

DISEÑO Y FACTIBILIDAD DE UNA PLANTA DE ENSAMBLES DE TABLEROS DE INSTRUMENTOS DEL VEHÍCULO APLICADO EN EL ECUADOR

Ing. Marco Vinicio Noroña Merchán MSc.

Autor para correspondencia: mar-1582@hotmail.com

Fecha de recepción: 05 de Agosto de 2016 - Fecha de aceptación: 26 de Septiembre de 2016

Resumen: Este artículo estudia la factibilidad, para instalar una planta de ensamblaje de tableros de instrumentos automotrices. El punto de partida es una línea que funciona en el interior de una ensambladora del Ecuador. Se estudia la posibilidad de implementar esta línea fuera de la misma. Para ello se ha diseñado la planta en base a la capacidad de producción y demanda. La metodología seguida es longitudinal presencial, debido a que se centró en estudiar la manera actual de ensamblaje de los tableros de instrumentos y la problemática asociada. Este estudio y diseño calcula el costo de producción al crear esta nueva planta de ensamblaje de tableros de instrumentos y determinar el ahorro de aranceles que la ensambladora tendrá por medio del porcentaje de contenido local que tiene el tablero. Una conclusión establece en comodato el equipo transportador que realiza el ensamble del tablero de instrumentos propiamente dicho, también la materia prima se establece en consignación por la ensambladora. Se plantea que en base a los indicadores del estudio de factibilidad y el diseño de una planta de subensamble de tableros de instrumentos automotrices es viable.

Palabras Clave: Integración local, subensamble, tableros automotrices, punto de equilibrio, transportador.

Abstract: This paper studies the feasibility to install an assembly plant for automotive instrument panels. The starting point is a line that works within an assembly of Ecuador. The possibility of implementing this line outside it is studied. For this plant it has been designed based on the production capacity and demand. The methodology followed is longitudinal face because study focused on the current way of assembling instrument panels and associated problems. This design study estimated the cost of production to create these new assembly plant dashboards and determine tariffs saving the assembly will by the percentage of local content that has the board. A conclusion stated in the loan conveyor equipment which performs the dashboard assembly itself, also the raw material is established on consignment by the assembly. It is stated that indicators based on the feasibility study and design of a subassembly plant automotive instrument panels is viable. Moreover you may get \$ 118 030.80 per year savings on the issue of tariffs.

Keywords: Local integration, subassembly, automotive boards, breakeven, conveyor

Introducción

La integración en el caso automotriz se refiere a ensamblar varias partes que conforman un componente, para obtener como resultado una sola parte final. Cada una de las partes que forman el componente final deben tener un origen de fabricación que puede ser: (1) original, (2) local y (3) subregional. Los componentes originales son provenientes de la fuente principal que serán las casas matrices. Estos componentes se denominan como partes originales o CKD (Complete Knocked Down). Los componentes locales son los creados en el país del distribuidor autorizado. En el caso de Ecuador estos componentes se crean por empresas autopartistas y se entregan a las ensambladoras para su ensamble. Los componentes subregionales son aquellos fabricados por ciertos países que tienen convenio con el país ensamblador. Esta es una estrategia que sirve como herramienta adicional de

refuerzo para los procesos de reformas internas que buscan elevar la competitividad de las economías en desarrollo de la región. (Lucángeli, 2008).

Los países que conforman la CAN cumplen con las normativas subregionales que intervienen en el Convenio de Complementación del Sector Automotriz y cuyas normativas referentes al contenido subregional son las Normativa Andina Resolución 323, 336 y 41. El Ecuador ha visto la necesidad de crear políticas internas en lo que corresponde a los temas de integración local, que se basan en el Registro Oficial No. 730 y en el Acuerdo 12010.

Partes del tablero de instrumentos

Las partes del tablero se dividen en: originales de la marca que llegan desde varios destinos en donde la casa matriz tiene representación, estas materias primas son trasladadas por las firmas automotrices hacia las plantas de fabricación en diversos destinos como se aprecia en la tabla 1, y las partes locales, estas partes son las que las empresas autopartistas las fabrican siguiendo estándares similares de construcción en base a muestras de material original.

Tabla 1. Distribución de origen de los componentes del vehículo.

Tipo de material	Modelos ensambladora		
	Automóviles	Camionetas	SUV
CKD Importado	GM KOREA	JAPON Y TAILANDIA	JAPON
	SGM CHINA		
Local	ECUADOR Y COLOMBIA	ECUADOR Y COLOMBIA	ECUADOR Y COLOMBIA

Fuente: Los autores¹

Ensamble y proceso actual del ensamblaje

El proceso actual de ensamble del tablero de instrumentos es en línea. Para esto se emplea un dispositivo móvil con soportes que sirven como base para el componente denominado barra de soporte del tablero de instrumentos, que facilita al operario comenzar su subensamble por zonas. Para realizar estos procedimientos en las dos áreas intervienen recursos humanos los MET's (Team Member) y LET (Team Leader), material CKD y componente local, equipos con matrices y herramientas.

Capacidad de producción actual

En base a las áreas de ensamble así como a las estaciones que la planta tiene, la producción actual de la planta es de 200 unidades diarias, repartidas en 78 tableros de instrumentos comerciales y 122 para pasajeros. El tiempo de ensamble de cada tablero de instrumentos es de 27,4 minutos, lo que da que cada subensamble por estación es de alrededor de 2,19 minutos.

¹ L. Larco, Ensambladora, Origen de componentes de un vehículo. [Entrevista]. 14 09 2014.

Diseño de la planta

Se ha evidenciado que en base al diseño de una planta de subensamble se pueda evitar los desperdicios de espacio físico, acumulación de cajas, acumulación de herramientas, etc. Con ello se puede unificar en una sola área el procedimiento completo, tanto de subensamble como de ensamblaje. (Martínez Martínez & García Gga, 2014). Para determinar los beneficios, el primer paso es unificar las dos áreas de comerciales y pasajeros en una sola planta y línea de ensamble sin ocupar el espacio físico de la Ensambladora. Es decir se busca crear una planta fuera.

Distribución general de la planta

En esta fase se va a establecer para el área que va a ser distribuida un patrón de flujo, así como, el tamaño, la relación y la configuración de cada actividad principal. Lo que se tiene es un bosquejo a escala.

Patrón de flujo

Aquí se verifica cuál es el flujograma que se da con el cambio del proceso y que se desarrollará en la planta de estudio. En el flujograma que indica el inicio del proceso del equipo que se va a utilizar, se tiene un proceso en línea para todos los tableros de instrumentos, para ello se ha dividido el flujograma en 3 fases hasta finalizar con el despacho del tablero de instrumentos ensamblado:

- a) Fase I: En esta fase empieza el proceso con el ensamblaje de la caja de materiales o partes que se necesitarán para el subensamble del tablero de instrumentos, ahí verifica la misma por medio de la pantalla de información.
- b) Fase II. Aquí se despacha a la línea de ensamble los materiales para el inicio del proceso en línea, y se escanea los elementos entregados.
- c) Fase III. Se realiza el ensamblado del tablero de instrumentos según la secuencia de producción y según la nueva hoja estandarizada, se verifica el ensamblado y se despacha el tablero de instrumentos ensamblado a la zona de stock para el despacho a la Ensambladora.

