

PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICO-FINANCIERA REFERIDA AL ARMADO EN PLANTA DEL CONJUNTO SUSPENSIÓN DELANTERA DE UN AUTOMÓVIL EN UNA EMPRESA AUTOMOTRIZ

Massone, Pedro Arnaldo – LU 112386

Tutor:

Rego, Juan Cirilo

Co-Tutor:

Dopazo, Sergio, UADE

Julio 11, 2016



UADE

**UNIVERSIDAD ARGENTINA DE LA EMPRESA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS EXACTAS**

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo analizar la factibilidad técnica y económico-financiera de realizar el *insourcing* del armado del conjunto suspensión delantera en una terminal automotriz.

Este estudio se realiza para una empresa automotriz de primera línea radicada en el Gran Buenos Aires que actualmente tiene tercerizado en un proveedor externo el armado, almacenado y envió en secuencia de producción, de los conjuntos de suspensión delantera para uno de los modelos que actualmente produce.

Para realizar el estudio de factibilidad de este proyecto se analizaron tres aspectos fundamentales: primero cuales son los costos actuales con la producción en el proveedor, en segundo lugar qué equipamiento y recursos son necesarios para realizar el armado de los conjuntos de suspensión delantera en planta, y en tercer lugar cuáles son los costos de producir los conjuntos en la terminal.

Analizando los costos actuales del proveedor, se encontró una alta incidencia de costos logísticos que serán eliminados de realizarse el *insourcing* en planta de la terminal, así como también costos de consignación de materiales de la terminal al proveedor, ya que todos los componentes para el armado de los conjuntos son comprados por la terminal y entregados al proveedor externo. Respecto al proceso productivo se realizó un análisis completo de las piezas que componen estos conjuntos de suspensión delantera. En base a ello se especificaron los equipos necesarios para poder producirlos, se definió el *layout* que tendrá esta sub-línea de producción, el personal requerido y el proceso para producirlos. Una vez especificado el proceso productivo se realizó al cálculo del costo de producción en la terminal.

Una vez reunida toda la información respecto a costos de producción del conjunto suspensión delantera por parte del proveedor y en planta, y las inversiones necesarias, se realizó el análisis de factibilidad económico-financiera de realizarlo en planta. El resultado de este estudio de factibilidad fue positivo, dando rendimientos superiores a los requeridos por la terminal, por lo que recomendamos su implementación.

ABSTRACT

The aim of this project is to analyze the technical and economic-financial feasibility of making the insourcing for the production of the front suspension assembly in an automotive terminal.

This study was performed for an automotive terminal located in the area of Gran Buenos Aires, Argentina, which currently outsources to an external supplier the production, storage and delivery in production sequence of the front suspension assembly for one of the vehicles models that currently produced.

To perform the feasibility study of this project, three main aspects were analyzed: firstly, the current costs with production at the supplier, secondly the equipment and resources needed to produce the front suspension assembly in the terminal plant, and thirdly the costs of producing the sets in the terminal.

The insourcing reduces logistics costs of the supplier as well as costs of provision of materials from the terminal to the provider, since all the components for assembly sets are purchased by the terminal and delivered to the external provider. Regarding the production process a complete analysis of the components of the front suspensions assembly was made. On this basis, the equipment needed to produce them was specified, the layout for this sub-line of production was established, and the personnel and process required to produce were defined. Once the production process was specified, a calculation of cost for production in the terminal was made.

After gathering all the information regarding production costs for the front suspension assembly by the supplier and by the terminal plant, and the necessary investments, an analysis of economic and financial feasibility of the insourcing was carried out. These numbers are promising: the project generates higher yields than those required by the terminal, so we recommend to invest in it.

INDICE

RESUMEN	2
ABSTRACT	3
INDICE.....	4
1. INTRODUCCIÓN	6
2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	7
2.1. Objetivos Generales	7
2.2. Objetivos Particulares.....	7
3. METODOLOGÍA A UTILIZAR.....	7
4. ANÁLISIS SITUACIÓN ACTUAL.....	8
4.1. Reseña histórica de procesos productivos en industria automotriz	8
4.2. Situación de Mercado	9
5. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD	11
5.1. El Producto.....	11
5.2. El Proceso Productivo	29
5.3. Recursos Humanos	35
5.4. Costo logístico de consignación de material	37
5.5. Inversiones	40
5.6. Plan de Implementación	54
5.7. Factibilidad Económico-Financiera.....	56
5.7.1. Flujo de fondos operativo	56
5.7.2. Plan de financiamiento.....	57
5.7.3. Depreciación y amortización de la inversión	58
5.7.4. Estado de resultados.....	60
5.7.5. Flujo de caja con financiamiento	61
5.7.6. Índices de evaluación de proyecto	62
5.7.7. Análisis de sensibilidad.....	63
6. CONCLUSIONES	65
6.1. Aspectos Técnicos.....	65
6.2. Aspectos Económico-Financieros	65
BIBLIOGRAFÍA	67

DESARROLLO

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo estudia la factibilidad técnica y económico financiera de la construcción de una sub-línea de ensamblado de suspensiones delanteras en la propia terminal. Ésta, en la actualidad, tiene tercerizado en un proveedor externo el ensamble y posterior envío a la terminal en secuencia JIS (por sus siglas en inglés “*Just in Sequence*”) de dicho conjunto de suspensión. Se trata de una terminal automotriz de primera línea, radicada en el gran Buenos Aires, con una dotación de más de 3000 empleados y una producción de 220 vehículos diarios.

En la actualidad, debido al alto costo que tienen los componentes del conjunto suspensión delantera frente al costo de ensamble, el proveedor actual no acepta realizar el esfuerzo económico que significaría comprar estos materiales. Por ello, los mismos son comprados, algunos localmente y otros en el exterior, por la terminal que debe programarlos, ocuparse del transporte, recibirlos en su almacén y luego enviárselos al proveedor que ensambla y secuencia los conjuntos.

En el pasado, por restricciones presupuestarias y falta de espacio dentro del centro industrial, se determinó realizar el *Outsourcing* o tercerización del armado de la suspensión delantera. Dado que en la actualidad, por otros movimientos y cambios de procesos que se dieron dentro de la compañía, se cuenta con espacio en planta, es oportuno analizar la factibilidad de realizar este proceso dentro de la propia terminal.

2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

2.1. Objetivos Generales

Estudio de la factibilidad técnica y económico-financiera de la ejecución en planta propia (*insourcing*) del ensamblado del conjunto de suspensión delantera de un automóvil en una empresa automotriz.

