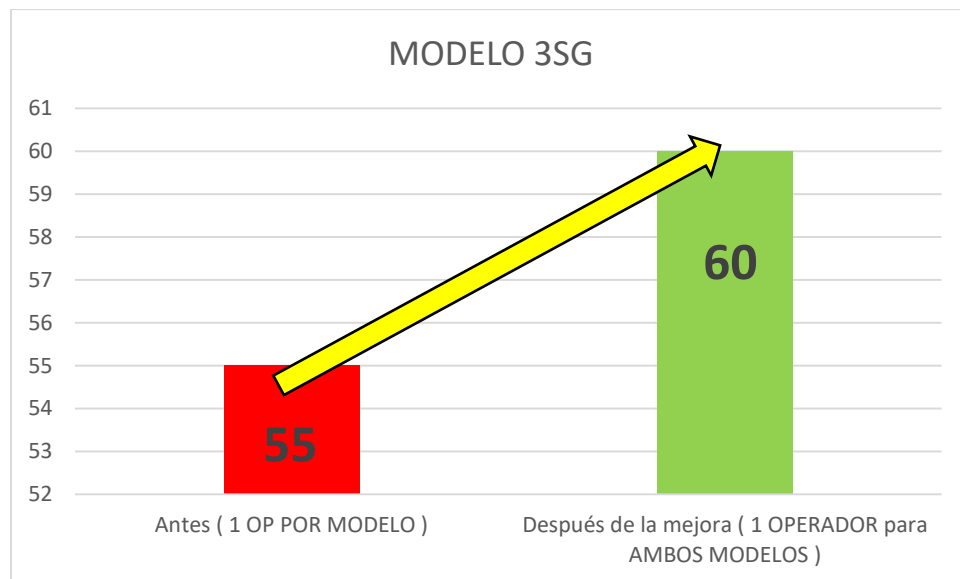
Modelo 4ATDER RESUMEN CONDICIÓN ACTUAL				
Tiempo Tacto HP	1.045	VS	0.8075	Promedio Tiempo Ciclo Real
Tiempo Tacto Neto	1.094		0.957	T.T Real
Cantidad Objetivo HP	57		62	Cantidad objetivo Posible
Cantidad REAL PRODUCIDA	52			
Tiempo de espera de OP 1	0.3869		0	Tiempo de espera OP
Tiempo de espera de OP 2	0.1941			
Tiempo de espera de ROB 1	0.258		0.0258	Tiempo de espera ROB1
Tiempo de espera de ROB 2	0.278		0.004	Tiempo de espera ROB2
CANTIDAD DE OPERADORES	2		1	CANTIDAD DE OPERADORES

Tabla 38

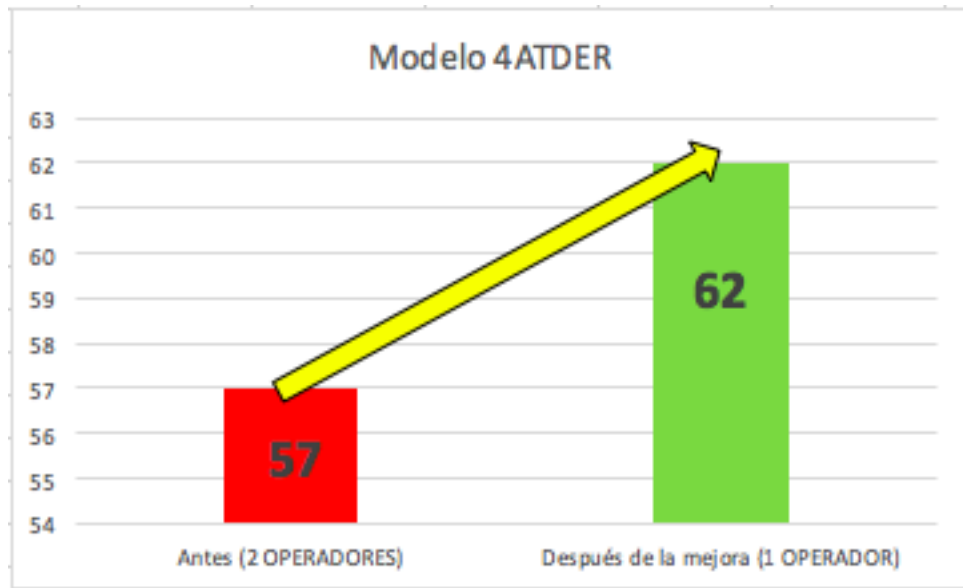
	OP1	OP2
Sueldo (anual)	103,115.04	86,943.36
Horas extras (anual aprox.)	59,842.20	28,528.20
Ahorro anual	25650	25650
Premio de puntualidad	16297.92	16297.92
Utilidades	59000	59000
TOTAL	263,905.16	216,419.48
DINERO AHORRADO POR LA IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA ANUAL	480,324.64	

Tabla 39

El objetivo principal en la realización del proyecto presentado fue llevar al cumplimiento del objetivo productivo al modelo principal 4ATDER, sin embargo en la aplicación de la mejora, los tres modelos se vieron afectados, superando la meta alcanzada produciendo con 1 sólo operador 60 piezas para los modelos 3SG y hasta 62 piezas en el modelo principal 4ATDER. Ver gráficas #10 y #11.



Gráfica 10



Gráfica 11

Objetivo Propuesto	Resultado obtenido
Aumentar la productividad actual en la línea #34, para cumplir con el objetivo de producción diario de 57 piezas en 560 minutos en el modelo 4ATDER	El objetivo productivo, puede cumplirse y ha sido superado, pues con la aplicación de la mejora se logró producir hasta 62 piezas en el modelo principal 4ATDER. Beneficiando también a los modelos 3SG, con la producción de hasta 119 piezas en 60 minutos.
Analizar la línea de producción #34, para la identificación de la causa raíz por la falta de cumplimiento del objetivo productivo.	El comportamiento de los operadores, el proceso deficiente y objetivos muy por debajo de los reales fueron los hallazgos encontrados en el análisis de la línea.
Reducción de desperdicios encontrados en los procesos de fabricación de los modeos.	Se eliminaron tiempos de espera en la fabricación de los modelos 3SG y 4ATDER; también se redujo el tiempo de espera en el tiempo de las máquinas en el modelo principal.
Balanceo de cargas de trabajo tanto en mano de obra como de capacidad instalada, restaurando el proceso en caso de ser necesario.	El balanceo de la carga de trabajo para los robot, provocó un aprovechamiento de más del 95% en ambos robots, y el proceso para el operador eliminó tiempos de espera, y la actividad más tardada dentro del proceso del 4ATDER, ya que se eliminó la colocación de puntos manueales, logrando un proceso más fluido y menos cansado.
Optimizar los recursos existentes dentro de la línea #34, rediciendo con ello los tiempos de espra en máquinas y aprovechando la mayor parte posible de su capacidad.	Se logró un aprovechamiento de robots de hasta el 95% en cada proceso de la pieza 4ATDER.
Reducir la variabilidad productiva para que pueda cumplir con el objetivo de producción establecido, al fabricar 55 piezas en 60 minutos para los modelos 3SG y 57 piezas en 60 minutos para el modelo 4ATDER.	Se superó el objetivo productivo, y se logró llegar al cumplimiento del mismo sin esfuerzos dobles, sólo con el balanceo de línea.
Generar una horro significativo por la eliminación de tiempos extras laborables.	Se generó un ahorro estimado de 480,324 pesos anuales para la empresa.

