

2016



**Aída Aidé Muñoz
Ramírez**

[WORK CONTENT]

Tabla de Contenido

Lista de Tablas	3
Lista de Figuras	4
Introducción	5
Marco Teórico	7
Metodología	11
Resultados	22
Conclusiones	33
Programa de actividades Cronograma de actividades	46
Referencias	47

Lista de Tablas

Tabla. 1-	Tabla de método de balanceo de líneas	7
Tabla. 2-	Tabla de los 17 elementos creada por el matrimonio Gilberth	8

Lista de Figuras

Fig. 1-	Tipos de MTM	10
Fig. 2-	Casa Lean manufacturing.	13
Fig. 3-	Jidoka	17
Fig. 4-	Metodología	22
Fig. 5-	Lay Out KTMEEX	23, 24
Fig. 6-	R&R de Dash	26
Fig. 7-	Video T8M (Línea 3)	27
Fig. 8-	Primer toma de muestra de D2JC	28
Fig. 9-	Formato WC (T5R)	30
Fig. 10-	Video T7W	31
Fig, 11	Resultados	33
Fig. 12-	Acomodo de los videos	34
Fig. 13-	Desglose del proceso por producto.	35
Fig. 14-	Video de Dash (ensamble)	36
Fig. 15-	W.C (T0J)	37
Fig. 16-	Zonning (Dash)	39
Fig. 17-	Standardized Work Chart (Trunk Side)	40
Fig. 18-	Work Combination Table (T8M)	41
Fig. 19-	Balanceo de líneas	42
Fig. 20-	Carpetas con los videos de Espumados	43
Fig. 21-	Carpeta con videos del primer proceso	44
Fig. 22-	W.C de avance en espumados	44

Introducción

Kotobukiya Trèves de México SA de CV (KTMEX), es una empresa franco-japonesa (resultado de la coinversión de dos empresas Trèves S.A. y Kotobukiya Fronte Kabushikigaisha (KFK).); del sector industrial automotriz, especializada en la fabricación de alfombras para automóviles, sus principales clientes son NISSAN, HONDA, una parte de GMS y su prospecto de cliente es FORD.

La misión de KTMEX es producir y abastecer las soluciones de estética y confort interior de vehículos de clase y alcance mundial, aplicando los más altos estándares de calidad para la industria automotriz, comprometidos con el medio ambiente, y así asegurar un crecimiento sostenido que beneficie a los consumidores, clientes, empleados, proveedores, socios y a la comunidad.

La visión es Kotobukiya Trèves de México, S.A de C.V. está orientada a ser líder en la fabricación de interiores del vehículo en la zona NAFTA y estar preparada para ofrecer aplicaciones de insonorización adicional requerida por el mercado.

KTMEX está especializada en la fabricación de alfombras y soluciones de insonorización para la industria automotriz. Actualmente surte al mercado automotriz, Alfombra Termoformada (Carpet), Aislante Interior de la pared de fuego (Dash Insulator) , Espaciador (Spacer), Inyección de poliuretano (Rear parcel shelf).

En la forma de organizarse debido a las diferentes nacionalidades de los accionistas, KTMEX tiene una administración francesa y un soporte técnico japonés, de las dos partes obtiene recursos monetarios, y de igual forma se dividen las tareas.

KTMEX crece con cada proyecto que logran ganar sus accionistas, no importa de qué lado sea, ya que cada uno por su parte tiene diferentes ubicaciones.

En sus inicios (año 2005) la empresa laboraba con un sistema operativo llamado Adonix, este funciona de la siguiente manera, en una base de datos contempla todos los movimientos de la empresa en las siguientes áreas: comercial, producción y financiera, pero debido al crecimiento de la empresa era necesario implementar un sistema más actualizado que rindiera mayores beneficios en tanto a eficiencia de la empresa.

En un inicio su cliente único era NISSAN por tanto no era necesario tener un sistema tan grande, ya que algunas de las tareas se podían realizar sin la utilización de este, personas especializadas se encargaban de hacer lo que le faltaba a Adonix registrar.

Con el paso del tiempo y la buena aceptación, KTMEX fue haciéndose de más clientes potenciales y conforme a ello se necesitó también de implementar un nuevo sistema para ayudarle a competir en el mercado.

SAP es un nuevo sistema que está revolucionando el mundo con su método de abastecimiento y distribución de materiales.

Al implementarse en la empresa, debe tener actualizados todos y cada uno de los procesos que la empresa elabora.

Razón por la cual surge la necesidad y aplicación de este proyecto, en donde se necesita hacer una nueva toma de tiempos y movimientos con el fin de abastecerle a SAP toda la información necesaria, para que de esta forma el sistema pueda pedir, abastecer y controlar todos los materiales que serán utilizados en la elaboración de las alfombras.

Ahora existe un estudio de tiempos y movimientos, pero para los fines que requiere SAP son obsoletos, es por esto que se decide hacerlos nuevamente. En donde se tomaran videos, se realizara la toma de tiempos y movimientos en base a los videos, obteniendo esta información se registraran de manera precisa y se realizara un balanceo de líneas a las que se crea conveniente de igual forma el estudio de tiempos servirá para darle soporte a cambios elaborados en el área de lean para mejoras.

Marco Teórico

Balanceo de líneas

Según el autor el balanceo de líneas es una de las herramientas más importantes para el control de producción, depende de ciegame de algunas variables como lo son: los inventarios de producción, los tiempos de fabricación y las entregas de producción.

El principal objetivo del balanceo es, igualar la carga de trabajo en todas las estaciones de producción.

Existen algunas condiciones limitan el alcance total de el balanceo de líneas, debido a que no todo proceso aplica un estudio de tiempos y movimientos entre estaciones, estas condiciones limitantes son:

1. Cantidad : esto es el costo que implicara que la línea sea adaptada para un ajuste correcto, tomando en cuenta las remuneraciones futuras que obtendra al hacerlo
2. Continuidad : debe tomarse en cuenta que las líneas tienen que estar bien provistas de materiales, insumos, piezas y subensambles, así como el mantenimiento de los equipos para evitar fallas en los equipos involucrados en el proceso.

Para que exista un balanceo se tiene que tomar en cuenta algunas variables y su formulación :

Minuto Total del Operario	$\sum_{i=1} (\min x Op)$	Sumatoria del producto entre el tiempo de cada operación y la cantidad de operarios que la realizan.
Ciclo de Control	$\min >$	Es el tiempo mayor entre los tiempos de cada operación.
Nº de Operarios	$\sum Op$	Sumatoria de los operarios que ejecutan las operaciones.
Total Minutos por Línea	$Ciclo\ de\ Control\ x\ N^\circ\ de\ Op$	Tiempo que toma la línea en relación a su ciclo de control.
% de Balance	$\frac{Minuto\ Total\ del\ Operario}{Total\ del\ minutos\ por\ línea} \times 100$	% del Balance de la línea. Este es mayor a medida que los tiempos de las distintas operaciones se aproximan.
Ciclo de Control Ajustado	$\frac{Ciclo\ de\ Control}{Desempeño\ de\ la\ línea} \times 100$	Ciclo de control ajustado según el desempeño de la línea
Unidades / Hora	$\frac{60\ minutos}{Ciclo\ de\ Control\ Ajustado}$	Cantidad de unidades por cada hora de trabajo.
Unidades / Turno	$(Unidades\ /\ Hora) \times (Horas\ /\ Turno)$	Cantidad de Unidades por cada turno de trabajo.
Costo x Unidad	$\frac{(N^\circ\ de\ Op) \times (Salario\ diario)}{Unidades\ / Turno}$	Costo de mano de obra por cada unidad producida
Desempeño de la línea	$1 - \left(\frac{Tolerancias\ Hombre}{Tiempo\ por\ turno} \right) + \left(\frac{Tolerancias\ Máquina}{Tiempo\ por\ turno} \right)$	

Tabla 1. Método de balanceo de líneas
Recuperado de :www.ingenieriaindustrialonline.com(2012)

Tiempos y movimientos

El científico Benjamin fue uno de los pioneros que hace referencia a que Gilberth junto con su esposa Lillan, son los fundadores de la técnica moderna del estudio de movimientos; describen el estudio de movimientos del cuerpo humano que utilizan para realizar una labor, eliminando los movimientos incensarios, simplificando los necesarios, estableciendo después una secuencia o desarrollando movimientos más necesarios para lograr una eficiencia máxima.

También desarrollan las técnicas de análisis ciclografico para estudiar la trayectoria de los movimientos efectuados por un operario para una operación, esta técnica consiste en fijar una pequeña lámpara eléctrica en el dedo o en su defecto la parte que necesitara observar y registrar mediante fotografías los movimientos que los operarios realizaban al efectuar la operación, el resultado es la toma fotográfica de la trayectoria exacta de los movimientos al realizar la operación; al realizar estos estudios de esta manera la pareja descubrieron 17 movimientos básicos para realizar cualquier tipo de operación o para simplificar movimientos, a estos elementos les llamaron *THERBLIGS* (denominación otorgada por la inversión de su apellido), a cada elemento le asignaron un símbolo y un color diferente para su pronta identificación, estos 17 elementos eran: Buscar: -Coger -Seleccionar -Trasporte vacío-Trasporte c / carga –Sostener -Dejar carga -Poner en posición -Colocación previa –Inspeccionar –Montar –Desmontar – Utilizar -Espera Inevitable -Espera evitable –Plan –Descanso.

Posteriormente desarrollaron u esquema de un proceso, o diagramas de flujo que permitirán estudiar una operación completa y no solo una actividad en especial.

THERBLIG	LETRA O SIGLA	COLOR
Buscar	B	Negro
Seleccionar	SE	Gris Claro
Tomar o Asir	T	Rojo
Alcanzar	AL	Verde Olivo
Mover	M	Verde
Sostener	SO	Dorado
Soltar	SL	Carmín
Colocar en posición	P	Azul
Pre colocar en posición	PP	Azul Cielo
Inspeccionar	I	Ocre Quemado

Ensamblar	E	Violeta Oscuro
Desensamblar	DE	Violeta Claro
Usar	U	Púrpura
Retraso Inevitable	DI	Amarillo Ocre
Retraso Evitable	DEV	Amarillo Limón
Planear	PL	Castaño o Café
Descansar	DES	Naranja

Tabla. 2 Primera tabla de tiempos y movimientos
Fuente: Benjamín, Niebel, Ingeniería Industrial. Pág. 141

Principios básicos de Ford

Principios básicos de Ford, estos principios son más complejos, ya que el sistema de integración vertical y horizontal, describe desde la materia prima inicial hasta el producto final.

Con el tiempo y la racionalización de la producción se creó la línea de montaje, lo que a su vez permitió las primeras producciones en serie, para esto Ford tuvo que adaptar 3 principios básicos:

- **Principio de intensificación:**

Consiste en disminuir el tiempo de producción con el empleo inmediato de los equipos y de la materia prima y la rápida colocación del producto en el mercado.

- **Principio de la economicidad:**

Consiste en reducir al mínimo el volumen de materia prima en transformación.

- **Principio de la productividad:**

Su principal contribución fue sugerir que la Administración científica no es un grupo de técnicas de eficiencia o incentivos sino una filosofía en virtud de la cual la gerencia reconoce que su objetivo es buscar científicamente los mejores métodos de trabajo a través del entretenimiento y de los tiempos u movimientos.