2.2. Objetivos Particulares

- a) Analizar la reducción del costo logístico asociado al movimiento de componentes y conjuntos terminados cuando la columna de suspensión es armada y enviada en secuencia (JIS) por un proveedor externo versus armarla en secuencia internamente en la planta.
- b) Definir el proceso productivo, layout y equipamiento necesario para el armado del conjunto suspensión en secuencia dentro de la planta.

3. METODOLOGÍA A UTILIZAR

Este estudio básicamente compara lo que la terminal se ahorra de pagarle al proveedor con los gastos de ensamblado propios del conjunto de suspensión delantera. Si aquellos ahorros son mayores que estos gastos (incluida la inversión) el proyecto tendrá sentido.

El punto de partida del análisis es la identificación técnica descompuesto en las piezas que lo integran. En este caso se trata de un producto complejo construido a partir de más de veinte piezas. En segundo lugar se procede a definir el proceso de ensamblado identificando las operaciones requeridas y la secuencia que deben seguir. En tercer lugar se define el *layout* adecuado para la nueva sub-línea de producción. En cuarto lugar se precisa la cantidad de personal y el nivel de capacitación que requerirá cada puesto. En quinto lugar se evalúan las

inversiones necesarias para la instalación de esta sub-línea con lo que queda el camino abierto para el estudio de factibilidad económico financiera.

4. ANÁLISIS SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Reseña histórica de procesos productivos en industria automotriz

A lo largo de la evolución de la industria automotriz hubo diferentes tendencias y cambios de modelo de negocio referidos a la conveniencia de realizar mayor cantidad de procesos internamente en las terminales o alternativamente, realizarlos por proveedores externos. El primer modelo exitoso de producción masiva de vehículos fue el planteado por Henry Ford, conocido como *Fordismo* o modelo de integración vertical. Este modelo esencialmente planteaba integrar dentro de la terminal la mayor cantidad posible de procesos. El principal motivo en ese momento era la escasa existencia de proveedores por ser una industria incipiente y el poco nivel de desarrollo y profesionalidad que estos tenían. Realizando internamente la mayor cantidad de procesos posibles se garantizaba tener los stocks de componentes necesarios para que no se detenga la línea principal de producción por falta de ellos. Este modelo permitió un gran crecimiento, pero con el tiempo comenzó a encontrar problemas. Las empresas se volvían demasiado grandes y el control sobre tantos procesos y subproductos diferentes se hizo costoso, poco eficiente e inflexible frente a los cambios. Así, el modelo T de Ford se fabricó durante 19 años (1908 a 1927).

Como contrapartida a este modelo de negocio surgió el proyectado por Alfred P. Sloan en General Motors, quien planteó descentralizar procesos buscando que cada uno de ellos sea eficiente por sí solo, llevando esto a hacer cada vez más eficiente el proceso total en su conjunto. De esta manera, además, los procesos eran más simples para la terminal y más flexibles frente a los cambios. El buscar apoyo en proveedores también facilitó el crecimiento más rápido de las

empresas ya que con este cambio no era ya necesario que la terminal financie el 100% de las inversiones. Ahora eran los proveedores los que debían financiar sus procesos y de esta forma terminaban por financiar a la automotriz a un costo.

A partir de los 70s comienza una tercer “ola” en cuanto a modelos de negocio conocida en la industria como *Toyotismo*. En lo que respecta a los procesos de integración (*insourcing*) o desintegración (*outsourcing*), lo que plantea este modelo es que la empresa debe tener control sobre ellos, para asegurarlos, hacerlos eficientes y confiables. Es por ello que introduce dos conceptos importantes. Por un lado la fábrica-terminal crea empresas más pequeñas como unidades de negocio separadas pero que son proveedoras exclusivas de ella. Por otro lado genera lo que se conoce como alianzas estratégicas con ciertos proveedores, financiándolos, desarrollándolos y dándoles soporte y “*know-how*”. De esta forma se busca maximizar la eficiencia y ser más flexibles frente a variaciones. Junto con el *Toyotismo* se desarrolla el concepto conocido como ‘producción sin desperdicios’ (“*Lean Manufacturing*”), que es la metodología de referencia de la actualidad.

En la actualidad, por experiencia propia, más allá de las diferentes escuelas y tendencias, que tienen más o menos fuerza según la automotriz de que se trate, lo que rige más que nunca es el pragmatismo económico. Es decir que, más allá de las tendencias, que por supuesto son consideradas y sirven como disparadoras de ideas, lo que termina definiendo qué hacer, la mayoría de las veces, es el factor económico. A este autor le ha tocado vivir variaciones de integración (o “*insourcing*”) y de desintegración (o “*outsourcing*”), según el momento y las circunstancias particulares de cada caso.

4.2. Situación de Mercado

La industria automotriz Argentina está atravesando un período de recesión que se espera continúe durante 2016. Desde mediados hacia fines de 2017 los pronósticos indican un proceso de estabilización y a partir de 2018 se proyecta que haya un crecimiento. Esto se basa principalmente en las expectativas económicas de la Argentina y de Brasil, ya que entre ambos

representan el 91% del mercado de los automóviles fabricados en nuestro país. Donde en Argentina queda el 42% de lo producido para el mercado local y Brasil es el destino para el 85% de las exportaciones (Elaboración propia a partir de datos del Anuario ADEFA (Asoc. de Fábricas de Automotores), 2014: cap. IV Producción, cap. V: Mercado interno y cap. VI: Exportaciones).

En base a ello y a los estudios de mercado que ha realizado esta terminal, se esperan los siguientes volúmenes de producción para los próximos cinco años para el modelo sobre el cual se realiza este trabajo. Se consideran 230 días productivos al año.