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES

Conclusiones del Proyecto

Para poder implementar el mejoramiento en cualquier área, primero debe existir la identificación y causa de los problemas. Así pues, para lograr la estandarización, y con ello la mejora que se busca para impulsar la productividad en las empresas, es necesario la evaluación diagnóstica en donde se segmente el problema principal, yendo de lo particular a lo general.

Como un primer paso para un mejoramiento en el proceso debe identificarse las limitantes de la productividad en cada una de sus fases, que son las siguientes:

1. MUDA – Desperdicios; se encuentran 7 excesos (son sobre-carga, esperas, transporte, movimientos, inventarios y sobre-proceso).
2. MURI – Sobrecarga; antes que de realizar una estandarización de operaciones, deben ser evaluadas las actividades que desempeñan los trabajadores, para que exista una carga nivelada, con ésta etapa debe iniciarse la eliminación de los tres tipos de trabajo K (difíciles o pesados, sucios y peligrosos).
3. MURA – Variabilidad; para lograr satisfacer al cliente en una de sus exigencias, que es “calidad”, debe cumplirse con los requerimientos que él mismo exige, los cuales deben ser constantes, de lo contrario deberá aplicarse estadística y seis sigma para la eliminación de variaciones en el producto final.

Una vez trabajadas las 3 fases anteriores, debe pasarse a un segundo paso y es la evaluación del tiempo de conducción (es el tiempo que transcurre desde que llega la materia prima, hasta que llega el producto terminado al cliente) puede ser evaluado con diferentes herramientas que ayudan también en la identificación de operaciones innecesarias, que finalmente perjudican en el costo.

Dentro de las herramientas se encuentran el mapa de cadena de valor, en el cual se presentan todas las actividades de una manera lineal, para así poder clasificarlas en actividades que AV, NAV Y NAVN, y poder eliminar aquellas que no agregan ningún valor, reducir las que son necesarias y potencializar las que sí agregan valor.

La evaluación de la eficiencia de la línea, que a manera porcentual presenta el resultado de todas nuestras actividades.

El siguiente paso es la transformación a operaciones esbeltas: Una vez identificado los defectos que se tienen en la industria, deben ser mejorados de una manera gradual, es decir, con la aplicación de sistemas que poco a poco representen una mejora impactante dentro de los procesos.

El trabajo estándar puede lograr la producción balanceada con el mínimo de mano de obra, ya que está orientada en el hombre; es un método que toma en consideración los movimientos de las personas para así lograr un mejor diseño de operaciones.

Para obtener la meta anterior, se debe realizar lo siguiente:

- ✓ Un estudio de tiempos; análisis de movimientos, desplazamientos y tiempos que realizan los trabajadores para cada una de las operaciones.
- ✓ Determinar la capacidad del proceso (qué tanto puedo producir) en el tiempo operable que disponible.
- ✓ Determinar el número de operaciones que realizará cada trabajador, en una hoja de trabajo combinado, que describe la secuencia en un tiempo takt (tiempo en el cual una unidad deberá ser producida). Tomando en cuenta el tiempo ciclo (tiempo real más corto para efectuar un ciclo de operación).

- ✓ Para finalizar debe prepararse una hoja de secuencia de trabajo en donde se coloque gráficamente la secuencia de cada trabajador.

Con todo lo anterior, puede asegurarse que la mejora en la organización presentará cambios considerables, que repercutirán en los costos, la calidad y la entrega a tiempo de los productos.

Cambios y mejoras pequeñas pero reales pueden dar pauta al cumplimiento de metas, crecimiento de la compañía y la satisfacción de los clientes.

Cuando se llega a una estandarización de procesos, se puede creer que se ha llegado al máximo punto posible, pero lo que es cierto, es que cuando se logra un cambio dentro de la organización (en cualquier ámbito), y éste muestra resultados favorecedores es necesario que se mantenga y estandarice, pero sobre todo que se busque siempre el crecimiento continuo.

Para Manufactura Esbelta, no existe un estado de confort, porque la regla es “siempre hacerlo mejor que la vez anterior”.

Lograr que las personas cambien su manera de pensar, y busquen siempre mejorar en cualquier aspecto es la parte fundamental y lo que da existencia al sistema Lean, buscar la mejora continua es un principio que debe aplicarse en cualquier momento y actividad. Dando pie al crecimiento y desarrollo tanto personal, profesional y empresarialmente.

Las organizaciones hoy en día deben adaptarse a los cambios tan drásticos del mercado, y buscar la manera de que esas variaciones afecten lo menos posible a la estabilidad de la empresa. Por ésta razón es de suma importancia mantener las metodologías de mejoramiento para la solución de problemas con la implementación de Lean.

Pequeños pero significativos cambios crean e impactan de una manera trascendental dentro de las organizaciones; hay que empezar desde dentro para reflejar los cambios crecientes que existen, buscar siempre “Mejora Continua”.

CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS

- ✓ Diseñé e innové estructuras de procesos, con base en las necesidades de la organización para competir eficientemente en mercados globales.
- ✓ Gestioné sistemas integrales de calidad para la mejora de los procesos, ejerciendo un liderazgo estratégico y un compromiso ético.
- ✓ Apliqué métodos de investigación para desarrollar e innovar modelos, sistemas, procesos y productos en las diferentes dimensiones de la organización.
- ✓ Apliqué métodos, técnicas y herramientas para la solución de problemas en la gestión empresarial con una visión estratégica.

CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN

Monden, Y (2012). *Toyota Production System*. Boca Raton: Editorial CRC Press
Empresa Inventiam. (s.f.). *Inventiam*. Recuperado el 07 de Febrero de 2017, de
Inventiam: <http://www.inventiam.com/herramientas/las-7-mudas/>

CAPÍTULO 9: ANEXOS

Anexo1. Tiempos capturados para el diagnóstico del modelo 3SG1ZQ.

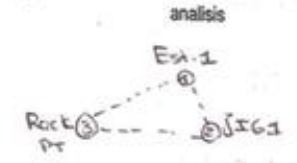
【 ベース調査 】

部品番号: Rob 1 日付: 26/04/17
 (NUMERO DE PARTE): Modelo 3SG1ZQ 検査者:
 対応作業: "Operado Entor" (ANALISIS):
 (OPERACION CORRESPONDIENTE):

No	停止内容	No	停止内容	No	停止内容
1	.510	21	.492	41	
2	.492	22	.495	42	
3	.482	23	.498	43	
4	.497	24	.487	44	
5	.467	25	.489	45	
6	.493	26	.483	46	
7	.492	27	.485	47	
8	.493	28	.473	48	
9	.516	29	.479	49	
10	.496	30	.489	50	
11	.475	31	.481	51	
12	.479	32	.501	52	
13	.486	33	.479	53	
14	.480	34	.484	54	
15	.485	35		55	
16	.499	36		56	
17	.499	37		57	
18	.486	38		58	
19	.480	39		59	
20	.471	40		60	

Hoja de observacion de tiempo

Operador **ROBI**
Zamoripa 356120

		No	Movimiento de elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL	Señal
No.de parte	356120	1	Colocar tornillos H6 en est. #1	.091	.080	.080	.090	.106	.094	.088	.088	.091	.094	0.090	
Nombre de parte		2	Girar a IIG1	.025	.031	.021	.024	.038	.021	.025	.033	.029	.04	.027	
Fecha	10/Nov/19	3	Especificar liberación	.114	.076	.110	.117	.086	.106	.120	.122	.26	.116	.113	
Operador	Observador	4	Abastecer IIG1	.100	.065	.083	.094	.100	.084	.077	.084	.104	.084	.095	
<Lay Out> analisis 		5	Girar a est. #1 y mover	.075	.084	.076	.064	.068	.070	.087	.090	.074	.068	.065	
		6	Comenzar a cortar de PT, y colocar	.038	.049	.036	.056	.044	.050	.049	.031	.048	.043	.042	
		7	Regresar a est 1 de tornillos	.090	.070	.091	.029	.036	.033	.025	.034	.024	.041	.044	
		8													
		9													
		10													
		11													
	12														
	13														
	14														
	15														
	16														
	17														
	18														
	19														

OBSERVACION >

Anexo 2. Tiempos capturados para el diagnóstico del modelo 3SGDER.

部品番号 : 3SGDER
 (NUMERO DE PARTE) :
 対応作業 : "Topperador + teler"
 (OPERACION CORRESPONDIENTE) :

日付 :
 (FECHA) :
 観測者 :
 (OBSERVADOR) :

No	9498	停止内容	No	9498	停止内容	No	9498	停止内容
1	477		21	472		41	475	
2	458		22	489		42	458	
3	462		23	440		43	503	
4	473		24	500		44	496	
5	454		25	380		45	475	
6	456		26	500		46	461	
7	500		27	494		47		
8	484		28	494		48		
9	476		29	469		49		
10	493		30	493		50		
11	430		31	452		51		
12	474		32	510		52		
13	450		33	478		53		
14	454		34	477		54		
15	462		35	484		55		
16	458		36	502		56		
17	466		37	482		57		
18	497		38	475		58		
19	483		39	475		59		
20	462		40	479		60		

Hoja de observacion de tiempo

Rob 2 356DER
 " 1 operador
 R.A "

		No	Movimiento de elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Señal
No. de parte	356DER	1	Tomar panel y probarlo 5 veces	.100	.079	.086	.086	.112	.088	.088	.081	.080	.080	
Nombre de parte		2	Coninar a IT 62	.032	.038	.050	.042	.036	.033	.030	.030	.043	.036	
Fecha	10/Nov/17	3	Espere liberacion	.049	.077	.067	.061	.066	.088	.071	.068	.063	.071	
Operado		4	Abrirlecer	.075	.088	.094	.090	.095	.079	.081	.097	.097	.094	
< Lay Out > analisis		5	Coninar a 100 t de PT	.038	.034	.032	.036	.035	.034	.031	.033	.027	.031	
		6	Realizar empujando	.125	.099	.135	.125	.124	.132	.132	.140	.158	.131	
		7	Registrar a cada #2.	.030	.030	.022	.026	.029	.033	.028	.033	.028	.029	
		8												
		9												
		10												
		11												
		12												
		13												
OBSERVACION >		14												
		15												
		16												
		17												
		18												
		19												

Anexo 3. Tiempos capturados para el diagnóstico del modelo 4ATDER

【ベース調査】

部品番号: 4ATDER 日付: 18/03/17
 (NUMERO DE PARTE) : (FECHA) :
 対応作業: 2operaciones 検査者: _____
 (OPERACION CORRESPONDIENTE) : (ANALISIS) :

No	停止内容	No	停止内容	No	停止内容
1	.867	21	.876	41	
2	.854	22	.887	42	
3	.921	23	.869	43	
4	.853	24	.896	44	
5	.853	25	.917	45	
6	.866	26	.874	46	
7	.880	27	.865	47	.884
8	.898	28	.909	48	
9	.903	29	.870	49	
10	.885	30	.900	50	
11	.901	31	.910	51	
12	.856	32	.883	52	
13	.884	33	.869	53	
14	.896	34	.870	54	
15	.849	35	.809	55	
16	.929	36		56	
17	.885	37		57	
18	.909	38		58	
19	.869	39		59	
20	.864	40		60	

【ベース調直】

部品番号:

(NUMERO DE PARTE):

対応作業:

(OPERACION CORRESPONDIENTE):

4ATDCR Topnador

titular

日付:

(FECHA): 18/01/12

観測者:

(ANALISIS):

No	9/7%	停止内容	No	9/7%	停止内容	No	9/7%	停止内容
1	1.072		21			41		
2	1.078		22			42		
3	1.077		23			43		
4	1.084		24			44		
5	1.119		25		1.069	45		
6	1.078		26			46		
7	1.316		27			47		
8	1.175		28			48		
9	1.093		29			49		
10	1.009		30			50		
11	1.102		31			51		
12	1.050		32			52		
13			33			53		
14			34			54		
15			35			55		
16			36			56		
17			37			57		
18			38			58		
19			39			59		
20			40			60		