Diagrama general de áreas

Existe una mejora en la unificación de las áreas de comercial y pasajeros, así como en la unificación de la zona de despacho de materiales CKD y locales junto a la línea. (Islamoglu, Ryu, & Ilkyeong, 2014). Estas áreas se detallan en base a la manera de trabajar de la Ensambladora. En las figuras 1 y 2, se muestra la distribución general de la planta indicada.

A. Centro nervioso de ensamble: Es el área administrativa, que coordina la producción, así como controlar los defectos producidos en línea, tiempos de ensamble, balanceo de línea, y verificar la productividad.

B. Estación de trabajo: Esta es el área en donde los operarios MET'S y los LET'S realizan el proceso de subensamble del tablero de instrumentos. Se transforma la materia prima en el producto final, a través de una maquinaria rotativa de ensamble en línea, denominada Conveyor. La cual tendrá 12 mesas de trabajo para los operarios. De igual manera en esta área se tiene el subensamble del material local.

C. Espacio para racks: Esta área está delimitada para la colocación de cierta materia prima o material que es necesario este junto a la mesa de trabajo para que el operario evite el tiempo de caminata.

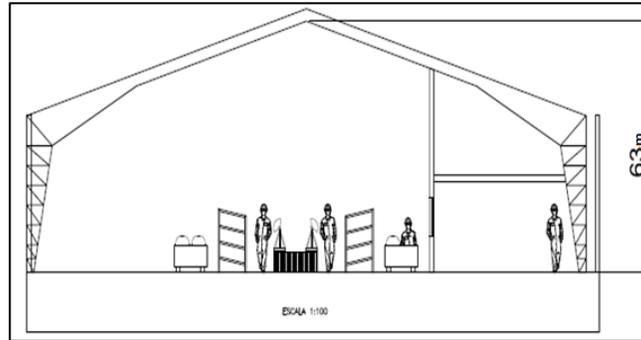


Figura 1. Distribución la estructura del proyecto.
Fuente: Los autores

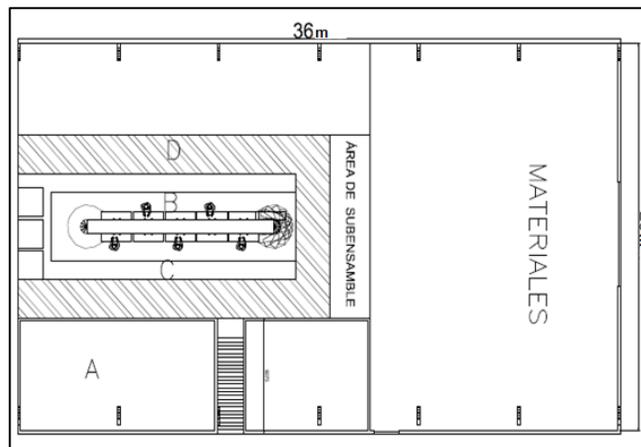


Figura 2. Distribución de áreas del proyecto.
Fuente: Los autores

D. Espacio para abastecimiento: esta es la zona donde se distribuía el flujo del material hacia la línea o racks.

E. Espacio de materiales: Esta es el área destinada para la apertura de las cajas de CKD con el objetivo de colocar la materia prima en las cajas o en sus racks respectivos para un correcto orden de despacho a la línea, directamente al operario.

Distribución detallada de la planta

Esta preparación es el detalle del plan de distribución e incluye la planificación de dónde van los puestos de trabajo, así como la maquinaria. En la planificación se define cual es el número de personas necesarias para realizar el proceso productivo. En el caso de la maquinaria a utilizar se calcula cuanta maquinaria es necesaria para el proceso de ensamble de tableros de instrumentos.

Planificación de puestos de trabajo

Para esta planificación se analiza los estándares de tiempo para cada operación requerida, (Ramírez, 2007), para ensamblar cada parte del tablero de instrumentos, con el fin de saber o definir cuántas personas se deben contratar. Para este caso se tomará como tiempo total de ciclo base para ensamblar una unidad de tableros de instrumentos del modelo ENGR41 que es de 475 segundos por proceso, que al multiplicar por los 4 procesos estándar que tiene da un total de 1 900 segundos. Este

tiempo transformado a horas da 0,53 horas que es lo que se demora en ensamblar un solo tablero de instrumentos una sola persona.

Si una sola persona trabajaría las 8 horas diarias, únicamente ensamblará 15 tableros de instrumentos, por lo que es necesario calcular cuantas horas es necesario para producir 200 tablero de instrumentos, lo que da un numero de 105,6 horas que es el tiempo total para hacer 200 tablero de instrumentos terminados. (Meyers, 2006). “Al tratarse de una nueva planta es de esperarse un desempeño del 85 por ciento durante el primer semestre de operación” (Meyers, 2006). Por lo tanto, se calcula las horas que en realidad trabajarán:

$$\frac{105,6 \text{ h por } 200}{85\%} = 124,18h \text{ requeridas por día}$$

Con este dato de 124,18 horas de mano de obra directa. Cada empleado trabajará ocho horas por lo tanto:

$$\frac{124,18 \text{ h}}{8 \text{ horas por empleado}} = 15,5 \text{ empleados}$$

Es decir, se presupuestará para 16 empleados que trabajarán en el proceso productivo, lo que corresponde en la mano de obra directa. A esto se aumenta dos LET's que apoyarán uno a la producción que se realice, y el otro apoyará en el tema de despacho de material. En el caso administrativo no se evaluará ni comparará con estándares de tiempo o metas de producción, ya que cada una de ellas cumple ciertas funciones (Peinado, 2014), que se detallan a continuación:

Administrador: Responsable de la planeación, organización, integración de personal, dirección y control, para alcanzar con eficiencia los objetivos de la planta mediante el diseño, creación y mantenimiento de un ambiente laboral en el que las personas trabajen en equipo.

Secretaria: Es responsable de ejecutar labores secretariales de la dependencia asignada.

Contador: Responsable de la planificación, organización y coordinación de todas las tareas relacionadas con el área contable, con el objetivo de obtener las consolidaciones y estados financieros requeridos por la empresa.

Logística: Responsable del correcto funcionamiento, coordinación y organización del área logística de la planta, tanto a nivel de producto (materia prima), como a nivel de gestión de personal, con el objetivo de distribuir a la Ensambladora los pedidos de mercancía en tiempo y forma.

Aseo: Realizar las labores de aseo, limpieza y cafetería, para brindar comodidad a los funcionarios en los sitios de trabajo del área a la cual se está prestando los servicios, como a los clientes que visiten la planta.

Guardia: Ejercer la vigilancia y protección de bienes muebles e inmuebles, así como la protección de las personas que se encuentran en los mismos.