Tabla I Producción Anual Estimada

Período	Año	Producción Anual	Producción Diaria
1	2017	51.592	224
2	2018	57.100	248
3	2019	58.580	255
4	2020	60.110	261
5	2021	60.590	263

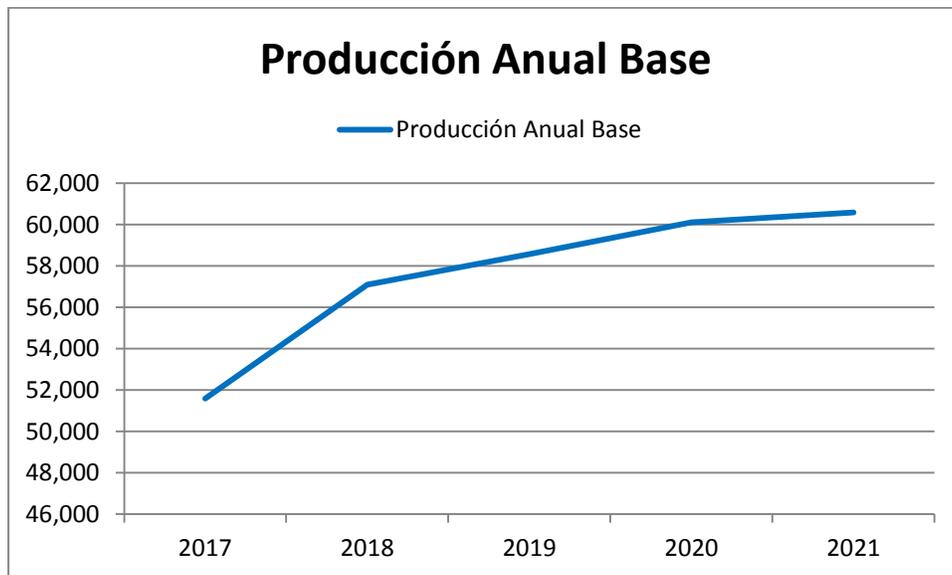


Gráfico i Producción Anual Estimada

5. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

5.1. El Producto

Lo primero que haremos es definir el producto. En este caso se trata de un conjunto de suspensión delantera del tipo McPherson. Llevan este nombre debido a su creador, Earl S. McPherson, un ingeniero norteamericano que trabajó para la fábrica Ford y diseñó la primera suspensión de este tipo para el modelo Ford Consul en 1951. Hoy en día es el sistema más utilizado en la industria automotriz para las suspensiones delanteras, y se cree que más del 80% de los vehículos que se producen actualmente tienen este tipo de suspensión. Es un sistema simple pero efectivo y confiable. Se basa en una pieza llamada Mangueta o Apoyo Oscilante donde, por un lado, se fijan el disco de freno, la pinza de freno y la rueda; por otro lado, la parte superior de dicha mangueta se vincula al amortiguador; y su parte inferior se une a la parrilla de suspensión y al extremo de la dirección. Entre las principales ventajas de la suspensión McPherson se cuenta su simplicidad, que hace que tenga un bajo costo, una menor masa suspendida, un diseño compacto y gran apoyo al suelo. Entre sus desventajas, las ruedas no se mueven sobre una vertical, sino describiendo un breve arco circular, lo que hace que los amortiguadores funcionen inclinados, por lo que el conjunto McPherson debe resistir fuerzas tangenciales y transmite en forma directa el movimiento desde el suelo hasta el chasis. Para contrarrestar este efecto se colocan “*silent-blocks*” o tacos de goma o caucho en las uniones entre las piezas o con la carrocería, para absorber las vibraciones. A continuación se reproducen algunas distintas imágenes de conjuntos Mc Pherson de suspensión delantera, a modo ilustrativo, para que se comprenda el concepto del conjunto de suspensión y tener noción de sus dimensiones y características. La siguiente ilustración 1 muestra el mecanismo McPherson en corte.

NOTA: Por razones de confidencialidad las imágenes que verán a continuación son de diferentes modelos.

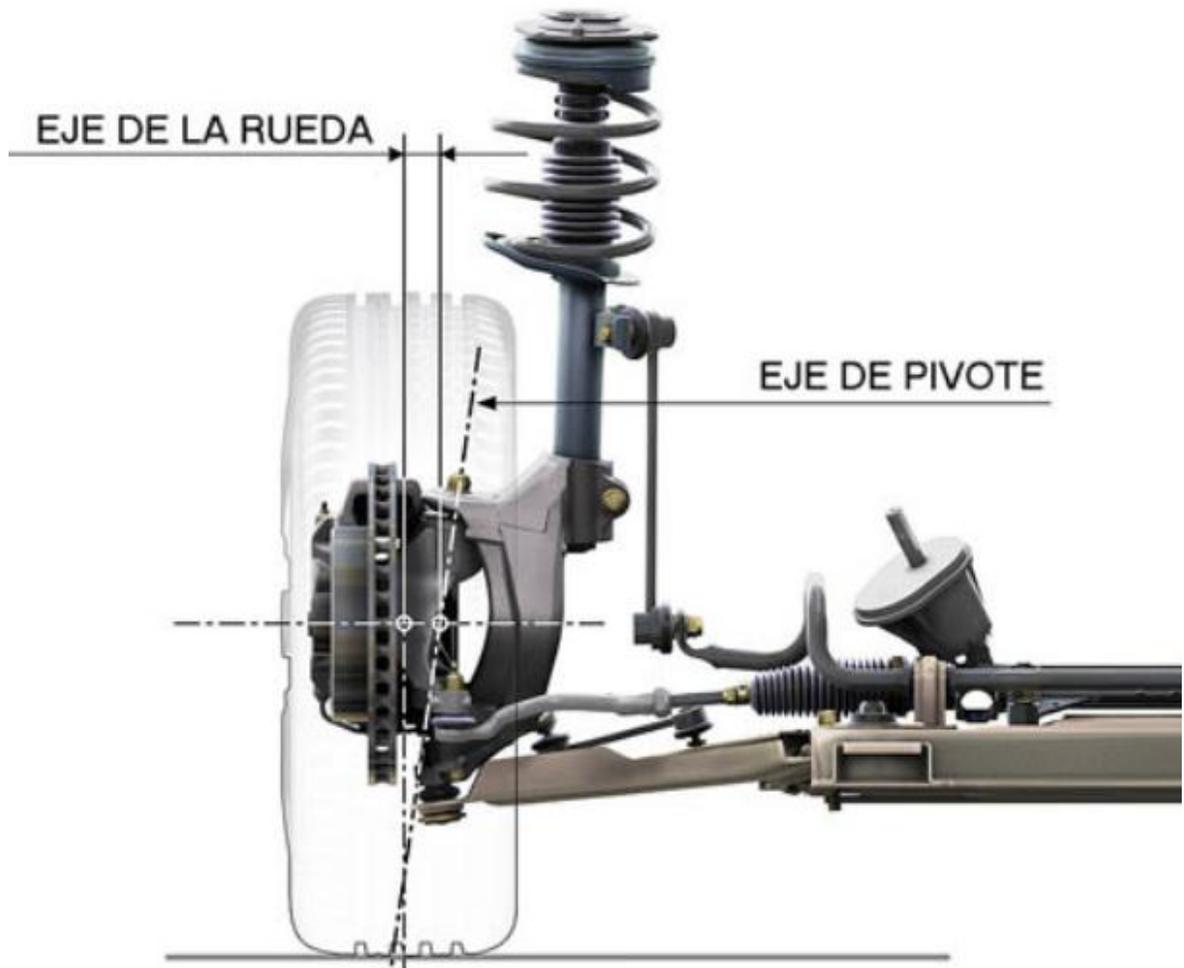


Ilustración 1 Conjunto McPherson

La siguiente ilustración 2 muestra la suspensión en perspectiva.

