



BENEMÉRITA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA INDUSTRIAL

**Elaboración de VSM para la reducción de inventario y balanceo de línea en
Súper Módulo Motor (SMM) de la empresa Sumitomo Electric Bordnetze
México (SEBN MX).**

Bravo Fuentes Iván

Contenido

- INTRODUCCIÓN 5
- JUSTIFICACION 6
 - OBJETIVO GENERAL..... 8
 - OBJETIVOS PARTICULARES 8
- CAPITULO 1 SEBN MARCO REFERENCIAL 9
 - 1.1 GRUPO SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES 9
 - 1.1.1 HISTORIA 9
 - 1.1.2 PRINCIPIOS EMPRESARIALES..... 10
 - 1.2 PRODUCTO 12
 - 1.3 CLIENTES..... 13
 - 1.4 PLANTA SEBN MX 14
 - 1.5 PROCESO DE PRODUCCIÓN EN PLANTA SEBN MX..... 16
 - 1.6 SEBN MX NAVE 2 17
 - 1.6.1 AREA DE CORTE 19
 - 1.6.2 AREA DE APLICACIÓN SEMI AUTOMATICA..... 20
 - 1.6.3 AREA TRENZADO 21
 - 1.6.4 AREA ULTRA SONIDO 22
 - 1.6.5 AREA PRE ENSAMBLE MOTOR..... 24
 - 1.6.6 AREA COLUMNA DE DIRECCION..... 25
 - 1.7 SEBN MX NAVE 1 26
 - 1.7.1 SMM 27
 - 1.7.2 SMT..... 28
 - 1.7.3 SMB 29
 - 1.7.4 ACABADO FINAL 30
 - 1.8 SEBN MX NAVE 3 31
- CAPITULO 2 MARCO TEORICOMARCO TEORICO..... 32
 - 2.1 INVENTARIOS..... 32

2.1.1 CLASIFICACION DE INVENTARIOS.....	33
2.1.2 COSTO DE INVENTARIO	34
2.1.3 JUST IN TIME (JIT)	35
2.1.3 JIT Y LOS INVENTARIOS.....	36
2.2 INGENIERIA DE METODOS.....	36
2.2.1 OBJETIVOS Y BENEFICIOS DE LA APLICACIÓN DEL ESTUDIO DE MÉTODOS	37
2.2.2 TECNICAS PARA REGISTRAR LOS HECHOS.....	38
2.2.3 SIMBOLOGÍA UTILIZADA EN LOS CURSOGRAMAS	39
2.2.4 ESTUDIO DE TIEMPOS	43
2.3 VSM	49
2.3.1 FLUJO DE MATERIAL E INFORMACION	49
2.3.2 ANALISIS DEL FLUJO DE INFORMACIÓN.....	49
2.3.3 ANALISIS DEL ESTADO ACTUAL	51
2.3.4 ANÁLISIS DEL ESTADO FUTURO.....	51
2.3.5 OBJETIVOS DE MAPA DE CORRIENTE DE VALOR.....	52
2.3.6 PUNTOS A CONSIDERAR PARA DIBUJAR EL MAPA.....	52
2.3.7 TIEMPO EN LA PRODUCTIVIDAD	53
2.3.8 ELEMENTOS PARA ELAVORAR UNA CADENA DE VALOR.....	56
CAPITULO 3 SITUACION ACTUAL EN SMM EN SEBN MX.....	58
3.1 ELECCION DE LÍNEA A ANALIZAR.....	58
3.2 PROCESO ACTUAL EN SMM L4	59
3.2.1 RUTEOS PRE ENSAMBLES Y ENCINTADOS	60
3.2.2 TRASLADO Y PRUEBA TSK.....	61
3.3 ANALISIS DE LA PRODUCCION ACTUAL	62
3.3.1 DIAGRAMA DE PROCESO ACTUAL	64
3.3.2 DIAGRAMA DE PRECEDENCIA ACTUAL.....	65
3.3.3 DIAGRAMA DE ANALISIS DE VALOR ACTUAL	66
3.3.4 VSM	68
CAPITULO 4 SITUACION FUTURA EN SMM EN SEBN MX	72
4.1 DIAGRAMA DE PRECEDENCIA FUTURO	72
4.2 BALANCEO DE LINEA	73

4.3 DIAGRAMA DE ANALISIS DE VALOR FUTURO	76
4.4 VSM FUTURO.....	78
4.5 DISTRIBUCIÓN DE LAY OUT SMM FUTURO	81
4.5 ANALISIS ECONOMICO	82
CAPITULO 5 CONCLUSIÓN	83
GLOSARIO	84
BIBLIOGRAFÍA.....	85

INTRODUCCIÓN

Muda, suena horrible cuando sale de nuestra boca, y en el fondo también debería ser así, porque *muda* significa «despilfarro», específicamente toda aquella actividad humana que absorbe recursos, pero no crea valor: fallos que precisan rectificación, producción de artículos que nadie desea y el consiguiente amontonamiento de existencias y productos sobrantes, pasos en el proceso que realmente no son necesarios, movimientos de empleados y transporte de productos de un lugar a otro sin ningún propósito, grupos de personas en una actividad aguas abajo, en espera porque una actividad aguas arriba no se ha entregado a tiempo, y bienes y servicios que no satisfacen las necesidades del cliente.

Taiichi Ohno (1912-1990), el ejecutivo de Toyota que fue el enemigo más feroz de los despilfarros de toda la historia, identificó los primeros siete tipos de *muda* antes descritos. Posiblemente, incluso haya más. Sin embargo, independientemente de cuantas variedades de *muda* pueda haber, es difícil poner en duda – incluso a partir de la observación más fortuita sobre lo que se ha hecho un día cualquiera en una organización normal – que la *muda* está por todas partes.

Afortunadamente, existe un poderoso antídoto para la *muda*: el pensamiento lean. Éste proporciona un método para especificar valor, alinear las acciones creadoras de valor de acuerdo con la secuencia óptima, llevar a cabo estas actividades sin interrupción siempre que alguien las solicite y realizarlas de forma cada vez más eficaz. En resumen, el pensamiento *lean* es *lean* porque proporciona un método de hacer más y más con menos y menos – menos esfuerzo humano, menos equipamiento, menos tiempo y menos espacio –, al tiempo que se acerca más y más a ofrecer a los clientes aquello que quieren exactamente.

El pensamiento *lean* también proporciona un modo de trabajar más satisfactorio ofreciendo una retroalimentación inmediata de los esfuerzos para convertir *muda* en valor. Y, en fuerte contraste con la moda reciente de la reingeniería de procesos,

proporciona un método para crear nuevo trabajo, en lugar de simplemente destruir puestos de trabajo en nombre de la eficiencia. Jones, Daniel.

JUSTIFICACION

En la actualidad para que las empresas puedan ser más competitivas necesitan adoptar herramientas que les ayuden a ser eficientes con los recursos que cuentan para producir y así poder competir globalmente generando mayores ganancias económicas.

Para esto contamos con la filosofía Lean Manufacturing que con sus herramientas, como lo es el **VSM**, nos ayudan a tener un panorama completo de donde se encuentran las áreas de oportunidad en nuestros procesos y con esta información ajustar de tal manera que se puedan obtener ahorros, aumentar la productividad, reducir inventarios, verificar que efectivamente la cantidad de gente que tenemos en una línea de producción es la necesaria o en su defecto ajustar, mejorar la calidad por mencionar algunos de los beneficios.

En las líneas de ensamble de SEBN MX es importante que todos los procesos no dejen sin material a sus procesos siguientes, el módulo con más problemas de este tipo es el SMM (Súper Modulo Motor) que deja sin material a su proceso cliente, el SMT (Súper Modulo Trasero).

El proceso de producción en la planta SEBN MX es continuo, por lo que el paro de un proceso repercute en su proceso cliente como lo podemos ver en la imagen siguiente:

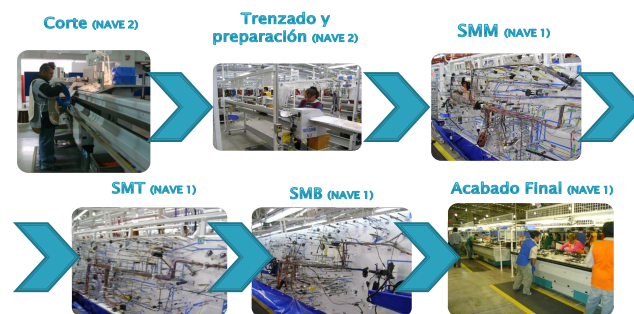


Imagen 1.1 Flujo de producción

Como podemos ver si se detiene el proceso del SMM, para al proceso SMT y por consecuencia al proceso SMB (Súper Modulo Básico), por lo cual se tiene una necesidad de hacer que el SMM tenga una cantidad de paros mínima.

Realizando un recorrido en piso por el proceso SMM se encontraron los siguientes problemas:



Imagen 1.2 Lay Out SMM / Oportunidades

En las zonas señaladas del Lay Out del SMM se indican los problemas que se pudieron identificar. Se pudieron observar varias estaciones en donde había mas de un operador, por otra parte había estaciones de trabajo, lo que nos hace pensar que no hay reparto adecuado de las cargas de trabajo. Se observó una cantidad de inventario importante, el cual con ayuda de nuestro VSM se comparará contra la demanda de la línea y se determinará si se puede realizar una reducción de los materiales que se encuentran en las estaciones de trabajo. Se identificaron puntos de uso de materia prima lejanas a los puestos de trabajo en donde se requerían, lo que hacía que los operadores perdieran tiempo al trasladarse por su material y regresar a los puestos de trabajo además de que los operadores, para evitar regresar constantemente, tomaban una cantidad elevada de

componentes lo cual hacía que se calleran al piso. En los super mercados que surten de pre ensambles al SMM, había falta de materiales, por lo cual la línea tenía que esperar que estos pre ensambles se realizaran. Al salir el producto del carrusel del SMM a la prueba **TSK** correspondiente, esperaba a ser trasladado y realizaba un recorrido, lo cual aumenta el tiempo de nuestro producto en el SMM.

OBJETIVO GENERAL

Con base a esta filosofía Lean y apoyándonos con una de una de sus herramientas, el VSM, se realizará un análisis buscando reducir los inventarios, eliminar los traslados innecesarios y realizar un reacomodo de las cargas de trabajo en las estaciones de la línea número cuatro en el proceso SMM (Súper Módulo Motor) de la empresa Sumitomo Electric Bordnetze de México.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Realizar toma de tiempos por posiciones para identificar cuales tienen mayor y menor tiempo normal.
- Contar el inventario por posición para determinar si hay un sobre inventario.
- Con ayuda de los datos obtenidos realizar un VSM actual.
- Proponer un VSM propuesto óptimo.

CAPITULO 1 SEBN MARCO REFERENCIAL

1.1 GRUPO SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES

Sumitomo Electric Bordnetze es miembro de Sumitomo Electric Industries Group.

El grupo incluye a aproximadamente 331 subsidiarias y filiales en más de 33 países de todo el mundo, principalmente en Asia, América del Norte y Europa. El número total de empleados de todo el grupo supera los 180.000.

Dentro del ámbito del automóvil de Sumitomo Electric Industries hay 4 empresas líderes:

- ✓ Sumitomo Wiring Sistemas
- ✓ AutoNetworks Tecnologías
- ✓ Tokkai Rubber Industries
- ✓ Sumiden Electrónica

Los accionistas de la Sumitomo Electric Bordnetze son las industrias Sumitomo Electric con 60% y Sistemas de cableado Sumitomo con un 40%.

1.1.1 HISTORIA

Las raíces de Sumitomo se remontan a más de 400 años. Todo comenzó con el refinamiento de cobre. Sumitomo Electric Industries fue fundada en 1897 y es hoy uno de los principales proveedores internacionales de la industria automotriz.

Sumitomo Electric Bordnetze

La compañía fue fundada en 1986 como una empresa conjunta entre Volkswagen AG y Siemens AG, y recibió el nombre Volkswagen Bordnetze.

Sumitomo Electric Industries

Se hizo cargo de la compañía en 2006, y desde entonces ha estado operando como Sumitomo Electric Bordnetze (SEBN). Desde oferta 25 años nuestra empresa se ha establecido con éxito en el mercado y puede mirar hacia atrás en una historia interesante.

SEBN actualmente emplea a más de 25,000 personas en 21 oficinas en el mundo.

1.1.2 PRINCIPIOS EMPRESARIALES

¿QUE ES SUMITOMO ELECTRIC BORDNETZE?

Somos una compañía internacional de negocios en la industria de suministros para automóviles.

Nuestro propósito es desarrollar, fabricar y comercializar sistemas de cableado de automoción.

Somos un proveedor de módulos, por lo tanto, un socio competente que ofrece una amplia variedad de soluciones de sistemas para nuestros clientes.

MEJORAR CONSTANTEMENTE

Mejorar continuamente, en lo que respecta a los conocimientos y la competencia, asegurar nuestro éxito financiero.

Nuestro objetivo es seguir siendo competitivos a nivel internacional. Esto es lo que va a lograr a través de la innovación y los productos de alta calidad.

Fomentar la responsabilidad individual y la creatividad crea un ambiente donde las buenas ideas se implementen rápidamente.

El aprendizaje continuo nos garantiza una ventaja.

ESTAMOS AQUÍ POR NUESTROS CLIENTES

Los clientes satisfechos y la confianza en nuestros productos son los elementos más importantes para nuestro éxito financiero.

Debido a nuestra continua disposición para innovar, desarrollar productos y servicios comercializables.

La satisfacción del cliente se alcanza a través de las normas de funcionamiento más altos en cuanto a calidad, flexibilidad y fiabilidad de entrega.

TRABAJO EN EQUIPO

La alta dirección de acuerdo en metas explícitas para asegurar expectativas claras y empleados motivados.

Con una política de comunicación clara que garantice la transparencia y la confianza en el flujo de trabajo de las empresas y en las decisiones que se toman.

Nuestra estructura de organización flexible nos permite reaccionar rápidamente a las nuevas exigencias.

CONTAMOS CON NUESTROS EMPLEADOS

Nos aseguramos de que se alienta a los intereses y talentos de nuestros empleados y se utilizan.

A través del reconocimiento de la actuación y el sentimiento de pertenencia, así como estaciones de trabajo modernas y el avance decidido, los empleados pueden identificarse

a sí mismos como parte de la corporación.

Esto asegura que cada empleado hace su / su objetivo personal para cumplir los deseos de nuestros clientes.

1.2 PRODUCTO

El desarrollo y la producción de arneses es el principal sector de la gama de productos de SEBN

Cuando hablamos de "Bordnetze" estamos hablando de la reticulación completa de los componentes eléctricos y electrónicos en un coche que se utilizan para la transmisión de energía eléctrica y señales.

El mazo de cables en sí podría ser visual visto como las "venas" eléctricos de un vehículo. Sin estas características, los sistemas de seguridad como **ABS**, **ESP** y funciones fáciles de usar como asientos con calefacción, elevalunas eléctrico o unidad de control de temperatura no funcionaba.

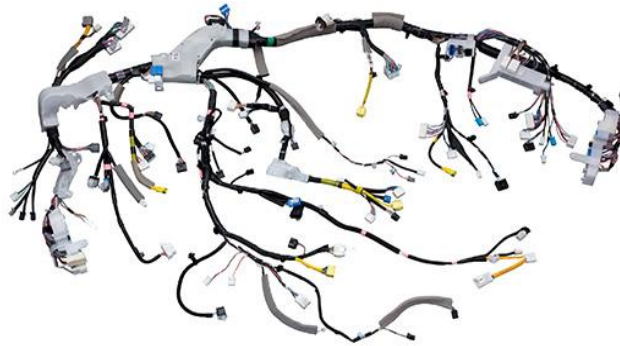


Imagen 1.3 Bordnetze VW 361

Como se comenta al principio del presente trabajo, la empresa tiene como único producto el Bordnetze del modelo 361 (Jetta A6), lo que le da la complejidad a éste, son sus

variantes, que hacen que haya más de 1200 versiones para este Bordnetze para todos los modelos de Jetta que se producen.



Imagen 1.4 VW JETTA

1.3 CLIENTES



Imagen 1.5 Flujo de productos SEBN MX

La empresa SEBN MX tiene como cliente inmediato a SAS AUTOMOTIVE ubicada dentro del mismo parque FINSA, la cual tiene como función ensamblar el Bordnetze con el tablero y componentes electrónicos como lo es el tacómetro, el estéreo y al final se obtiene como producto final el “cockpit” que se manda a la planta Volkswagen Puebla para ser montado en un Jetta.



Imagen 1.6 Tablero ensamblado VW Jetta

1.4 PLANTA SEBN MX



Imagen 1.7 Planta SEBN MEXICO

En el mes de Julio de 2007, SEBN MX establece sus oficinas temporales en Panzacola, Tlaxcala. A principios del 2008 se establece con oficinas definitivas en la dirección vía corta a Santa Ana Chiautempan – Puebla Km. 17+200. Acuamanala, Tlaxcala.

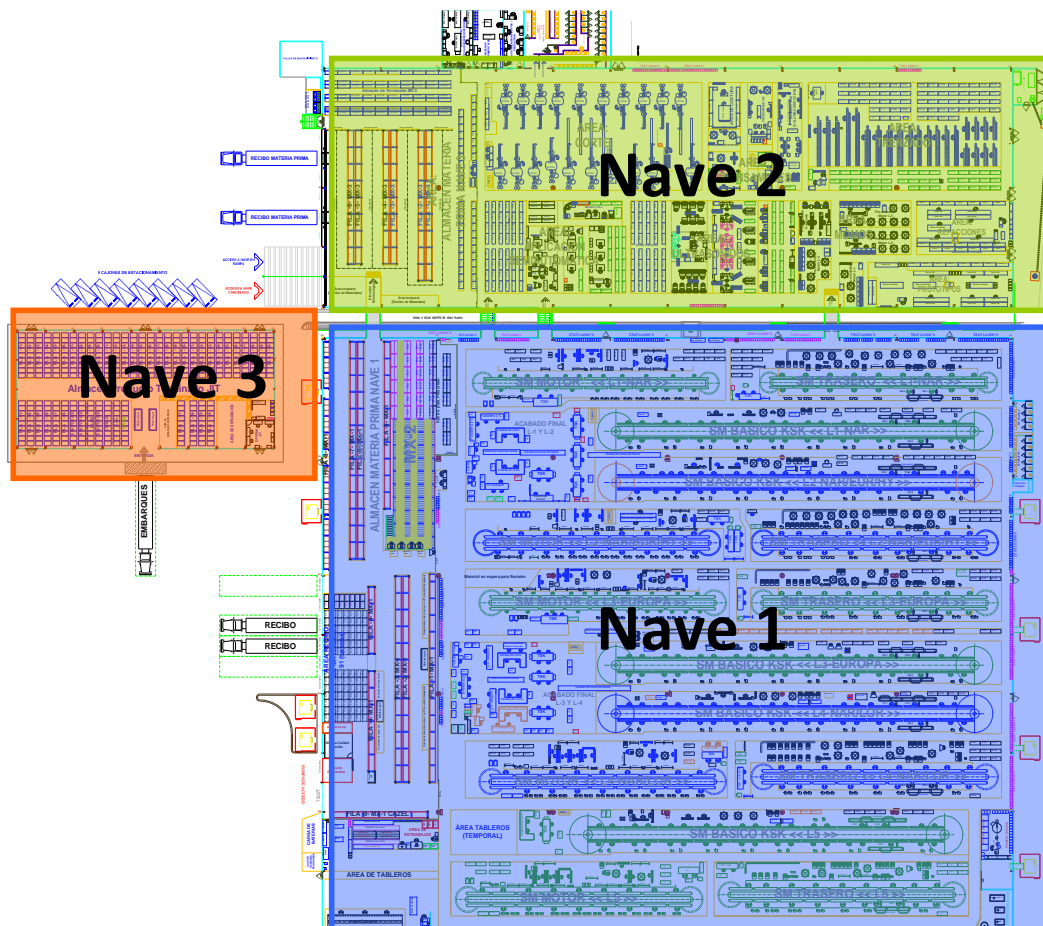
El área de la planta consta de 40'800 m², en las cuales se encuentran dos naves de producción y una nave de almacén de producto terminado. El área de construcción de la planta es de 18'000 m², tiene un área de oficinas de 1'500 m².