Transportista: Encargado del manejo del vehículo designado para la entrega del material terminado. Con este personal la planta empezará sus labores para realizar en conjunto el proceso de ensamblar el tablero de instrumentos.

Especificaciones técnicas del transportador

El transportador de cadena tipo carrusel, es un equipo de un sólo motor, de recorrido en circuito cerrado que facilita a los operarios el ensamble de los tableros de instrumentos. Este equipo está constituido por una serie de módulos o plataformas en lámina de acero instaladas mediante tornillos a los eslabones de la cadena de transporte con las bridas para el soporte del dispositivo de montaje de cada modelo de tableros de instrumentos a ensamblar, estas plataformas son soportadas por una serie de ruedas sujetas a miembros transversales fijos, que a su vez sirven como distanciadores del bastidor del equipo, (Gómez-Estern, 2006) como muestra en la figura 3. A continuación se detalla ciertos parámetros sobre el equipo óptimo:

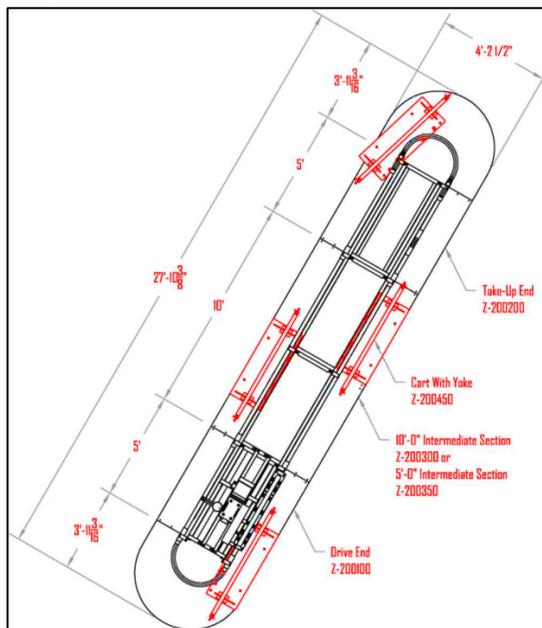


Figura 3. Plano transportador.

Fuente: Ensambladora, Los autores

Instalación del transportador

Para proceder con el inicio de la instalación, es indispensable disponer de la documentación técnica completa y tener el total conocimiento de la misma, por todos los técnicos involucrados en su ejecución, dirección y control. Como información técnica mínima, se entiende los planos arquitectónicos, estructurales, de instalaciones, estudio de suelos, memorias de diseño y especificaciones técnicas, documentación que permita al contratista y su personal, el adecuado conocimiento de las obras a ejecutar y la que se genera durante la ejecución de las obras.

Análisis del producto en el mercado

El producto es cualquier objeto que puede ser ofrecido a un mercado y que satisfaga una necesidad o un deseo. En el caso de estudio el producto es el tablero de instrumentos, que pertenece a la categoría de bienes industriales ya que la Ensambladora va a comprar el tablero de instrumentos para finalizar el proceso de ensamble del vehículo. El producto a ofrecer es el subensamble del tablero de instrumentos que dependiendo de la producción que la planta necesite se realizará el subensamble de los mismos. Para ello se analiza en la tabla 2, las ventas que produjo por modelo o segmento y así determinar cuál es el tipo de modelo que más producto se realiza.

Tabla 2. Ventas por segmento en la ensambladora a partir del 2012 al 2014.

SEGMENTO	2012	2013	2014	TOTAL	PARTICIPACIÓN
AUTOMÓVILES	25 483	24 079	23 927	73 489	50%
BUSES	14	5	0	19	0,01%
CAMIONES	3 158	3 292	3 340	9 790	6%
CAMIONETAS	9 936	9 052	10 879	29 867	19%
SUVs	10 122	9 651	11 041	30 814	19%
VANs	1 104	1 555	1 446	4 105	3%
TOTAL VENTAS	49 817	47 634	50 633	148 084	100%

Fuente: Anuario AEADE 2013 [28]

Estimación de la demanda

La estimación de la demanda se realiza en base a la demanda actual y por el mercado objetivo. Con estos dos aspectos se procede a realizar la extrapolación de la tendencia histórica de mínimos cuadrados. Se supone que el comportamiento se repite en el periodo proyectado de 5 años.

Tabla 3. Producción local de automóviles en la ensambladora.

AÑO	Producción Local Automóviles
2006	15 962
2007	14 209
2008	17 108
2009	14 116
2010	20 065
2011	22 829
2012	27 597
2013	32 424
2014	25 067

Fuente: Ensambladora

Con este análisis se tiene las medidas de correlación a través de la interpretación de los coeficientes de correlación o de determinación. (Muñoz, 2008). Al hablar de correlación se debe tener en cuenta a dos variables. La primera será la variable dependiente, en este caso la producción

(demanda) y la variable independiente serán los años que determinarán el tiempo. En la tabla 3 se muestra los volúmenes de demanda histórica, según el origen de producción.

En este caso al suponer que la proyección se repetirá a lo largo de los años se debe ajustar la hipótesis, que la serie se ajusta a una ecuación de tipo lineal. Una vez obtenida la ecuación se realiza las estimaciones en la variable X de acuerdo al año respectivo.

Y2015 = 30 268 unidades

Y2016 = 31 926 unidades

Y2017 = 33 584 unidades

Y2018 = 35 242 unidades

Y2019 = 36 900 unidades

Capacidad instalada oferta

Tal como se verifico, la demanda potencial calculada está dada para la producción de vehículos en un periodo de 5 años. Esto sin involucrar a todos los modelos que se ensamblan. Únicamente se analiza esta demanda ya que es necesario confrontar el resultado con la capacidad instalada o a instalarse (Oferta) en el periodo que se analiza, con el objeto de definir el posible mercado. De acuerdo con los resultados calculados se evidencia que la capacidad instalada para la producción de tableros de instrumentos automotrices en los años proyectados deberá ser de 30 268 unidades/año.

Evaluación económica y financiera del proyecto

La evaluación financiera es una herramienta que analiza sistemáticamente los costos y beneficios financieros del proyecto. Esta evaluación busca determinar la viabilidad de que los ingresos derivados del proyecto van a ser suficientes para enfrentar los compromisos adquiridos con los agentes aportantes del dinero para financiarlo (accionistas y terceros facilitadores de financiación) y en qué medida el proyecto será rentable. “La evaluación económica propone describir los métodos actuales de evaluación que toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo, como son la tasa interna de rendimiento y el valor presente neto. Es una parte muy importante pues es la que al final decide si se implanta el proyecto, por lo tanto, la decisión de inversión casi siempre recae en la evaluación económica”. (Baca Urbina, 2006).

Con la información analizada y utilizada la evaluación financiera se establecen la tasa interna de rendimiento, el valor presente neto, la tasa de rendimiento mínima aceptable, los periodos de recuperación y el punto de equilibrio. Estos indicadores llevan a la toma de la decisión acerca de la inversión por lo cual los datos y métodos presentados y aplicados deben tener la claridad y ser convincentes para el grupo de inversionistas que aspiran obtener un rendimiento sobre su dinero.