Antecedentes del estudio de Tiempos y Movimientos.

ORÍGENES DEL MTM

H.B Maynard, D.J Stegemerten y J.L. Schawb son los autores de lo que se considera El MTM¹ que surge en la década de los cuarenta, su idea era que, si a un operario se le adiestraba desde un principio con el mejor método, los productos que extrajesen serían más rentables para los consumidores, y llegado el momento se podría mejorar el método para rendir la producción con forme hiciera falta.

Para 1948, Maynard, Stegemerten y Schwab publicaron el libro "Métodos de medida del tiempo" dando todos los detalles del desarrollo del sistema MTM y sus reglas de aplicación. Con el tiempo el MTM, se transforma en un lenguaje de símbolos universales, de tal forma que en cualquier parte del mundo que se desde utilizar se pueda interpretar sin equívocos, para que el MTM sea regulado en su buena aplicación, existe un consejo mundial MTM (International MTM Directorate "IMD") fundado en 1957 en Paris, además de asociaciones en diversos países que contribuyen al buen uso de este.

Existen diferentes tipos de MTM los cuales se muestran a continuación:

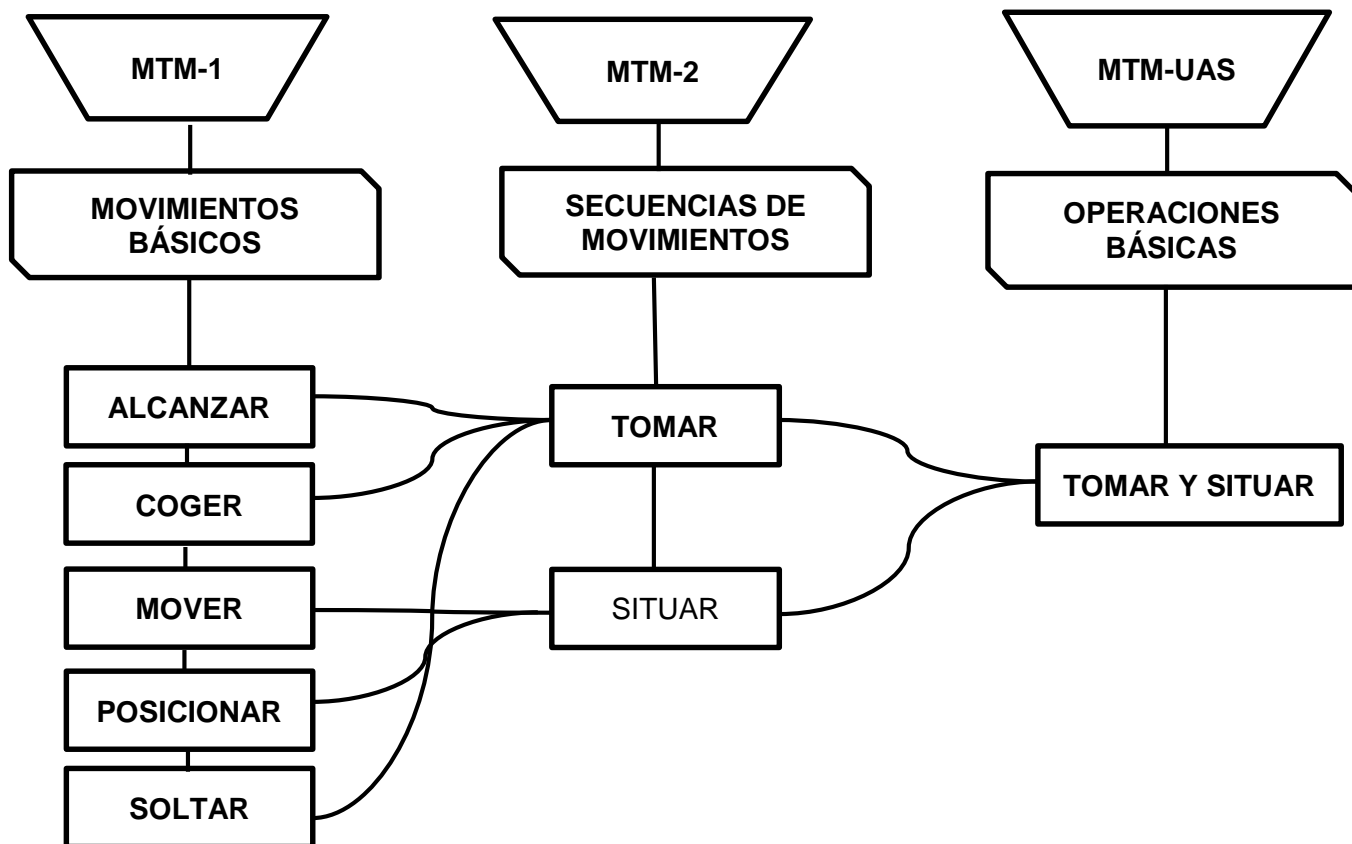


Fig.1 Tipos de MTM
Autores: H.B Maynard, D.J Stegemerten y J.L. Schawb

¹ **MTM:** Es el acrónimo en inglés de Methods Time Measurement (*medida del tiempo de los métodos*)

La más utilizada por su particularidad es MMT-1, ya que abarca todos los movimientos que se realizan para un procedimiento:

- **Movimiento de los miembros superiores:**

- Elementos básicos: *alcanzar, mover, coger, posición, soltar y desmontar.*
- Elementos secundarios: *girar, aplicar presión y manivela.*

- **Movimientos de los miembros inferiores:**

- *Movimientos del pie y de la pierna.*

- **Movimientos del cuerpo:**

- Desplazamientos: *Andar y paso lateral.*
- Flexión: *Giro del cuerpo, doblarse, agacharse, sentarse, poner una rodilla en el suelo, arrodillarse, levantarse*

- **Movimientos visuales**

- *Enfoque ocular y recorrido ocular.*

De la toma de tiempos, surge una nueva variante I work content ², es la medición total del ciclo del operador o en algunas ocasiones de varios operadores (cuando sucede este caso solamente se suma el tiempo que a todos los operarios involucrados en la actividad les tomo realizarla). En esta medición que realiza el work content ya incluye también los tiempos agregados o el valor añadido que tiene la operación.

En este formato se pueden detallar más a fondo las operaciones, el tiempo y los movimientos de operario, para poder llevar un control más estricto del tiempo que se tarda en elaborar los productos.

La información que tiene el formato, se extrae de los videos tomados, mismos videos que sirven para para más áreas de la empresa no solo ingeniería, ya que producción y procesos también se ven beneficiados para la toma de decisiones respecto a mejoras de la línea que se planifique el correr de las líneas.

Lean Manufacturing

Los principios fundamentales del Lean Manufacturing, según Igor Iadera.

1) Calidad perfecta a la primera: búsqueda de cero defectos, detección y solución de los problemas en su origen.

2) Minimización del desperdicio: eliminación de todas las actividades que no son de valor añadido y/o optimización del uso de los recursos escasos (capital, gente y espacio).

3) Mejora continua: reducción de costes, mejora de la calidad, aumento de la productividad y Compartir la información

4) Procesos “Pull”: los productos son tirados (en el sentido de solicitados) por el cliente final, no empujados por el final de la producción.

5) Flexibilidad: producir rápidamente diferentes mezclas de gran variedad de productos, sin sacrificar la eficiencia debido a volúmenes menores de producción.

² **Work Content:** Traducido del inglés sería el “contenido del trabajo”.

El modelo Lean es uno de los símbolos más reconocidos de la fabricación moderna, el cual hace analogía con una casa que tiene un sistema estructural. La casa es sólida si el techo, los pilares y los cimientos son fuertes, hay diferentes versiones de la casa pero los principios son los mismos.

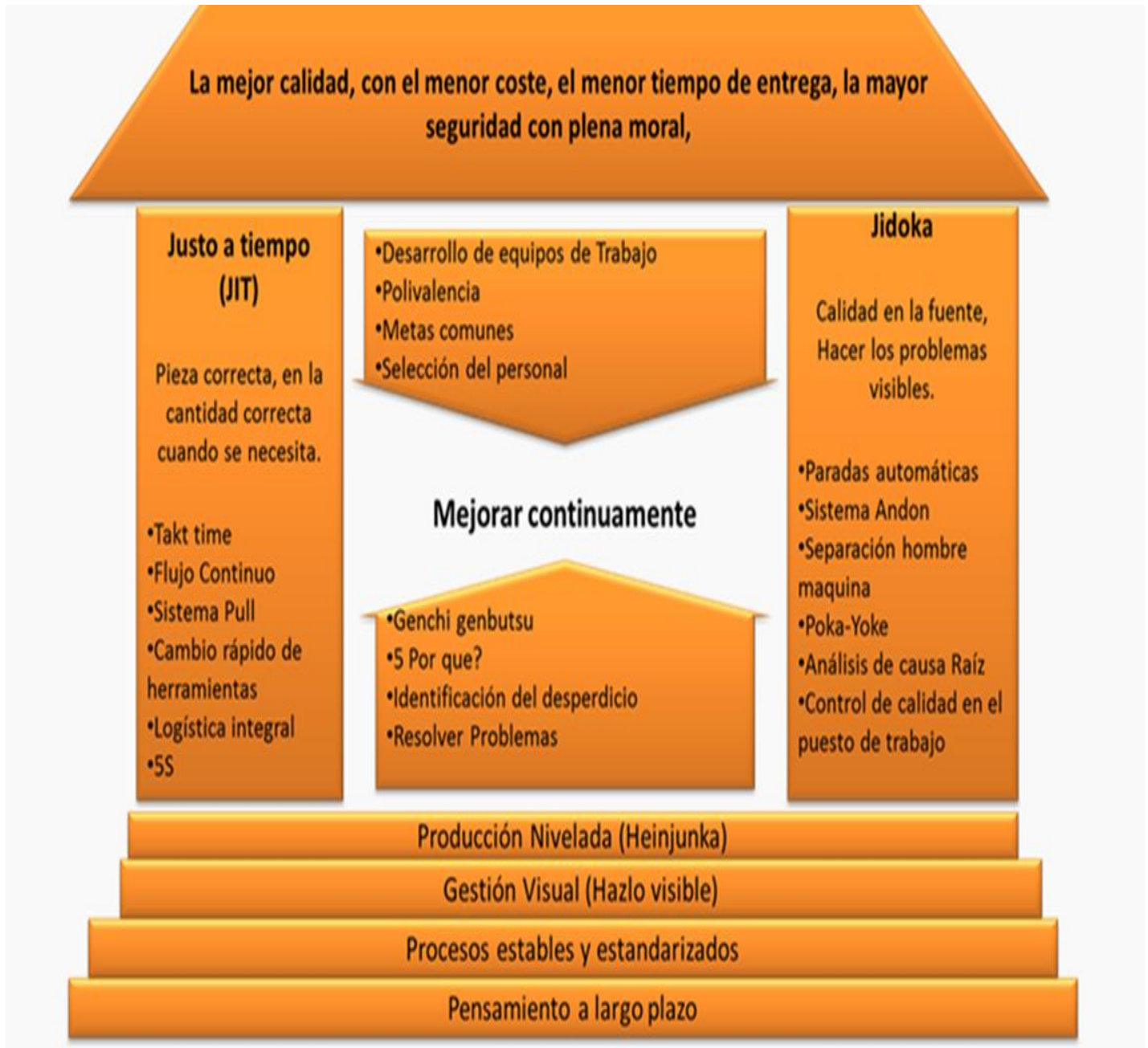


Fig. 2 Casa Lean manufacturing.