A enero del 2013 cuenta con 2'530 empleados, y en el área de producción se cuentan con 3 turnos que son rotados cada quince días.

El producto que se elabora es el sistema eléctrico del automóvil modelo 361 de la marca alemana Volkswagen, cuya función principal es el de llevar la electricidad de un punto a otro.

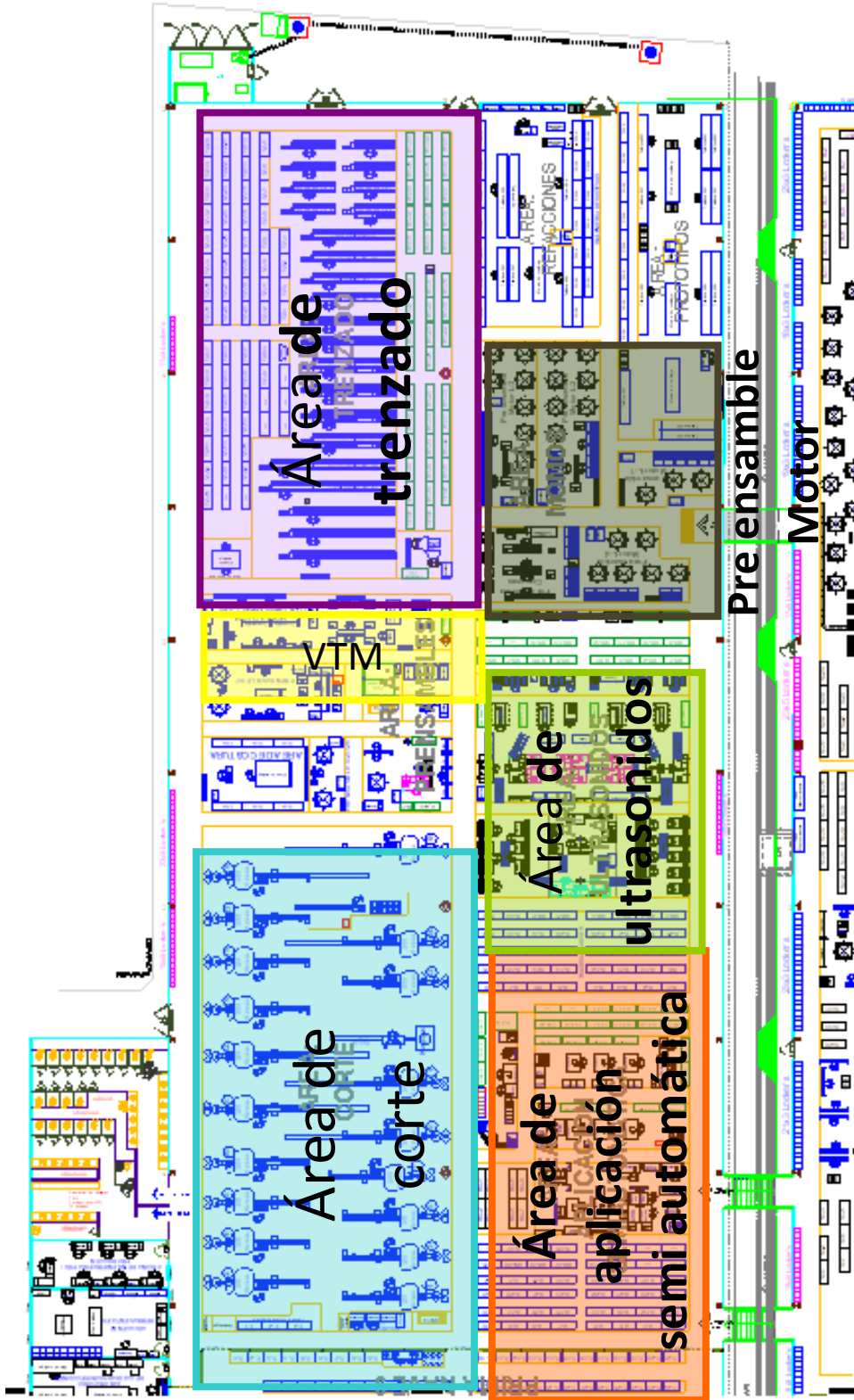
1.5 PROCESO DE PRODUCCIÓN EN PLANTA SEBN MX

Para conveniencia de la planta SEBN MX, esta se encuentra dividida en 3 naves, las cuales para identificarles se marcan en el siguiente lay out y posteriormente se explicaran más a fondo.



1.8 Lay out planta SEBN MX 1

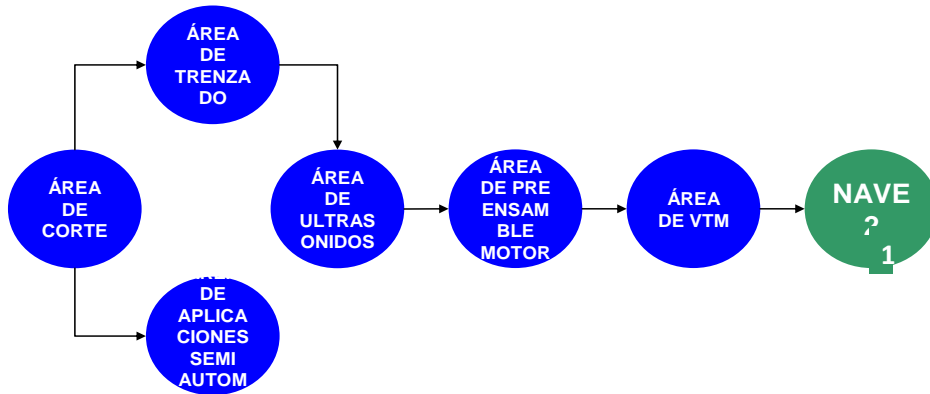
1.6 SEBN MX NAVE 2



Nave 1

1.9 Lay Out Nave 2

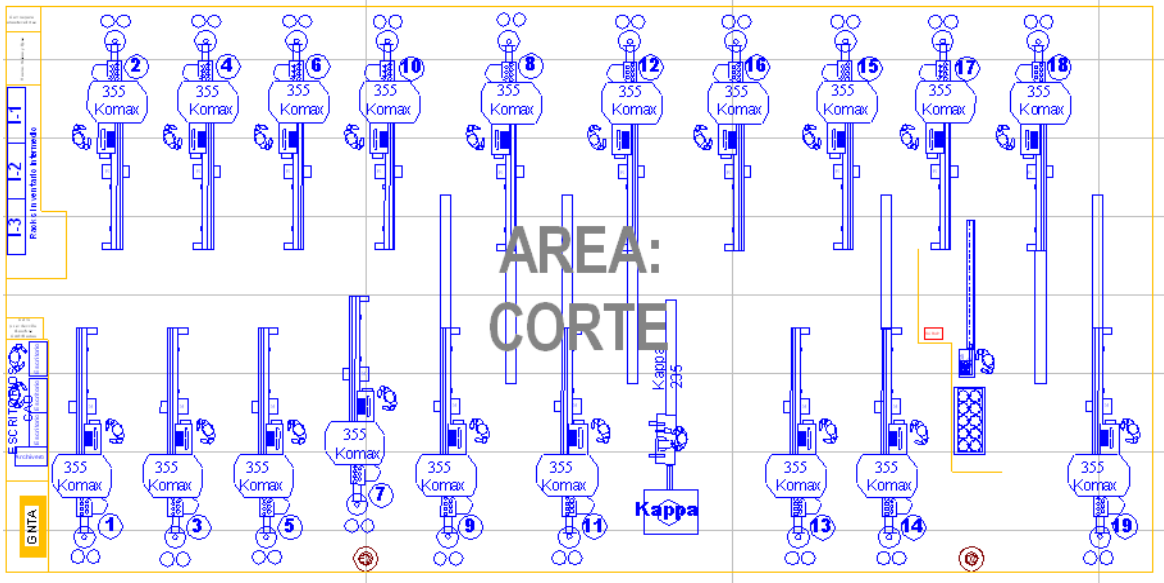
De acuerdo al flujo de cada proceso los clientes para cada uno quedarían de la forma indicada en el siguiente diagrama de precedencia:



1.10 Diagrama de precedencia de procesos en nave 2

A continuación para poder entender de mejor manera, se hablará en los siguientes capítulos de cada uno de los procesos de una manera más detallada para entender del flujo.

1.6.1 AREA DE CORTE



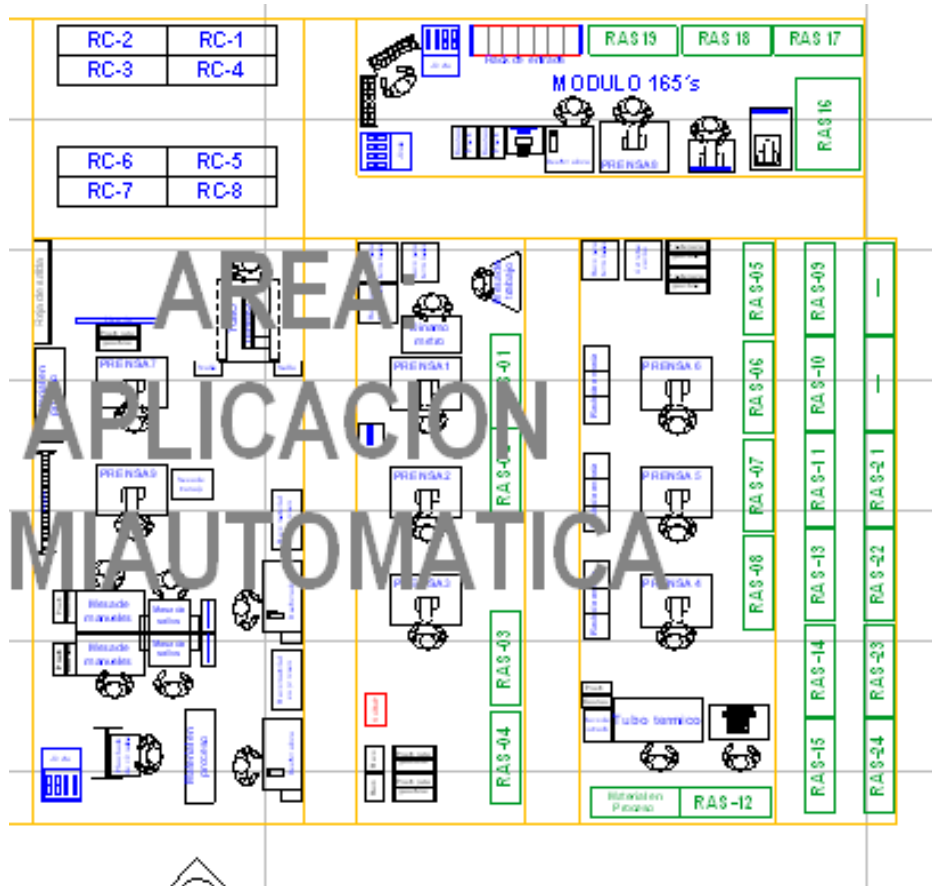
1.11 Lay Out Area de corte (Nave 2)

En esta nave se encuentra el área de corte de los circuitos, es en donde se corta la materia prima que llega en forma de rollos de cable de diferentes colores y calibres. Se tienen cortadoras de 2 tipos, Komax para calibres delgados, y Kappa para los calibres gruesos, estas máquinas tienen la capacidad de al hacer el corte y colocar “aplicaciones”, que son las terminales que necesitan los circuitos para poder ser ensamblados. En caso de aplicaciones especiales pasan al área de “Aplicación semi automática”.



2.6 Imagen Aplicaciones

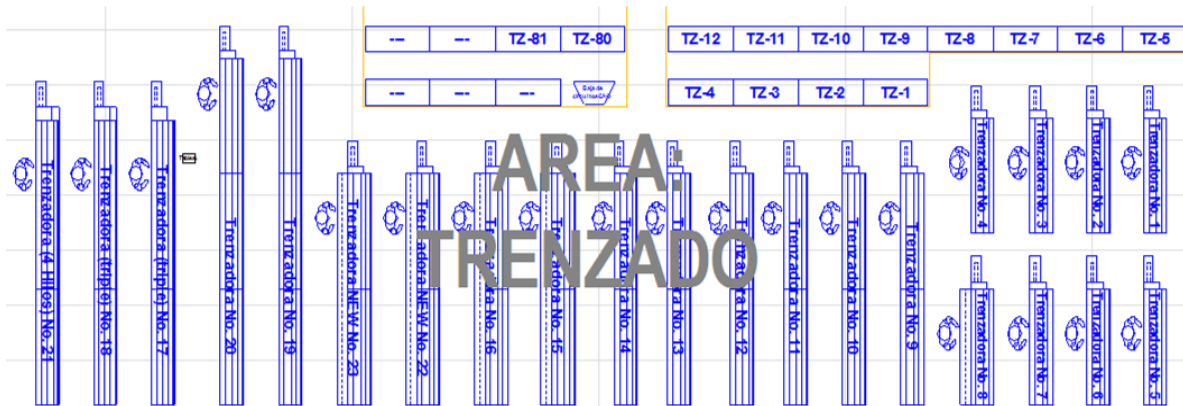
1.6.2 AREA DE APLICACIÓN SEMI AUTOMATICA



1.12 Lay Out Área de aplicaciones semi automáticas

A esta área llegan los cables cortados para ser desferrados y se le colocan las aplicaciones que no pueden realizar las cortadoras, para esto, con ayuda de prensas, los operadores colocan las aplicaciones en los cables. En esta zona hay maquinas encintadoras para realizar el ferrado de algunos preensables. Se cuenta con una máquina térmica para el ensamble de circuitos con recubrimiento de tubo termo contráctil.

1.6.3 AREA TRENZADO

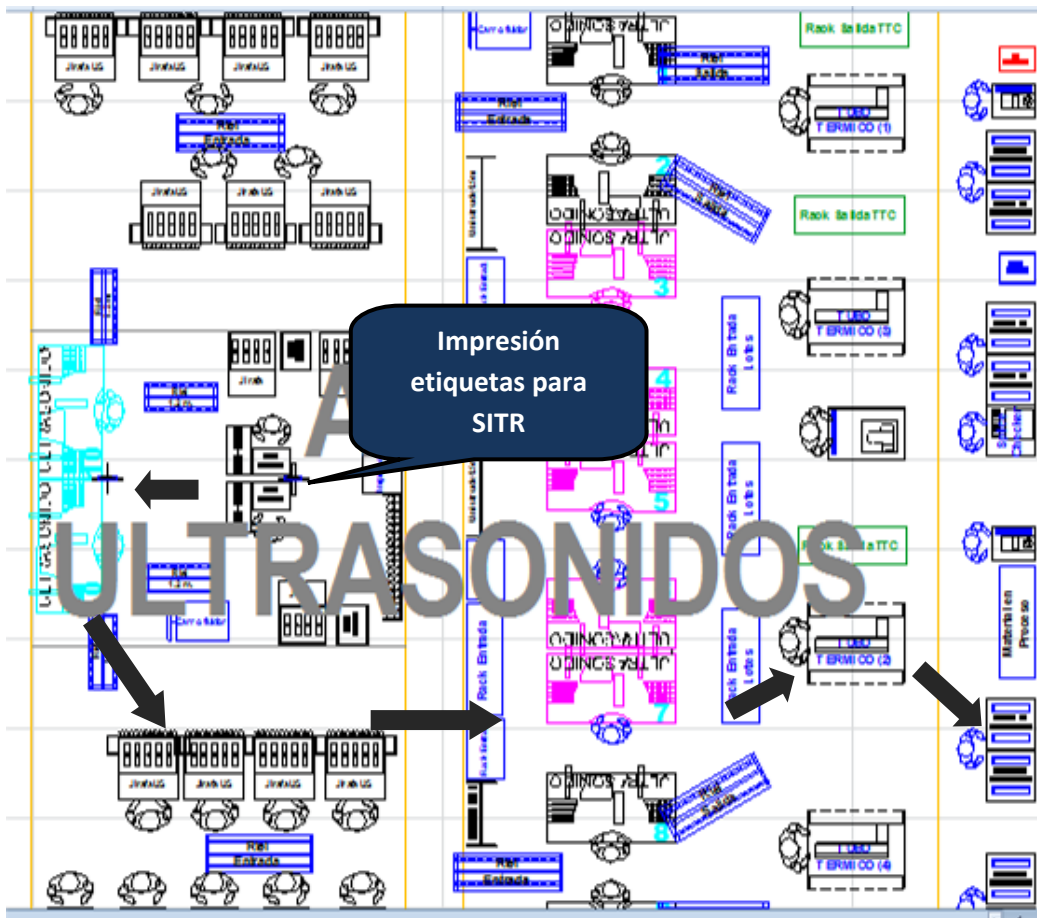


1.13 Lay Out Área de trenzado

En esta área se mandan los circuitos provenientes del área de corte, se cuentan con máquinas para realizar el trenzado:

- ✓ 8 máquinas para realizar trenzados dobles de longitudes cortas.
- ✓ 10 máquinas para trenzados dobles de circuitos de longitudes largas.
- ✓ 2 máquinas para el trenzado doble de circuitos de longitudes extra largas
- ✓ 2 máquinas de trenzado triple
- ✓ 1 máquina trenzadora cuádruple.

1.6.4 AREA ULTRA SONIDO



1.14 Llay out Área de ultrasonido

En esta área es donde logística manda una señal electrónica a una impresora, de la cual, se obtiene una etiqueta con la información del Bordnetze que se necesita producir. Los operadores toman esta etiqueta y empiezan con el ensamble del módulo Sitr al cual se le coloca esta etiqueta que dará información de la versión de Bordnetze y los preensables que necesita a lo largo del proceso de producción. Posteriormente pasa a las mesas de soldadura por ultrasonido (Soldadura US) donde una vez realizada la soldadura de los circuitos pasar a la zona de componentes en donde se le agregan los circuitos correspondientes y pasa a las mesas de ultrasonidos en donde se soldan los últimos circuitos agregados para posteriormente pasar a la zona de contracción de tubo.