Tasa de descuento

La tasa de descuento también conocida como tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR) es la tasa de retorno requerida sobre una inversión y refleja la oportunidad de pérdida o invertir en el presente debido a lo que se la conoce también como costo o tasa de oportunidad. Para determinar la TMAR a utilizarse para nuestra propuesta se ha tomado en cuenta el 16,7%, tasa obtenida de la suma de la tasa activa (7,3%), la tasa pasiva (5,3%) financiera y la tasa de inflación (4,1%) a marzo de 2015.

Valor presente neto

“Cuando se tiene un proyecto hay gastos e ingresos en varios meses distintos, pero como el costo del dinero hace que si los pagos son retrasados salgan más baratos (asumiendo que el valor numérico es el mismo). Es necesario transformar todos estos valores a VAN, es decir, a lo que vale hoy”. (Baquerizo, 2007) La metodología consiste en descontar al momento actual todos los flujos de caja futuros del proyecto. A este valor se le resta la inversión inicial, de manera que el valor obtenido es el valor actual neto del proyecto en estudio. Para el cálculo del valor actual neto se utiliza la siguiente formula:

$$V.A.N. = \sum_{n=0}^n \frac{FLUJO\ NETO}{(1+i)^n}$$

En la tabla 4 se muestra el cálculo del VAN para este proyecto, en base a la formula presentada. El resultado se evaluará con los criterios definidos con la tasa de descuento calculada anteriormente 16,67 %.

Tabla 4. Calculo del VAN del proyecto.

AÑO	FLUJO DE INGRESOS	FLUJO DE EGRESOS	FLUJO NETO	V.A.N. 16,67%
0		105 652,0057	-10 5652,0057	-105 652,0057
1	418 000	371 971,6663	46 028,33374	39 451,73
2	433 716,8	385 619,4489	48 097,35109	35 334,81
3	450 024,5517	399 770,2376	50 254,31405	31 644,32
4	466 945,4748	414 442,6409	52 502,83389	28 336,48
5	513 733,6304	429 655,9579	84 077,67253	38 894,19
			175 308,50	68 009,52

Fuente: Los autores

El resultado del VAN para el presente proyecto es de 68 009,52. Es decir, se tiene un VAN positivo por lo que se concluye que el proyecto debería aceptarse ya que el mismo es viable.

Tasa interna de retorno

La tasa interna de rentabilidad (TIR), está definida como la tasa de interés que hace que el VAN sea cero, en consecuencia, a mayor TIR, mayor rentabilidad. La fórmula para el cálculo de la TIR requiere un segundo VAN; en este caso negativo con el cual se realizará el respectivo cálculo. A continuación se presenta la fórmula de este indicador de rentabilidad. Para el cálculo de la TIR utilizamos la fórmula siguiente:

$$T.I.R. = tm + \left(\frac{V.A.N. tm}{(V.A.N. tm + V.A.N. TM)} \right) (TM - tm) \text{ Donde:}$$

tm= Tasa menor

TM = Tasa mayor

VAN tm = Valor actual neto de la tasa menor

VAN TM = Valor actual neto de la tasa mayor

La tasa interna de retorno del proyecto que muestra la tabla 5 indica el 39,68%, lo que significa que el proyecto tiene una rentabilidad asociada mayor que la tasa de descuento. Es decir supera el 16,67% que se estableció como rentabilidad mínima, por lo que el proyecto debería ser aceptado.

Tabla 5. Calculo de la TIR.

AÑO	FLUJO DE INVERSIONES \$	FLUJO DE OPERACIONES \$	FLUJO NETO \$	V.A.N. 16,67% \$	VAN 39,68% \$
0	-80 835	0	-80 835	-80 835	-80 835
1	-24 817,0	46 028,3	21 211,3	18 180,6	15 185,7
2	0	48 097,4	48 097,4	35 334,8	34 434,1
3	0	50 254,31	50 254,3	31 644,3	35 978,4
4	0	52 502,83	52 502,8	28 336,5	37 588,1
5	0	54 846,67	54 846,7	25 371,9	39 266,2
VALOR ACTUAL				58 033,2	81 617,5

Fuente: Los autores

Relación beneficio/costo

El indicador beneficio/costo (B/C) se representa por la relación ingresos/egresos. Este análisis se realiza de modo que no se generen pérdidas para la empresa sino que se genere ganancia para la organización, de modo que se logren los objetivos de beneficio para la empresa y el personal. “La relación costo beneficio es la razón que hay entre el valor presente de los beneficios para el valor presente de los costos. El problema es que no se toma en cuenta proyectos que son mutuamente excluyentes o de distintos tamaños”. El resultado de la relación beneficio costo del presente proyecto se ha calculado con la tasa de descuento establecida (16,7%), y se muestra en la tabla 6. de la siguiente forma:

Tabla 6. Relación costo/ beneficio.

AÑOS	BENEFICIOS \$	COSTOS \$	16,67%	
			VALOR ACTUAL DE LOS BENEFICIOS \$	VALOR ACTUAL DE LOS COSTOS \$
0		105 652,0	0	105 652,0
1	418 000	371 971,7	417 304,4	371 352,6
2	433 716,8	385 619,4	432 995,0	384 337,0
3	450 024,6	399 770,2	449 275,6	397 777,6
4	466 945,5	414 442,6	466 168,4	411 690,6
5	513 733,6	429 655,9	512 878,7	426 092,6
Total actualizaciones			2 278 621,9	2 096 902,5

Fuente: Los autores

$$R_{B/C} = \frac{Valor Actual_{Beneficios}}{Valor Actual_{Costos}}$$

$$R_{B/C} = \frac{2278621,99}{2096902,49} = 1,09$$

La relación beneficio/costo en el caso del proyecto es mayor que uno. Es decir que por cada dólar invertido, se recuperan 0,09 dólares. De acuerdo con los criterios de evaluación, el proyecto es aconsejable.

Periodo de recuperación de la inversión

El periodo de recuperación de la inversión (PRI) es un indicador que aporta a la evaluación financiera y determinar el número de años en los que se recupera la inversión a través de la resta sucesiva de los flujos netos anuales descontados del monto de la inversión; hasta llegar al punto en el que se iguala o se sobrepasa la inversión efectuada. Es decir que la inversión realizada se podrá recuperar en 2 años, 6 meses y 7 días.

$$P. R. = \frac{100}{T. I. R} = \frac{100}{39,68} = 2,5$$

Punto de equilibrio

El punto de equilibrio representa el nivel de ventas necesario para cubrir con todos los costos de operación. En consecuencia no se tienen utilidades pero tampoco se generan pérdidas ya que los ingresos por ventas se igualan con todos los desembolsos realizados. Para el cálculo del punto de equilibrio se trata los costos de forma diferente a como se toma en el estado de ingresos ordinario. En primer lugar se conocer los costos fijos y variables en los que la organización incurre. Es decir, hay que

determinar cuáles son los costos que cambian en relación directa con los volúmenes de producción y ventas.