Realizado por: Igor Ladera.

Techos (principios): La mejor calidad, El costo más bajo y el Lead time más bajo.

Pilares:

1) El Just In Time «producir los elementos que se necesitan, en las cantidades que se necesitan, en el momento en que se necesitan», este pilar es más conocida que su segundo pilar.

2) Jidoka que en esencia significa no dejar pasar nunca un defecto a la siguiente operación y liberar a la gente de las máquinas.

Cimientos: Procesos estandarizados, estables y confiables y también el HEIJUNKA que significa nivelar la programación de la producción tanto en volumen como en variedad.

Toyota manufacturing ≈ lean manufacturing ≈ JAT Hay diferencia?

El sistema de producción de TOYOTA es la base del movimiento lean, es decir, es el resultado final de aplicar el sistema de producción de TOYOTA en todas las divisiones de la compañía.

Lean Manufacturing es más que la aplicación de herramientas como 5S, Kaizen, JIT, Lean es un sistema completo que incorpora una organización cultural en la cual se requiere alto compromiso de la dirección de la compañía que decida implementarlo.

Lean Manufacturing y 6 sigma son las estrategias de mejora que en los últimos 10 años han dominado las tendencias de producción.

Lean Manufacturing absorbió los sistemas conocidos en los años 80 como Justo a tiempo (JAT) o Just in Time (JIT), desde entonces Lean ha evolucionado en los últimos años acorde a la evolución del mercado global pero en esencia conserva los mismos principios.

JUST IN TIME

«Producir los elementos que se necesitan, en las cantidades que se necesitan, en el momento en que se necesitan»

Es una filosofía industrial de eliminación de todo tipo de desperdicio (muda) del proceso de producción, desde las compras hasta la distribución, Justo a tiempo “JAT” es como era conocido antes de los 80 lo que hoy conocemos como Lean Manufacturing, en esencia es lo mismo solo es un cambio de nombre.

7 + 2 Desperdicios (Muda Palabra en japonés que significa desperdicio)

“Es todo lo que sea distinto de los recursos mínimos absolutos de materiales máquinas y mano de obra necesarios para agregar valor al producto”.

1. Sobre-producción: Es el peor de los desperdicios es producir más de lo que el cliente requiere o producir más rápido de lo necesario, generalmente oculta problemas o defectos de producción abre el camino para otros tipos de desperdicio.
2. Esperas: El operario espera por vigilar la máquina, material o información esto solo provoca que el flujo se detenga.
3. Movimientos innecesarios. Por búsqueda de herramientas, información materiales, etc.
4. Transporte: es un elemento importante de producción, pero transportar más allá de lo necesario o colocarlos temporalmente en un sitio para luego transportarlos a otro.
5. Sobre-procesamiento: Proceso más allá del estándar requerido por el cliente (calidad más alta de la requerida por el cliente).
6. No calidad: corresponde a todos aquellos procesos necesarios para corregir errores los defectos se traducen en tiempo adicional, material, energía capacidad y costo laboral.

7. Inventario: aumentan los costes por área, administración, cuidado, se puede volver obsoletos, se pierde flexibilidad del proceso.

A los desperdicios identificados por Taichi Ohno se le suman dos

8. Utilización de las personas: no se fomentan ni se aprovechan las destrezas de los trabajadores al máximo.

9. Desperdicios al medio-ambiente.

Para dar un poco más de contexto a los desperdicios contraste aquí la definición de valor agregado

Valor agregado

Las únicas actividades que agregan valor son las que producen una transformación física y/o química del producto, por las cuales el cliente está dispuesto a pagar.

Nota: Estas dos definiciones están enmarcadas en el proceso de fabricación desde el punto de vista de otro proceso (Diseño,

Marketing, Etc.) Estas definiciones pueden ser diferentes.

JIDOKA

Significa automatización con un toque humano, es asegurar el control de la calidad en la fuente, es no permitir que pase un defecto al proceso siguiente, en contraste con los procesos tradicionales que realizan inspección al final de la línea, descartando los productos defectuosos.

Jidoka consta de:



Fig. 3 Jidoka

Realizado por: Igor Ladera

Sistema Andon: Es el sistema utilizado para alertar de un problema en el proceso de producción, generalmente son señales visibles y/o audibles, la palabra Andon significa en Japonés Cuerda, y hace referencia a una cuerda que al ser halada activa el sistema de alerta.

Paradas automáticas: Se instalan dispositivos, sensores, mecanismos, etc. En las operaciones que detectan alguna anomalía, pueden aplicarse a procesos en los cuales intervienen maquinas o personas, en el caso de las personas tienen la autoridad de parar la línea de producción o activen los sistemas Andón, para alertar del problema y que acudan en su ayuda para resolver el problema de Raíz (RCA), en resumen es:

- 1) Detectar la anomalía automáticamente.
- 2) Parar la línea de producción.
- 3) Encontrar la causa Raíz y eliminarla.

Separación Hombre maquina: Generalmente en las fábricas o procesos de fabricación clásica, el operario cuida de las maquinas sin necesidad mientras estas hacen su trabajo, un ejemplo es el operario esperando que una maquina CNC termine su trabajo.

Control de calidad en el puesto de trabajo: cada trabajador de la línea es responsable de la calidad de su trabajo, esto evita que los defectos pasen a través de los procesos siguientes los cuales agregan costos.

Análisis de causa Raíz: El análisis de causa raíz es en sí un esfuerzo para que el problema nunca aparezca nuevamente, el método más usado para este análisis es preguntarse 5 veces por qué?, de una forma estructurada y confirmado cada porque antes de pasar al siguiente, el resultado de esto es la razón generalmente escondida del problema y en este momento se puede pasar a diseñar un POKA YOKE.

Poka-yoke (a prueba de errores) es un dispositivo destinado a evitar errores; algunos el cual garantiza la seguridad de la maquinaria ante los usuarios, proceso o procedimiento, en el cual se encuentren relacionados.

“La causa de los errores estan en los trabajadores y los defectos en las piezas fabricadas se producían por no corregir aquellos”.

Shigeo Shingo

Con esta premisa solo quedan dos posibilidades:

1) Imposibilitar de algún modo el error humano; por ejemplo, Conectores USB, conectores de cargadores etc...

2) Resaltar el error cometido de tal manera que sea obvio para el que lo ha cometido.

“Pensamiento a largo plazo”

La compañía debe tener una visión hacia el cliente y vivirla, no basta con tenerla como un documento que difícilmente los empleados pueden recordar, uno de los síntomas

evidentes de la falta de esta visión en los departamentos de la compañía es cuando aparece un problema en un departamento A y el personal del departamento B no se interesa por este.

También se debe adoptar una estrategia firme y clara que sea conocida por cada empleado de la compañía, y aplicar métodos de gerencia como Hoshin Kanri para alinear a los empleados en una meta común.

“Flexibilidad”

La flexibilidad de una línea de fabricación está íntimamente ligada con el tiempo de alistamiento de máquinas (Set-Up) en cuanto a producción se refiere, por tal motivo los sistemas como SMED, deben ser ampliamente practicados y darles una importancia de alto nivel en las actividades de mejora

Proceso de Producción

Proceso de producción. Es un sistema de acciones que se encuentran interrelacionadas de forma dinámica y que se orientan a la transformación de ciertos elementos. De esta manera, los elementos de entrada (conocidos como factores) pasan a ser elementos de salida (productos), tras un proceso en el que se incrementa su valor.

Acciones productivas

Son las actividades que se desarrollan en el marco del proceso. Pueden ser acciones inmediatas (que generan servicios que son consumidos por el producto final, cualquiera sea su estado de transformación) o acciones mediatas (que generan servicios que son consumidos por otras acciones o actividades del proceso).

Clasificación de los procesos productivos

Por su significación

- **Procesos básicos:** en estos procesos se desarrolla la producción básica de la empresa. Los artículos producidos en este proceso, son aquellos en la producción de los cuales se especializa la empresa y representan las características productivas de esta.
- **Procesos auxiliares:** facilitan la producción básica y comprenden, por ejemplo, la producción de herramientas, dispositivos, mezclas, energías en sus diversas formas (vapor, aire comprimido, etc.), así como servicios tales como la

transportación y el almacenamiento. Es la producción necesaria para asegurar el funcionamiento de la producción básica.

- Procesos de servicios: comprenden, por ejemplo, la transportación y el almacenamiento.
- Procesos secundarios: en estos, se elaboran los residuos de la producción básica.

Por su forma

- Técnicos (modifican las propiedades intrínsecas de las cosas).
- De modo (modificaciones de selección, forma o modo de disposición de las cosas).
- De lugar (desplazamiento de las cosas en el espacio).
- De tiempo (conservación en el tiempo).

Por su modo de producción

- Simple (cuando la producción tiene por resultado una mercancía o servicio de tipo único).
- Múltiple (cuando los productos son técnicamente interdependientes).

Carácter de los procesos productivos

Atendiendo a su carácter, los procesos productivos, pueden ser:

- Procesos sintéticos: son aquellos en los que se obtiene un producto a partir de diferentes materias primas y materiales, como por ejemplo, en la producción de neumáticos.
- Procesos analíticos: son aquellos que se caracterizan porque de una sola materia prima se obtienen varios productos como, por ejemplo, en la destilación primaria del petróleo crudo, de la cual pueden obtenerse varios combustibles diferentes (gases, nafta, queroseno, combustible Diesel, residuos pesados).

Factores que inciden sobre el proceso productivo

- El diseño de los productos: influye directamente en la tecnología básica a utilizar, influye sobre las instalaciones físicas (equipos, edificios etc.) necesarias e influye sobre el tipo de cooperación que la empresa debe mantener con el exterior, por ejemplo, en cuanto a materias primas y materiales o productos semielaborados o accesorios a recibir.
- La cantidad de producto: determina fundamentalmente el grado de especialización en la fabricación, lo que influye en la adecuación de las proporciones de trabajo manual, mecanizado y automatizado, en la especialidad de las máquinas y las herramientas en el número requerido de obreros calificados, en las cantidades de materias primas y materiales a adquirir, así como en la talla (tamaño) de las instalaciones.

- La variedad de los productos: impone algunas restricciones a la especialización, ya que se requiere analizar, en función de las demandas a satisfacer en determinadas cantidades y dentro de ciertos plazos, si las diferentes variedades pueden ser producidas simultáneamente. Lo último obligaría a mantener cierta flexibilidad en el proceso de producción, en detrimento del grado de especialización.

Tipos de producción

De los tres factores anteriores expuestos, el más importante es la cantidad. A partir de ella es que una producción puede catalogarse como unitaria (individual), seriada (en serie) o masiva. De ahí se define estos tipos de producción.

- Producción unitaria: se caracteriza por una amplia nomenclatura de artículos elaborados por unidades o en pequeños lotes, los cuales como regla no se repiten.
- Producción seriada: se caracteriza por una nomenclatura limitada de artículos elaborados periódicamente por lotes que se repiten.
- Producción masiva: se caracteriza por una nomenclatura reducida y un gran volumen de producción de artículos elaborados ininterrumpidamente, durante largo tiempo, en el transcurso del cual, en la mayoría de cada uno de los puestos de trabajo se ejecuta la misma operación tecnológica.