1.15 Imagen Soldadura de cables de cobre por ultrasonido (Soldadura US)

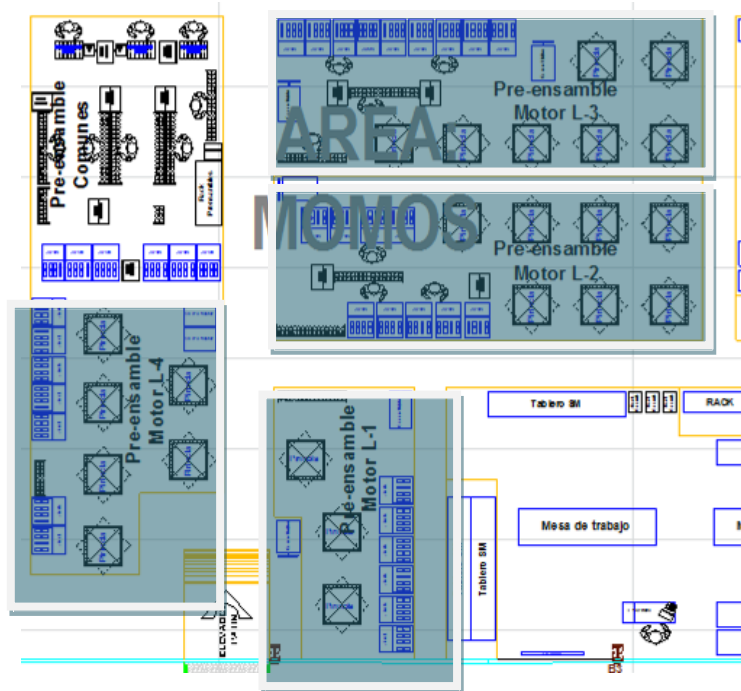
En la zona de contracción de tubo, se contraen los tubos que fueron colocados en la zona de componentes, con ayuda de calor se contrae el tubo sobre las zonas donde se realizó la **soldadura por US** y que quedaron descubiertos, para evitar que tanto agua como polvo lleguen a ellas y provoquen un mal funcionamiento.



1.16 Imagen Tubo termo contráctil aplicado

Después de haber aplicado el tubo termo contráctil se pasa a un área de prueba de continuidad eléctrica en donde se sumergen los circuitos en agua y se determina si el agua no los penetra, si pasan a unos racks de espera donde serán tomados para entrar al área de preensamble motor.

1.6.5 AREA PRE ENSAMBLE MOTOR

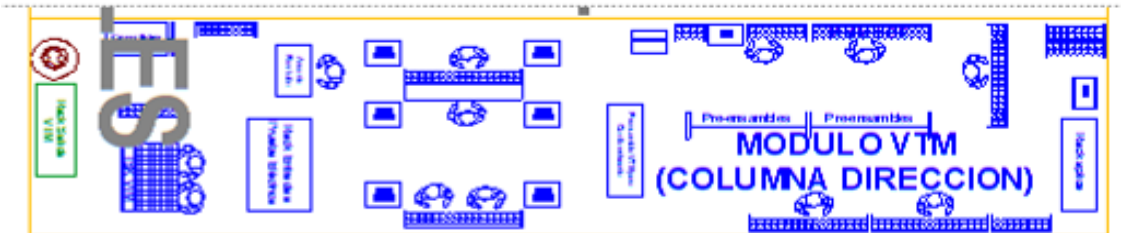


1.17 Lay out área momos

Para ingresar a esta área el módulo SITR es escaneado colocado en un carrito que puede contener hasta 36 , cada SITR que es escaneado envía una señal electrónica al área de preensamble motor, conocida como "momos", en donde se imprime una etiqueta y dependiendo de la versión es tomada por una de las 4 zonas en donde se le dota de un kit correspondiente a lo indicado para cada SITR que contiene el carrito. Una vez que se tiene el kit completo, se coloca en el carrito, por lo cual, al salir de este proceso en los carritos por cada módulo SITR debe de haber un kit correspondiente al sub ensamble motor. Una

vez lograda la condición anterior los kits SITR – Sub ensamble motor, podrán pasar el área del módulo columna de dirección.

1.6.6 AREA COLUMNA DE DIRECCION



1.18 Lay out area modulo VTM nave 2 planta SEBN MX

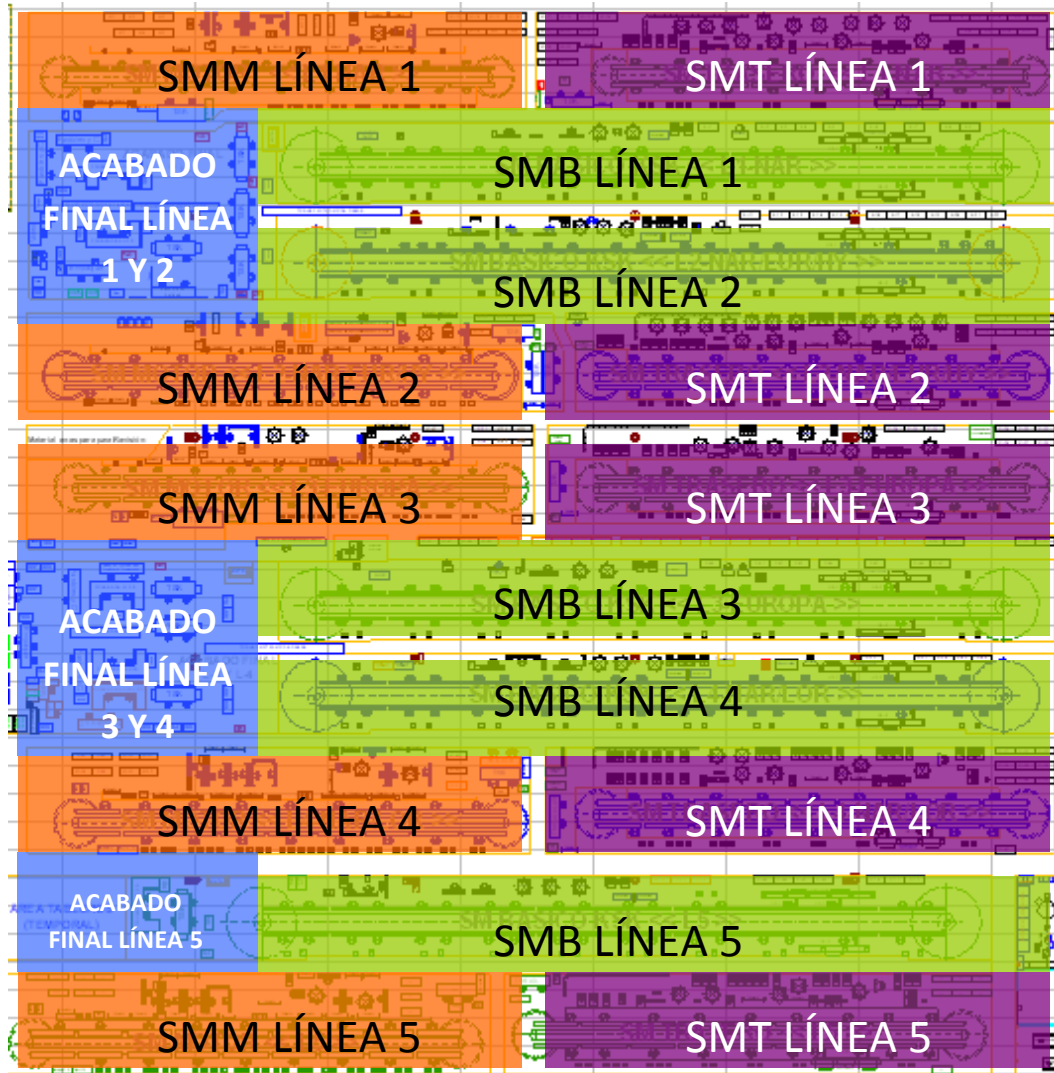
En esta área se realiza el ensamble del módulo VTM, el cual corresponde al funcionamiento de los componentes electrónicos que se encuentran en la columna de dirección del vehículo como son el panel de instrumentos, las palancas de direcciones, el claxon y uno de los más importantes en cuanto a seguridad del pasajero, la bolsa de aire. Dado que la bolsa de aire es un elemento de seguridad, se debe tener un cuidado especial en cuanto a la calidad de su ensamble, por lo que se decide realizar el ensamble del módulo VTM por separado, aplicando al final de este una prueba de continuidad eléctrica, para asegurar que funcione correctamente.

La señal para que se ensamben los módulos VTM es dada por el mismo escaneo que se le da cuando está a punto de pasar al área de momos, por lo que esta operación se realiza en paralelo a la del armado de los kits en la zona de momos.

Una vez que el módulo VTM está listo, se puede colocar en los carritos que ahora contarán con kits formados de **SITR – SUB ENSAMBLE MOMO – VTM**, Los cuales están listos para pasar a Nave 1 y subir a una de las 5 líneas de ensamble.

1.7 SEBN MX NAVE 1

Para entender mejor la distribución de las 5 líneas de producción que se encuentra ubicado en la Nave 1, se identificarán en el siguiente Lay Out:



1.19 Lay out Nave 1 planta SEBN MX

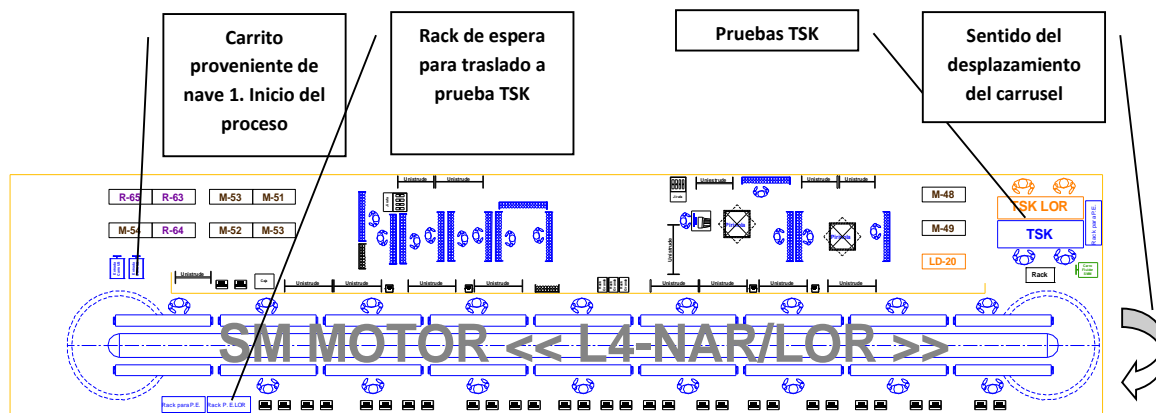
La manera en que fluyen los materiales a través de las áreas identificadas en el lay out anterior está indicada en el siguiente diagrama de precedencia:



1.20 Diagrama de precedencia de procesos en nave 1 SEBN MX

En los capítulos siguientes se describirán cada uno de los procesos anteriores, teniendo en cuenta el proceso donde se realizará el proyecto se tomará especial atención en el proceso SMM, del cual se hablará de una manera más detallada.

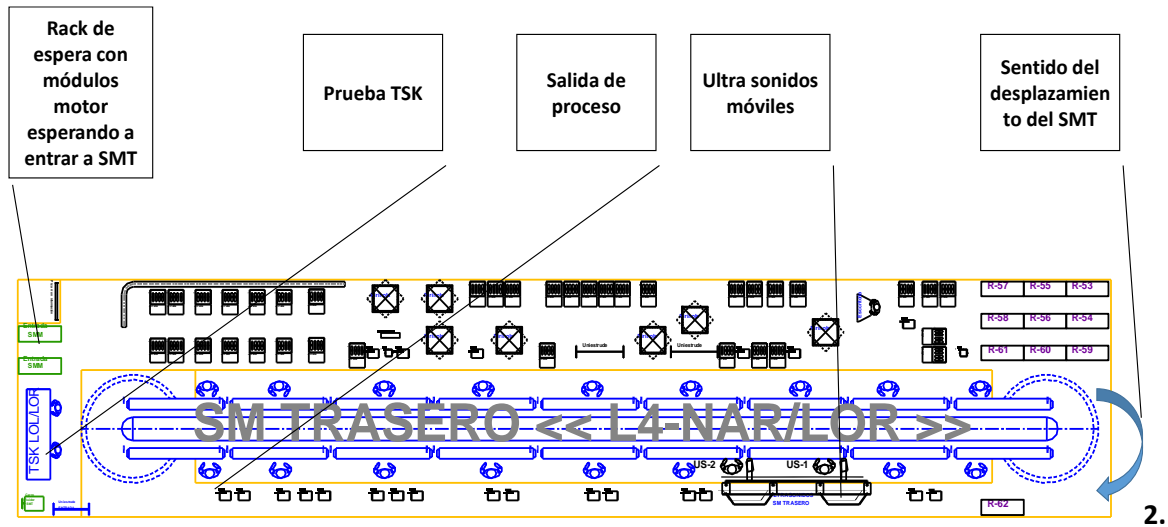
1.7.1 SMM



1.21 Lay out SMM planta SEBN MX

A esta área llegan los kits que se produjeron en N2, se montan en los tableros que contiene el carrusel del SMM se **routean** los circuitos que corresponden a las funciones del motor del auto, y una vez terminado el recorrido del carrusel, se obtiene un ensamble que pasara unos racks donde esperará para ser trasladados a la TSK que se encuentra en la misma área, y después de haber comprobado que funciona de manera adecuada pasará al proceso SMT.

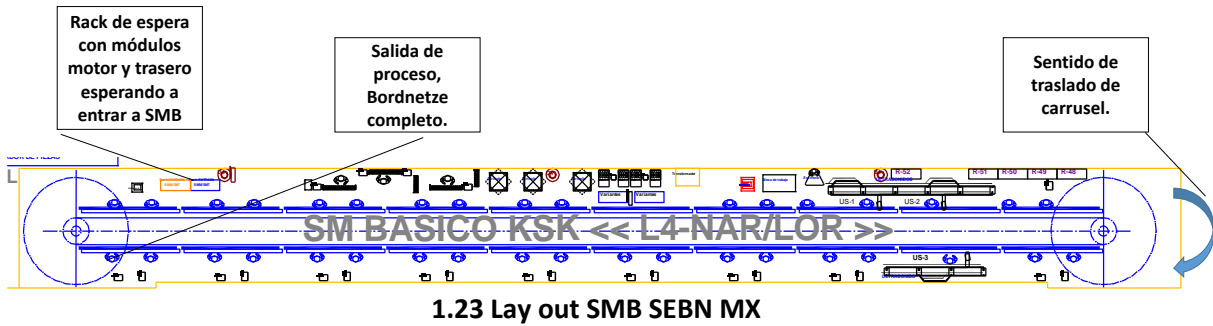
1.7.2 SMT



1.22 Lay out SMT SEBN MX

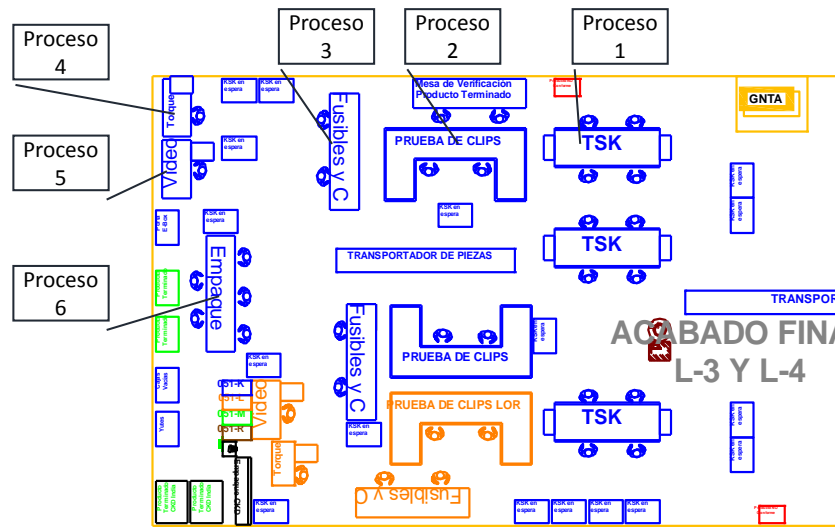
Para este proceso en los racks de espera que se encuentran los módulos motores provenientes del SMM, aquí se montan a unos de los tableros del carrusel para colocar y rutear los circuitos que corresponden al funcionamiento de los dispositivos como son, seguros eléctricos, vidrios eléctricos, quema cocos, radio, bocinas estéreo, calaveras, por mencionar algunos. Al terminar el recorrido del carrusel, pasa a la mesa de prueba TSK donde se le realiza una prueba eléctrica para ver si se encuentra en las condiciones óptimas para pasar al siguiente proceso, SMB.

1.7.3 SMB



En este proceso llegan los dos módulos tanto el Motor como el Trasero a unos racks de espera colocados en esta área, aquí se montan en uno de los tableros del carrusel y se ensamblan junto con otros circuitos a lo largo del recorrido que realiza y al final se obtiene nuestro producto, el Bordnetze.