部品番号 :
 (NUMERO DE PARTE) :
 対応作業 :
 (OPERACION CORRESPONDIENTE) :

SATDCR (FECHA) : 29/01/12
 Yopuador Etc (ANALISIS) :

No	9175	停止内容	No	9175	停止内容	No	9175	停止内容
1	.988		21			41		
2	1.001		22			42		
3	.980		23			43		
4	1.002		24			44		
5	.465		25			45		
6	.977		26			46		
7	.979		27	.999		47		
8	.989		28			48		
9	.970		29			49		
10	.963		30			50		
11	.105		31			51		
12	1.08		32			52		
13			33			53		
14			34			54		
15			35			55		
16			36			56		
17			37			57		
18			38			58		
19			39			59		
20			40			60		

Condición actual (2 op).

YATDER Radl Anstalt

Operaciones J161

Hoja de observacion de tiempo

		No	Movimiento de elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ	Señal
No. de parte		1	Cableo 2 hilos caporal	.166	.175	.168	.178	.175	.166	.174	.166	.178	.160	0.1709	
Nombre de parte	YATDER	2	Guirre J161	.073	.070	.076	.079	.078	.074	.079	.073	.077	.076	.0706	
Fecha		3	Abrastador	.071	.071	.071	.070	.071	.075	.070	.075	.075	.079	.0733	
Operador	Observo	4	Cominar capt. de hilos 29 para capt. grande y caporal	.096	.095	.094	.106	.129	.106	.105	.104	.101	.108	.1046	
< Lay Out > analysis		5	Cableo BRT	.031	.031	.031	.032	.032	.033	.030	.030	.032	.030	.0320	
		6	Cominar a MPC (act)	.074	.070	.072	.075	.074	.077	.078	.076	.072	.079	.0757	
		7	Tasa UP y min. a act. 7	.079	.078	.078	.079	.081	.082	.078	.082	.079	.083	.0829	
		8	Sepe. Liberacion de act.	.426	.401	.384	.401	.354	.384	.386	.418	.382	.378	.3819	
		9													
		10													
		11													
		12													
	13														
OBSERVACION >		14													
		15													
		16													
		17													
		18													
		19													

Anexo 4. Tiempos capturados aplicación de mejora en los modelos 3SG.

[ベース調査]

部品番号: 3SGDLR
 (NUMERO DE PARTE)
 対象作業者: 3SGJ2Q
 (OPERACION CORRESPONDIENTE)
 自付: 23/11/13
 (FECHA)
 担当者: (Z. Pizarro Pacheco)
 (CARGA)
 1 Operador
 trabajando los
 2 lados

No	9/75	停止内容	No	9/75	停止内容	No	9/75	停止内容
1	.854		21			41		
2	.905		22			42		
3	.888		23			43		
4	.907		24			44		
5	.861		25			45		
6	.835		26			46		
7	.849		27			47		
8	.780		28			48		
9	.800		29			49		
10	.913		30			50		
11	.927		31			51		
12	.855		32			52		
13	.930		33			53		
14	.812		34			54		
15	.916		35			55		
16	.873		36			56		
17	.888		37			57		
18	.859		38			58		
19	.861		39			59		
20	.806		40			60		

Hoja de investigacion de tiempo de maquina

Aplicacion de
mejora modelos
356 DER y 356 IZQ (SET)

Fecha	Nombre de linea	No. y Nombre de parte	Equipo • ROBOT	Contenido de medicion (Detalle)				TOTAL	Observacion
				Numero	Tiempo Med.	Es para	Des tiempo		
			ROB 1						
				0.037	• 315	• 389	• 052 =	.404	0.41025
				0.038	• 323	• 372	• 056 =	.412	
				0.037	• 320	• 375	• 052 =	.409	
				0.038	• 322	• 282	• 053 =	.413	
			ROB 2						
				• 066	0.234	0.402	0.051 =	.356	0.357
				• 065	0.241	0.401	0.053 =	.359	
				• 067	0.238	0.394	0.031 =	.356	
				• 065	0.241	0.402	0.052 =	.358	

[Items de mejora]

Fecha	correspondie	Punto de problema → Directriz de mejora	Fecha limite	Resp.	Efecto de mejora	Confirma

Anexo 5. Validación de propuestas de mejoras para el modelo 4ATDER.

【ベース調査】

部品番号: 35C0LR 1 Operator 日付: 23/11/12
 (NUMBER OF PARTS): habeyand los (FORMA):
 対応作業: 35C0LR 2 lados (ANALISIS): (2 piece rotation)
 (OPERACION CORRESPONDIENTE):

No	9425	停止内容	No	9425	停止内容	No	9425	停止内容
1		.854	21			41		
2		.905	22			42		
3		.888	23			43		
4		.907	24			44		
5		.861	25			45		
6		.830	26			46		
7		.849	27			47		
8		.780	28			48		
9		.820	29			49		
10		.913	30			50		
11		.917	31			51		
12		.855	32			52		
13		.930	33			53		
14		.812	34			54		
15		.916	35			55		
16		.873	36			56		
17		.888	37			57		
18		.859	38			58		
19		.861	39			59		
20		.806	40			60		

Hoja de investigación de tiempo de maquina

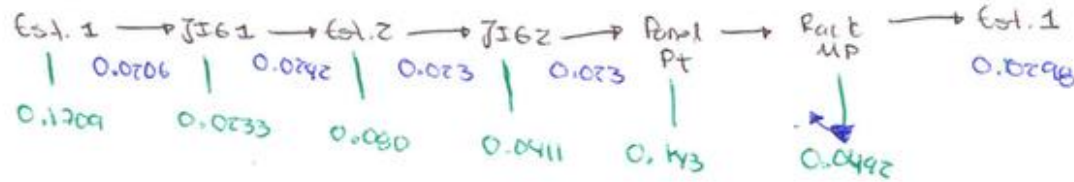
Aplicación de
mejora modelos
356 DER Y 356 IZQ (SET)