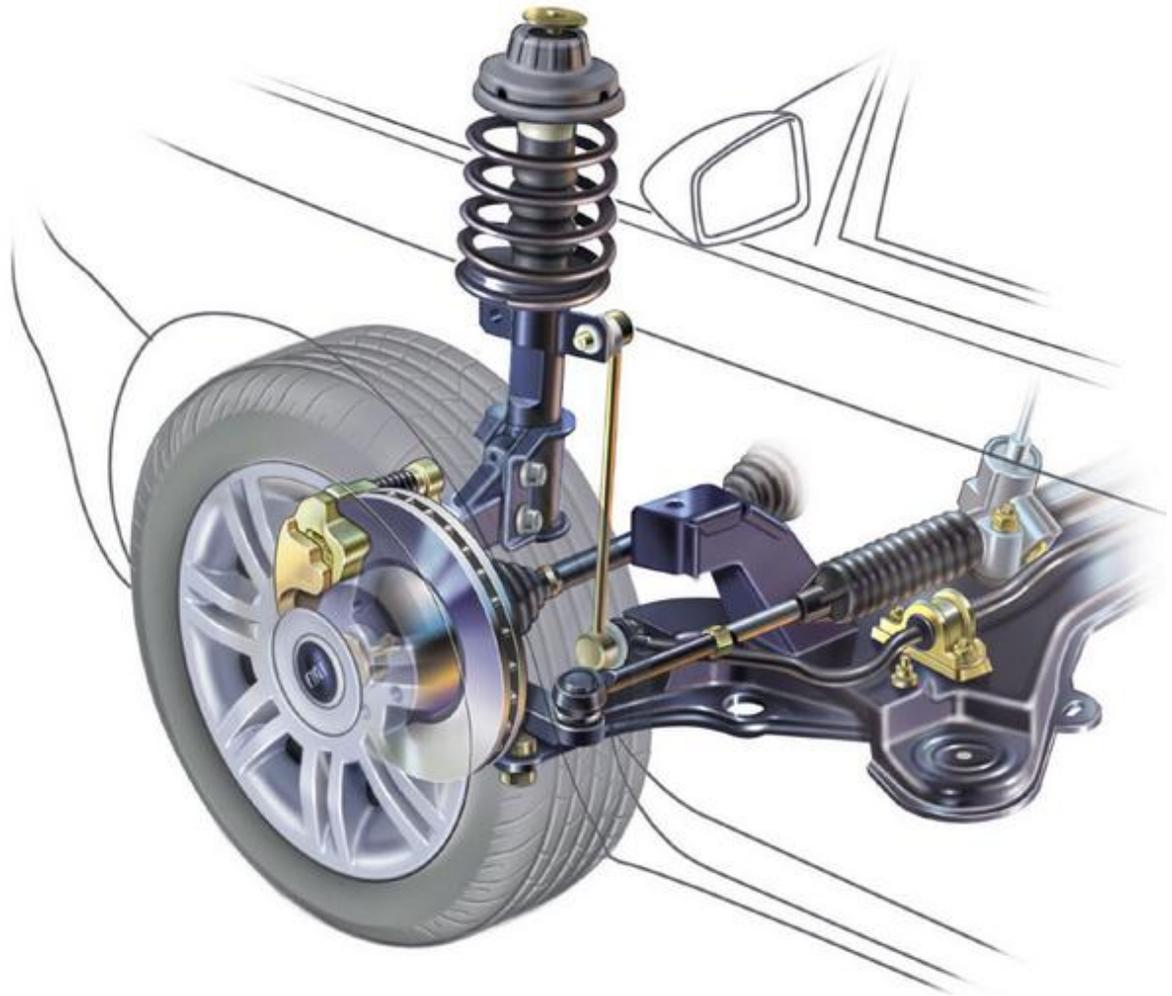


Ilustración 2 Conjunto McPherson

En la siguiente ilustración 3 se muestra otro corte identificando los principales componentes del conjunto. La Mangueta o Apoyo Oscilante queda oculta.