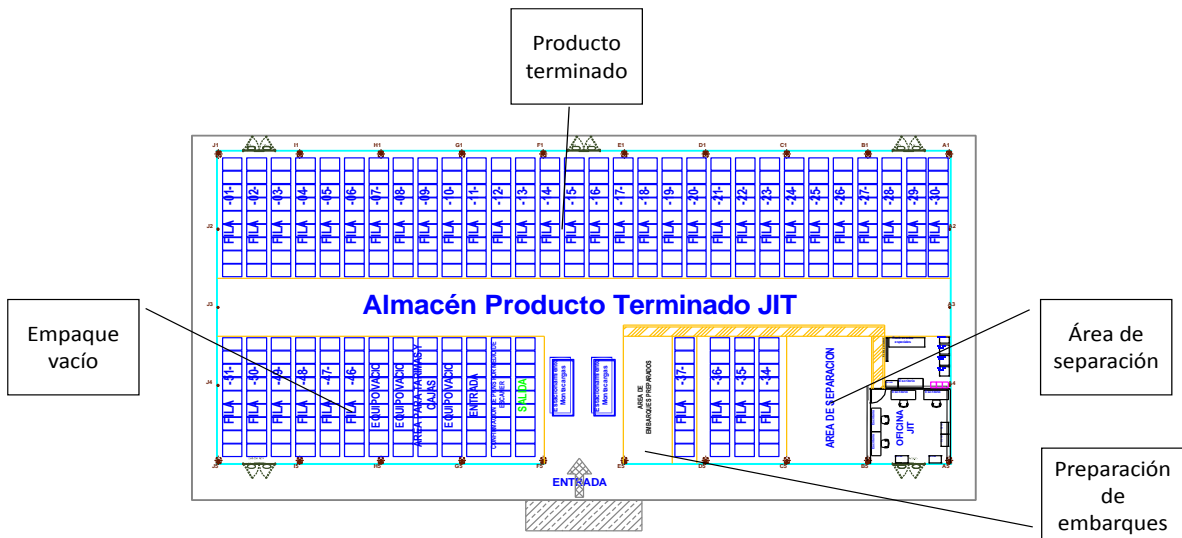
1.7.4 ACABADO FINAL



1.24 Lay out acabado final SEBN MX

En la planta SEBN MX se tiene un área de acabado final por cada dos líneas de producción, uno para la línea 1 y 2, y otro para la 3 y 4. En esta área se reciben los Bordnetze provenientes del SMB, los cuales pasan a una prueba TSK donde se valida que todos los circuitos del Bordnetze funcionen correctamente en cuanto a la función eléctrica (Proceso 1). Posteriormente pasa a la mesa de prueba de clips donde se valida que todos los clips necesarios para la instalación del Bordnetze en el auto y en el caso de no los presente se le colocan (proceso 2). A continuación se traslada el Bordnetze a la mesa de colocación de fusibles, donde se instalan los fusibles correspondientes a la versión (proceso 3). Una vez colocados los fusibles se realiza el torque de los tornillos colocados que contiene nuestro producto en la estación de torque (proceso 4). Después de haber realizado el torque el Bordnetze pasa a la estación de video, donde un poka yoke valida que contiene los fusibles correctos de acuerdo a la versión y si es necesario se colocan los fusibles faltantes (proceso 5). Realizado la validación por video, el producto está terminado y pasa a la estación de empaque, aquí se colocan “yutes”, que son dispositivos que se envuelven en las partes frágiles del Bordnetze para evitar que se dañen, y se colocan en cajas, de aquí serán trasladados al almacén JIT (Nave 3).

1.8 SEBN MX NAVE 3



1.25 Lay out almacén JIT

Esta es la nave en donde se almacena el producto terminado, las cajas provenientes de nave 2 llegan al área de separación en donde de acuerdo al tipo de Bordnetze van colocando en las filas del área de producto terminado.

Cuando se requiere hacer un embarque, se sacan en el área de preparación de embarques y se cargan al transporte que los transportará a SAS automotive.

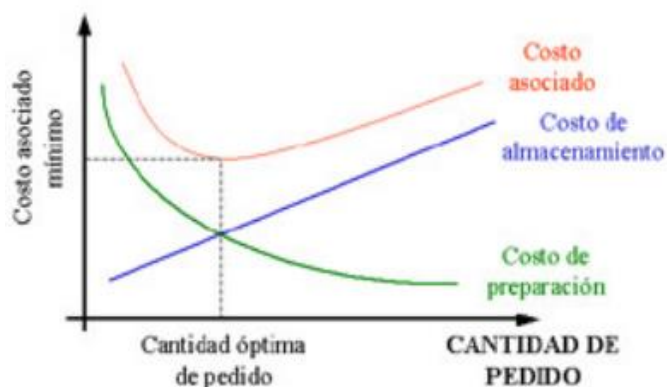
CAPITULO 2 MARCO TEORICO

2.1 INVENTARIOS

Los inventarios han existido desde tiempos inmemorables. Pueblos de la antigüedad almacenaban grandes cantidades de alimentos para satisfacer las necesidades de la gente en épocas de sequía. Los inventarios existen porque son una forma de evitar problemas de escasez. En una empresa, el objetivo de los investigadores es proveer los materiales necesarios en el momento indicado.

Citando a Chiavenato en su libro *Iniciación a la Administración de los Materiales*, “Existencias es la composición de materiales que no se utilizan momentáneamente en la empresa, pero que necesitan existir en función de las futuras necesidades” Chiavenato, I.

El problema de los inventarios es que su nivel no debe ser tan alto que presente un costo extremo al tener paralizado un capital que podría emplearse con provecho, de igual forma, demasiado poco provocaría que la empresa produzca sobre pedido, situación igualmente desfavorable puesto que debe satisfacer de inmediato las demandas de los clientes. La empresa debe determinar el nivel apropiado de inventarios que equilibra estos dos extremos, como lo sugiera la siguiente figura.



2.1 Gráfica costos asociado / cantidad de pedido

2.1.1 CLASIFICACION DE INVENTARIOS

Los inventarios pueden clasificarse por su forma, principalmente el inventario tiene tres formas distintas:

- Inventario de materia prima (MP), constituyen los insumos y materiales básicos que ingresan al proceso.
- Inventario de producto en proceso (PP), son materiales en proceso de producción.
- Inventario de producto terminado (PT), que representan materiales que han pasado por los procesos productivos correspondientes y que serán destinados para su comercialización.

Los inventarios también pueden clasificarse de acuerdo a su función

- Inventario de seguridad o de reserva, es el que se mantiene para compensar los riesgos de paros no planeados de la producción o incrementos inesperados en la demanda de los clientes.

Si todo fuera seguro, los inventarios de seguridad no tendrían razón de ser, sin embargo, en realidad es normal que exista una variabilidad de la demanda y por lo tanto, es necesario recurrir a los inventarios de seguridad si se desean satisfacer los objetivos servicios.

- Inventario de desacoplamiento, es el que requiere entre dos procesos u operaciones adyacentes cuyas tasas de producción no pueden sincronizarse; esto permite que cada proceso funcione como se planea.

El inventario se traslada de los proveedores a las empresas, a los subcontratistas y viceversa, de una operación a otra y de la empresa a los comercios. Cuanto mayor sea el flujo por la cadena de valor, mayor será el inventario.

- Inventario de ciclo, resulta cuando la cantidad de unidades compradas (o producidas) con el fin de reproducir los costos por unidad de compra (o incrementar la eficiencia de la producción) es mayor que las necesidades inmediatas de la empresa.

Puede resultar más económico pedir un gran volumen de unidades y almacenar algunas de ellas, para utilizarlas más adelante.

- Inventario de previsión o estacional, se acumula cuando una empresa produce más de los requerimientos inmediatos durante los periodos de demanda baja para satisfacer las de demanda alta.

Con frecuencia, este se acumula cuando la demanda es estacional.

2.1.2 COSTO DE INVENTARIO

Cuando mayor sea el nivel promedio del inventario, mayor será el costo total de producción. En general, los costos relacionados con el inventario comprenden los costos de artículo, costos de colocación de los pedidos (organización del proceso), costos de mantenimiento y costos de agotamiento y costos de agotamiento (escasez) de existencias.

- Los costos del artículo se refieren al precio de compra de algún artículo que la empresa adquiera o ésta produzca. Para bienes comprados, el precio total incluye el precio de lista, costos de transporte y envío, impuestos, y aranceles. En caso de artículos manufacturados, incluyen el costo de materias primas, mano de obra y gastos de distribución. Pueden ser constantes, o se pueden ofrecer con un descuento que depende del volumen del pedido.
- Los costos de colocación de pedido son los ocasionados por el transporte de un pedido de artículos. Abarcan actividades de compra, preparación de especificaciones, documentos, órdenes de compra, seguimiento a los proveedores

e inspección de pedidos cuando llegan. Los costos de organización del proceso son los costos de cambiar el proceso de producción de un producto a otro. Los costos de colocación y organización.

- Los costos de mantenimiento son los gastos en que se incurre al mantener inventarios, p. ej. Alquiler, electricidad, impuestos, pérdidas, obsolescencia, primas de seguros y costos de mano de obra.
- Los costos de agotamiento (escasez) de existencias se causan cuando la empresa no puede satisfacer por completo el pedido de un cliente. La compañía pierde el margen de aportación de esa venta y puede perderlo en ventas futuras, esto en ocasiones se puede pagar con una sanción.

2.1.3 JUST IN TIME (JIT)

La técnica japonesa para rediseñar organizaciones tiene por finalidad disminuir la inversión en almacenes y en proceso productivo. El ideal JIT es cero inventarios. Implica una coordinación muy grande con proveedores, en ocasiones obligándola a que ponga sus fábricas pegadas a la empresa. Tiene por objeto evitar pérdidas por sobreinversión en inventarios y por obsolescencia de materias primas o refacciones y desperdicios de una materia prima.

JIT es una filosofía que rige las operaciones de una organización. Promueve el mejoramiento continuo para así obtener la máxima eficiencia y eliminar el gasto excesivo de cualquier forma en todas las áreas de la organización, sus proveedores y clientes.

Una aplicación exitosa del JIT requiere de un previo acuerdo entre las compañías. Este Acuerdo debe estar basado en una estrategia integradora que refuerce la cooperación entre comprador y proveedor, que promueva los aspectos críticos que elevan la

competitividad (calidad, flexibilidad, know how), bajos costos, entrega asegurada, etc.) y de esta forma se obtengan interesantes beneficios para ambos, el proveedor y su cliente.

La implementación del JIT en Japón ha hecho una gran contribución a la sobresaliente calidad del producto y elevada productividad.

2.1.3 JIT Y LOS INVENTARIOS

Debido a la gran competitividad y presión de las empresas, se han eliminado inventarios adoptando el JIT. JIT aumenta utilidades y mejora la posición competitiva de la empresa controlando costos y mejorando condiciones de entrega y calidad. Además tiene la flexibilidad necesaria para responder a las necesidades del cliente.

La manufactura en un sistema de JIT busca elevar la productividad mediante la eliminación del desperdicio. La eliminación de actividades que no agregan valor es elemento principal del sistema. Desde la perspectiva del JIT los inventarios son un desperdicio ya que requieren capital, almacenamiento y mano de obra.

JIT trata de eliminar los costos de montaje y costos de manejo, lo cual implica reducir los inventarios a niveles muy bajos. Los costos de ordenar se producen al mantener una relación cercana con los proveedores. La negociación de contratos a largo plazo para el suministro de materiales reduce la cantidad de órdenes y sus respectivos costos.

2.2 INGENIERIA DE METODOS

El Estudio de Métodos o Ingeniería de Métodos es una de las más importantes técnicas del Estudio del Trabajo, que se basa en el registro y examen crítico sistemático de la metodología existente y proyectada utilizada para llevar a cabo un trabajo u operación. El objetivo fundamental del Estudio de Métodos es el aplicar métodos más sencillos y

eficientes para de esta manera aumentar la productividad de cualquier sistema productivo.

La evolución del Estudio de Métodos consiste en abarcar en primera instancia lo general para luego abarcar lo particular, de acuerdo a esto el Estudio de Métodos debe empezar por lo más general dentro de un sistema productivo, es decir "El proceso" para luego llegar a lo más particular, es decir "La Operación".

En muchas ocasiones se presentan dudas acerca del orden de la aplicación, tanto del Estudio de Métodos como de la Medición del Trabajo. En este caso vale la pena recordar que el Estudio de Métodos se relaciona con la reducción del contenido de trabajo de una tarea u operación, a su vez que la Medición del Trabajo se relaciona con la investigación de tiempos improductivos asociados a un método en particular. Por ende podría deducirse que una de las funciones de la Medición del Trabajo consiste en formar parte de la etapa de evaluación dentro del algoritmo del Estudio de Métodos, y esta medición debe realizarse una vez se haya implementado el Estudio de Métodos; sin embargo, si bien el Estudio de Métodos debe preceder a la medición del trabajo cuando se fijan las normas de producción, en la práctica resultará muy útil realizar antes del Estudio de Métodos una de las técnicas de la Medición del Trabajo, como lo es el muestreo del trabajo.

2.2.1 OBJETIVOS Y BENEFICIOS DE LA APLICACIÓN DEL ESTUDIO DE MÉTODOS

Los objetivos principales de la Ingeniería de Métodos son aumentar la productividad y reducir el costo por unidad, permitiendo así que se logre la mayor producción de bienes para mayor número de personas. La capacidad para producir más con menos dará por resultado más trabajo para más personas durante un mayor número de horas por año.

Los beneficios corolarios de la aplicación de la Ingeniería de Métodos son:

- Minimizan el tiempo requerido para la ejecución de trabajos.
- Conservan los recursos y minimizan los costos especificando los materiales directos e indirectos más apropiados para la producción de bienes y servicios.
- Efectúan la producción sin perder de vista la disponibilidad de energéticos o de la energía.
- Proporcionan un producto que es cada vez más confiable y de alta calidad.
- Maximizan la seguridad, la salud y el bienestar de todos los empleados o trabajadores.
- Realizan la producción considerando cada vez más la protección necesaria de las condiciones ambientales.
- Aplican un programa de administración según un alto nivel humano.

2.2.2 TECNICAS PARA REGISTRAR LOS HECHOS

Una vez se ha seleccionado el proceso a estudiar se pasa a la siguiente etapa del algoritmo del estudio del método, es decir, llevar a cabo el registro de la información referente al método actual. Este paso es sumamente fundamental, dado que de la exactitud de la información que se registre dependerá la eficacia en el desarrollo de las mejoras al método.

Como se ha mencionado, el registro de los hechos constituye la base sobre la cual se efectúa el análisis y examen del Estudio del Método, por esto las técnicas para llevar a cabo tal registro trascienden la escritura tradicional de la información, dado que resulta sumamente complejo considerar todos los detalles constituyentes de un proceso (por más básico que sea) en un párrafo común.

Los instrumentos de registro más utilizados dentro de la técnica del Estudio del Método son los gráficos y los diagramas, y de estos existen gran diversidad en cuanto a estructura y propósito.

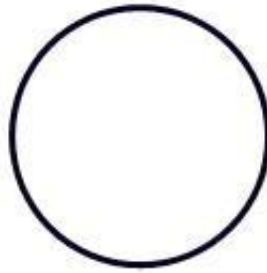
GRÁFICOS que indican sucesión de hechos	Cursograma sinóptico del proceso Cursograma analítico del proceso Cursograma analítico del material Cursograma analítico del equipo Diagrama bimanual Cursograma Administrativo
GRÁFICOS con escala de tiempo	Diagrama de Actividades Múltiples Sismograma
DIAGRAMAS que indican movimiento	Diagrama de recorrido o de circuito Diagrama de hilos Cidograma Cronocidograma Gráfico de trayectoria

2.2 Tabla de gráficas y diagramas utilizados en los estudios de métodos

2.2.3 SIMBOLOGÍA UTILIZADA EN LOS CURSOGRAMAS

Una operación representa las principales etapas del proceso. Se crea, se cambia o se añade algo. Normalmente los transportes, demoras y almacenamientos son elementos más o menos auxiliares. Las operaciones por el contrario implican actividades tales como conformación, embutición, montaje, corte y desmontaje de algo.

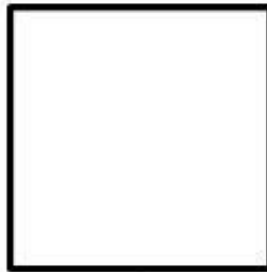
OPERACIÓN



2.3 Símbolo Operación

La inspección se produce cuando las unidades del sistema productivo son comprobadas, verificadas, revisadas o examinadas en relación con la calidad y/o cantidad, sin que esto constituya cambio alguno en las propiedades de la unidad.

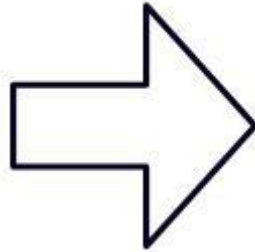
INSPECCIÓN



2.4 Símbolo inspección

Transporte es el movimiento del material personal u objeto de estudio desde una posición o situación a otra. Cuando los materiales se almacenan cerca o a menos de un metro del banco o de la máquina donde se efectúa la operación, aquel movimiento efectuado para obtener el material antes de la operación, y para depositarlo después de la misma, se considera parte de la operación.

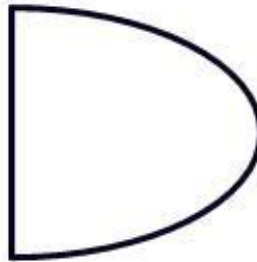
TRANSPORTE



2.5 Símbolo Transporte

La demora se produce cuando las condiciones no permiten o no requieren una ejecución inmediata de la próxima acción planificada. La demora puede ser evitable o no.

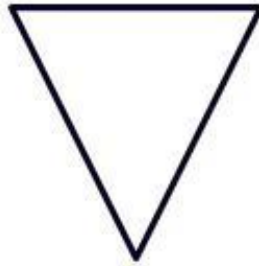
DEMORA



2.6 Símbolo Demora

El almacenamiento se produce cuando algo permanece en un sitio sin ser trabajado o en proceso de elaboración, esperando una acción en fecha posterior. El almacenamiento puede ser temporal o permanente.

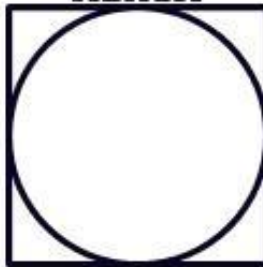
ALMACENAMIENTO



2.7 Símbolo Almacenamiento

Cuando se desea indicar que varias actividades son ejecutadas al mismo tiempo o por el mismo elemento en un mismo lugar de operación, se combinan los símbolos de tales actividades... Para efectos de numeración cada actividad debe enumerarse de manera independiente.

ACTIVIDAD MIXTA



2.8 Símbolo Actividades mixtas

2.2.4 ESTUDIO DE TIEMPOS

Antes que nada vale la pena aclarar que los términos Estudio de Tiempos y Medición del trabajo no presentan igual significado, y aunque el título de este módulo es Estudio de Tiempos, es conveniente partir definiendo que es la Medición del Trabajo:

"La Medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida".

2.2.4.1 PROPÓSITO DE LA MEDICIÓN DEL TRABAJO

Tal como se puede observar en el módulo de Estudio del Trabajo el ciclo de tiempo del trabajo puede aumentar a causa de un mal diseño del producto, un mal funcionamiento del proceso o por tiempo improductivo imputable a la dirección o a los trabajadores. El Estudio de Métodos es la técnica por excelencia para minimizar la cantidad de trabajo, eliminar los movimientos innecesarios y substituir métodos. La medición del trabajo a su vez, sirve para investigar, minimizar y eliminar el tiempo improductivo, es decir, el tiempo durante el cual no se genera valor agregado.

Una función adicional de la Medición del Trabajo es la fijación de tiempos estándar (tiempos tipo) de ejecución, por ende es una herramienta complementaria en la misma Ingeniería de Métodos, sobre todo en las fases de definición e implantación. Además de ser una herramienta invaluable del costeo de las operaciones.

Así como en el estudio de métodos, en la medición del trabajo es necesario tener en cuenta una serie de consideraciones humanas que nos permitan realizar el estudio de la mejor manera, dado que lamentablemente la medición del trabajo , particularmente el estudio de tiempos, adquirieron mala fama hace años, más aún en los círculos sindicales,

dado que estas técnicas al principio se aplicaron con el objetivo de reducir el tiempo improductivo imputable al trabajador, y casi que pasando por alto cualquier falencia imputable a la dirección.