Para toda empresa es de vital importancia saber en qué punto inician a producirse los beneficios por conceptos de ventas o el mínimo de producción que debe alcanzar con el fin de no caer en estado de pérdidas. Para ello el análisis del punto de equilibrio es una muy buena entrada. El punto de equilibrio es un análisis eminentemente contable y para su cálculo se hace uso de una fórmula, la misma que como se mencionó anteriormente requiere de que estén determinados los costos fijos y los costos variables, así como el total de los ingresos. La fórmula para este indicador es la siguiente:

$$P.E. = \frac{\text{Costo fijo total}}{1 - \frac{\text{Costo variable total}}{\text{Ingreso por ventas}}}$$

El punto de equilibrio del proyecto es de \$ 326 667,8 y el 22% representa que por cada dólar de venta se requiere 22 centavos para el pago de los costos variables. El resto (78 centavos) cubren los demás costos, incluidas las utilidades. El punto de equilibrio también tiene un enfoque gráfico el mismo que ayuda a visualizar de mejor manera estos valores. Se muestra en la figura 4. el punto de equilibrio monetario para el proyecto objeto de este estudio de factibilidad.

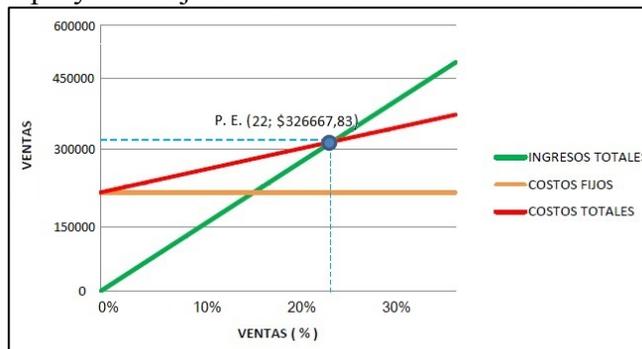


Figura 4. Punto de equilibrio monetario del proyecto.
Fuente: Los autores

Proceso de subensamble con uso del transportador

Con el diseño de la planta definido y el estudio de factibilidad de la planta, se presentan los procesos estandarizados de ensamblaje. Estos procesos involucran tiempos de trabajo que se deben analizar y balancear conforme la planta empiece a funcionar, se analizará el proceso de ensamblaje en base al estudio realizado para el área de pasajeros. Las operaciones están determinadas por las mesas de trabajo que realizan el ensamblado; estas están determinadas en hojas estandarizadas denominadas SOS, las cuales detallan el proceso a seguir. Cabe indicar que existe el proceso de subensamble de partes locales para el ensamblado. Esta información está basada según la distribución detallada de la planta. Los subensambles tendrán dos puestos de trabajo para su realización.

Proceso de subensamble del tablero de instrumentos del modelo ENGR41

Las mesas que intervienen en el proceso de ensamblaje del modelo ENGR41 se dividen de la siguiente manera: mesa 1, mesa 2, mesa 3, mesa 5, mesa 7, mesa 9 y mesa 10.

Subensamble en mesa 1 del modelo ENGR41

En esta estación se colocará la barra en la torre de la mesa, el módulo de bloqueo central y alarma, así como también la esponja azul en la barra del tablero de instrumentos. En la tabla 7 se presentan los tiempos necesarios para este subensamblaje.

Tabla 7. Proceso de subensamblaje en la mesa 1 para el modelo ENGR41.

Fuente: Los autores

PASO	ELEMENTO	TIEMPO TRABAJO (s)	TIEMPO DE CAMINATA (s)	TIEMPO ACUMULADO (s)	
1	Dejar caja de tornillería y herramienta en dispositivo	4		4	30
2	Retirar caja vacía de SPS			4	4
3	Leer manifiesto y escanear	5		9	9
4	Colocar caja kit SPS en mesa			9	9
5	Tomar soportes	3	4	12	16
6	Cambiar soportes de barra	20	4	36	40
7	Tomar barra con dispositivo	15		55	55
8	Colocar barra en torres	30		85	85
9	Colocar módulo de bloqueo central	20	4	105	109
10	Colocar módulo de alarma	25		134	134
11	Sacar tuercas de la masa y bracket	12		146	146
12	Colocar esponja azul en barra de tableros de instrumentos			146	146
13	Auto inspección	12		158	158
Total tiempo de trabajo (s)		146	12	158	
Tiempo total proceso (s)		158			
Tiempo ciclo base (s)		186		Tiempo Ponderado (s)	58,1
Tiempo disponible (s)		28		Saturación	31,2

Este proceso es considerado parte del inicial, ya que es aquí donde se coloca la barra en los soportes de la mesa, este proceso tiene 13 pasos para finalizar su tarea, con un tiempo total de trabajo de 148 s, así como también un tiempo de caminata de 12 s; dando un tiempo total del proceso de 158 s para esta estación. Se observa que el tiempo base para realizar esta tarea es de 186 s, lo que daría un tiempo disponible para otras tareas de 28 s. De igual manera se tiene un tiempo ponderado de alrededor de 68,1 s. El flujo del proceso en esta estación está según los pasos que muestra en la figura 5.

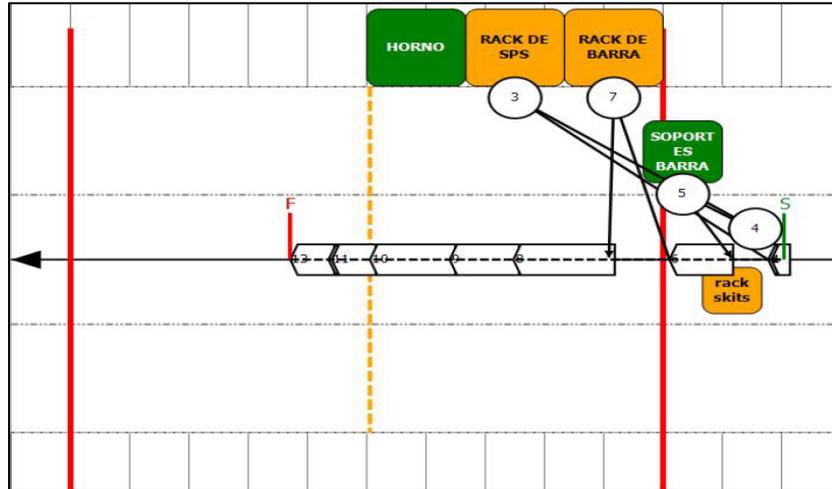


Figura 5. Flujo del proceso estándar de subensamble en la mesa 1 para el modelo ENGR41.

Fuente: Los autores

Tiempo total del proceso de ensamble en el transportador del modelo ENGR41

Luego de analizar cada una de las estaciones del proceso de ensamble del tablero de instrumentos del modelo ENGR41, se tiene como resultado que el tiempo total del proceso será de 1357 s. Este tiempo (dado en min) da como resultado que un tablero de instrumentos se ensambla en aproximadamente 22,61 min. Estos tiempos se muestra en la tabla 8.