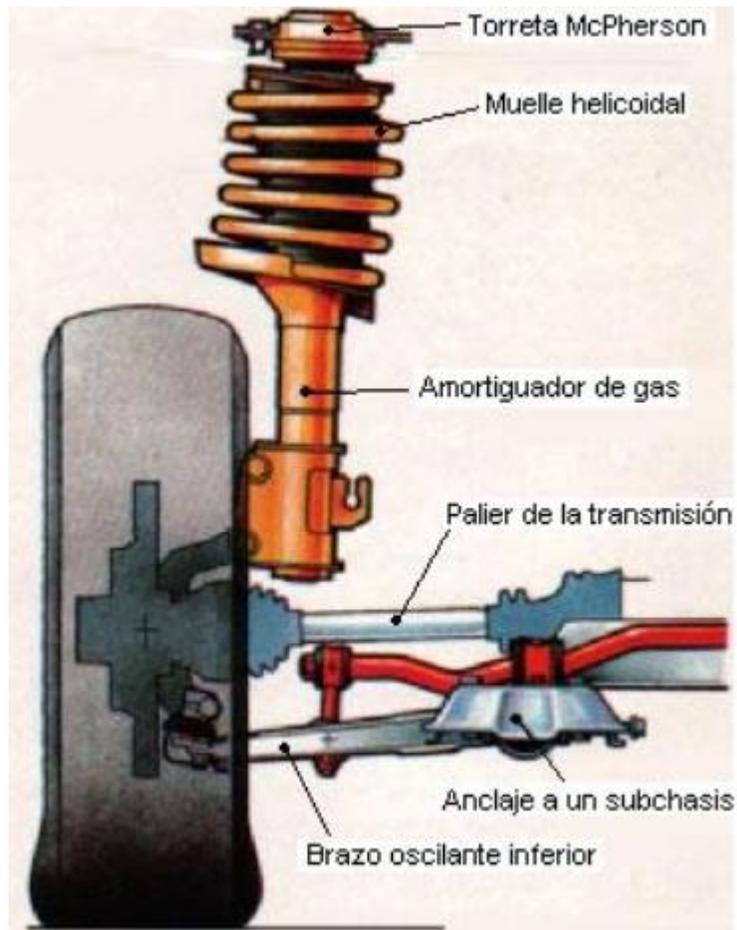


Ilustración 3 Otra vista del conjunto McPherson

En la siguiente ilustración 4 se muestra otra perspectiva de las principales piezas intervinientes. Donde 1) Amortiguador; 2) Mangueta; 3) Rótula; 4) Parrilla inferior; 5) Sub-chasis; 6) Semieje; 7) Barra de torsión.

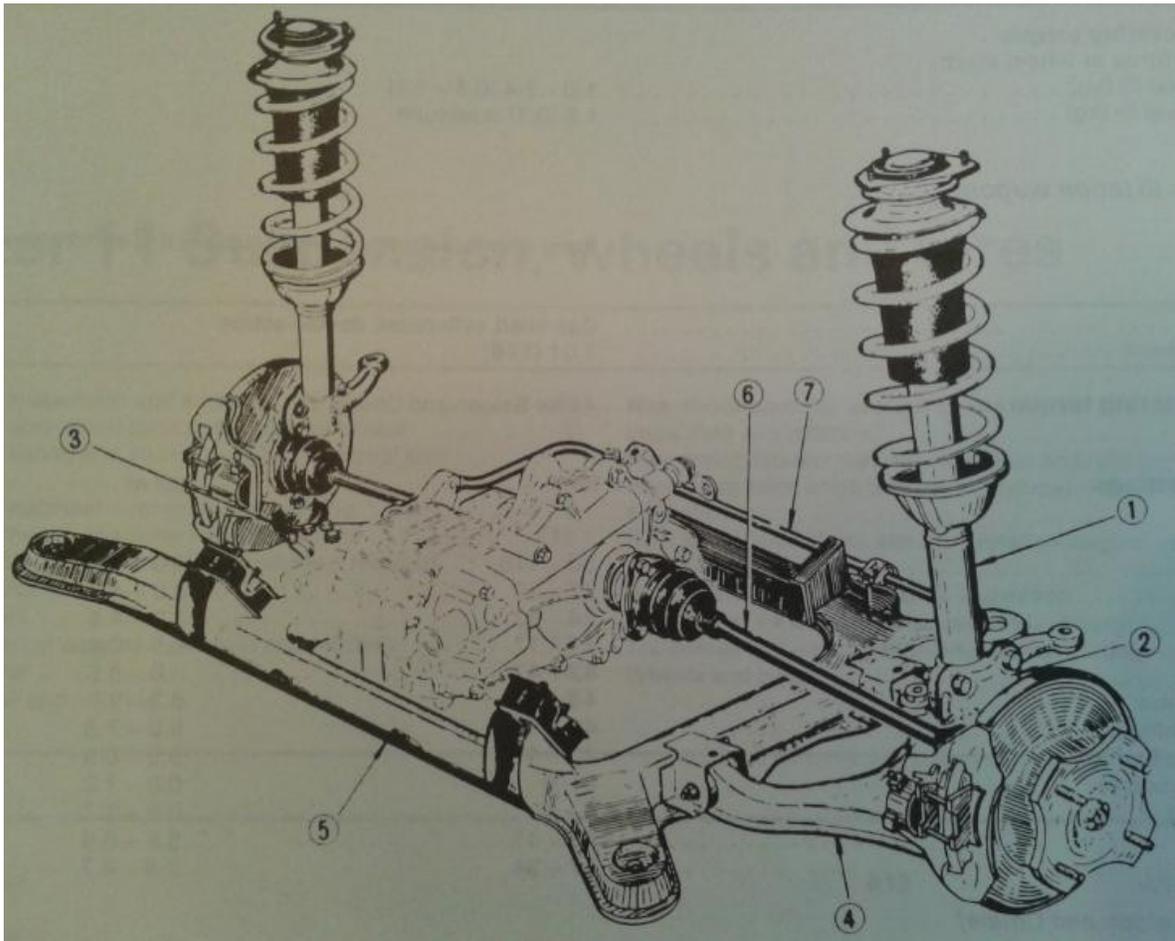


Ilustración 4 Principales componentes de la suspensión

- **La “mangueta” o “apoyo oscilante”** (cf. ilustración 5): Es la pieza central del conjunto suspensión delantera tipo McPherson sobre el cual se ensamblan y vinculan la gran mayoría de los componentes. Normalmente es una pieza de fundición mecanizada en los puntos en los cuales se vinculará con otras piezas.



Ilustración 5 Vista de la Mangueta desde el interior del vehículo

- **Rodamiento** (cf. ilustración 6): Se ensambla o “clava” en el centro de la Mangueta. Es elemento que permite el giro del disco de freno y la rueda.



Ilustración 6 Rodamiento

- **Aro Seeger o Anillo de seguridad** (ilustración 7): Se coloca para asegurar la sujeción del rodamiento a la Mangueta.



Ilustración 7 Anillo de seguridad

- **Masa de rueda** (cf. ilustración 9): Va unida al rodamiento; a ella se vinculan el disco de freno, la rueda (o llanta) y también el semieje (en caso que se trate de un vehículo con tracción delantera).



Ilustración 8 Masa de Rueda

- **Disco de Freno** (cf. ilustración 9): Va unido a la masa y gira solidaria con ella y la rueda. Los discos de freno deben refrigerarse, lo cual se logra dejando espacios vacíos por los cuales puede circular aire durante el movimiento de las ruedas entre las dos placas o discos externos. Viéndolo de perfil puede observarse que el disco no es macizo, sino que hay espacios vacíos en el centro entre los planos exteriores.



Ilustración 9 Disco de freno

También existen los discos de freno ventilados, cuya principal diferencia es que tienen agujeros pasantes perpendiculares a la superficie del disco justamente para favorecer el pasaje de aire y con ello la disipación de calor. Los discos normalmente son producidos en acero y tienen un mecanizado o “rayado” para darle mayor rugosidad y aumentar así el coeficiente de rozamiento que tendrá con las pastillas de freno.