Fecha	Nombre de línea	No. y Nombre de parte	Equipo • ROBOT	Contenido de medición (Detalle)				TOTAL	Observación
				Muestreo	Tiempo Med.	Es para	Des tiempo		
			ROB 1						
				0.037	.315	.389	.052 =	.404	0.41075
				0.038	.323	.372	.056 =	.413	
				0.037	.320	.375	.052 =	.409	
				0.038	.322	.382	.053 =	.413	
			ROB 2						
				0.066	0.234	0.402	0.051 =	.356	0.357
				0.065	0.241	0.401	0.053 =	.359	
				0.067	0.238	0.394	0.051 =	.356	
				0.065	0.241	0.402	0.052 =	.358	

[Items de mejora]

Fecha	correspondie	Punto de problema → Directriz de mejora	Fecha límite	Resp.	Efecto de mejora	Confirma

Propuesta de Mejora



Abuscar a JIG 1 → Llegar a JIG 1 = 0.6281

Abuscar a JIG 1 → JIG 2 = 0.7786

Rob 1 = 0.579/11
Rob 2 = 0.531/10

0.052 €/p
0.053 €/p

0.6281/0.052 = 12

0.7786/0.053 = 14

14 puntos = .728

16 puntos = .848

HOE = .688

+ 0.103 15%

0.7912

+ Tiempo que se
da de el rob, con la
integración

* Que se pida 2 puntos al
Punto JIG, por eso se agrupan
2.

* Se dan 2 puntos de holgura
al JIG 2 p/que no llegue
luego.

Abastecer a JIG 1 \rightarrow llegar a JIG 1 = 0.6281 mi

Opción 1

$$\text{Rob 1} = 0.579/11 = 0.052 \text{ y/p} \quad \text{---} \quad 14 \text{ puntos} = 0.728$$

$$\text{Rob 2} = 0.531/10 = 0.053 \text{ y/p} \quad \text{---} \quad 16 \text{ puntos} = 0.848$$

Opción 2

$$\text{Rob 1} = 0.579/11 \quad 0.052 \text{ y/p} \quad \text{---} \quad 12 = 0.624$$

$$\text{Rob 2} = 0.531/10 \quad 0.053 \text{ y/p} \quad \text{---} \quad 15 = 0.795$$

$$\text{Est. } 3 \text{ puntos} = 0.269/9 \quad 0.029 \text{ y/p} \quad \text{---} \quad 3 = 0.087$$

Opción 3

$$\text{Rob 1} = 17 \text{ puntos} = 0.884 \quad \text{---} \quad 0.6281 = 0.2559 \quad \text{---} \quad \text{Espinas.}$$

$$\text{Rob 2} = 13 \text{ puntos} = 0.684 \quad \text{---} \quad 0.7787 = 0.0897$$

$$0.3456$$

Opción 4

$$\text{Rob 1} = 13 \text{ puntos} = 0.676$$

$$\text{Rob 2} = 17 \text{ puntos} = 0.901$$

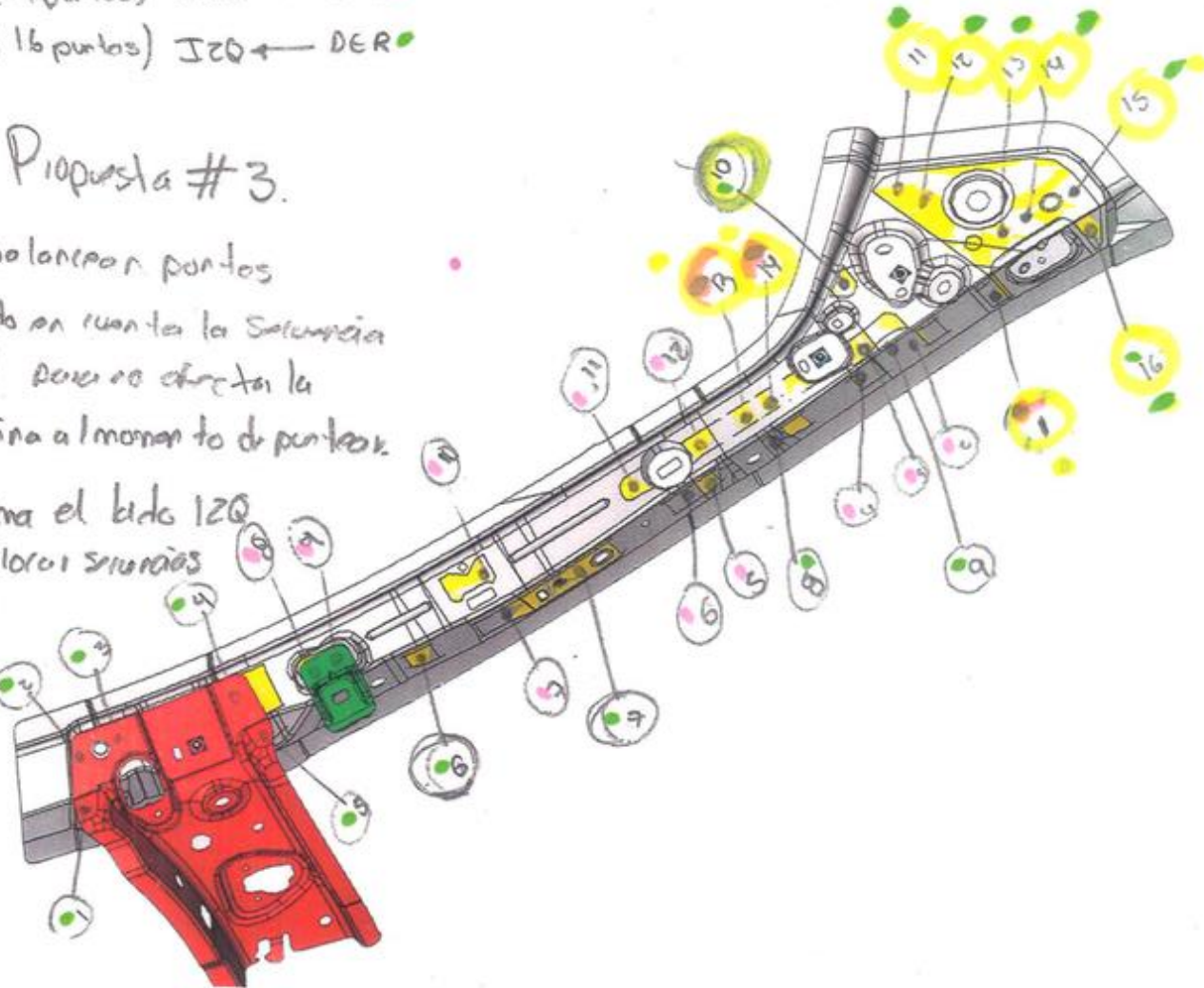
- Rob1 (14 puntos) IZQ → UER ●
- Rob2 (16 puntos) IZQ ← DER ●