2.2.4.2 USOS DE LA MEDICIÓN DEL TRABAJO

En el devenir de un Ingeniero Industrial muchas serán las ocasiones en las que requerirá de alguna técnica de medición del trabajo. En el proceso de fijación de los tiempos estándar quizá sea necesario emplear la medición para:

- Comparar la eficacia de varios métodos, los cuales en igualdad de condiciones el que requiera de menor tiempo de ejecución será el óptimo.
- Repartir el trabajo dentro de los equipos, con ayuda de diagramas de actividades múltiples. Con el objetivo de efectuar un balance de los procesos.
- Determinar el número de máquinas que puede atender un operario.

Una vez el tiempo estándar (tipo) se ha determinado, este puede utilizarse para:

- Obtener la información de base para el programa de producción.
- Obtener información en que basar cotizaciones, precios de venta y plazos de entrega.
- Fijar normas sobre el uso de la maquinaria y la mano de obra.
- Obtener información que permita controlar los costos de la mano de obra (incluso establecer planes de incentivos) y mantener costos estándar.

2.2.4.3 DELIMITACIÓN Y CRONOMETRAJE DEL TRABAJO

Lo primero que tiene lugar en la etapa de cronometraje es la descomposición de la operación en elementos, para ello hay que tener una serie de conceptos claros:

Elemento: Elemento es la parte delimitada de una tarea definida que se selecciona para facilitar la observación, medición y análisis.

Ciclo: Ciclo de trabajo es la sucesión de elementos necesarios para efectuar una tarea u obtener una unidad de producción. Comprende a veces elementos casuales.

La importancia de descomponer la operación en elementos radica en que este proceso nos permite:

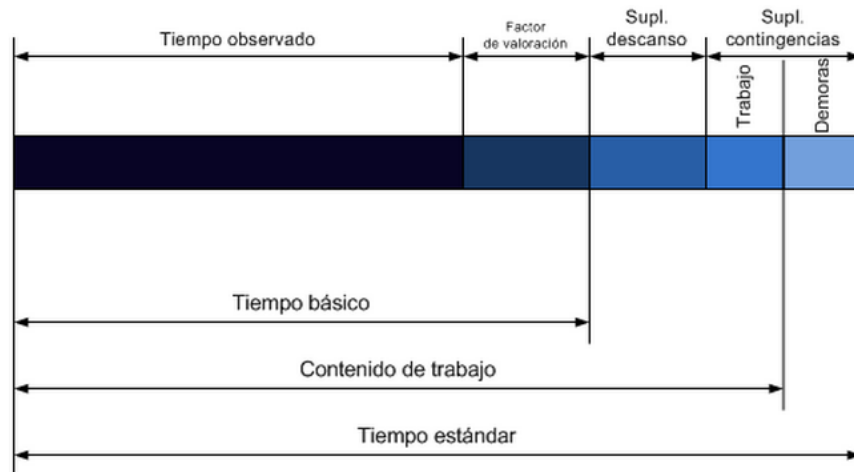
- Separar el tiempo productivo del tiempo improductivo.
- Evaluar la cadencia de trabajo con mayor exactitud de la que es posible con un ciclo íntegro, dado que es posible que el operario no trabaje al mismo ritmo durante todo el ciclo y/o este tenga más destreza para ejecutar ciertas operaciones.
- Ocuparse de cada elemento según su tipo.
- Aislar los elementos que causan mayor fatiga y fijar con mayor precisión sus correspondientes suplementos.
- Permite verificar con mayor facilidad el método de trabajo, de manera tal que se pueda detectar la adición u omisión de elementos.
- Hacer una especificación detallada del trabajo.
- Extraer los tiempos de los elementos de mayor repetición, con el objetivo de establecer datos estándar.

2.2.4.4 SUPLEMENTOS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS

Al igual que en la etapa de valoración del ritmo de trabajo, la fase correspondiente a la determinación de suplementos es sumamente sensible en el estudio de tiempos, pues en esta etapa se requiere del más alto grado de objetividad por parte del especialista y una evidente claridad en su sentido de justicia. En la etapa de valoración del ritmo de trabajo se obtiene el tiempo básico o normal del trabajo, si con este tiempo calculamos la cantidad de producción estándar que se debe obtener durante un periodo dado, en una fase inmediata de observación nos encontraríamos con que difícilmente se pueda alcanzar este estándar. La anterior afirmación despertaría un análisis de las causas de la fallida estimación de producción, y lo más probable que se encuentre es que:

- Existan causas asignables al trabajador.
- Existan causas asignables al trabajo estudiado.
- Existan causas no asignables.

Incluso cuando se haya ideado el método más práctico, económico y eficaz de trabajo, y cuando se haya efectuado el más preciso proceso de cronometraje y valoración de la cadencia, no podemos olvidar que la tarea seguirá exigiendo un esfuerzo humano, por lo que hay que prever ciertos suplementos para compensar la fatiga y descansar. De igual manera, debe preverse un suplemento de tiempo para que el trabajador pueda ocuparse de sus necesidades personales y quizá haya que añadir al tiempo básico otros suplementos más.



2.9 Diagrama para obtener tiempo estándar

En el artículo correspondiente al Estudio del Trabajo, se describen en detalle las causas asignables al trabajador, al trabajo o aquellas que no pueden ser asignadas, que ocasionan que el tiempo básico (tiempo normal) no corresponda a la referencia real para establecer estimaciones estándar de producción.

2.2.4.5 CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR

La etapa del cálculo del tiempo estándar marca el inicio del trabajo de oficina en el estudio de tiempos, aunque es muy probable que el especialista en medio del análisis considere necesario apoyarse nuevamente en la observación de las operaciones. Esta fase no requiere un gran dominio aritmético, por lo que consiste en cálculos comunes y corrientes que puede efectuar el analista en muy poco tiempo, un ayudante o una hoja de cálculo. Requiere eso sí, de una gran capacidad de análisis de consistencia de los datos obtenidos en la fase de observación, y un evidente conocimiento de las medidas a tomar dependiendo de la situación que se presente.

El hecho de convertir una serie de tiempos observados en tiempos tipo o estándar, requiere de la aplicación sistemática de una serie de pasos en los que se hará importante que el analista tenga claridad respecto a la base teórica del cronometraje del trabajo, la valoración del ritmo, y los suplementos del estudio.

El análisis de la consistencia de cada elemento demanda estudiar las variaciones que puedan percibirse de los tiempos observados. Las medidas que han de tomarse según los resultados de cada análisis son las siguientes:

- Si se determina que las variaciones se deben a la naturaleza del elemento se conservan todas las lecturas.
- Si se determina que las variaciones no se originan por la naturaleza del elemento, y la lectura anterior y/o posterior donde se observa la variación son consistentes; la inconsistencia del elemento se deberá a la falta de habilidad o desconocimiento de la tarea por parte del trabajador. En este caso, si un gran número de observaciones son consistentes, se puede eliminar las observaciones extremas y sólo conservar las normales. En el mismo caso, si no es posible distinguir entre las observaciones extremas y las normales, deberá repetirse íntegramente el estudio con otro trabajador.
- Si se determina que las variaciones no se deben a la naturaleza del elemento, pero la lectura posterior y/o anterior al elemento donde se observa la variación, también han sufrido variaciones; esta situación ocurre por errores en el cronometraje, cometidos por el tomador de tiempo. Si es mínimo el número de casos extremos, estos se eliminan, y se conservan sólo los normales. Si por el contrario, este error se ha cometido en muchas lecturas, aunque no todas sean en el mismo elemento; lo más indicado es repetir el estudio, y esta repetición deberá hacerse las veces que sea necesario hasta lograr una consistencia adecuada en las observaciones de cada elemento.

- Si se determina que las variaciones no tienen causa aparente, deben ser analizadas de manera cuidadosa antes de ser eliminadas (si es posible volver a la fase de observación). Nunca debe aceptarse una lectura anormal como inexplicable. Ante la existencia de dudas, es recomendable repetir el estudio.

Para evitar las repeticiones del estudio es recomendado reconocer la importancia de las anotaciones especiales en el proceso de cronometraje, dado que esta información es vital para identificar las causas de una variación determinada.

2.3 VSM

“Donde quiera que exista un producto para un cliente, existe una corriente de valor. El desafío está en visualizar esta corriente.” Juárez, Jesús. 2013.

2.3.1 FLUJO DE MATERIAL E INFORMACION

En un flujo de manufactura, siempre imaginamos el movimiento de los materiales a través de los procesos de manufactura, pero existe otro flujo, el FLUJO DE INFORMACIÓN, el cual indica a cada proceso que hacer o cual es el siguiente paso a realizar.

El FLUJO DE MATERIAL Y EL FLUJO DE INFORMACIÓN, son dos lados de la misma moneda, motivo por el cual debe hacerse un mapa con ambos flujos.

2.3.2 ANALISIS DEL FLUJO DE INFORMACIÓN

Es un proceso en el cual se documenta en el flujo de valor del proceso, el flujo del material y de la información en una forma gráfica utilizando símbolos estándar.

Un Flujo de Valor incluye todos los elementos y actividades (los que agregan y los que no agregan valor) que ocurren a un determinado producto desde la materia prima hasta que es entregado al cliente.

VSM es una sencilla herramienta estándar visual muy efectiva que les permite a las personas desarrollar la habilidad de ver el desperdicio, así como ver y entender el flujo no tan solo del proceso, sino también el flujo del material y la información a través del flujo de valor.

Esta herramienta puede ser aplicada a todas las áreas de la empresa ya que es una herramienta para planear los flujos de información y material a través de su sistema e identificar las oportunidades de mejoramiento del flujo del sistema.

El único requisito es la predisposición para “pisar fuera de la caja” y ver el flujo de valor desde la perspectiva de eliminar el desperdicio, no aceptando malos hábitos e identificando métodos que dificulten la implementación lean.

El proceso del VSM incluye tres pasos principales:

- Análisis del Estado Actual.
- Análisis del Estado Futuro.
- Plan de Implementación.

2.3.3 ANALISIS DEL ESTADO ACTUAL

Con este paso se observa y entiende el flujo de valor actual del proceso en el piso de manufactura o área en el cual se desarrolla el proceso.

La terminación del Mapa del Estado Actual provee una oportunidad para identificar el desperdicio y es el inicio del proceso de solución de problemas para un flujo de valor.

Ayuda exponiendo los obstáculos para un flujo lean a través de diagnosticar las condiciones de los sistemas. Cada obstáculo identificado es una fuente de desperdicio y un trampolín para el mejoramiento.

Puntos a considerar para la creación del VSM actual:

- Seleccione una familia de producto.
- Forme un equipo.
- Entienda la demanda del cliente del estado actual.
- Análisis del estado actual del flujo del proceso.
- Análisis del estado actual del flujo del material.
- Análisis del estado actual del flujo de la información.
- Calcule el Tiempo Total de Ciclo del Producto del estado actual.
- Detalle las actividades fuera de línea del estado actual (opcional).

2.3.4 ANÁLISIS DEL ESTADO FUTURO

El Mapa del Estado Futuro, es la base para el plan de implementación y provee alternativas o soluciones que transformaran el sistema actual en un sistema de flujo Lean.

El Mapa del Estado Futuro puede tomar varios intentos antes de alcanzar el estado final.

El primer intento puede asumir seguir utilizando los pasos del proceso y el equipo existente y enfocarse en sencillos mejoramientos para eliminar el desperdicio.

Intentos subsecuentes del estado futuro pueden ir más allá de estos límites para crear un estado ideal a través de incrementar embarques de los proveedores, limitando el tiempo muerto, cambiando el diseño del producto, etc.

2.3.5 OBJETIVOS DE MAPA DE CORRIENTE DE VALOR

- Provee un medio para visualizar el flujo de información y el producto en todo el flujo de valor.
- Facilita la identificación y las fuentes del desperdicio.
- Apoya dando prioridad a las actividades de mejoramiento continuo en el ámbito de la planta y los flujos de valor.
- Provee las bases para el desarrollo del Plan de la Localidad (la organización).

2.3.6 PUNTOS A CONSIDERAR PARA DIBUJAR EL MAPA

1. Siempre recolecte información del estado actual mientras recorra usted mismo los caminos actuales de los flujos de material e información.
2. Empiece con una caminata rápida a lo largo de toda la corriente de valor de puerta a puerta, para obtener un sentido del flujo y la secuencia de los procesos. Después de una caminata rápida, regrese y recolecte información en cada proceso.

3. Empiece en el extremo de embarque y el trabajo de corriente alta, en lugar de empezar en el área de recibo y caminar corriente abajo. De esta forma empezará con los procesos que están más unidos directamente con el cliente, que establecerá el camino para los demás procesos más allá en la corriente alta.
4. Lleve su cronómetro y no se atenga a los tiempos estándar o información que no obtenga usted personalmente. Los números en un archivo rara vez reflejan la realidad actual. Su capacidad para prever un estado futuro depende en ir personalmente a donde está la acción, comprendiendo y tomando tiempo de lo que está sucediendo.

2.3.7 TIEMPO EN LA PRODUCTIVIDAD

¿Por qué el enfoque en tiempo?

La cantidad de tiempo que el material pasa en una organización está estrechamente relacionada con la cantidad del costo controlable incurrido y el flujo de efectivo de la operación.

El material requiere espacio en el piso, sistemas de control, procesamiento y manejo, mucho de lo que agrega poco valor al mismo tiempo que aumenta el costo del producto.

Cuando se reduce el Tiempo Total del Ciclo del Producto, la habilidad para responder a cambios en la demanda del cliente mejorará significativamente, resultando en la habilidad de practicar el envío rápido y con costo efectivo como una ventaja competitiva.

TIEMPO DE CICLO (C/T)

Es la frecuencia con la que una pieza o producto se termina realmente en un proceso, tomando el tiempo que le toma a un operador pasar por todos los elementos de su trabajo antes de repetirlos.

TIEMPO DE VALOR AGREGADO (VA)

Es el tiempo de los elementos de trabajo que realmente transforman el producto de un modo que el cliente está dispuesto a pagarlo.

TIEMPO DE ENTREGA (L/T)

Es el tiempo que le toma una pieza a moverse a lo largo de su proceso de manufactura.

¿Qué es Tiempo Total del Ciclo del Producto?

El Tiempo ciclo de producción es el camino más largo de tiempo de proceso desde que se recibe la materia prima hasta que se embarca el producto terminado.

El camino más largo, o crítico, es la respuesta más rápida posible a una orden del cliente con un producto terminado.

Takt Time

La velocidad del ciclo a la cual la producción debe correr para cumplir la demanda del cliente. Es un incremento calculado de tiempo que debe reflejar la velocidad a la cual el cliente requiere una parte, relativa al tiempo de operación de una línea o pieza de equipo.

TIEMPO DE CICLO PLANEADO (PCT)

El Tiempo de Ciclo Planeado (PCT) es una modificación al Takt Time basado en el objetivo de la disponibilidad Operacional y un factor de carga de calidad (QLF).

El PCT es la fase en la cual la célula o la línea se espera que corra para lograr el Takt Time.

La diferencia entre el Tiempo de Ciclo Planeado y el Takt Time representa desperdicios en el sistema, los cuales deben ser eliminados.

DISPONIBILIDAD OPERACIONAL

Criterios de aplicación

El tiempo muerto planeado se captura en el tiempo de corrida programado

La Disponibilidad Operacional incluye tiempo perdido. No es recomendado incluir esta pérdida en el diseño de la línea. Examine el historial de tiempo muerto y tiempo perdido para determinar verdaderos niveles de tiempo muerto individual de la maquinaria que no incluye tiempo perdido.

El tiempo muerto (DT) para un grupo de máquinas en secuencia es más alto que el promedio de sus tiempos muertos individuales.

$$\text{DISPONIBILIDAD OPERACIONAL} = \frac{\text{Tiempo de corrida actual}}{\text{Tiempo de corrida programada}} \times 100$$

Tiempo de corrida actual =

$$= \text{Tiempo de corrida programado} - (\text{DT} + \text{LT} + \text{C/O})$$

LT = Tiempo perdido (no planeado: no relacionado al equipo)

DT = Tiempo muerto (no planeado: equipo solamente)




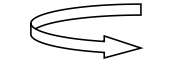
C/O = Tiempo de cambio de herramental

2.3.8 ELEMENTOS PARA ELABORAR UNA CADENA DE VALOR

La simbología más utilizada para la elaboración de un VSM es la siguiente:

ICONO	REPRESENTA	NOTAS
	PROCESO DE MANUFACTURA	Indica 1 Caja de proceso. Este icono es usado también para departamentos como control de la producción o embarques.
	FUENTES EXTERNAS	Se usa para mostrar clientes, proveedores y procesos de manufactura externos a la planta y/o organización
	CAJA DE DATOS	Usado para registrar información relacionada con un proceso de manufactura, un departamento, un cliente
	INVENTARIO	Indica la existencia de inventarios antes y después de cada proceso. Anotar la cantidad y tiempos que representa-
	MOVIMIENTO DE MATERIAL DE PRODUCCIÓN MEDIANTE EMPUJE	El material que se produce y se mueve hacia adelante antes que el siguiente proceso lo necesite (generalmente basándose en un programa)
	MOVIMIENTO DE PRODUCTO TERMINADO HACIA EL CLIENTE	Indica el movimiento del producto terminado que se mueve de acuerdo a lo que requiere el siguiente proceso
	CAMIÓN DE EMBARQUE	Indica los embarques recibidos de materia prima y los embarques realizados de producto terminado. A las frecuencias de los embarques
	SUPERMERCADO	Indica un inventario controlado de piezas que se usan para programar la producción en un proceso corriente arriba
	FLUJO DE INFORMACIÓN MANUAL	Indica la información recibida o generada en forma manual, por ejemplo programas de producción o programas de embarque.
	FLUJO DE INFORMACIÓN ELECTRÓNICA	Indica la información recibida o generada por medios electrónicos, por ejemplo: sistemas electrónicos.
	INFORMACIÓN	Describe un flujo información
	KANBAN DE PRODUCCIÓN	El Kanban "uno por contenedor". Es la tarjeta o dispositivo que le dice a un proceso cuántos y de cuáles pueden producirse y da permiso para hacerlo