- **Pinza de freno o Cáliper** (cf. ilustraciones 10 y 11): Se fija a la mangueta. El disco de freno al girar pasa por su interior donde posee dos apoyos o pastillas, que mediante el accionamiento del pedal de freno, hacen presión sobre el disco para disminuir la velocidad o detener el vehículo.

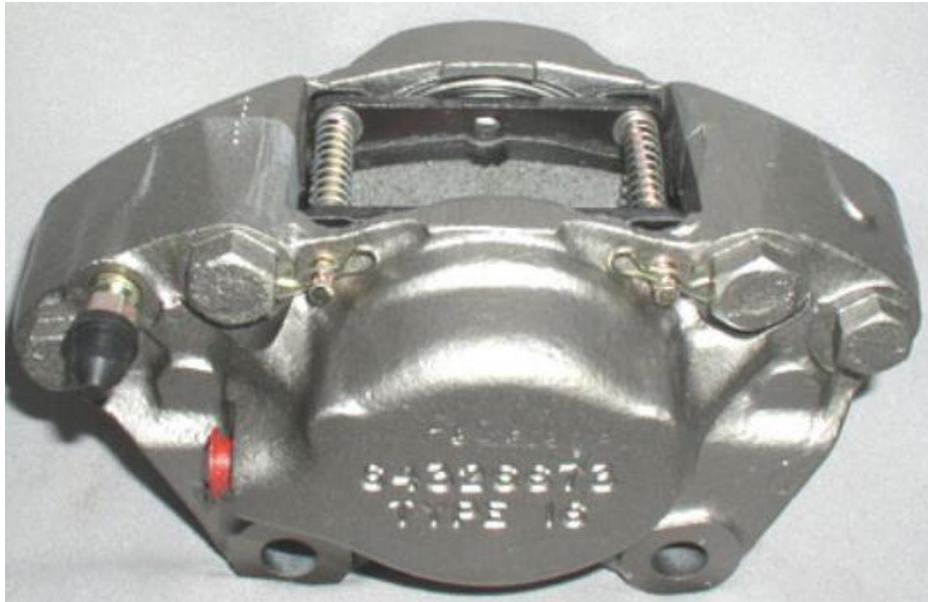


Ilustración 9 Pinza de Freno

Las pastillas tienen un alto coeficiente de fricción, su tarea es transformar la energía cinética del movimiento de la rueda (y del vehículo) en calor. Por ello es que es tan importante la capacidad del disco de disipar el calor, ya que caso contrario, se calienta y reduce el rendimiento del sistema.

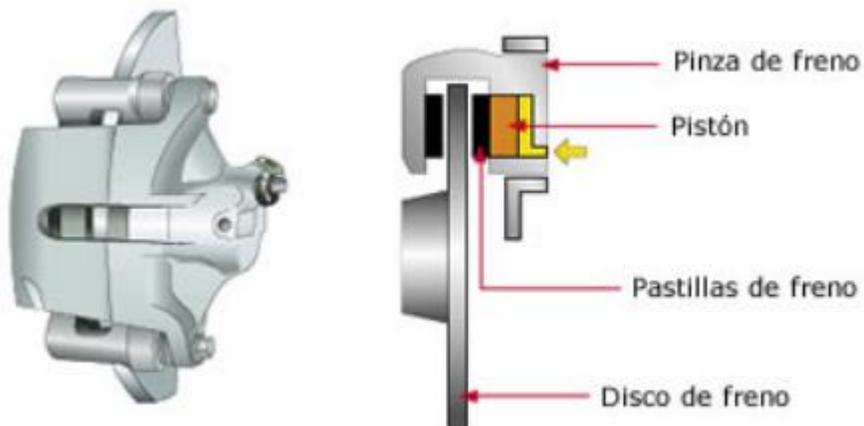


Ilustración 10 Conjunto de freno mostrando en corte la pinza de freno o caliper

- **Sub-conjunto amortiguador + Muelle o Espiral** (cf. ilustración 12): Es lo que se conoce como columna de suspensión y se sub-arma antes de ser montado en el conjunto suspensión delantera.



Ilustración 11 Subconjunto amortiguador + Muelle o Espiral

Sus principales componentes son:

- **Amortiguador** (cf. ilustración 13): Lo que hacen es absorber la energía mecánica del muelle o espiral generada por las irregularidades del camino o esfuerzos dinámicos del vehículo transformándola en calor. Esto se hace para armonizar y dar mayor confort a los ocupantes del vehículo y para mantener el mayor contacto posible de las ruedas del auto con el suelo, aspecto fundamental para no perder adherencia, tracción o capacidad de frenado. Es decir que su función es de confort pero también de seguridad.



Ilustración 12 Dos perspectivas del amortiguador

- **Fuelle** (cf. ilustración 14): Sirve para proteger el ingreso de agua o polvo al interior del amortiguador en la zona de unión entre el cuerpo principal (parte negra en la imagen 13) y el vástago que es el que comprime o expande (parte planteada en la imagen 13).



Ilustración 13 Par de fuelles

- **Muelle o espiral** (cf. ilustración 15): Su función es la de absorber las irregularidades del terreno mediante una deformación elástica. Trabaja en conjunto con el amortiguador para otorgar confort y seguridad durante el desplazamiento del vehículo.



Ilustración 14 Espiral de suspensión o Muelle

- **Apoyo superior del amortiguador** (cf. ilustración 16): Sirve como tope para poder comprimir el espiral junto al amortiguador.



Ilustración 15 Apoyo superior del amortiguador

- **Tope superior** (cf. ilustración 17): Se coloca entre la unión del extremo superior del amortiguador y el rodamiento axial. Su función es la de evitar el contacto de metal con metal que produce ruidos y puede llevar a roturas.



Ilustración 16 Tope superior del amortiguador

- **Rodamiento axial o cazoleta** (cf. ilustración 18): Tiene varias funciones: por un lado es la última pieza que “cierra” el conjunto amortiguador, por otro lado será la pieza que se vincule con la carrocería para unir a todo el conjunto suspensión delantera en su extremo superior, y por último permite un movimiento axial necesario ya que la parte inferior de la suspensión describe un movimiento circular (no vertical).