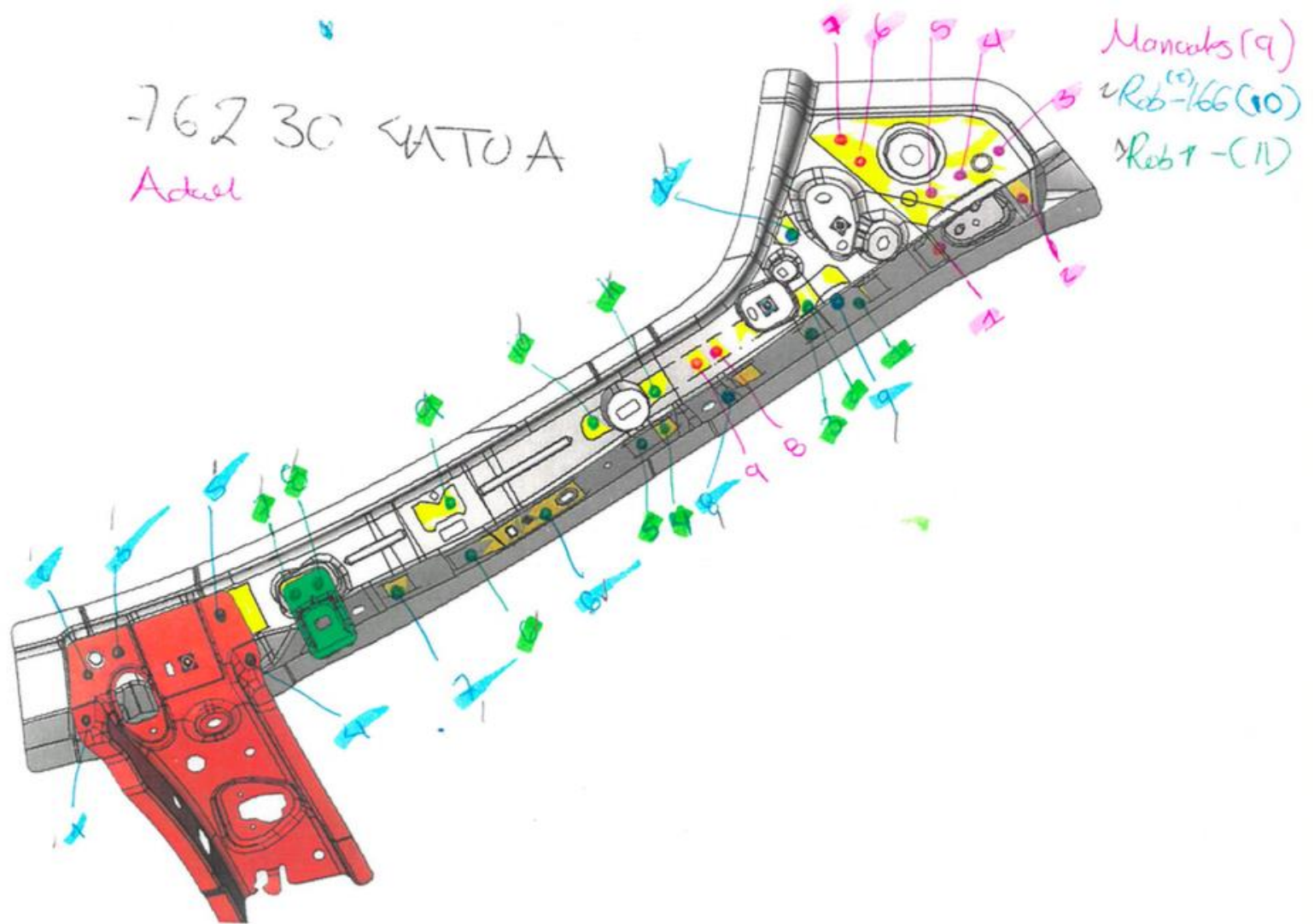
Propuesta #3.

→ Se balancean puntos
tomando en cuenta la solución
original para no afectar la
lógica al momento de puntuar.

Y se toma el lado IZQ
para rotar y simular

propuestas
donde los
puntos deben
darse
solos!