Tabla 8. Tiempo total del proceso de subensamble del tablero de instrumentos para el modelo ENGR41.

Fuente: Los autores

No. OPERACIÓN	ESTACIÓN	TIEMPO TRABAJO (s)	TIEMPO DE CAMINATA (s)
1	Mesa 1	146	12
2	Mesa 2	191	4
3	Mesa 3	178	6
4	Mesa 5	195	4
5	Mesa 7	223	6
6	Mesa 9	221	7
7	Mesa 10	155	9
Total tiempo de trabajo (s)		1 309	48
Tiempo total proceso (s)		1 357	

Comparación

y propuesta

entre planta actual

En base a todos los puntos tratados y analizados en cada capítulo se determina la viabilidad del proyecto. Existen valores los cuales se comparan en base a la planta actual versus la planta propuesta. En la figura 6 se observa la comparación del tiempo total de los dos procesos, lo cual da como resultado, una disminución en el tiempo de ensamblaje total. Esta reducción del tiempo se da debido a la implementación del transportador en línea en donde se disminuye los tiempos de caminata de 96 s

que se tiene en la planta actual versus los 48 segundos de la planta propuesta, es decir alrededor de un 50%.

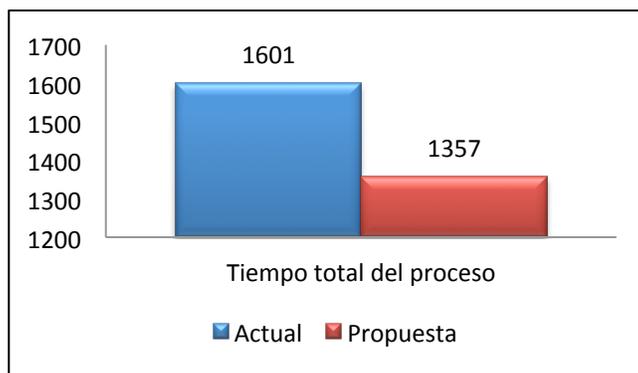


Figura 6. Flujo del proceso estándar de subensamble en la mesa 10 para el modelo EKTR41.

Fuente: Ensambladora - Los autores

Además en la tabla 9 se muestra las comparaciones más relevantes, las cuales permiten observar la diferencia o el resultado que se podrá obtener al momento de poner en funcionamiento la planta propuesta.

Tal como se evidencia en los temas comparados, existe un resultado positivo el cual nos ayuda a: reducir costos de mano de obra, mejorar tiempos de ensamble, y con ello mejorar la producción en caso de que se necesite. Está claro que para llegar a este resultado es necesario aumentar el área debido a la fusión que tendrá el área de ensamblaje y abastecimiento debiendo estar en un mismo lugar para poder alcanzar la eficiencia en equipo.

Tabla 9. Comparación planta actual vs. planta propuesta.

Descripción	Antes	Propuesto	Resultado
Número áreas de trabajo (UNID)	2	1	1
Superficie áreas (m ²)	285	731	446
Estaciones de trabajo (UNID)	10	9	1
Mano de obra (UNID)	21	18	3
Producción (UNID)	200	200	0
Tiempo total del proceso en el ENGR41(s)	2 857	2 616	241
Equipos de ensamble	Manual	Automático	Tiempos

Fuente: Los autores

Determinar el contenido local

Para definir el contenido local se aplica la fórmula que a continuación se detallada:

$$\text{Integración ecuatoriana} = \frac{\text{MOE}}{\text{MOE} + \text{MNOE}} \times 100$$

Dónde: MOE = Material Originario Ecuatoriano

MNOE = Material No Originario Ecuatoriano

Para detallar del cálculo se toma como ejemplo el modelo EKTR41 EMOTION 1.6L GLS. Este ejemplo servirá para indicar el cálculo que se dará también para los modelos ENGR41. Los pasos para determinar el porcentaje en base a la fórmula anterior son los siguientes:

- Costo de materia prima, se determina que producto es importado (CKD), subregional (CAN) y cuales actualmente son considerados producción nacional.
- Cálculo del valor CIF (costo, seguro, flete) que se considera para sumarse al costo de CKD.
- Costo del material ecuatoriano.
- Costo de producción.
- Costo total de producción.

Cálculo de la materia prima nacional

Es el valor que cuesta hacer las partes en nuestro país (incluyen logística, seguro y flete).

Cálculo del valor de material importado

En el cálculo CIF (coste, seguro y flete, puerto de destino convenido) se suma los m³ que posee cada parte de una unidad de tablero de instrumentos, dando como resultado el siguiente valor:

$$\sum m^3 = 5.166 \text{ (metraje cúbico según cajas).}$$

Como en cada caja que llega el lote tiene 48 unidades, según el caso del modelo EKTR41, entonces se divide la sumatoria de los m³ para el lote por modelo de tablero de instrumentos:

$$\text{Metrage cúbico} = \frac{5.166 m^3}{48}$$

$$\text{Metrage cúbico} = 0.10763 m^3 \text{ por tablero automatiz}$$

Ya con el volumen que tiene este tablero de instrumentos, se determina el costo del m³ de un contenedor de 40 pies. Esto se realiza de la siguiente manera:

Capacidad del contenedor (40 pies, cerrado) = 67.6 m³

Costo del envío contenedor = 2200 USD

$$\text{Costo } m^3 = \frac{2200}{67.6}$$

$$\text{Costo } m^3 = 34.52 \text{ USD}$$

A este valor se multiplica por el m³ de cada tablero de instrumentos y se tiene el valor del flete:

$$\text{Costo CIF} = 34.52 * 0.10763$$

$$\text{Costo CIF} = 3.50 \text{ USD por tablero}$$

Para el caso del material que no es ecuatoriano se suma todos los materiales CKD (MONE) y el costo del flete (CIF):

$$\begin{aligned} \Sigma CMNOE &= MONE + CIF \\ \Sigma CMNOE &= 546.9 + 3.5 \\ \Sigma CMNOE &= 550.4 \text{ USD.} \end{aligned}$$

El costo de importación de las partes y piezas del tablero de instrumentos del modelo EKTR41 EMOTION 1.6L GLS es de \$550,4 dólares.

Cálculo del porcentaje de contenido local en el tablero de instrumentos

Para determinar el material originario ecuatoriano se suma el material producido en Ecuador (local) más el costo de producción de cada tablero de instrumentos.

$$\begin{aligned} \Sigma CMOE &= MOE + CP \\ \Sigma CMOE &= 475.81 + 8,1 \\ \Sigma CMOE &= \$ 483.91 \end{aligned}$$

Con todos los cálculos realizados se define el contenido local de cada uno de los modelos en las figuras 7 y 8. Tal como se evidencia el porcentaje de integración para el modelo EKTR41 EMOTION 1.6L GLS es de 44.02%, este mismo procedimiento se realiza para todos los modelos.