Ilustración 17 Rodamiento axial o cazoleta

- **Rótula** (cf. ilustración 19): Es la pieza que vincula la parrilla inferior con la Mangueta. Es un componente muy importante porque debe permitir movilidad en los 3 ejes, pero por la ubicación que tiene no puede tener un gran tamaño. Así que debe ser pequeña, resistente, flexible y soportar grandes esfuerzos. Es por ello que es una de las piezas de este conjunto que mayor desgaste sufre.



Ilustración 18 Rótula

- **Brazo oscilante inferior o parrilla de suspensión** (ilustraciones 20 y 21): Normalmente son de fundición o chapa estampada. Pueden tener forma de triángulo o boomerang. Es la pieza que une la carrocería con la Mangueta, justo en este punto de vinculación se introduce la rótula. Debe permitir un movimiento ascendente y descendente de la Mangueta para poder absorber las irregularidades del suelo es por ello que sus vinculaciones con la carrocería son articuladas. En ellas se colocan bujes de goma o caucho para absorber vibraciones y evitar ruidos por la unión entre dos metales.



Ilustración 19- Brazo oscilante inferior o parrilla de suspensión



Ilustración 20- Brazo oscilante inferior o parrilla de suspensión en forma de boomerang

- **Semieje** (cf. ilustración 22): Es la pieza encargada de transmitir el movimiento desde la caja de cambios o diferencial hasta la rueda. Normalmente en el extremo contra la caja o diferencial posee un fuelle para unirse a ella y evitar la pérdida de grasa o aceite lubricante. Es un árbol de transmisión de movimiento articulado. Debe permitir movimiento en los 3 ejes, ya que un extremo está fijo a la caja o diferencial, sin movimiento relativo a la carrocería, pero el otro está unido a la masa de la rueda que se desplaza siguiendo las oscilaciones de la suspensión. Incluso son telescópicos, ya que frente a grandes movimientos es necesario que se “alarguen” o “acorten” para mantener la vinculación entre los extremos.



Ilustración 21 Semieje

- **Sensor ABS o de revoluciones** (cf. ilustración 23): Este sensor se fija en la Mangueta y lo que hace es medir o controlar si las ruedas están girando o no y a qué velocidad. La medición es magnética, mediante ondas o ciclos ya que el rodamiento presenta muecas o zonas con mayor y menor magnetismo. Es importante que la distancia entre el rodamiento y el sensor sea mínima para evitar el ingreso de suciedad o agentes que puedan distorsionar la medición. En algunos casos se incorpora una grasa especial para asegurar la calidad de la medición. Esta información es recibida y procesada por el módulo electrónico del ABS para accionar en forma correcta la bomba de freno

evitando que ninguna de las ruedas del auto se bloqueen. En la Argentina, como en muchos otros países, este ya es un equipamiento de serie obligatorio para cualquier vehículo 0 Km que se quiera comercializar.



Ilustración 22 Sensor ABS o de revoluciones

5.2. El Proceso Productivo

Para poder atender el volumen de producción máximo necesario de 290 vehículos diarios cada 2 turnos (mañana y tarde) y garantizar la calidad requerida, se definió el siguiente proceso productivo. A pesar de que la velocidad de fabricación debe ser media, casi 21 pares de conjuntos por hora, lo que implica un conjunto casi cada 1,5 minutos, se decidió un proceso en secuencia como el de una línea de montaje convencional, pero con liberación por puesto, para simplificar la línea. Esto implica que el tiempo para cada puesto, más el movimiento al siguiente, no puede superar los 87 segundos, ya que caso contrario no se llega a atender el volumen de producción necesario. Este tipo de línea permitirá absorber incrementos de velocidad de línea en el caso que los haya en el futuro.

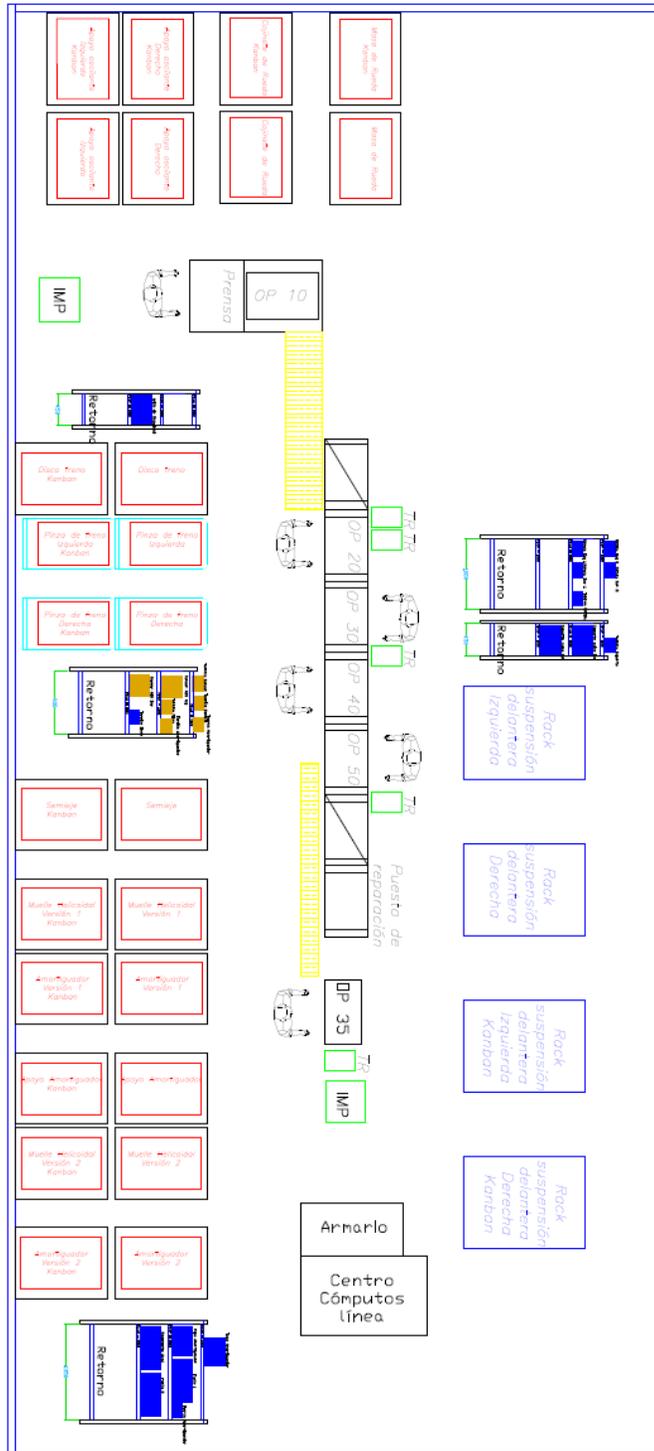
- 290 vehículos x día produciendo en 2 turnos
- 145 vehículos x turno
- El turno tiene 8 horas pero al restarle los 30 minutos de almuerzo/cena y los dos descansos, quedan 7 horas productivas.