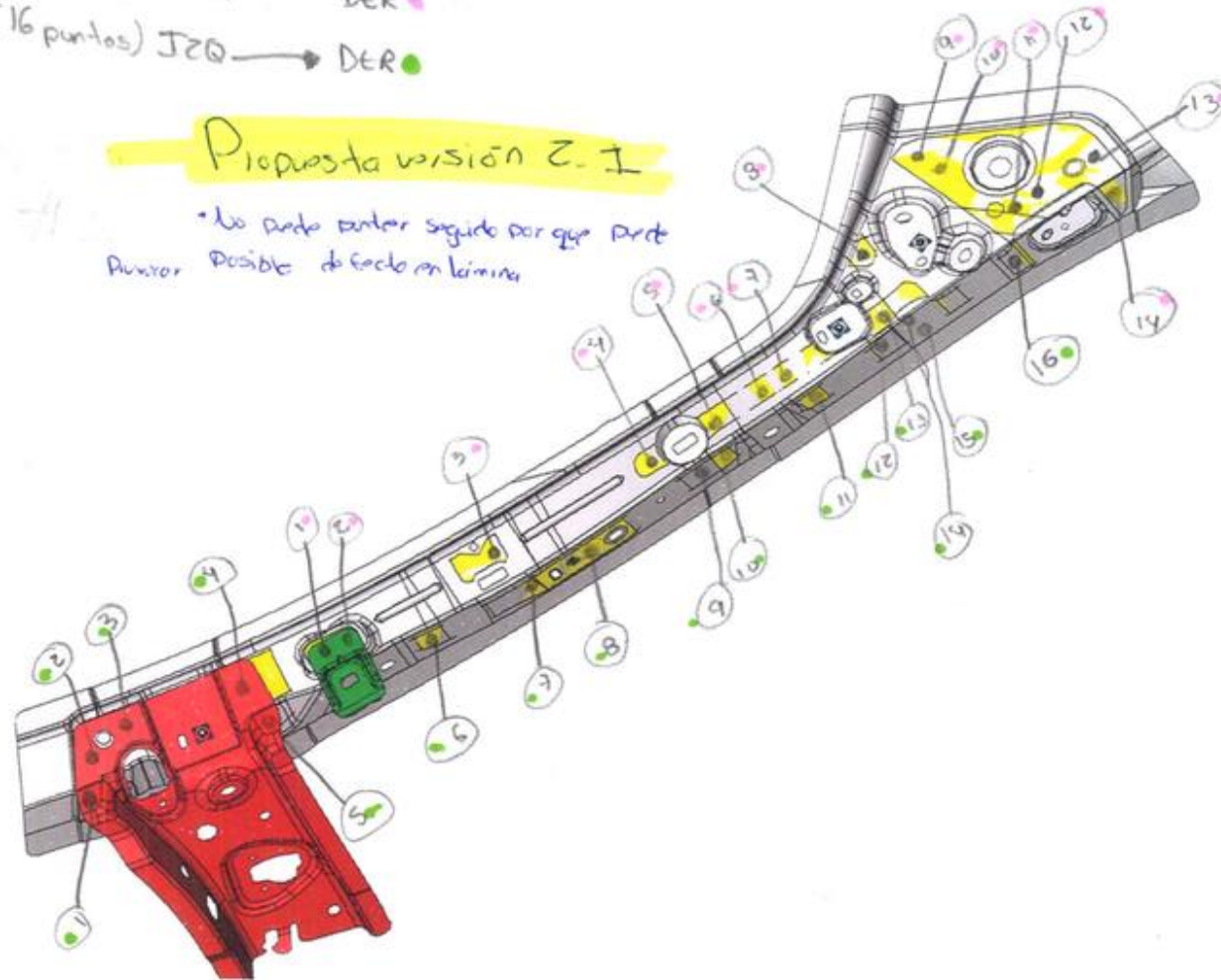




Rob (14 puntos) IZQ ← DER ●
Rob 2 (16 puntos) IZQ → DER ●

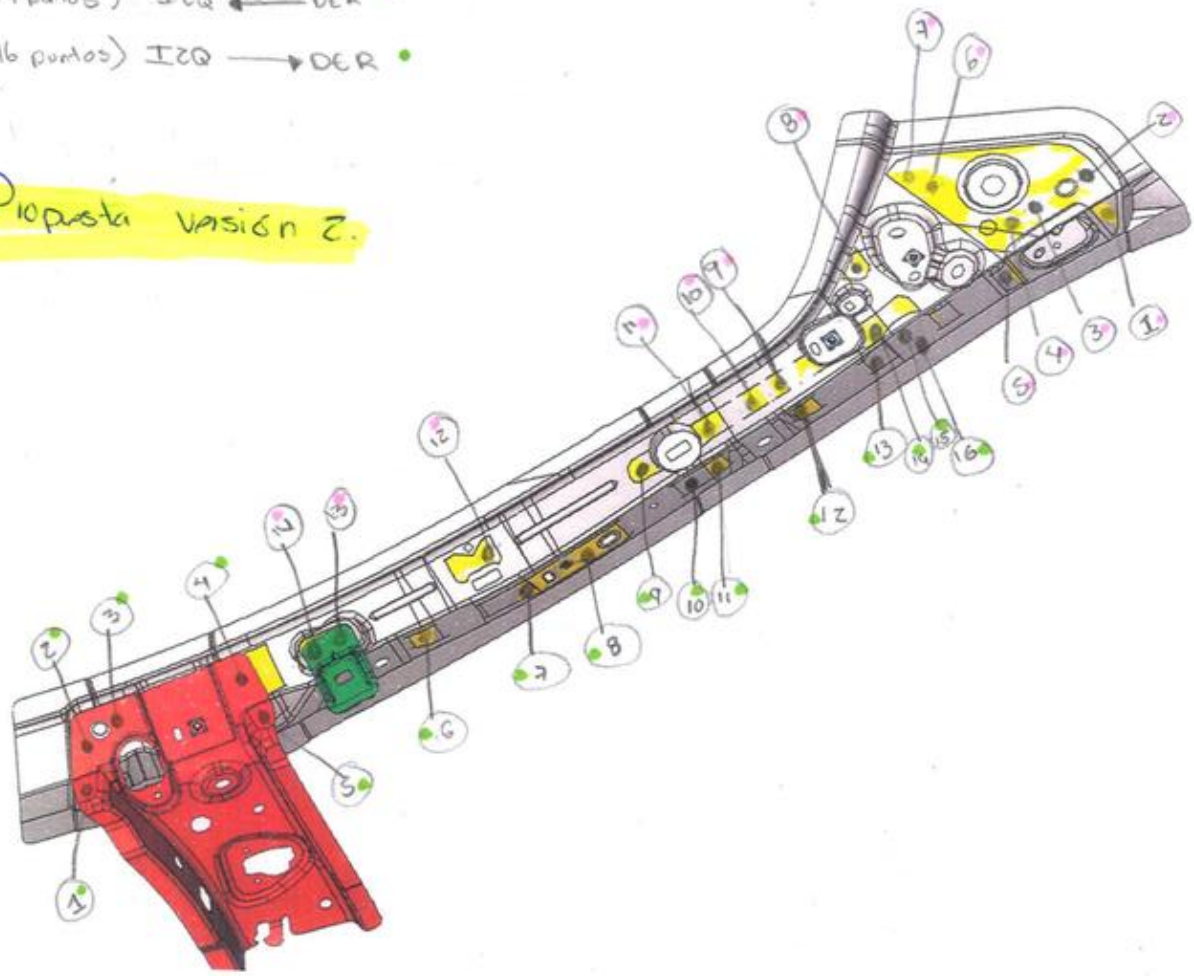
Propuesta versión Z-1

- Lo podo poner seguido por que podo poner posible de hecho en la misma