Metodología

La siguiente metodología son los pasos detallados en la elaboración del proyecto

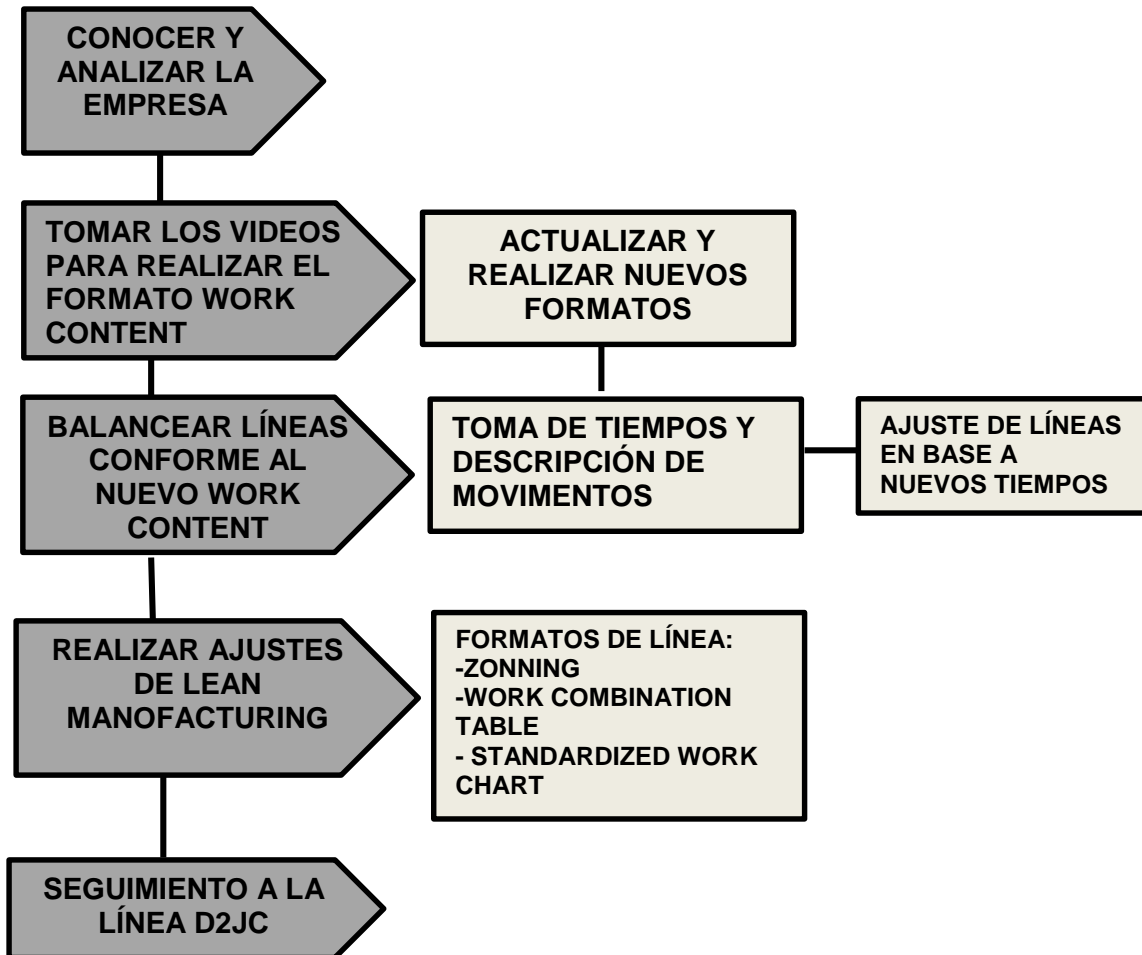
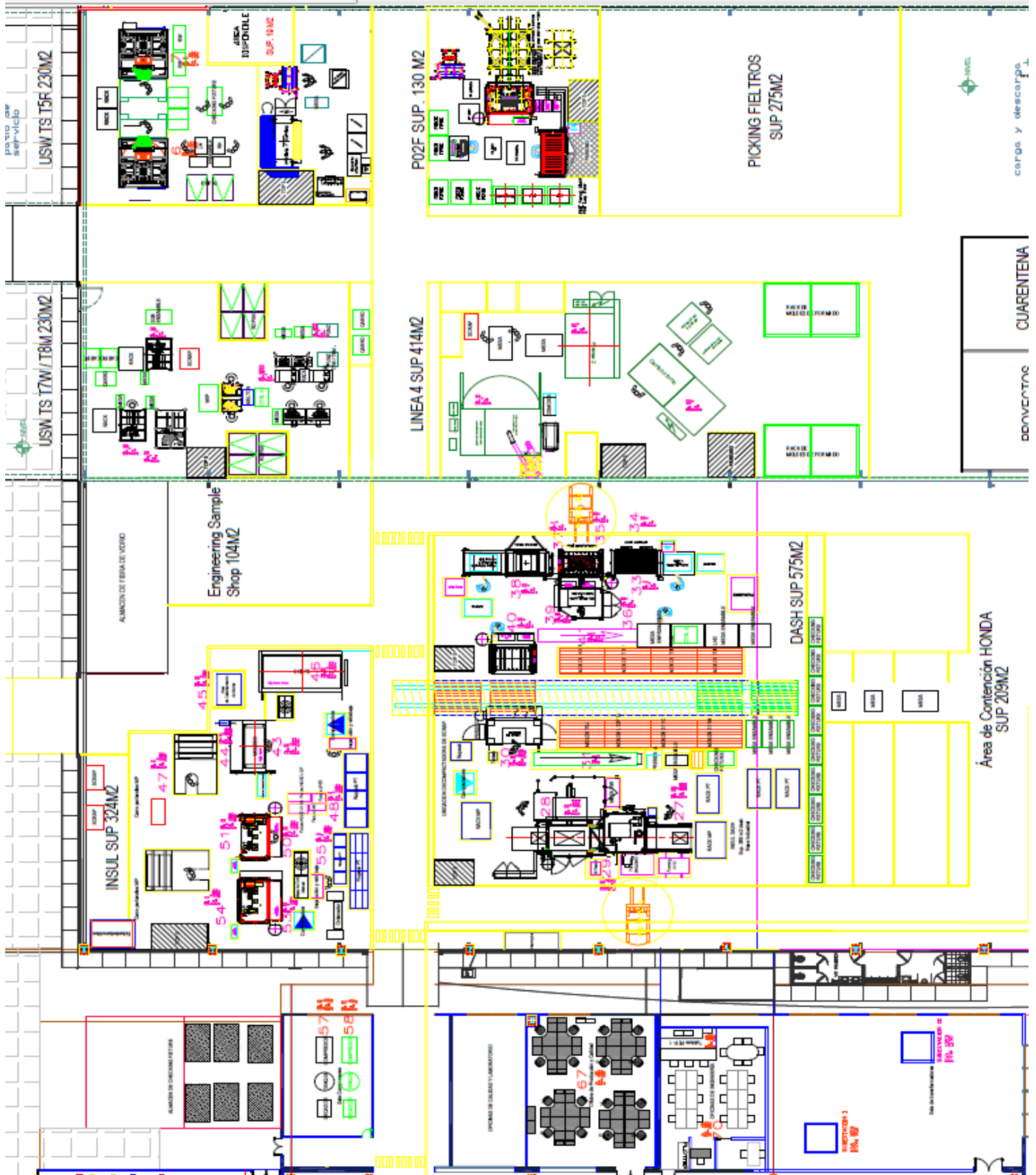


Fig.4 Metodología
Elaboración: Propia.

1. CONOCER Y ANALIZAR LA EMPRESA

El siguiente es el Lay Out de la empresa KTmex



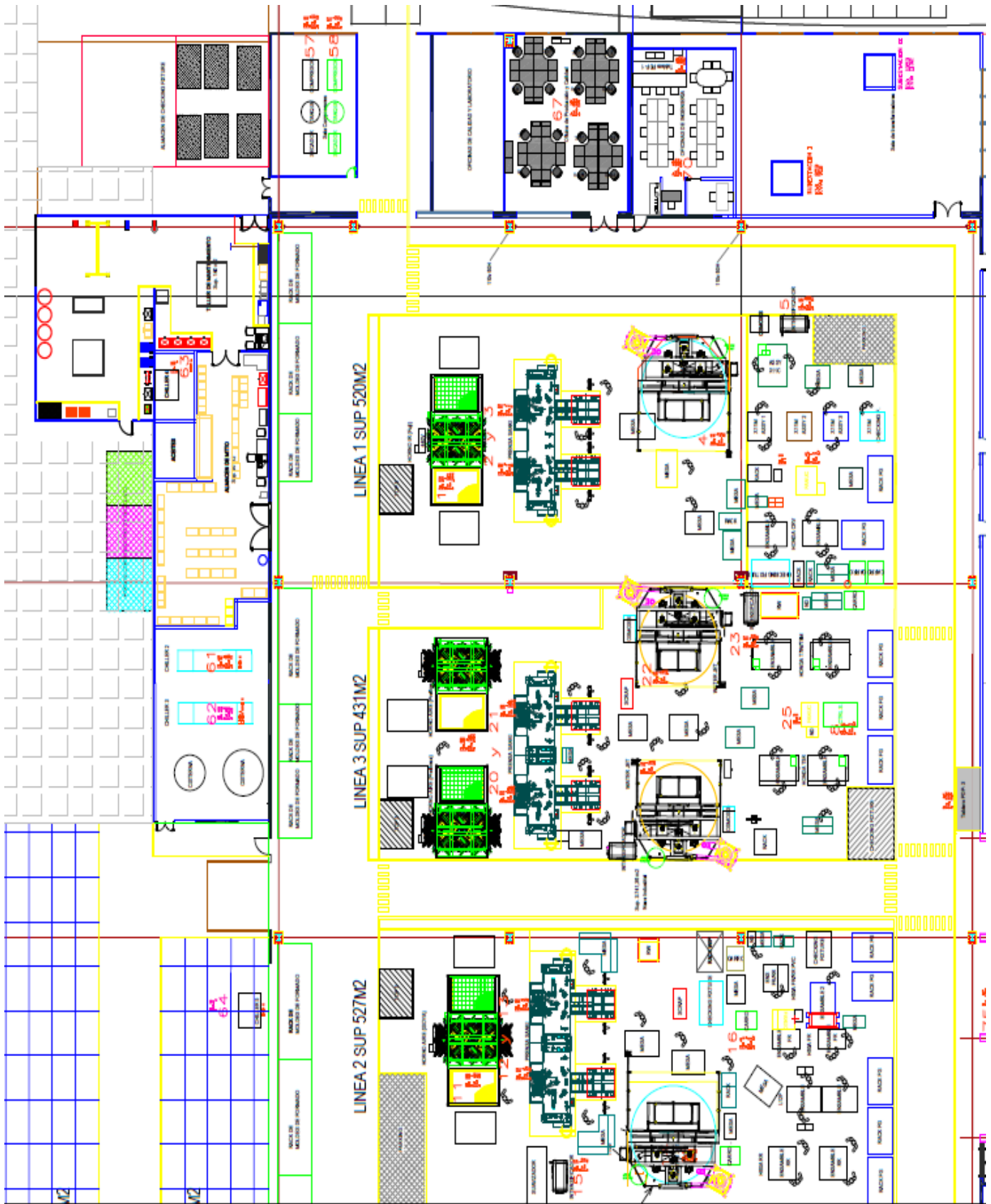


Fig. 5 Lay Out KTMEX
 Realizado por: Ing. Miguel Damián Villalobos González

Para conocer la situación en la que se encontraba la empresa, fue necesario conocer todas las líneas, desde su funcionamiento hasta sus productos, por tanto se realizaron varios recorridos por la planta para conocerla lo mejor posible.