2.10 Simbología usada en VSM

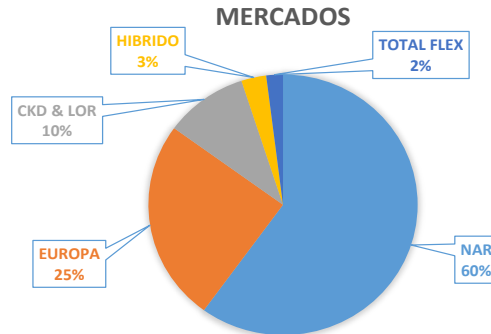
	KANBAN DE RETIRO	Indica la tarjeta o dispositivo que dice la cantidad del material que debe ser movido al siguiente proceso.
	KANBAN DE SEÑAL	Indica una señal de Kanban por lotes. Se utiliza en partes del proceso que requieran fabricar en lotes
	BOLA PARA JALAR EN SECUENCIA	Da la instrucción de producir de inmediato un tipo y cantidad predeterminada de producto (generalmente una unidad).
	POSTE KANBAN	Indica el lugar en el cual se recolectan y retiran para su transporte las señales de Kanban.
	KANBAN QUE LLEGA EN LOTES	Indica llegada de tarjetas Kanban por lotes
	VELACIÓN DE CARGAS	Indica herramienta para interceptar lotes de kanban y que nivelan el volumen y la mezcla por un tiempo determinado
	PROGRAMACIÓN DE PRODUCCIÓN DE "IR A VER"	Indica ajuste de programas basándose en la verificación de los niveles de inventario (realización de inventarios para conocer realmente las cantidades existentes)
	TRANSFERENCIA DE CANTIDADES CONTROLADAS DE MATERIAL	Indica un dispositivo para limitar la cantidad y asegurar el flujo PEPS de material entre procesos.
	OPERADOR	Indica un operador en un puesto de trabajo
	PIZARRÓN KANBAN	Indica un lugar cerca del área de trabajo, en el cual se acumulan las señales de pull (se indican en colores, amarillo, verde, rojo)
	FLUJO SECUENCIAL	Indica un flujo continuo secuenciado. Deben ser anotadas las cantidades máximas.
	ACCESORIO FIFO	Indica el flujo continuo FIFO. Deben ser anotadas las cantidades máximas de material que se mueven
	SÍMBOLO KAISEN DE EXPLOSIÓN	Enfatiza las necesidades de mejora en procesos específicos que son críticos para lograr la visión de la corriente de valor.
	EXISTENCIAS DE SEGURIDAD O AMORTIGUADORES	Indica inventarios que pueden ser de seguridad o amortiguadores. Se debe anotar si es existencia de seguridad o amortiguador
	RETIRO	Indica retiro de materiales, generalmente desde un supermercado

2.11 Simbología usada en VSM

CAPITULO 3 SITUACION ACTUAL EN SMM EN SEBN MX

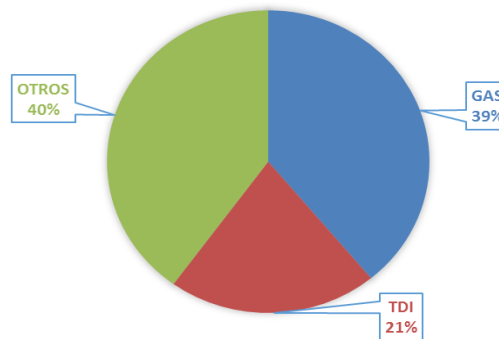
3.1 ELECCION DE LÍNEA A ANALIZAR

La empresa SEBN MX produce Bordnetze en sus 5 líneas de ensamble a las que se le demandan la producción total de autos en la proporción que indica la gráfica siguiente:



3.1 Gráfica demanda total

Y a su vez del porcentaje total de cada mercado se divide principalmente en dos tipos en dos tipos, GAS y TDI:



3.2 Gráfica porcentaje de cada mercado

Con lo anterior enfocaremos nuestro proyecto a la familia NAR – GAS buscando tener un mayor impacto en las propuestas de mejora.

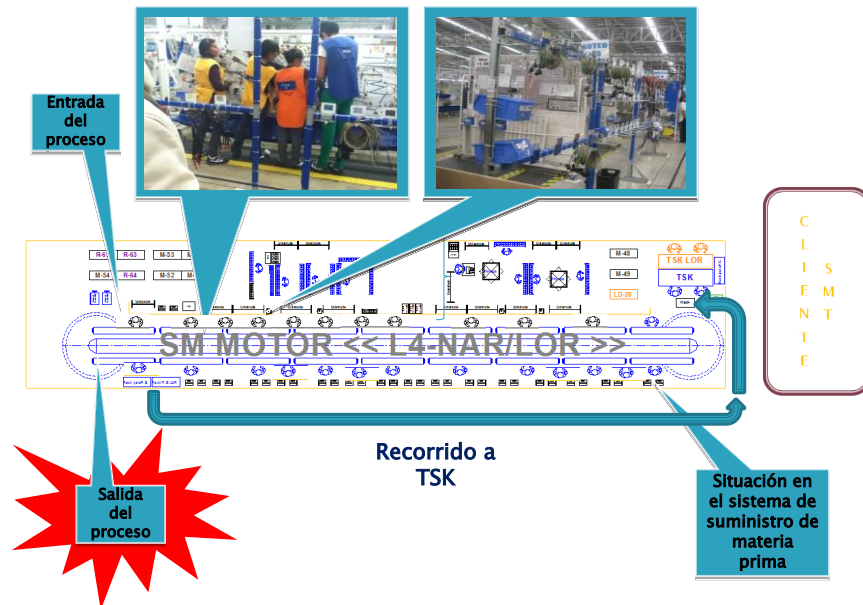
Del 100% de la demanda de los Bordnetze de la familia NAR – GAS sólo corren en las líneas 1,2 y 4 en una proporción para cada línea de:

- Línea 1 - 39.90%
- Línea 2 - 5.54%
- Línea 4 - 54.56%

Con lo anterior se decide que el análisis se realice enfocado al SMM de la línea cuatro de la planta SEBN MX.

3.2 PROCESO ACTUAL EN SMM L4

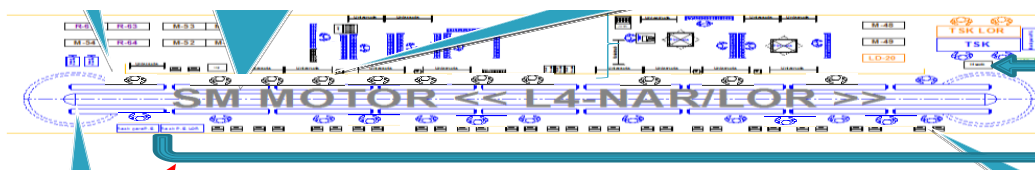
En la siguiente imagen se ilustrará el estado del proceso actual:



3.3 Área de SMM línea 4

La entrada del proceso como se indica en la imagen, es al inicio del carrusel con los carritos que llegan de nave 2 con los kits *MOMO - SITR - VTM* los cuales son escaneados al igual que los tableros en los que van a ser montados para validar que la versión del Bordnetze a producir coincide con la versión que puede producir el tablero del carrusel. Una vez que se verifica que la versión del KIT es la misma que la del tablero se empieza con el montaje de los kits en el tablero para su ensamble. El ensamble del módulo motor se divide en 25 estaciones que se encuentran distribuidas dentro de todo el recorrido del carrusel, y que dichas estaciones se encuentran divididas en dos categorías, ruteos y encintados.

3.2.1 RUTEOS PRE ENSAMBLES Y ENCINTADOS



3.4 Estaciones en SMM línea 4 ruteos y encintados

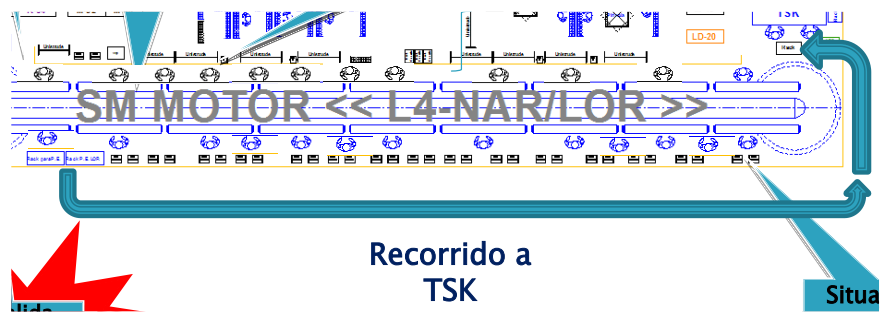
Para cada estación que se encuentra en el carrusel, le corresponde un operador para realizar los procesos que se requieren por puesto de trabajo.

Las primeras once estaciones corresponden a los *ruteos*, que son las operaciones en donde se colocan los circuitos y preensambles que se encuentran en los supermercados (proceso que será explicado posteriormente) de acuerdo a las instrucciones de trabajo y a las ayudas visuales que contienen los tableros donde montan los componentes.

Las estaciones de ruteos cuentan con estaciones de preensambles las cuales proveen de componentes a los supermercados ubicados en la línea y de los cuales el carrusel toma materiales. La función de estos es la de reducir los tiempos de las estaciones de ruteo.

Las siguientes catorce estaciones corresponden a los *encintados*, en los cuales se cubren los circuitos con cintas de diferentes características y al mismo tiempo que se les va dando la forma que necesita el Bordnetze para que sean funcional y estético.

3.2.2 TRASLADO Y PRUEBA TSK



3.5 Traslado de rack de espera a TSK

En esta parte del proceso el Módulo Motor está completo y listo para ser trasladado a la prueba TSK, para esto pasa a un rack de espera donde una de las personas de logística con ayuda de un carrito lo toma y realiza un recorrido hasta la prueba TSK.

Una vez que el Módulo Motor se encuentra en la zona de prueba TSK, se coloca en otro rack de espera que se encuentra en esta área de donde al ser requerido los operadores lo tomarán y le aplicarán la prueba eléctrica, Si nuestro módulo funciona correctamente pasará a un rack de espera ubicado en el SMT, de lo contrario este se mandará a la zona de re trabajos.

3.3 ANALISIS DE LA PRODUCCION ACTUAL

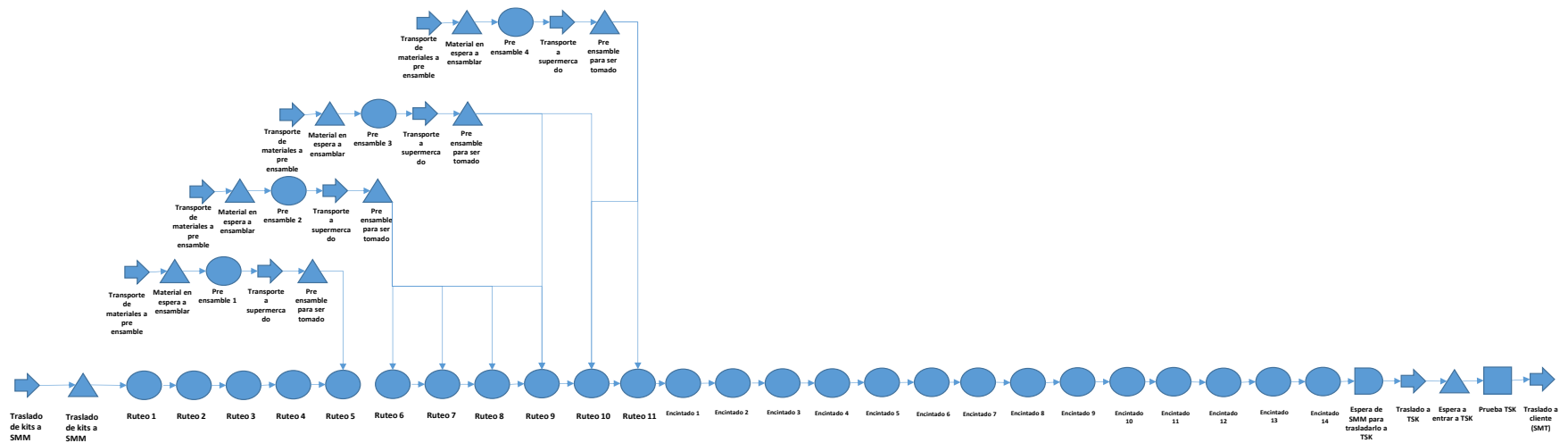
Para este apartado del proyecto se usarán las herramientas de Lean Manufacturing para poder entender e identificar el área de oportunidad en donde se pueden realizar mejoras en el proceso de producción.

Se usarán herramientas que nos ayudarán obtener información de cómo fluye el proceso, identificar las áreas donde se tienen oportunidades de realizar mejoras y una vez teniendo claro nuestro proceso podremos realizar nuestro proceso con ayuda de un VSM.

La primera herramienta que se usará para poder identificar y entender las partes del proceso será la elaboración de un diagrama de precedencia, posteriormente teniéndolos identificados se evaluarán en un diagrama de análisis de valor para ver que pasos son los que no son necesarios y no le agregan valor a nuestro producto. Teniendo lo anterior se realizará un VSM para poder tener un panorama más completo de las mejoras que se pueden realizar.

3.3.1 DIAGRAMA DE PROCESO ACTUAL

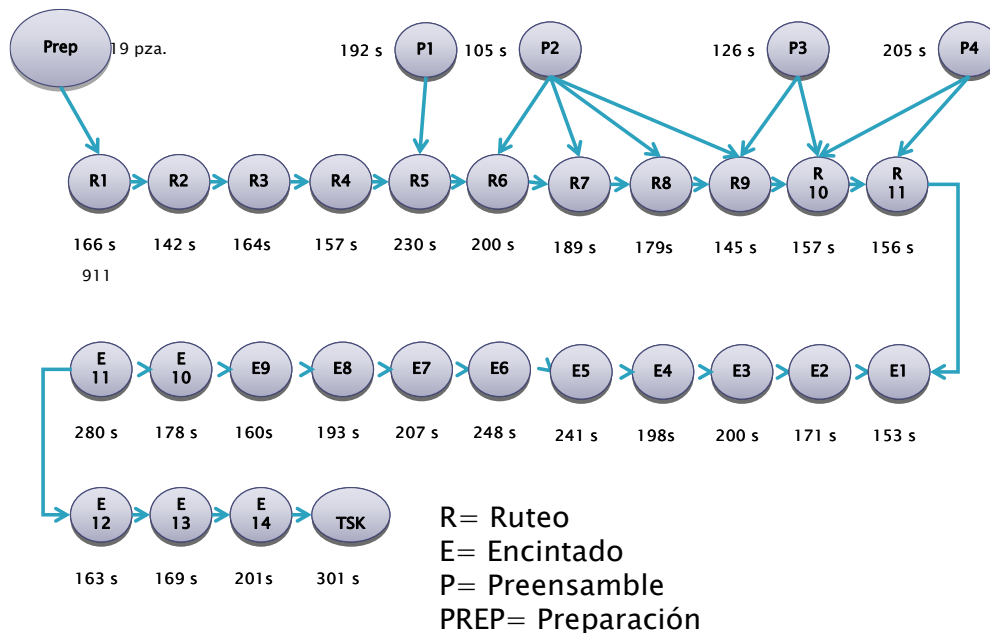
Para tener una idea correcta de los flujos en los procesos del SMM lo ilustraremos en el siguiente diagrama de proceso y así plasmar la situación actual:



3.6 Diagrama de proceso SMM actual

3.3.2 DIAGRAMA DE PRECEDENCIA ACTUAL

Para entender de una mejor manera nuestro proceso e identificar los flujos del mismo, conveniente realizar un diagrama de precedencia y tener un panorama de que operaciones se necesitan realizar y con que condiciones. Aquí podemos ver que nuestro proceso es muy lineal y que nuestros procesos de preensamble (P1, P2, 3 Y P4), están diseñados para reducir el tiempo de los ruteos y así estos puedan cumplir con la demanda del carrusel.



3.7 Diagrama de precedencia actual

3.3.3 DIAGRAMA DE ANALISIS DE VALOR ACTUAL

A continuación realizaremos un diagrama de análisis de valor para el proceso actual del SMM de la línea 4 llenándola con la información de nuestra línea.

En este podemos ver que tenemos varias áreas de oportunidad, principalmente hay oportunidades en cuanto a recorridos que no son necesarios, balanceo de línea en todas las estaciones de trabajo.