Tabla 10. Valores para determinar el contenido local de los modelo EKTR41.

Fuente: Ensambladora - Los autores

DESCRIPCIÓN	MODELOS			
	GLS	ADVANCE	FAMILY STD	FAMILY AC
Costo material importado	\$ 546,9	\$ 546,9	\$ 498,1	\$ 552,8
Flete	\$ 3,5	\$ 3,5	\$ 3,5	\$ 3,5
CIF CKD	\$ 550,4	\$ 550,4	\$ 501,6	\$ 556,3
Material Colombia	\$ 64,9	\$ 64,9	\$ 87,3	\$ 92,5
Material Ecuador	\$ 475,8	\$ 475,8	\$ 81,6	\$ 81,6
Costo producción	\$ 8,1	\$ 8,1	\$ 8,1	\$ 8,1
Costo total	\$ 1 099,2	\$ 1 099,3	\$ 678,6	\$ 738,5
Contenido local ecuatoriano	44%	44%	13%	12%

$$\text{Integración ecuatoriana} = \frac{483.91}{483.91+550.4} \times 100$$

$$\text{Integración ecuatoriana} = \frac{483.91}{1034.31} \times 100$$

$$\text{Integración ecuatoriana} = \mathbf{44.02\%}$$

Para determinar el contenido local de cada versión en cada modelo, se muestra en la tabla 10 los costos del material importado, el costo que cuesta traerlo, los materiales provenientes de la región y los materiales que se producen en nuestro país. Además del costo de producción que cuesta producir cada tablero de instrumentos. Al final se tiene un valor total y se relaciona con la formula impuesta para determinar el contenido local a cada tablero de instrumentos.

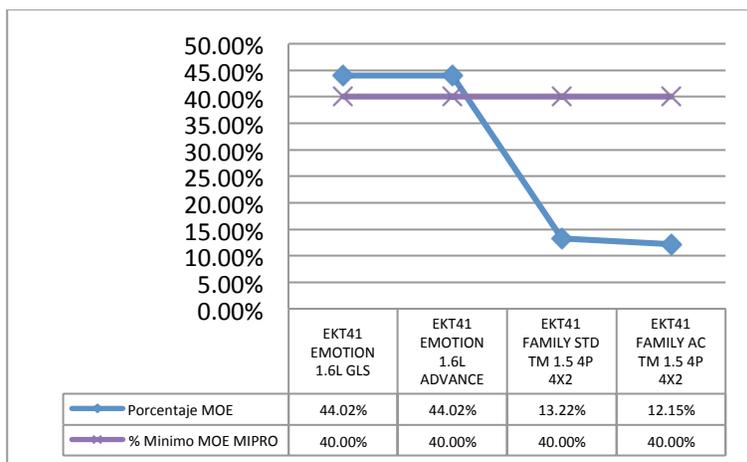


Figura 7. Porcentajes de contenido local modelos EKTR41.
Fuente: Los autores

Tabla 11. Valores obtenidos de contenido local de los modelos ENGR41.
Fuente: Ensambladora - Los autores

DESCRIPCIÓN	MODELOS ENGR41			
	4P STD	4P AC	4P FULL	5P AC
Costo Material Importado	\$ 357,9	\$ 244,2	\$ 371,5	\$ 373,4
Flete	\$ 3,5	\$ 3	\$ 3,5	\$ 3,5
CIF CKD	\$ 395,5	\$ 281	\$ 374,9	\$ 410,9
Material Colombia	\$ 109	\$ 113	\$ 108,4	\$ 113,3
Material Ecuador	\$ 147,7	\$ 147	\$ 394,9	\$ 160,5
Costo Producción	\$ 11	\$ 11	\$ 11	\$ 11
Costo Total	\$ 660,4	\$ 550,4	\$ 886,5	\$ 692,9
Contenido Local Ecuatoriano	24%	28%	46%	24%

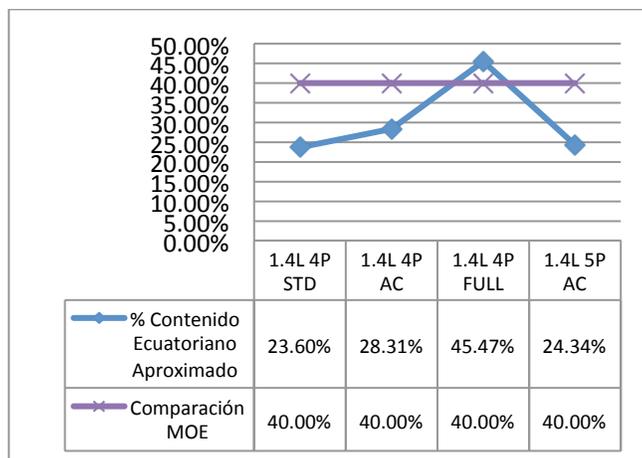


Figura 8. Porcentajes de contenido local obtenidos con el respectivo cálculo.
Fuente: Los autores

Conclusiones

Debido a que no existe una legislación del contenido local y aplicando el Reglamento Nacional 12 010 que se mencionó sobre la metodología para el cálculo del material originario ecuatoriano mediante las leyes vigentes actuales. Indica que existe un ahorro proporcional del CKD, que al no alcanzar el porcentaje de contenido local mínimo que es del 40%, existe un rango permisible, que está entre el 15 al 39%.

Para calcular el ahorro es necesario saber cuáles son los modelos que se van aplicar en base al monto de localización. Esto representa en dólares un punto del MOE con el volumen de producción. Para determinar el uno por ciento de ahorro del arancel se multiplica este uno por ciento por el costo CIF del CKD del automóvil, obteniendo el porcentaje de arancel por cada modelo.

En base al valor calculado PVP del caso de estudio que corresponde al valor de mano de obra de la ensambladora se calcula el uno por ciento en base al arancel de la mano obra, obteniendo un resultado total de ahorro de arancel anual, que es el resultado de multiplicar el volumen anual de producción por modelo, por el uno por ciento descrito. Finalmente se calcula el uno por ciento del ahorro de arancel en base al contenido local que está dado por medio del rango permisible; este valor lo se multiplica por la producción anual de cada modelo y se calcula un ahorro anual en función del porcentaje de contenido local de \$ 118. 030,80 USD

Como conclusión final se plantea que en base a los indicadores del estudio de factibilidad y el diseño de una planta de subensamble de tableros de instrumentos automotrices es viable. Además se podrá obtener ahorro en el tema de aranceles si el proyecto se pone en práctica.