Una vez que la empresa se ubicó lo mejor posible, se decide realizar la actualización del work content de la nave 1 (primera parte), ya que se contaba con uno anterior pero este tenía aproximadamente un año de ser creado y a la fecha existían muchas actualizaciones tanto de tiempo, como de personal, el antiguo formato era prácticamente obsoleto para poder tomar decisiones que ayudaran a crecer a la empresa y se necesitaba de actualizar, porque de igual forma se agregaron nuevos productos a las líneas, y para saber qué línea tenía la capacidad de hacerlos, se requerían los tiempos reales de las líneas por producto.

- Después que se hace el formato actualizado de work content, se utiliza el mismo formato pero ahora con las líneas de la nave 2 (segunda parte), en esta nave no existía un formato que describieran los movimientos o los tiempos que se hacen para formar un producto, así que el formato de work content era suplido por una R&R³ que ayudaba de alguna forma a determinar los tiempos cuando era necesario conocerlos, ya fuera para mejorar las líneas o simplemente para cotejar ideas con producción.

La siguiente imagen es un ejemplo de una R&R, realizada por el ingeniero encargado de línea (ing. Miguel Guzmán), el motivo de esta R&R es conocer el motivo principal de los re trabajos en línea, la acumulación y las esperas que la línea tiene.

³ R&R(Run and Rate): revisión de una corrida de línea de no menos de 2 horas, en los cuales se analizan los tiempos de la maquinaria, las esperas, y los productos que salen, tanto los Buenos como lo defectuosos.

REPORTE DE R&R (Dash 1)

Se realiza un R&R de línea Dash 1, con el modelo L12F T0A a las 13:00 horas.

TIEMPOS:

*Prensa: 22 segundos.

* Horno: 70 segundo.

La duración de la R&R es de solo 2 horas, en estas, se observan 3 esperas.

-13:08 pieza caída (5 minutos).

-13:55 pieza caída (3 minutos).

-14:03 pieza caída (2 minutos).

En la primer hora se obtienen 38 piezas (de las cuales 2 están desplazadas pero con re trabajo se arreglan) y en la segunda 44 piezas (de las cuales 6 están desplazadas pero con re trabajo se arreglan).

Fig. 6 R&R de Dash
Realizado por: Ing. Miguel Guzmán Palos.

- La mayoría de las líneas necesitaban ajustes respecto a el área de lean, porque en la mayoría estaban desbalanceadas las líneas, el operario caminaba grandes distancias para solo ir a tirar el scrap, que salía cada 60 segundos, lo que lo cansaba y llegado determinado momento el operario se agotaba demasiado, caso contrario en el que existían operaciones donde el operador en todo el proceso de fabricado solo hacia una actividad y descansaba todo el proceso, hasta que el ciclo repetía y volvía a realizar su única actividad.

La siguiente imagen denota a dos operadores en el ara de corte (Water Jet), es aquí donde los trabajadores tenían que recorrer grandes distancias para poder tierra los remanentes que surgían después del corte y se tenían que llevar al carro de scrap y regresar por la carpet para el siguiente proceso.



Fig. 7 Video T8M (Línea 3)
Toma: Propia

Al momento de entrar a la empresa se comenzó a trabajar en un nuevo prospecto para la empresa general motors, el D2JC (contrafuego), con una maquinara nueva, con una forma de trabajar nueva y sobre todo con varios ajustes que se tendrían que realizar si se quería sacar la producción estimada que GM necesitaba.

La siguiente imagen muestra la primer toma de tiempos y los movimientos realizados en la línea de Espumados.

6			
7			21/01/2016
8	OPERARIO	OPERACIÓN	MUESTRA
9		COLOCACIÓN DE INSERTOS	
10	1	Limpiar molde	
11	1	Aplicar cera en molde de espumados	16.5
12	1	Limpiar exeso de cera en molde	41.02
13	1	Desplazarse para tomar inserto y fibra de vidrio	19.81
14	1	Colocar inserto y fibra de vidrio en molde	14.03
15	1	Desplazarse para presionar boton de inicio de ciclo	3.14
16	1	Descarga de espumado	5
17	ME	Ciclo de molde de espumado	300
18	I-PU	Ciclo de inyeccion PU	18.4
19			
20			
21		MOLDE DE ENCOLADO	
22	2	Acomodar blank para cortar	4.19
23	2	Cortar blank	17.41
24	2	Trasladar blank a mesa de ensamble	9.14
25	2Y3	Colocar blank en marco de clavos	14.88
26	2	Añadir el espumado al marco de clavos	6.53
27	2Y3	Poner capa superior de blank en espumado (realizando un sandv	12.08
28	2	Trasladar Espumado a molde de encolado	6.98
29	2	Acomodar espumado en molde de encolado	7.01
30	3	Sacar espumado de molde de encolado	4.82
31	3	Trasladar espumado a mesa	3.82
32	3	Desprender espumado de marco de clavos	7.44
33	M	Ciclo de molde de encolado	46
34			
35			
36		CORTE	
37	4	Colocar espumado en troquel de corte	9.76
38	4	Sacar espumado y quitar remanentes	7.16
39	T	Ciclo de troquel de corte	17
40			
41			

Fig. 8 Primer toma de muestra de D2JC
Elaboración: Propia

2. TOMAR LOS VIDEOS PARA REALIZAR EL WORK CONTENT

Lo videos en los cuales se basó para realizar el work content de la nave 1, estaban dispersos por toda la planta, ya que no se archivaron todos en un mismo lugar.

Al momento que se tomaban se realizaban los tiempos y se registraban en el formato, si algún otro departamento requería del video, se descargaba y se llevaba ya que no tenía ningún tipo de control o de bloqueo, así que en menos de un mes no se contaba con ningún video de respaldo, y en el momento que se requerían para respaldado en alguna auditoria se tenían que buscar ya fuera en producción, logística, calidad o incluso mantenimiento.

Pensando en esto se decide que, conforme se tomen los videos, estos se descargaran en una carpeta compartida para todos los departamentos, de esta forma, si algún departamento tuviera dudas, o quisiera mejorar las líneas, los videos se tendrían a mano sin necesidad de que se movieran de su lugar y así evitar extravíos.

3. ACTUALIZAR Y REALIZAR NUEVOS FORMATOS

Los formatos existentes no funcionaban para el sistema SAP, ya que este sistema abastece la materia prima y surte a los proveedores de forma independiente, si el sistema es manipulado con información errática, la empresa se verá afectada.

De igual forma, el sistema no puede funcionar con la nave 2, porque este no contaba con algún formato de tiempos.

El siguiente es uno de los formatos que se actualizaron, pertenece a la línea 3, es del proceso de T5R, este proceso aumento, tanto en número de operarios (de 9 a 10) como en tiempo para realizar las operaciones (1.706 seg.), por eso fue de suma importancia actualizarlos, ya que el sistema SAP con forme a estos tiempos da las ordenes tanto de entrega de producto terminado como de requisición de materiales, al existir un cambio en los tiempos, y que este no fue detectado existirían problemas tanto con clientes como con proveedores.

El siguiente es el formato que existía para las líneas, específicamente en la línea 1 con el proceso T5R.

					OP.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	TOTAL
					T.S.	0.384	0.336	0.549	0.363	0.451	1.141	0.735	0.839	0.583	0.000	0.000	5.527
					T.T	2.300	2.300	2.300	2.300	2.300	2.300	2.300	2.300	2.300	2.300	2.300	
Op.	OPERACIÓN	MUESTRA1	MUESTRA2	MUESTRA3	PROMEDIO	PROMEDIO											
HORNEADO / FORMADO DE CARPET																	
1	Desplazarse hacia el Horno	3.16	4.27	3.62	3.68	0.061											
1	Cargar lienzo en mesa de Horno	5.14	6.11	6.58	5.94	0.099											
1	Presionar boton de ciclo	1.25	1.73	1.85	1.61	0.027											
12	Desplazarse hacia el Horno	2.85	1.89	3.11	2.52	0.042											
12	Tomar lienzo horneado de mesa de Horno	2.03	1.4	1.05	1.49	0.025											
12	Llevar lienzo a prensa	3.61	2.53	2.29	2.81	0.047											
12	Clampar lienzo en molde de formado	5.72	5.53	5.2	5.48	0.091											
12	Presionar botones para iniciar ciclo de Prensa	0.89	0.71	0.78	0.79	0.013											
1	Sacar carpet termoformada de molde y ponerla en mesa de WJ	2.84	2.87	2.95	2.89	0.048											
12	Colocar felt's en molde (4)	5.97	6.41	5.75	6.04	0.101											
12	Presionar botones para regresar carro	1.1	1.02	0.89	1.00	0.017											
P	Regreso de carro de prensa	5.56	5.84	5.67	5.69	0.095											
H	Ciclo de Horno (80seg)	95.27	95.13	95.84	95.41	1.590											
P	Ciclo de Prensa (Inicio de ciclo-salida de carro) (45seg)	78.33	77.62	77.87	77.94	1.293											
CORTE WATER JET																	
3	Tomar carpet y colocarla en molde de corte	3.17	3.45	3.88	3.50	0.058											
3	Asegurar alfombra en molde (colocar clamp's)	8.16	6.87	6.57	7.20	0.120											
3	Desplazarse al tablero y presionar boton de inicio de ciclo	2.35	1.49	2.74	2.19	0.037											
3.4	Desplazarse hacia molde de corte	2.61	2.23	2.08	2.31	0.038											
3.4	Retirar clamp's sujetadores	2.78	2.92	3.40	3.03	0.051											
4	Retirar remanente del contorno	6.38	4.07	4.62	5.02	0.084											
4	Llevar remanente a carro de scrap	5.40	4.39	5.43	5.07	0.085											
3	Tomar carpet y colocarla en mesa de remanentes	2.34	2.16	2.61	2.37	0.040											
3.5	Retirar remanentes y colocar marca de garantia	14.41	12.39	10.30	12.37	0.206											
5	Colocar film protector y vin lid	17.23	12.10		14.67	0.244											
4	Tomar carpet y llevarla a mesa previa al ensamble	5.59	10.07	6.95	7.54	0.126											
WJ	Ciclo de corte (solo un giro de mesa)	70.29	70.22	70.3	70.270	1.171											
ENSAMBLE 1																	
6	Tomar carpet y colocarla sobre la mesa de ensamble		5.67		5.67	0.095											
6	Tomar y colocar spacer y chip slap en jig	9.46	7.74	6.11	7.77	0.130											
6	Tomar y colocar felt en jig	5.7	7.31	5.03	6.01	0.100											
6	Tomar y colocar spacer negro en jig	9.35	8.28	6.13	7.92	0.132											
6	Tomar y colocar felt (2 partes pequeñas) en jig	6.46	5.4	5.75	5.87	0.098											
6.7	Tomar carpet y posicionar en jig		8.01	8.16	8.09	0.135											
6.7	Realizar pegado de componentes		8.11	7.05	7.58	0.126											
6	Colocar guías metálicas (para colocación de posa pie)	2.08	1.88	1.48	1.71	0.029											
6	Desplazarse a robot	3.8	2.75	3.25	3.27	0.054											
6	Colocar posa pie en base de robot		4.78	5.34	5.06	0.084											
6	Presionar boton para dar ciclo a robot	1.01	1.24	1.31	1.19	0.020											
RO	Ciclo de robot (colocación de adhesivo)	7.74	7.13	7.29	7.39	0.123											
6	Tomar posa pie y desplazarse a mesa de ensamble	3.97	5.36	5.06	4.80	0.080											
6	Colocar posa pie y dar ciclo a prensa	3.03	3.09	4.53	3.55	0.059											
PR	Ciclo de prensa	9.96	10.28	9.44	9.89	0.165											
7	Colocar marca de garantia	6.41	4.1	5.36	5.29	0.088											
7	Tomar y colocar spacer en jig	1.7	2.28	2.02	2.00	0.033											
7	Tomar chip slap y colocar en jig	2.38	3.72	2.34	2.81	0.047											
7	Tomar y colocar felt (2 partes pequeñas) en jig	8.74	6.33	5.11	6.73	0.112											
7	Realizar pegado de componentes y retirar film para verificar condición	22.84	20.96	25.36	23.05	0.384											
7	Colocar marca de garantia	2.8	2.75	3.01	2.85	0.048											
7	Retirar carpet y colocarlo en siguiente mesa de ensamble	5.16	4.76		4.96	0.083											
ENSAMBLE 2																	
8	Asegurar carpet en jig	2.21	2.76		2.49	0.041											
8	Colocar guía metálica para colocación de posa pie	1.36	1.21		1.29	0.021											
8	Desplazarse a robot	4.32	4.89		4.61	0.077											
8	Presionar boton para dar ciclo	1.82	1.06		1.44	0.024											
RO	Ciclo de robot (Colocación de adhesivo)	4.13	4.49		4.31	0.072											
8	Tomar posa pie y desplazarse a mesa de ensamble	4.13	3.95		4.04	0.067											
8	Colocar posa pie	5.1	7.01	6.62	6.24	0.104											
8	Presionar boton para dar ciclo	1.09	1.25	1.13	1.16	0.019											
PR	Ciclo de prensa	8.13	8.24	8.24	8.20	0.137											
8	Tomar clip's y colocarlos (2)	6.61	7.71	9.06	7.79	0.130											
8	Tomar film protector y colocarlo (2)	17.28	18.58	18.94	18.60	0.310											
8	Colocar marca de garantia	6.62	5.85	6.44	6.30	0.105											
9	Tomar velcro y colocar en base (2)	11.76	7.45		9.61	0.160											
9	Tomar engrapadora a aplicar 2 grapas en cada velcro	6.17	9.1	5.08	6.78	0.113											
9	Colocar marcas de garantia	7.81	9.1	7.05	7.99	0.133											
9	Retirar carpet de jig y colocarlo en rack de producto terminado	10.48	11.49		10.99	0.183											