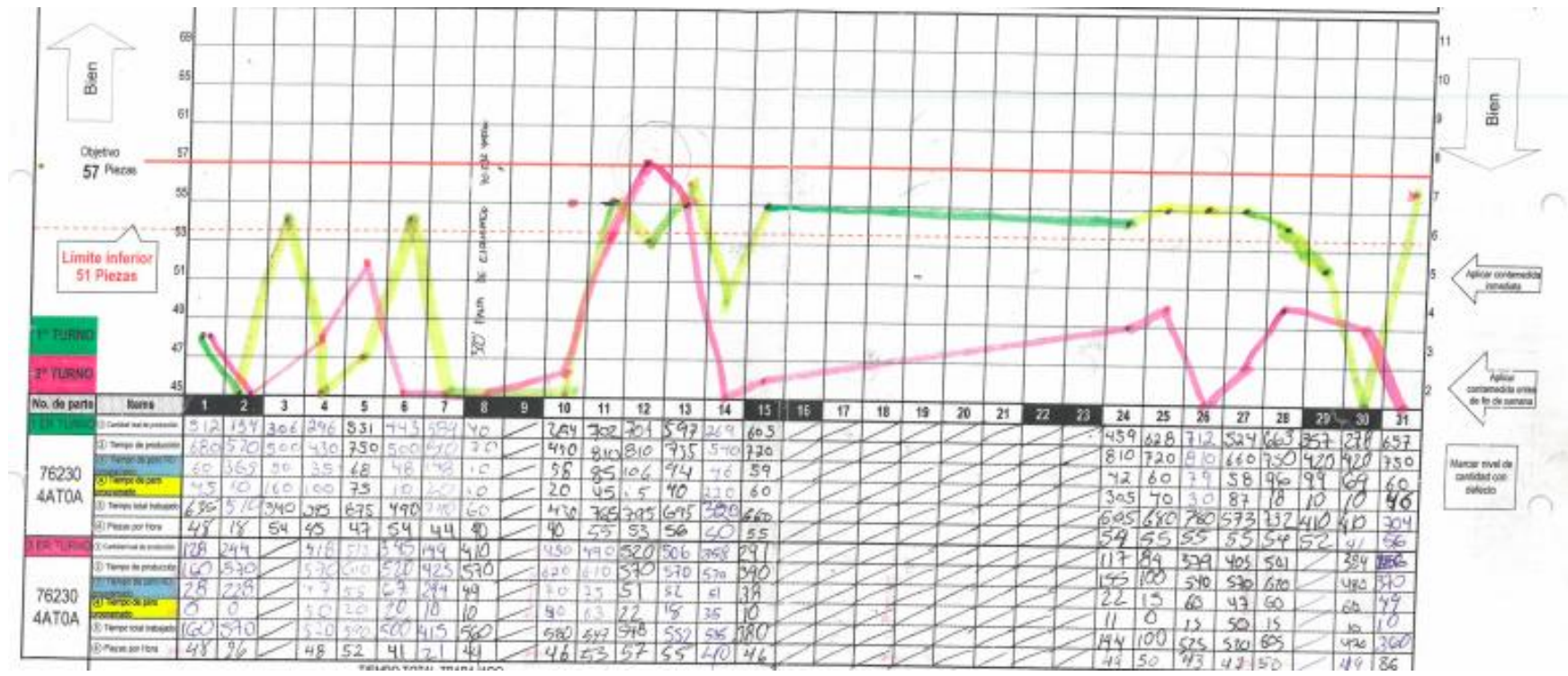
Rob 1 (14 puntos) IZQ ← DER ●
Rob 2 (16 puntos) IZQ → DER ●

Propuesta versión 2.

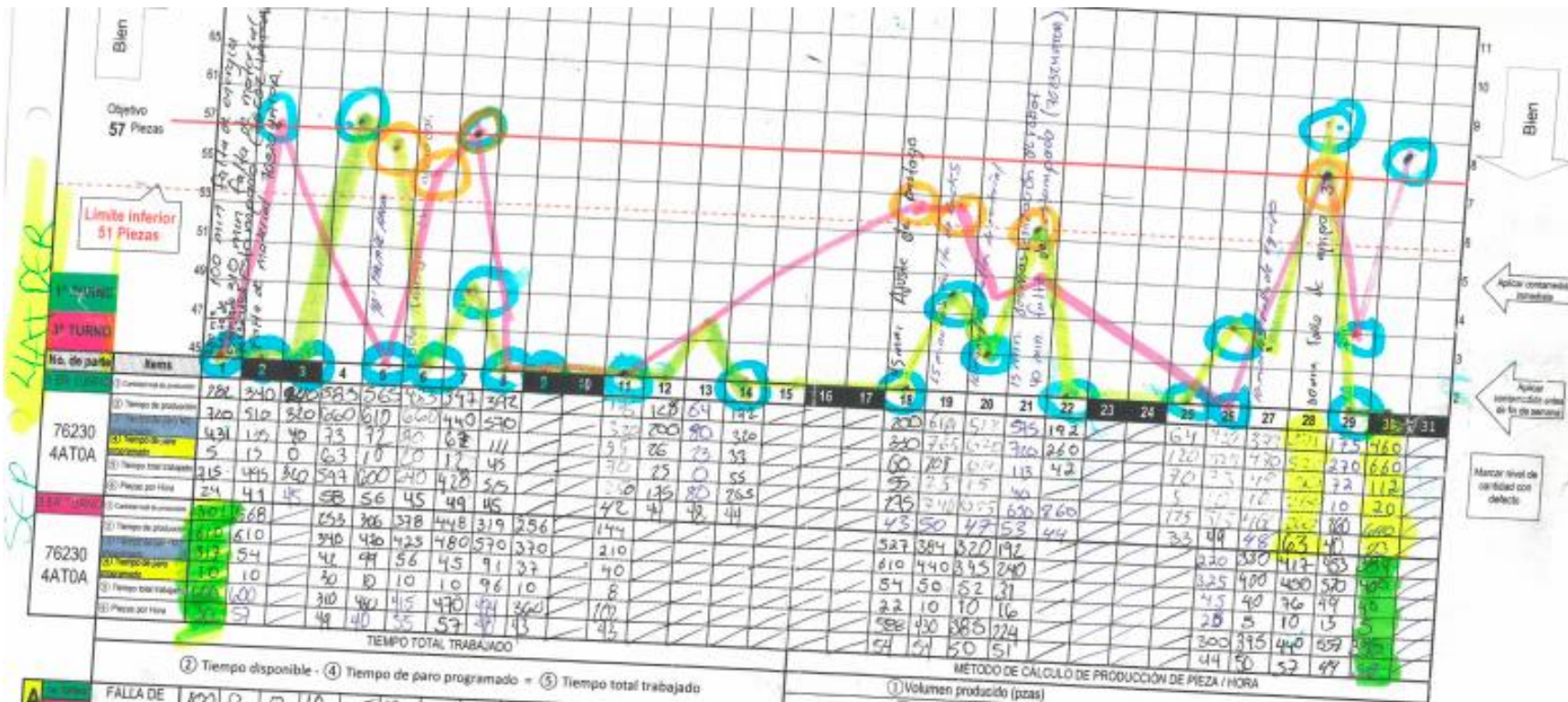


Anexo 6. Reportes de producción de últimos 4 meses del modelo principal 4ATDER.

Julio



Septiembre.



Octubre.