Referencias

- AEADE. (2014). *Anuario 2013*. QUITO: Gestión Creativa ©2014.
- Baca Urbina, G. (2006). *Evaluación de Proyectos*. Mexico: McGraw-Hill.
- Baez, Y., & Rodríguez, M. (2013). Factores que influyen en el error humano de los trabajadores en líneas de montaje manual. *Centro de Información Tecnológica*, 24(6).
- Baquerizo, C. (2007). *Gerencia de Proyectos*. Guayaquil: César Baquerizo Arosemena.
- Canelos, R. (2003). *Formulación y Evaluación de un Plan de Negocio*. Quito: LERC Impresiones.
- Cantarella, J., Kats, L., & Guzmá, D. (2008). La integración automotriz Argentina: Limitantes a la integración local de autocomponentes. *Littec*, 1(1).
- Carrillo, D. (2009). Diagnóstico del sector automotriz. *Instituto Nacional de Estadística y Censos*, 1(1).
- Carro, R., & Gonzáles, D. (2004). Diseño y selección de procesos. *Nulan*, 1(23).
- CINAE. (2013). *Rueda de negocios autopartistas y motopartistas*. Bogota.
- Coetsier, P. (2012). An approach to the study of the attitudes of workers on conveyor belt assembly lines. *Taylor & Francis Online*, 5(2).
- Comite de Comercio Exterior. (2012). *Registro Oficial N°730*. Quito: Hugo Enrique del Pozo Barrezueta.
- Comunidad Andina de Naciones. (1999). *Normativa 323*. Colombia: Secretaria General CAN.
- Comunidad Andina de Naciones. (2000). *Resolución 336, publicación de acuerdos suscritos en el desarrollo del convenio de complementación en el sector automotor*. Colombia: Secretaria General CAN.
- Comunidad Andina de Naciones. (05 de 09 de 2014). [www.comunidadandina.org](http://estadisticas.comunidadandina.org/eportal/contenidos/2439_8.pdf). Recuperado el 13 de 12 de 2014, de http://estadisticas.comunidadandina.org/eportal/contenidos/2439_8.pdf
- Corporación Financiera Nacional. (9 de 05 de 2015). *Corporación Financiera Nacional*. (Index) Recuperado el 8 de 9 de 2014, de <http://www.cfn.fin.ec>
- Ecuavisa. (06 de 03 de 2015). *Ecuavisa.com*. (FUENTE: EFE) Recuperado el 20 de 03 de 2015, de <http://www.ecuavisa.com/articulo/noticias/actualidad/101511-ecuador-fija-salvaguardia-arancelaria-importaciones-2800>
- El Comercio. (05 de 01 de 2015). *elcomercio.com.ec*. Recuperado el 08 de 01 de 2015, de <http://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador-restringe-importaciones-autos-2015.html>
- El Telegrafo. (15 de 01 de 2013). *www.telegrafo.com.ec*. Recuperado el 12 de 09 de 2014, de www.telegrafo.com.ec/economia/item/el-142-de-las-partes-y-piezas-de-vehiculos-es-de-origen-nacional.html
- García, T., & Ávila, R. (2008). Planeación asistida por computadora del proceso tecnológico de ensamble. *Redalyc*, 1(9).
- Gomez, F. (2005). Automatización de sistemas de producción. *Virtualpro*, 1.
- Gómez-Estern, F. (2006). Cintas transportadoras en automatización de la producción. *Revista-mm*, 5.
- Grossman, F. (1998). *La industria de autopartes mexicana: reestructuración reciente y perspectivas*. División de Desarrollo Productivo y Empresarial de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. México: CIID/IDRC.
- Islamoglu, N., Ryu, K., & Ilkyeong, M. (2014). Labour productivity in modular assembly: a study of automotive module suppliers. *Taylor & Francis*, 52(23).
- Jang, J., Rim, C., & Park, C. (2006). Reforming a conventional vehicle assembly plant for job enrichment. *Researchgate*, 44(4).
- López, M., Martínez, M., Quirós, F., & Sosa, J. (2011). Balanceo de líneas utilizando herramientas de manufactura esbelta. *El Buzón de Pacioli*, 1(74).

- Lucángeli, J. (2008). Mercosur: progresa la integración productiva. *GIP Grupo Integración Productiva*, I(12).
- Martínez Martínez, A., & García Gga, A. (2014). Nuevas formas de organización laboral en la industria automotriz: los equipos de trabajo en General Motors, complejo Silao. *Redalyc*, XXIX(70).
- MERCOSUR. (2000). *Acuerdo sobre política automotriz del mercosur N° 70/00, protocolo de integración regional*. Florianópolis: Aliadi.
- Metalikos. (12 de 06 de 2014). *Metalikos.com*. (PAXZU) Recuperado el 16 de 12 de 2014, de <http://www.metalikos.com.co/Montaje-Estructuras-Metalicas>
- Meyers, F. E. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. Mexico: PEARSON Education.
- Muñoz, M. (2008). *Perfil de factibilidad*. Quito: EDITORIAL MASTER'S EDITORES.
- Neil, A. (2014). LB Foster Materials Handling conveyor increases. Newcastle: Osbourne Terrace.
- Novodinamica. (2014). Mesa elevadora móvil. *Mesas elevadoras*. Zaragoza: Novodinamica.
- Peinado, J. (2014). A Prática da Gestao de Operacoes nas Organizacoes. *Revista de Administração de Empresa RAE*, LIV(5), 14.
- Prabhu, V., Taisch, M., & Kiritsis, D. (2013). *Advances in Production Management Systems*. USA: Chapman & Hall.
- Proexport. (2012). *Proexport Colombia*. Recuperado el 09 de 01 de 2015, de Industria Automotriz en Colombia: <http://www.ccdutitama.org.co/index.php/2012-09-19-13-07-35/category/20-estudio-sector-carrocero-en-colombia?download=108:industria-automotriz-2012>.
- PROEXPORT Colombia. (2012). *Industria automotriz en Colombia*. Promoción de turismo, inversión y exportaciones. Colombia: PROEXPORT.
- Ramírez, M. (2007). Reasignación de tareas a operarios a una estación de trabajo: un enfoque evolutivo. *Academia Journals*, I(1).
- Secretaría de Desarrollo Económico San Luis Potosí. (2012). Industria automotriz y de autopartes del Estado de San Luis de Potosí. I.
- Secretaría de Desarrollo Económico San Luis Potosí. (2012). Industria automotriz y de autopartes del Estado de San Luis de Potosí. *Promexico*, I, 120.
- Sistemas, Aplicaciones y Procesos SAP. (30 de 01 de 2015). <http://www.sap.com>. (SAP America, Inc.) Recuperado el 30 de 01 de 2015, de www.sap.com: http://help.sap.com/saphelp_470/helpdata/es/fd/b8a7f9d8f011d1a6a10000e83235d4/content.htm
- Urenda Moris, M., H.C. NG, A., & Bernedixen, J. (2012). Diseño y análisis de sistemas productivos utilizando la optimización mediante simulación basada en Internet. *Ingeniería Industrial*, I(1).
- Zambrana, H., & Soria, P. (1996). Zona de libre comercio Boliviano-Chilena y deficiencias productivas. *XVI*.
- Zambrana, H., & Soria, P. (1996). Zona de libre comercio Boliviano-Chilena y deficiencias productivas. *Econbiz*, XVI(ZDB-ID 13279968).