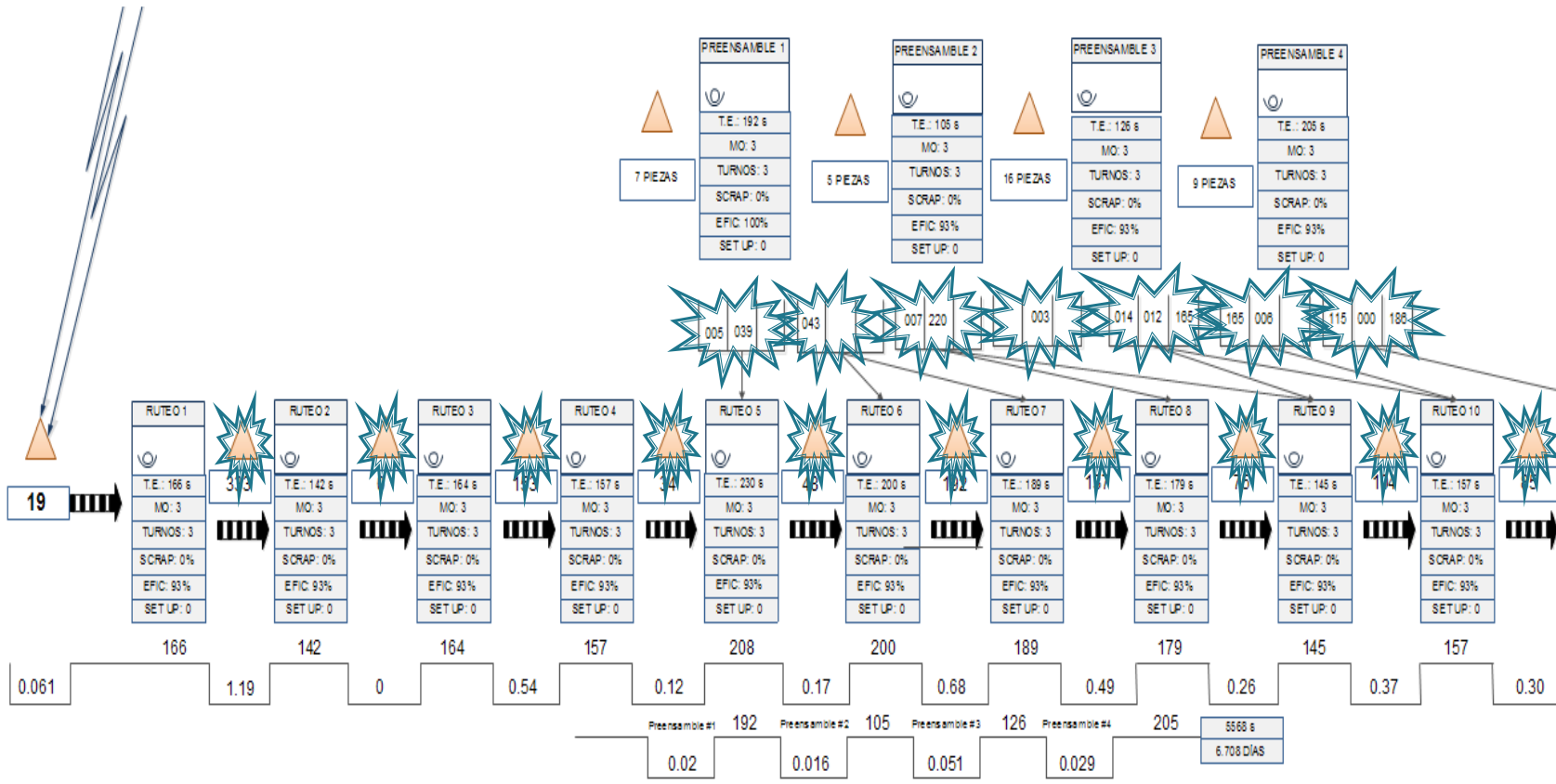
OPERACIÓN	SÍMBOLO					T.E.	DISTANCIA (METROS)	AV	NAV		OBSERVACIONES
	OPERACIÓN	INSPECCION	TRANSPORTE	INVENTARIO	DEMORA				NECESARIO	NO NECESARIO	
Transporte de motores de nave 3 a SMM	●	■	→	▲	■	164	109		X		
Espera para entrar a SMM	●	■	→	▲	■	292	0		X		
Ruteo 1	●	■	→	▲	■	166	4	X			Balanco de línea
Ruteo 2	●	■	→	▲	■	142	4	X			Balanco de línea
Ruteo 3	●	■	→	▲	■	164	4	X			Balanco de línea
Ruteo 4	●	■	→	▲	■	157	4	X			Balanco de línea
Transporte de componentes a preensamble 1	●	■	→	▲	■	147	98		X		Reducción de Recorrido
Componentes en espera a ser ensamblados	●	■	→	▲	■	96	0		X		
Preensamble 1	●	■	→	▲	■	190	3	X			Balanco de cargas de trabajo
Colocación de preensamble en unistrude	●	■	→	▲	■	2	1.50				
Espera de preensamble 1 en unistrude	●	■	→	▲	■	292	0		X		
Ruteo 5	●	■	→	▲	■	208	4	X			Balanco de línea
Transporte de componentes a preensamble 2	●	■	→	▲	■	95	63		X		Reducción de Recorrido
Componentes en espera a ser ensamblados	●	■	→	▲	■	105	0		X		
Preensamble 2	●	■	→	▲	■	103	3.5	X			Balanco de cargas de trabajo
Colocación de preensamble en unistrude	●	■	→	▲	■	4	2				
Espera de preensamble 2 en unistrude	●	■	→	▲	■	292	0		X		
Ruteo 6	●	■	→	▲	■	200	4	X			Balanco de línea
Ruteo 7	●	■	→	▲	■	189	4	X			Balanco de línea
Ruteo 8	●	■	→	▲	■	179	4	X			Balanco de línea
Transporte de componentes a preensamble 3	●	■	→	▲	■	119	79		X		Reducción de Recorrido
Componentes en espera a ser ensamblados	●	■	→	▲	■	126	0		X		
Preensamble 3	●	■	→	▲	■	121	3	X			Balanco de cargas de trabajo
Colocación de preensamble en unistrude	●	■	→	▲	■	5	3.20				
Espera de preensamble 3 en unistrude	●	■	→	▲	■	292	0		X		
Ruteo 9	●	■	→	▲	■	145	4	X			Balanco de línea
Transporte de componentes a preensamble 4	●	■	→	▲	■	131	87		X		Reducción de Recorrido
Componentes en espera a ser ensamblados	●	■	→	▲	■	244	0		X		
Preensamble 4	●	■	→	▲	■	237	10	X			Balanco de cargas de trabajo
Colocación de preensamble en unistrude	●	■	→	▲	■	7	4		X		
Espera de preensamble 4 en unistrude	●	■	→	▲	■	292	0		X		
Ruteo 10	●	■	→	▲	■	157	4	X			Balanco de línea
Ruteo 11	●	■	→	▲	■	156	4	X			Balanco de línea
Encintado 1	●	■	→	▲	■	153	3.50	X			Balanco de línea
Encintado 2	●	■	→	▲	■	171	3.65	X			Balanco de línea
Encintado 3	●	■	→	▲	■	200	3.50	X			Balanco de línea
Encintado 4	●	■	→	▲	■	198	2.98	X			Balanco de línea
Encintado 5	●	■	→	▲	■	241	3.63	X			Balanco de línea
Encintado 6	●	■	→	▲	■	248	3.75	X			Balanco de línea
Encintado 7	●	■	→	▲	■	206	3.50	X			Balanco de línea
Encintado 8	●	■	→	▲	■	193	3.60	X			Balanco de línea
Encintado 9	●	■	→	▲	■	160	3.41	X			Balanco de línea
Encintado 10	●	■	→	▲	■	178	3.50	X			Balanco de línea
Encintado 11	●	■	→	▲	■	280	4	X			Balanco de línea
Encintado 12	●	■	→	▲	■	163	3.46	X			Balanco de línea
Encintado 13	●	■	→	▲	■	169	3.50	X			Balanco de línea
Encintado 14	●	■	→	▲	■	201	3.50	X			Balanco de línea
Espera de SMM a ser transportado a TSK	●	■	→	▲	■	103	0			X	Cambio de Layout
Traslado a TSK	●	■	→	▲	■	21	49			X	Reducción de Recorrido
Espera en rack de entrada a TSK	●	■	→	▲	■	36	0		X		
Prueba TSK	●	■	→	▲	■	161	1.5		X		Secuencia de Trabajo
Traslado a SMT (Cliente)	●	■	→	▲	■	15	6.0		X		Eliminar tiempo con un conveyor
						8316	616				

3.8 Tabla diagrama análisis de valor actual

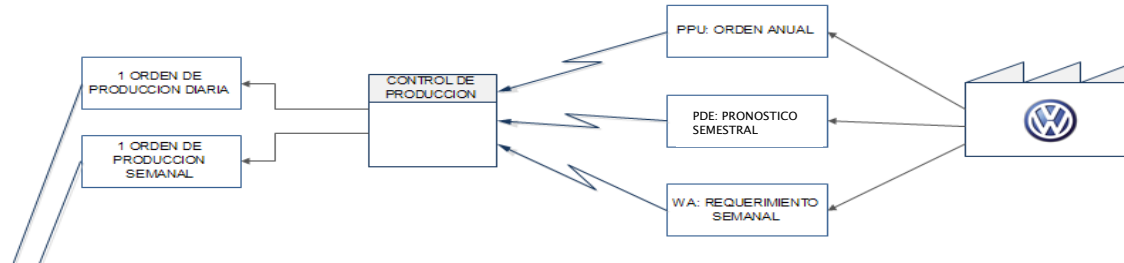
3.3.4 VSM

Para la elaboración de nuestro VSM debemos tener un buen conocimiento del funcionamiento del mismo las herramientas que se hemos utilizado con anterioridad nos servirán para lograr esto. Es muy conveniente realizar un recorrido con una persona que conozca el proceso para que pueda aclarar nuestras dudas.

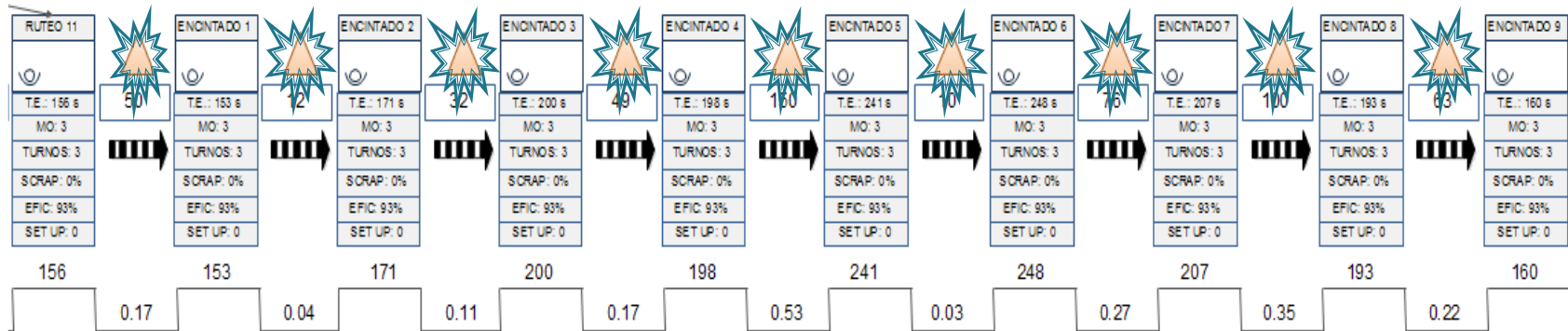
De acuerdo con información proporcionada se están produciendo 236 piezas menos de las que se programan semanalmente (1973 piezas planeadas contra 1737 piezas reales) ya que el tiempo tacto de nuestra línea para cumplir lo programado debe de ser 3.76 minutos y lo que estamos obteniendo actualmente es de 4.86 minutos. También se tiene un inventario de 6.7 días dentro de nuestro proceso el cual se buscará reducir.



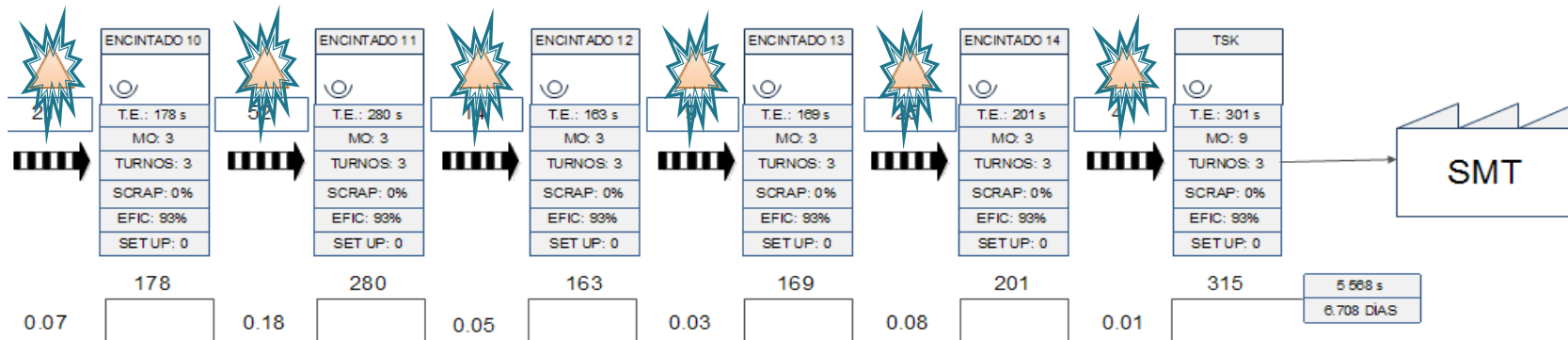
3.9 VSM actual



Mejoras en Inventarios



3.10 VSM actual



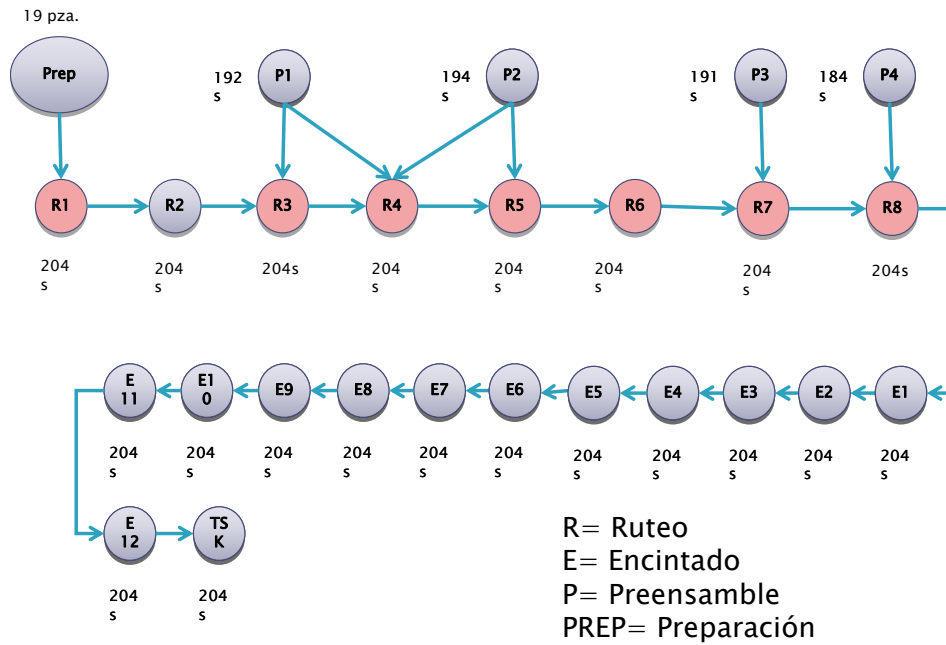
3.11 VSM actual

CAPITULO 4 SITUACION FUTURA EN SMM EN SEBN MX

Realizado lo anterior gestionaremos una propuesta óptima para cumplir con los requerimientos de nuestro cliente buscando la reducción de nuestro tiempo tacto, reducción de nuestros días de inventario dentro de nuestro proceso, realizar un balance de cargas de trabajo tanto dentro de las operaciones que se realizan dentro del carrusel como los preensambles.

4.1 DIAGRAMA DE PRECEDENCIA FUTURO

Para un rendimiento adecuado en nuestra línea de producción debemos de realizar un balance de los procesos de nuestro carrusel a 204 segundos para cada uno. Para las operaciones de pre ensambles de distribuye los ensambles que realiza cada uno para repartir las cargas de trabajo.



3.12 Diagrama de precedencia futuro

4.2 BALANCEO DE LINEA

Para el balanceo de línea en lo que respecta a los ruteos, se tomaron tiempos para identificar cuánto tiempo se requiere para rutear cada módulo y obtener el total de cuánto tiempo total se requiere para cada posición de ruteo. Teniendo en cuenta lo anterior se distribuyó los módulos a rutear para lograr una mejor distribución. En la tabla siguiente se incluyen dos tablas una con los tiempos y distribuciones actuales y otra tabla con los datos futuros.

Actual			
Ruteo	Módulo	Tiempo (seg)	Total
Ruteo 1	911	166	166
Ruteo 2	000	25	142
	014	25	
	342	53	
	008	39	
Ruteo 3	342	164	164
Ruteo 4	342	157	157
Ruteo 5	005	37	208
	039	98	
	043	62	
Ruteo 6	043	15	199
Ruteo 7	191	109	188
	015	45	
	014	34	
Ruteo 8	220	84	179
	015	36	
	007	57	
Ruteo 9	007	34	145
	014	23	
	911	28	
	342	25	
	006	35	
Ruteo 10	012	40	157
	165	98	
	006	19	
Ruteo 11	186	73	155
	000	63	
	911	30	
Total			1735

Futuro			
Ruteo	Módulo	Tiempo (seg)	Total
Ruteo 1	911	136	204
	342	68	
Ruteo2	000	25	204
	014	25	
	342	139	
	008	15	
Ruteo 3	342	167	204
	005	37	
Ruteo 4	039	109	204
	043	95	
Ruteo 5	043	166	204
	165	38	
Ruteo 6	165	50	204
	191	109	
	015	45	
Ruteo 7	220	84	204
	007	59	
	015	61	
Ruteo 8	186	73	204
	000	52	
	012	40	
	006	39	
Total			1632

3.13 Tabla balanceo de línea Actual y Futuro (Ruteos)

En cuanto a encintados se mismo se tomó el tiempo que requiere cada posición del carrusel y que módulos son los que encinta y se realizó una propuesta de balanceo futura en donde se reparte mejor la carga de trabajo y se tienen tiempos más parejos en las posiciones. Las siguientes tablas muestran la carga de trabajo actual en segundos y una tabla de la situación que se propone.

MODULO	TIEMPO (S)
ENCINTADO 1	
007	153
005	
ENCINTADO 2	
005	170
043	
ENCINTADO 3	
043	199
ENCINTADO 4	
043	197
ENCINTADO 5	
165	240
015	
ENCINTADO 6	
165	248
342	
ENCINTADO 7	
342	206
039	
ENCINTADO 8	
039	192
220	
ENCINTADO 9	
220	159
191	
ENCINTADO 10	
014	177
012	
ENCINTADO 11	
186	280
006	
ENCINTADO 12	
911	162
ENCINTADO 13	
911 AUX.	168
ENCINTADO 14	
911 DESCARGA	201
	2752

MODULO	TIEMPO (S)
ENCINTADO 1	
007	204
005	
ENCINTADO 2	
043	204
ENCINTADO 3	
043	204
ENCINTADO 4	
043	204
012	
ENCINTADO 5	
014	204
165	
ENCINTADO 6	
165	204
342	
ENCINTADO 7	
342	204
006	
ENCINTADO 8	
220	204
ENCINTADO 9	
191	204
186	
ENCINTADO 10	
186	204
191	
ENCINTADO 11	
911 AUX.	204
ENCINTADO 12	
911 AUX. DESCARGA	204
	2244

3.14 Tabla balanceo de línea actual y futuro (Encintados)

En los preensambles se tiene el número de preensambles que se necesitan hacer en cada estación y su tiempo de cada una, posteriormente se realizó un ajuste en cuanto a que cantidad se propone que hagan por cada estación.

TIEMPOS PREENSAMBLES ACTUAL			
	ACTUALES	DEMANDA	MIN
P1	96	2	3.2
P2	105	1	1.75
P3	63	3	3.15
P4	40	6	4

TIEMPOS PREENSAMBLES FUTURO			
	FUTUROS	DEMANDA	MIN
P1	96	2	3.2
P2	97	2	3.23
P3	63	3	3.15
P4	36	5	3

3.15 Tabla balanceo de línea actual y futuro (Preensambles)

4.3 DIAGRAMA DE ANALISIS DE VALOR FUTURO

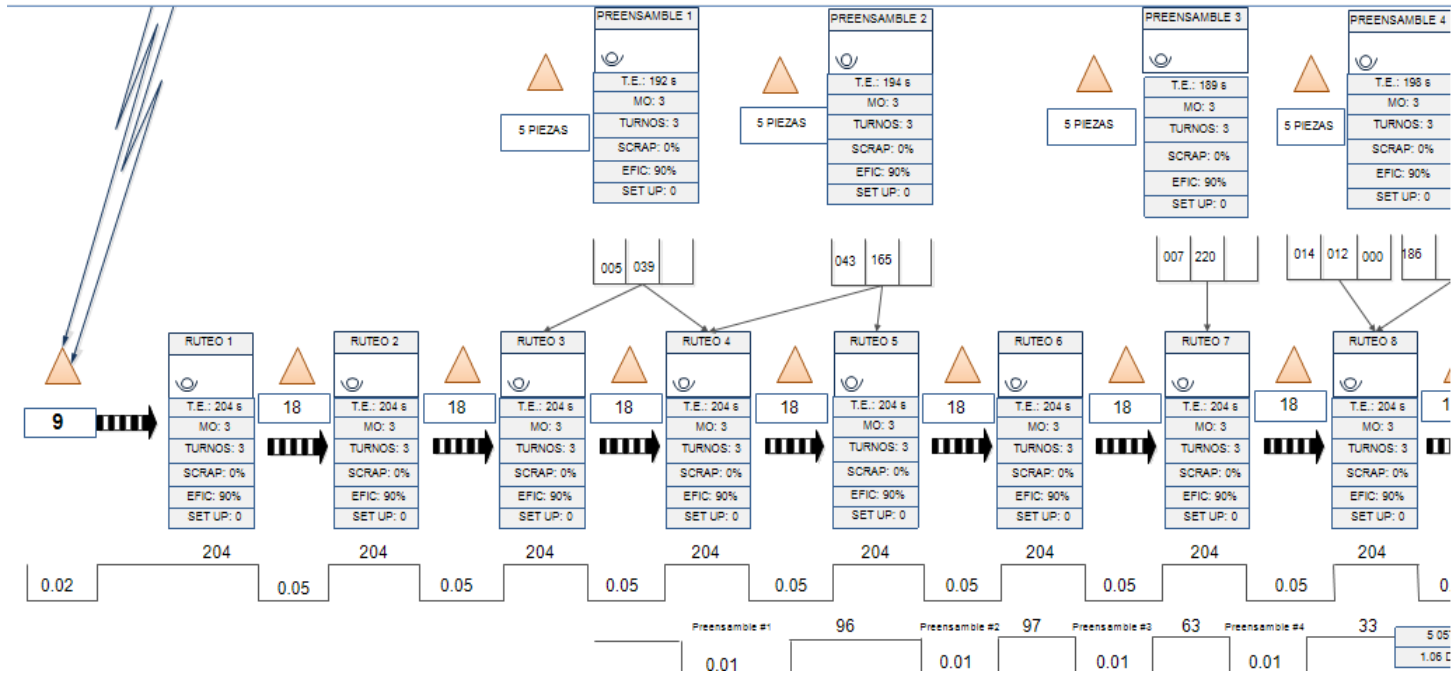
Para nuestro diagrama de análisis de valor futuro se pudieron reducir el número personas en ruteos y encintados (cinco personas menos en total, tres ruteos menos y dos encintados), aunque no disminuyo nuestro tiempo total ya que fue una distribución del tiempo. Lo que nos redujo el tiempo total fue el cambio de lay out que se propone con lo que eliminamos la espera a ser trasladado y el traslado.