Fig. 9 Formato WC (T5R)
Realizado por: Ricardo Humberto Espinoza Gloria.

4. BALANCEAR LÍNEAS CONFORME AL NUEVO WORK CONTENT

Cuando se terminan los formatos, tanto como el nuevo como el actualizado, se logran apreciar varias anomalías en los procesos, por ejemplo que algunos operarios tienen carga en sus trabajos, mientras los otros trabajan holgadamente, así que en todos los formatos se añadió el tiempo óptimo para cada operario, entre más se acercaran a este tiempo la línea estaría completamente balanceada, pero como algunos operarios por causa del procedimiento no se pueden ajustar tanto al tiempo que se estima como óptimo.

En la siguiente imagen se observa a un operario trabajando, mientras que el otro está esperando para realizar su actividad, estas esperas son las que el work content ayudaría a disminuir.



Fig.10 Video T7W
Toma: Propia.

5. REALIZAR AJUSTES DE LEAN MANUFACTURING

Al revisarse los videos se apreciaron varias áreas de oportunidad de lean, porque en las líneas no existían formatos que ayudaran a el operador a saber el recorrido que se tiene que hacer, o el tiempo máximo que tiene que durar la operación, esto principalmente para operarios que cambian de línea, ya sea por rotación de personal o por falta de algún operario.

Por eso se decide implementar ayudas visuales en las líneas para ayudar al operario y al capacitador a entender el proceso más rápido.

6. SEGUIMIENTO A LA LÍNEA D2JC

D2JC, es la nueva línea de espumados que maneja la empresa ktmex, pero al ser nueva se necesitaba de hacer un seguimiento del tiempo que tardan en sacar los productos, de cada que se ajustaba la línea ya fuera para el tiempo de la inyección de poliuretano o del ahorro que se generaba cada que se acercaban más los materiales,

Se tenía que registrar para llevar el avance de este hasta quedar conformes y que el producto contara con las especificaciones que general motors pedía.

Resultados

Los resultados que se obtuvieron para beneficio de la planta KTMEX están especificados en la siguiente figura:

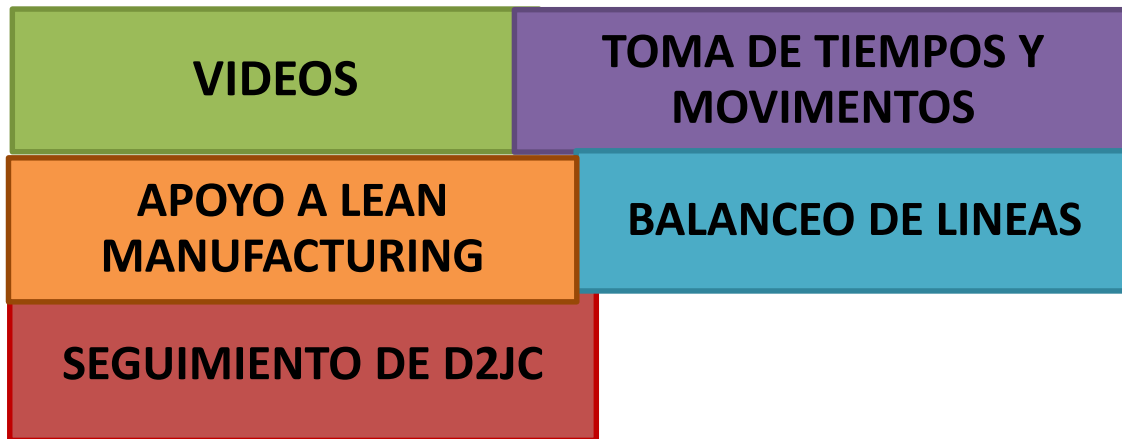


Fig. 11 Resultados
Elaboración: Propia

La toma de tiempos es vital para que una empresa crezca, ya que con la medición de tiempos se toma referencia para poder hacer cambios en la empresa.

Este estudio se denomina Work content, y se realiza cada vez que la empresa necesita, ya sea ajustar, balancear líneas o simplemente para tener actualizada la capacidad de producción.

Para hacer más fácil este estudio de tiempos se decidió grabar todos y cada uno de los diferentes productos que realiza la empresa, al hacerlo, aparte de tener mayor libertad de tomar los tiempos, también se tiene evidencia documentada de los tiempos, al igual que se apoyan diversos proyectos del área de lean manufacturing, y se habilitan formatos para el buen funcionamiento de las líneas.

1. VIDEOS

Ahora están todos los videos en una carpeta compartida para toda la planta, en donde las áreas que los necesiten para tomar parámetros o realizar ajustes, los podrán hacer de forma rápida, y tomarlos como referencia.

Se pueden observar de forma detallada los movimientos que hace el trabajador para toda la operación, ahora en base a los nuevos videos se determinan los operarios necesarios, el tiempo óptimo para terminar la operación.

Los videos ahora están separados por operación, dependiendo de la que sea de interés solo se busca con palabras clave para encontrarse más rápido.

Los videos están organizados primero por líneas, después por producto y por ultimo por etapa de la operación, como se muestra en la siguiente imagen.

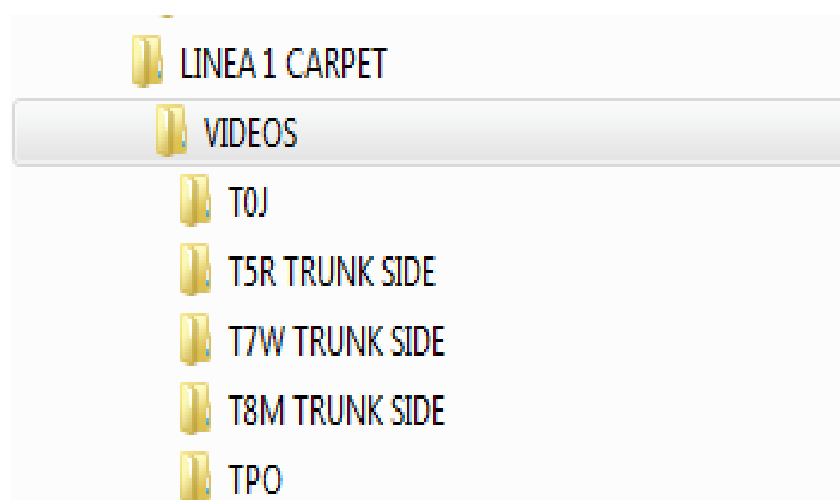


Fig.12 Acomodo de los videos
Elaboración: Propia

Cada carpeta contiene el proceso completo de la elaboración de un producto, pero estos se dividen en diversos videos donde se desglosan las operaciones como se muestra a continuación:

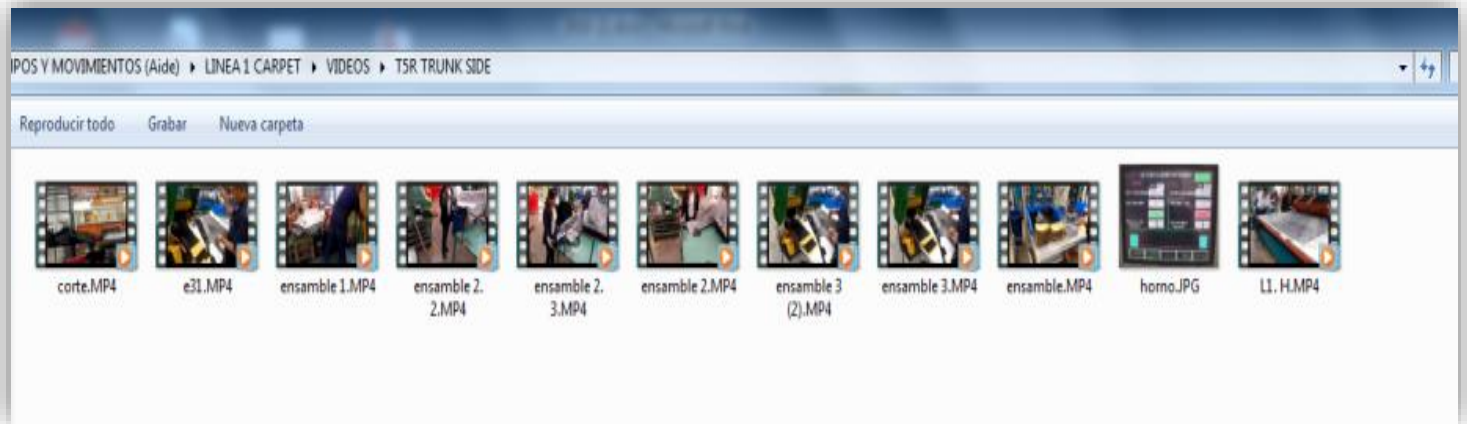


Fig. 13 Desglose del proceso por producto.
Elaboración: Propia.

Los videos anteriormente tomados de la nave 1 no contaban con la toma de los parámetros, y se decidió hacerlo por si alguien decidiera cambiarlos o ajustarlos y la línea no diera las especificaciones, estos regresarían a lo anterior.

Los videos se recopilaron y se subieron a una plataforma compartida con el fin de quien los necesitara pudiera obtenerlos.

A continuación se muestra una imagen del video de Dash.



Fig. 14 Video de Dash (ensamble)
Toma: Propia.

2. TOMA DE TIEMPOS Y MOVIMENTOS

Al tener los videos se prosiguió a llenar el formato del work content, en el cual se detallaron los movimientos del operario, así como el tiempo que le llevaba hacer una pieza por completo.

Se pueden apreciar los tiempos muertos, las esperas y algunos de los paros más significativos para la empresa, con esto se puede determinar el porqué de los paros, posibles formas de evitarse o de que exista menos incidencia.

Revisar el tiempo que le lleva al operador realizar cualquier actividad, e incluso acomodar espacios, los videos se pueden utilizar para diferentes áreas con o sin la toma de movimientos.

El siguiente es uno de los formatos de Work content que se elaboraron, en él se detallan los movimientos que realiza el operario, el tiempo que le tarda hacerlos, el operador que hace los movimientos, así como el tiempo óptimo para un balanceo estable en las líneas.

3. APOYO A LEAN MANUFACTURING

A la par de apoyar en el área de ingeniería se ayudó a lean manufacturing, elaborando formatos que no existían en las líneas y que ayudan a el operario a distinguir las operaciones.

Estos formatos ayudaran en las capacitaciones que se les da a los operarios de nuevo ingreso por si les quedaran dudas respecto al tiempo máximo, las trayectorias o los movimientos que tienen que hacer.

De igual forma sirven para actividades como:

- Auditorias.
- Control de líneas.
- Ajustes por parte de procesos o producción.
- Ayudan al área de calidad y logística.

Estos formatos son:

-ZONNIG: este formato es para aplicar 5's en el proceso, es para decirle al operador como tiene que tener las instalaciones para que funcionen correctamente, o incluso para preguntar a su supervisor si no existe alguna herramienta para el proceso.

-STANDARDIZED WORK CHART: describe de forma precisa el recorrido que el operario hace desde que la carpet entra a hasta que sale transformada en un Trunk side o un contra fuegos.

- **WORK COMBINATION TABLE:** Describe de forma precisa el tiempo de operación, desde el tacto que el operador realiza con la carpet hasta el tiempo de caminado que tiene que hacer, así el operador sabra si se esta demorando demasiado

El siguiente es una muestra del format Zonning que se elaboro:

• ZONNING

Reglas de respeto del Orden y Limpieza		Sprint
1		
2	Ciudadano	Garantizar Orden y limpieza del puesto
3	Tipo de acción:	SS
4	Lugar:	Módulo
5	Uso establecido:	Ensamble
6	Dirigido a:	Todo el personal
7	Piloto:	Supervisor
8		
9		
10		
11		
12		
13	LA PERSONA QUE ORGANIZA EL USO DEL PUESTO ES LA RESPONSABLE DE CUMPLIR Y HACER CUMPLIR LAS REGLAS DE ORDEN Y LIMPIEZA DE LA MISMA.	
14		
15	Criterios de Orden y Limpieza	
16	Durante el turno:	
	<ul style="list-style-type: none"> > Ubicar los medios de trabajo y piezas en su lugar delimitado y establecido. > No colocar piezas en el suelo. > Respetar el flujo, "pieza a pieza" 	
17		
18	Al final de turno:	
	<ul style="list-style-type: none"> > 1.- Vaciar botes de basura o prensas de sorap. > 2.- Mantener el piso limpio, para evitar resvalos por descuido > 3.- Mantener mesas limpias sin adhesivo ni materiales u objetos diferentes a las de la operación > 4.- Conservar siempre sandwiches de fibra para producción > 5.- Tener insuladores limpios > 6.- Conservar en su lugar los contenedores 	
19		
20		
21	Gestión de la documentación	
22	Última actualización	Frecuencia de actualización: cuándo se estime necesario
23	Prop: Líder GAP	FResp:
24		

Fig.16 Zonning (Dash)
Elaboración: Propia

STANDARDIZED WORK CHART

La siguiente imagen es una muestra del format de Standardized Work Chart que se elaboro para todas las líneas

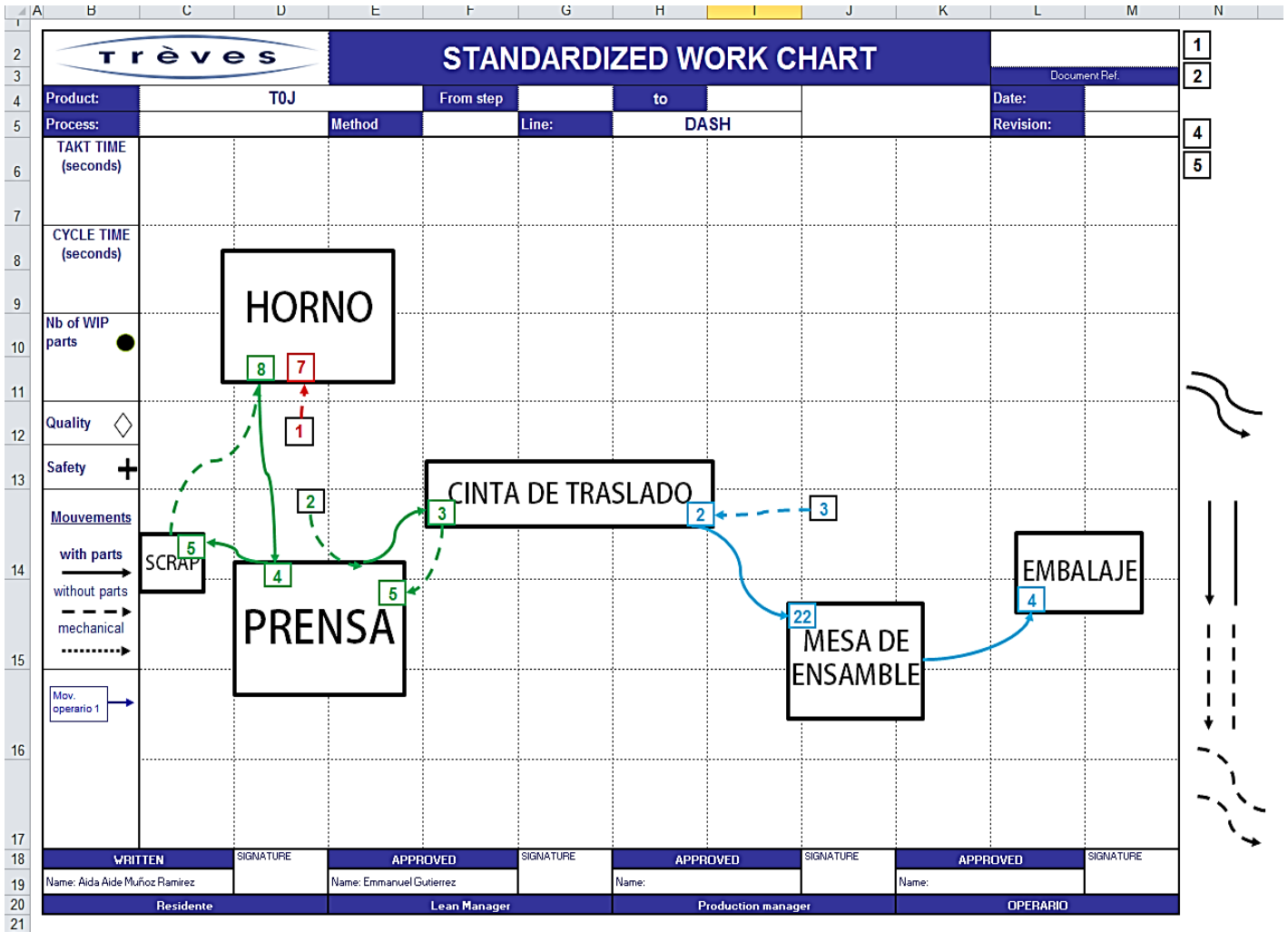


Fig. 17 Standardized Work Chart (Trunk Side)

Elaboración: Propia

WORK COMBINATION TABLE

A continuacion uno de los formatos elaborados para el area de lean:

WORK COMBINATION TABLE																									
Product: T7W		Part Number: Varios		Method: _____		PRODUCTION MANAGER: _____		Lean Pilot: _____																	
Line: TRUNK SIDE		Date: _____		Rev: _____		Takt Time: _____		Takt Time: _____																	
Method: _____		Sub Operators: 1		WRITTEN: _____		APPROVED: _____		APPROVED: _____																	
N°	Op.	OPERATIONS DESCRIPTION	TIMES (sec.)		OPERATIONS SIMOGRAM (sec.)																				
			MAN	AUTO																					
10	1	MP: Operaciones de ensamble para tapa Colocar tapa en prensa	3		[Bar chart showing time allocation for Op. 10]																				
20	1	MP: Tomar adhesivo	2		[Bar chart showing time allocation for Op. 20]																				
30	1	MP: Colocar tapa en prensa	2		[Bar chart showing time allocation for Op. 30]																				
40	1	MP: Presionar prensa para unir tapa con adhesivo	1		[Bar chart showing time allocation for Op. 40]																				
50	1	MP: Pegar orillas a tapa	12		[Bar chart showing time allocation for Op. 50]																				
60	1	MP: Colocar en prensa	3		[Bar chart showing time allocation for Op. 60]																				
70	1	MP: Poner tapa en caja de terminado	3		[Bar chart showing time allocation for Op. 70]																				
FREQUENTIALS:			1		[Bar chart showing time allocation for Freq. 1]																				
TOTAL OPERATIONS (without frequentials)			26	0																					
CYCLE TIME (Including frequentials)					27 SEC.																				
WORK CONTENT TOTAL (WC)					<table border="1"> <tr><th>Work Content</th><th>Sec.</th></tr> <tr><td>Molde</td><td>129.62</td></tr> <tr><td>Troquel</td><td>129.62</td></tr> <tr><td>Operario 1</td><td>129.62</td></tr> <tr><td>Operario 2</td><td>129.62</td></tr> <tr><td>Operario 3</td><td>129.62</td></tr> <tr><td>Operario 4</td><td>129.62</td></tr> <tr><td>Operario 5</td><td>129.62</td></tr> </table>					Work Content	Sec.	Molde	129.62	Troquel	129.62	Operario 1	129.62	Operario 2	129.62	Operario 3	129.62	Operario 4	129.62	Operario 5	129.62
Work Content	Sec.																								
Molde	129.62																								
Troquel	129.62																								
Operario 1	129.62																								
Operario 2	129.62																								
Operario 3	129.62																								
Operario 4	129.62																								
Operario 5	129.62																								
WORK CONTENT PIEZA A					[Bar chart showing work content for Pieza A]																				
WORK CONTENT PIEZA B					[Bar chart showing work content for Pieza B]																				
WORK CONTENT PIEZA C					[Bar chart showing work content for Pieza C]																				

Fig. 18 Work Combination Table (T8M)

Elaboración: Propia

4. BALANCEO DE LÍNEAS

Una vez que se obtuvieron los formatos del work content, se observaron varias inconsistencias en los tiempos y en la carga de trabajo que el operario tenía:

- Operarios de sobra en un proceso
- Demasiados tiempos de espera
- Logística mal lograda
- Operarios con sobrecarga de trabajo
- Paros continuos por acumulación de material (cuellos de botella)

Teniendo los videos como evidencia de decide corregir las líneas para obtener una mejor producción:

- Se asigna el número de operarios necesario para cada proceso, teniendo en cuenta el proceso.
- Se reacomodan las líneas para darle mayor movilidad al operario.
- Se asignan prioridades (la maquina nunca debe estar parada).
- Se reasignan movimientos para poder ajustarse a la máquina.