OPERACIÓN	PRESENTE					T.E.	DISTANCIA (METROS)	AV	NAV		OBSERVACIONES
	SÍMBOLO								NECESARIO	NO NECESARIO	
	OPERACIÓN	INSPECCION	TRANSPORTE	INVENTARIO	DEMORA						
Transporte de motores de nave 3 a SMM	●	■	→	▲	■	164	109			x	
Espera para entrar a SMM	●	■	→	▲	■	292	0			x	
Ruteo 1	●	■	→	▲	■	204	3.96	x		x	
Ruteo 2	●	■	→	▲	■	204	3.96	x		x	
Transporte de componentes a preensamble 1	●	■	→	▲	■	147	98			x	
Preensamble 1	●	■	→	▲	■	190	3	x		x	
Colocación de preensamble en unistrude	●	■	→	▲	■	2	1			x	
Espera de preensamble 1 en unistrude	●	■	→	▲	■	204	0			x	
Ruteo 3	●	■	→	▲	■	204	3.96	x		x	
Transporte de componentes a preensamble 2	●	■	→	▲	■	95	63			x	
Componentes en espera a ser ensamblados	●	■	→	▲	■	204	0			x	
Preensamble 2	●	■	→	▲	■	95	2			x	
Colocación de preensamble en unistrude	●	■	→	▲	■	2	1			x	
Espera de preensamble 2 en unistrude	●	■	→	▲	■	204	0			x	
Ruteo 4	●	■	→	▲	■	204	3.96	x		x	
Ruteo 5	●	■	→	▲	■	204	3.96	x		x	
Ruteo 6	●	■	→	▲	■	204	3.96	x		x	
Transporte de componentes a preensamble 3	●	■	→	▲	■	119	79			x	
Componentes en espera a ser ensamblados	●	■	→	▲	■	204	0			x	
Preensamble 3	●	■	→	▲	■	58	2	x		x	
Colocación de preensamble en unistrude	●	■	→	▲	■	5	3			x	
Espera de preensamble 3 en unistrude	●	■	→	▲	■	204	0			x	
Ruteo 7	●	■	→	▲	■	204	3.96	x		x	
Transporte de componentes a preensamble 4	●	■	→	▲	■	131	87			x	
Componentes en espera a ser ensamblados	●	■	→	▲	■	204	0			x	
Preensamble 4	●	■	→	▲	■	30	2	x		x	
Colocación de preensamble en unistrude	●	■	→	▲	■	7	4			x	
Espera de preensamble 4 en unistrude	●	■	→	▲	■	204	0			x	
Ruteo 8	●	■	→	▲	■	204	3.96	x		x	
Encintado 1	●	■	→	▲	■	204	3.96	x		x	
Encintado 2	●	■	→	▲	■	204	3.96	x		x	
Encintado 3	●	■	→	▲	■	204	3.96	x		x	
Encintado 4	●	■	→	▲	■	204	3.96	x		x	
Encintado 5	●	■	→	▲	■	204	3.96	x		x	
Encintado 6	●	■	→	▲	■	204	3.96	x		x	
Encintado 7	●	■	→	▲	■	204	3.96	x		x	
Encintado 8	●	■	→	▲	■	204	3.96	x		x	
Encintado 9	●	■	→	▲	■	204	3.96	x		x	
Encintado 10	●	■	→	▲	■	204	3.96	x		x	
Encintado 11	●	■	→	▲	■	204	3.96	x		x	
Encintado 12	●	■	→	▲	■	204	3.96	x		x	
Espera en rack de entrada a TSK	●	■	→	▲	■	36	0			x	
Prueba TSK	●	■	→	▲	■	161	1.5			x	
Traslado a SMT (Conveyor)	●	■	→	▲	■	12	4.4				
						7054	539				

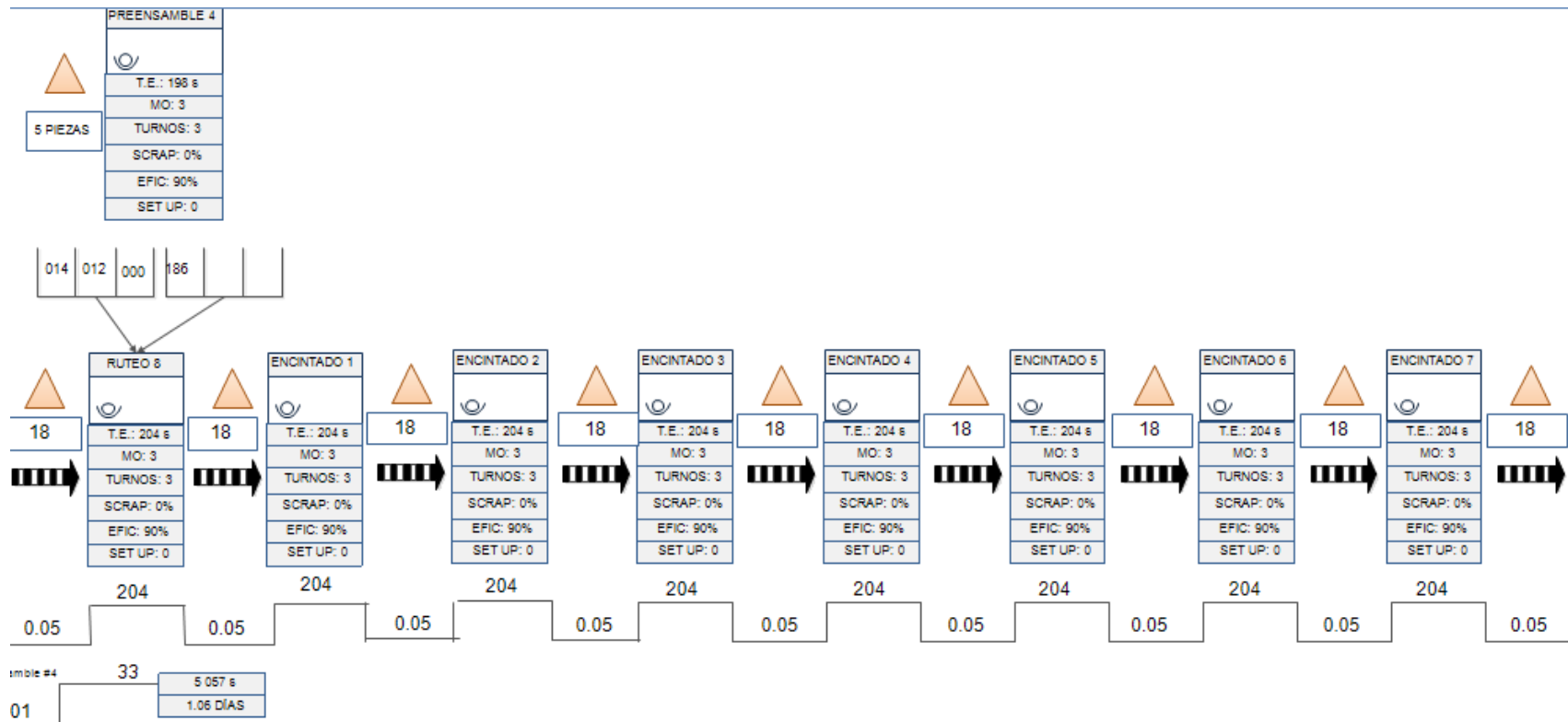
3.16 Tabla diagrama de análisis de valor futuro

4.4 VSM FUTURO

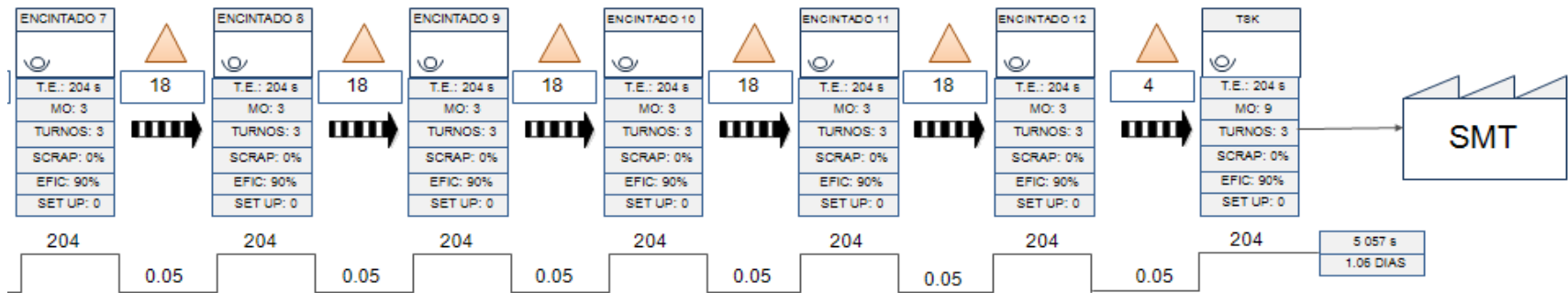
Los beneficios que tenemos en nuestro proceso como lo podemos ver es la reducción de las personas en ruteos de 11 personas a 8, para la zona de los encintados se consigue la reducción de 14 a 12 personas, además se propone una reducción del material a 1.06 días de inventario en nuestro proceso.



3.17 VSM de SMM futuro



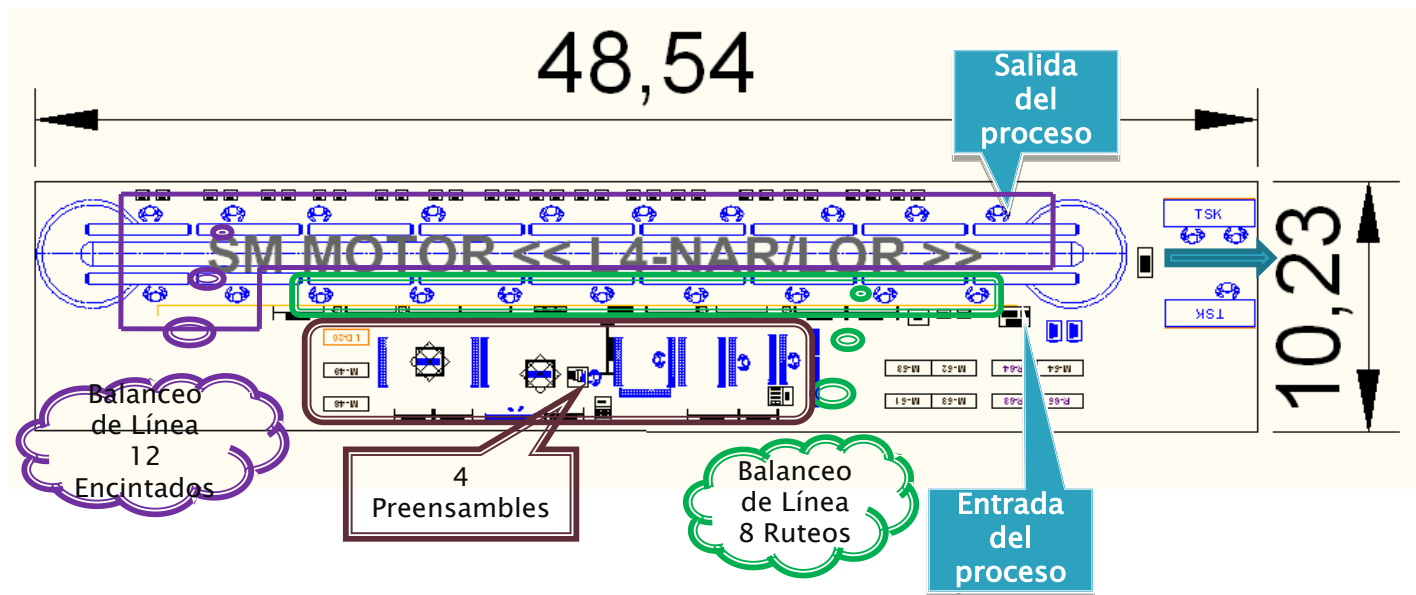
3.18 VSM de SMM futuro



3.19 VSM de SMM futuro

4.5 DISTRIBUCIÓN DE LAY OUT SMM FUTURO

Buscando reducir el tiempo de espera de los ensamblajes a la prueba TSK se realiza una propuesta de lay out en donde se consigue que la salida del proceso quede más próxima a las máquinas de prueba eléctrica, con esto se obtiene un ahorro de un tiempo de espera a TSK de 108 segundos, un traslado de 48 metros a esta prueba eléctrica. También se logra quitar un rack de espera ya que las piezas pasarían directamente al rack de espera para TSK.



3.20 Lay out SMM futuro

4.5 ANALISIS ECONOMICO

En lo que respecta a la parte económica de proyecto se tendría el ahorro de 6 personas por turno, en la siguiente tabla se expresa el ahorro de personas en cuanto a dinero que es de \$691'200 anualmente.

Personal						
Comparativo	Salario	Trabajadores	Turnos	Días laborales al año	Gasto	Ahorro anual
Actual	\$ 128.00	33	3	300	\$ 3,801,600.00	
Propuesta	\$ 128.00	27	3	300	\$ 3,110,400.00	\$ 691,200.00

3.21 Tabla ahorro de personal

El gasto esperado para el reacomodo del lay out por concepto de movimiento del carrusel del SMM, instalación de nuevos Conveyor entre SMM y SMT, mano de obra para realizar el trabajo y que se obtendría por medio de tiempo extra a cargo del área de mantenimiento de SEBN MX y gasto por habilitación que se requieren después de los movimientos.

Inversiones	Cantidad	Costo	Total
Movimiento de carrusel	1	\$30,000	\$30,000
Conveyor	2	\$21,000	\$42,000
Mano de Obra (Tiempo extra)	15	\$200	\$3,000
Gastos por habilitación de línea	1	\$1,000	\$1,000
Total			\$76,000

3.22 Tabla gastos por movimientos de Lay out

CAPITULO 5 CONCLUSIÓN

Para poder realizar en un proceso una mejora es importante tener un buen conocimiento de la interacción entre los procesos, el realizar los diferentes tipos de diagramas nos ayudará a comprender el proceso de una manera adecuada e identificar los componentes en donde podemos realizar mejoras, es una buena ayuda que una persona que conozca el proceso te introduzca al mismo, ya que entenderlo de manera inadecuada o con datos incorrectos te puede llevar a tomar decisiones equivocadas.

El VSM nos es útil para identificar la cantidad de inventario que tenemos dentro de nuestros procesos y así poder ajustarlos al mínimo requerido y así evitar tener recursos en el lugar equivocado. No hay que perder de vista que el cálculo de este inventario debe de tener una holgura que contempla variaciones que de las demandas de producción y en las entregas de los materiales en sus puntos de usos.

Para realizar una mejora que impacte en el proceso productivo de un producto es necesario realizar mejoras o ajustes a lo largo de todos los procesos, desde el proceso de corte de cable hasta el acabado final, en esta proyecto por el tiempo disponible se decidió analizar exclusivamente el SMM, con el fin de aplicarlo, tomarlo de modelo para posteriormente poderlo aplicar en las demás áreas.

Para concluir el VSM nos ayudó a identificar que en general tenemos 6.7 días de inventario y que los podemos reducir a 1.06 días de inventario para disminuir los recursos que tenemos parados en la línea. Por medio de un cambio de lay out es viable eliminar un traslado un tiempo de espera y un traslado que nos ahorrará 124 segundos en la producción de cada Bordnetze. De acuerdo a los recorridos que se realizaron en la línea de producción se hace un balance de cargas de trabajo con lo cual se ahorran 6 operadores por cada turno, los cuales pueden ser utilizados para otras labores en la empresa.

GLOSARIO

ABS: Sistema antibloqueo de ruedas o frenos antibloqueo.

Bordnetze: Conjunto de cableado que conforma la instalación eléctrica del automóvil.

ESP: Control de estabilidad, actúa frenando individualmente las ruedas en situaciones de riesgo para evitar derrapes.

SMB: Súper Módulo Básico.

SMM: Súper Módulo Motor.

SMT: Súper Módulo Trasero.

TSK: Poka yoke usado para validar la continuidad eléctrica de los ensamblados.

VSM: Value Stream Mapping.

Cockpit: Habitáculo donde se tienen los instrumentos para el control de las funciones del auto.

Soldadura US: Soldadura que se puede usar para unir metales, se completa en menos de medio segundo, no generan calor y los cables pueden manejarse inmediatamente después de ser soldados.

SITR: Módulo en donde se colocan los fusibles que protegen a la instalación eléctrica del auto automóvil.

BIBLIOGRAFÍA

Jones, Daniel. Lean Thinking. Segunda edición.

Chiavenato, I., 1993, Iniciación a la Administración de Materiales, Mc Graw Hill, México.

Castillo Gómez K. A. 2005. Propuesta de política de inventarios para productos “A” de la empresa REFA Mexicana 2005. Diciembre.

<http://ingenierosindustriales.jimdo.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/ingenier%C3%ADa-de-metodos/>

<http://www.sebn.com>

Material Diplomado Lean Manufacturing. Agosto – Diciembre 2013. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.