La siguiente figura muestra el balanceo óptimo por línea.

4		MODELO	H60 FR 9B																	
5		TEMPERATURA HORNO																		
6		TIEMPO DEL HORNO	35 seg																	
7					43															
8																				
9																				
10																				
11	Operario	OPERACIÓN	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO	TIEMPO													
3																				
4		MODELO	T7W																	
5		TEMPERATURA HORNO	250																	
6		TIEMPO DEL HORNO	70 seg																	
7																				
8																				
9																				
10																				
11	Operario	OPERACIÓN	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO	TIEMPO													
12		HORNEADO / FORMADO DE CARPET																		
1																				
2		MODELO																		
3		TEMPERATURA DEL HORNO																		
4		TIEMPO DEL HORNO																		
5																				
6																				
7																				
8	OPERARIO	OPERACIÓN	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO	TIEMPO													
9		HORNEADO / CORTE																		

Fig. 19 Balanceo de líneas
Elaboración: Propia

En el nuevo formato que se elaboró, se describe de color verde el número de operario y quien realiza la acción, en color café el tiempo real que se obtuvo después del ciclo y de naranja el esperado o el óptimo.

5. SEGUIMIENTO DE D2JC

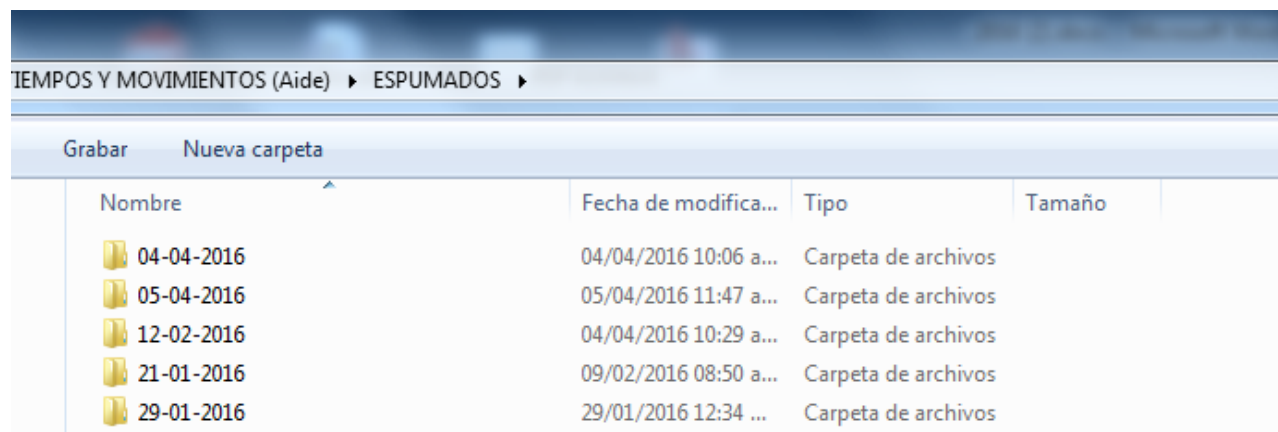
D2JC, es un nuevo producto que se incorporó a la empresa KTMEX en el mes de enero, pertenece a General Motors y será un proyecto de grandes capacidades.

Pero requería de la aprobación de General Motors para poder producir a gran demanda, por tanto se realizaron varias pruebas para poder sacar el supuesto de piezas que se necesitaran.

Se ajustó un espacio para crear la línea, con base a las necesidades que se observaron de los operarios para realizar más rápido las maniobras, se ajustaron las maquinarias.

Los operarios se fueron acomodando de más a menos, dependiendo de cómo se necesitara en el proceso para no dañar la pieza y también para no retrasar la línea. Inclusive el tiempo ciclo de la máquina de espumado se redujo conforme salían las piezas, de tener un tiempo de cocción de 420 segundos paso a 190, pero todo se tuvo que evidenciar para llevarle un registro y que fuera aprobado por GMS.

Se toman videos y se clasifican por la fecha en la cual fueron tomados como se muestra a continuación:



The image shows a screenshot of a file explorer window. The address bar indicates the path: TIEMPOS Y MOVIMIENTOS (Aide) > ESPUMADOS >. Below the address bar, there are two buttons: 'Grabar' and 'Nueva carpeta'. The main area displays a list of folders with the following columns: Nombre, Fecha de modifica..., Tipo, and Tamaño. The folders listed are: 04-04-2016, 05-04-2016, 12-02-2016, 21-01-2016, and 29-01-2016. All folders are of type 'Carpeta de archivos'.

Nombre	Fecha de modifica...	Tipo	Tamaño
04-04-2016	04/04/2016 10:06 a...	Carpeta de archivos	
05-04-2016	05/04/2016 11:47 a...	Carpeta de archivos	
12-02-2016	04/04/2016 10:29 a...	Carpeta de archivos	
21-01-2016	09/02/2016 08:50 a...	Carpeta de archivos	
29-01-2016	29/01/2016 12:34 ...	Carpeta de archivos	

Fig. 20 Carpetas con los videos de Espumados.
Elaboración: Propia.

Los videos al igual que los otros traen especificadas las operaciones que realiza el operador para evitar alguna confusión y para una localización rápida, como se muestra a continuación.



Fig.21 Carpeta con videos del primer proceso.
Elaboración: Propia

Estos son utilizados para llenar un nuevo formato de tiempos y movimientos, el cual conforme se hace algún nuevo ajuste también va cambiando como se muestra a continuación.

			21/01/2016	29/01/2016	12/02/2016	04/04/2016
6						
7						
8	PERARI	OPERACIÓN	MUESTRA			
9		COLOCACIÓN DE INSERTOS				
10	1	Limpia molde		83.54		
11	1	Aplicar cera en molde de espumados	16.5	18.16	17.52	30.84
12	1	Limpia exeso de cera en molde	41.02	17.01	11.88	
13	1	Desplazarse para tomar inserto y fibra de vidrio	13.81	10.33	18.87	1.98
14	1	Colocar inserto y fibra de vidrio en molde	14.03	14.99	13.68	13.05
15	1	Desplazarse para presionar boton de inicio de ciclo	3.14	2.84	1.92	2.75
16	1	Descarga de espumado	5	6.84	6.72	5.40
17	ME	Ciclo de molde de espumado	300	291.29	261.29	222.84
18	I-PU	Ciclo de inyeccion PU	18.4	18.57	18.86	16.16
19						
20						
21		MOLDE DE ENCOLADO				
22	2	Acomodar blank para cortar	4.19			
23	2	Cortar blank	17.41			
24	2	Trasladar blank a mesa de ensamble	3.14			
25	2 Y 3	Colocar blank en marco de clavos	14.88	17.23		
26	2	Añadir el espumado al marco de clavos	6.53	3.75		
27	2 Y 3	Poner capa superior de blank en espumado (realizando un san	12.08	27.59		
28	2	Trasladar Espumado a molde de encolado	6.98	5.66		
29	2	Acomodar espumado en molde de encolado	7.01	2.41		
30	3	Sacar espumado de molde de encolado	4.82	3.89		
31	3	Trasladar espumado a mesa	3.82	2.15		
32	3	Desprender espumado de marco de clavos	7.44	7.12		
33	M	Ciclo de molde de encolado	46	43.62		
34						
35						
36		CORTE				
37	4	Colocar espumado en troquel de corte	3.76	10.17		
38	4	Sacar espumado y quitar remanentes	7.16	5.89		
39	T	Ciclo de troquel de corte	17	15.56		331.68
40						

Fig.22 W.C de avance en espumados
Elaboración: Propia.

Conclusiones

Con la investigación se generaron los nuevos datos para poder abastecer el sistema SAP, recabando información nueva o actualizada para que el sistema operativo, pueda laborar de la mejor manera, y a la par se contribuyó en apoyo a diferentes áreas como lo son: Calidad, Producción, Mantenimiento y principalmente el área de Lean Manufacturing, en donde aparte de colaborar con videos y toma de tiempos, se realizaron diversos formatos que ahora forman parte de las líneas y ayudan en el proceso de capacitación o adiestramiento, en especial para nuevos operadores.

La principal tarea del proyecto, era generar el formato Work Content, pero también se generaron:

- Videos de todos los procesos
- Toma de tiempos y movimientos

Que satisfactoriamente contribuirán en gran parte de las mejoras que se generaran en la empresa, sin dejar de lado el abastecimiento del sistema.

Al terminar el proyecto se realizaron formatos de gran utilidad para los operarios, ya que son los benefactores principales, al contar con formatos de ayuda visual que podrán retomar cada que sea necesario para evitar fallas en la operación.

En lo personal el proyecto me ayudo a conocer como es el proceso desde dentro, al momento de tomar clases, las cosas parecen un poco más fáciles de lo que son en una empresa, por tanto me ayudo a ver la realidad del trabajo, estuve colaborando con diferentes áreas por ejemplo manufacturing, calidad, almacenes, y esto me ayudo a saber en qué área me gustaría desenvolverme profesionalmente

Cronograma de actividades

Actividades por Quincena	Ene-2a	Feb-1a	Feb – 2a	Mar – 1a	Mar-2	Abr- 1a	Abr- 2ª	May- 1a	May- 2ª
Conocer las instalaciones de la planta, dar recorridos continuos para identificar las líneas y sus productos.									
Comenzar con las toma de videos en la nave 1, dándoles el seguimiento para cada producto.									
Antes de comenzar con los videos de la nave 2, se toman los tiempos y movimientos de los videos que ya se tomaron.									
Toma de videos de la nave 2, e inicio de seguimiento en la línea D2JC.									
Elaboración de formatos para el área de lean.									
Realizar formatos de work content para nave 2, y termino del seguimiento de D2JC.									
Revisión final.									

Referencias

- Brayan Salazar López. (2012). balanceo de línea. 2016, de ingeniería industrial Sitio web: <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/producci%C3%B3n/balanceo-de-l%C3%ADnea/>
- Igor Ladera. (2011). lean manufacturing. 2016, de lean solutions Sitio web: <http://www.leansolutions.co/conceptos/lean-manufacturing/>
- Fernando M. Portuondo Pichardo. (2011). Economía de Empresas Industriales. Ecu Red, segunda parte, 011.
- Benjamin Niebel. (1996). Estudio de Tiempos y Movimientos. Ingeniería Industrial, 1, 141.