horas
hora
• 2

87

A continuación
propuesto:

Hay una
arma el
estaciones que
esto quiere
constantemente
una vez que el



• 145vehículos en 7
→ 20,71vehículos por

suspensiones x
vehículo → 1
suspensión cada
aproximadamente 2
minutos(1,45 minutos o
segundos)

se puede ver el Layout

línea principal donde se
conjunto con 4
se liberan por puesto,
decir que no está
en movimiento sino que
operario termina con su

tarea recién entonces libera la pieza para que pase a la siguiente estación. Adicionalmente, hay otros dos puestos fijos que abastecen la línea de ensamblado, que son una primera estación de prensado y otra estación, también fija, que se ocupa de ensamblar el sub-conjunto amortiguador (cf. ilustración 11). Ambos funcionan en paralelo con la línea de armado de suspensiones.

Como puede observarse, para la producción se requerirán 6 operarios, uno para la prensa (operación 10), otro para el armado del conjunto amortiguador (operación 35) y otros 4 para la línea principal (operaciones 20, 30, 40 y 50). Los números de las operaciones se asignan para establecer las actividades que debe realizar cada operario en su puesto, es decir, es una forma de repartir o dividir el trabajo. A continuación se describen paso a paso las actividades a realizar en cada operación, pero antes de eso se explican algunos aspectos para poder entender más fácilmente este proceso productivo.

La línea de producción de suspensiones funciona en paralelo con la línea principal de montaje donde se ensambla el resto del vehículo, por lo tanto el disparador de la orden de trabajo o “input” para comenzar el ensamblado de una suspensión es el ingreso en producción de un vehículo. Cuando esto ocurre, en las impresoras (cf. IMP en ilustración 23) de las operaciones 10 y 35 se imprime una orden de trabajo con las especificaciones y características propias que requiere dicho vehículo. También se le da un código interno, que es leído con un escáner gracias a un código de barras, y que acompañará a la pieza a lo largo de su producción para garantizar su identificación, darle trazabilidad y registrar los ajustes o torques de seguridad. Esto último es muy importante ya que por tratarse de una pieza de seguridad es imprescindible garantizar el 100% de los torques críticos y tener un registro de ello. Para eso se pueden ver en el layout 5 máquinas torqueadoras identificadas con las letras “TR” (cf. Ilustración 23) que significan torques registrados. Estos equipos se programan y de no alcanzar el ajuste requerido no permiten la liberación de la pieza hacia la siguiente estación, asegurando de esta forma el cumplimiento del torque adecuado.

También se incluye al final de la línea (entre la operación 50 y la 35) un puesto de reparación por si alguna de las piezas periféricas requiere un ajuste o cambio por golpes o daños detectados en el proceso productivo. Se pueden observar 4 *racks* de considerable tamaño (cf. Ilustración 23 sector derecho); en ellos se colocan los conjuntos una vez que fueron armados, en

la misma secuencia que la producción de los vehículos, para ser llevados al punto de instalación en la línea principal de montaje.

Cada pieza tiene su medio o embalaje, es decir, nunca puede haber dos piezas diferentes dentro de una misma "caja" o embalaje. Algunas son de tamaño importante y van directamente a suelo y otras son más pequeñas y se ubican en estanterías. Lo que define el tipo de embalaje es básicamente el tamaño y peso de las piezas, es decir cuantomás grandes y/o pesadas son las piezas mas grande será su embalaje y deberán ser manipuladas con carretas y autoelevadores, mientras que las pequeñas y livianas se colocan en recipientes plásticos estándares que pueden ser manipulados manualmente. Luego de estas aclaraciones se procede a la descripción del proceso.

Operación 10: Prensa → Montaje de cojinete, aro seeger y masa en Mangueta

- I. Se debe tomar de la impresora la orden de trabajo, primero una para la suspensión izquierda y luego otra para la derecha.
- II. Hay que tomar la Mangueta o Apoyo Oscilante y colocarlo en el dispositivo de la prensa.
- III. Luego tomar el cojinete o rodamiento y presentarlo sobre la Mangueta.
- IV. Realizar el prensado y verificar que el valor de presión alcanzado haya sido el correcto.
- V. Tomar el anillo de seguridad y posicionarlo con ayuda de una pinza en el interior de la Mangueta.
- VI. Realizar el prensado y verificar que el valor de presión alcanzado haya sido el correcto.
- VII. Tomar la masa de rueda y posicionarla en la Mangueta
- VIII. Realizar el prensado y verificar que el valor de presión alcanzado haya sido el correcto.
- IX. Retirar el conjunto de la prensa, colocarle la etiqueta de identificación y enviarlo a la siguiente estación mediante la plataforma con rodillos.
- X. Realizar las mismas operaciones para la suspensión de la mano derecha.

Operación 20: Montaje de Disco de Freno y presentación de Cáliper

- I. Tomar el subconjunto proveniente de la estación anterior y colocarlo en la placa de la línea de montaje.
- II. Buscar el disco de freno y el tornillo del disco y presentarlos sobre la masa de rueda.
- III. Con la herramienta de batería ajustar el tornillo al torque especificado.
- IV. Buscar el cáliper de freno (según la mano, izquierda o derecha) y presentarlo en el conjunto.
- V. Buscar los tornillos del cáliper y presentarlos.
- VI. Liberar el conjunto para que pase a la siguiente estación.
- VII. Realizar las mismas operaciones para la suspensión de la mano derecha.

Operación 30: Ajuste del Cáliper de Freno y montaje de la Rótula

- I. Escanear la etiqueta de trazabilidad
- II. Tomar la herramienta de torque registrado bhusillo (se llama así ya que en realidad son dos herramientas que trabajan en forma simultánea para ajustar de manera pareja los dos tornillos de fijación del cáliper de freno al Apoyo Oscilante)
- III. Con la herramienta de torque realizar el ajuste de los tornillos del cáliper de freno.
- IV. Verificar que se haya alcanzado el torque requerido, caso contrario retirar los tornillos con la misma herramienta y repetir la operación anterior.
NOTA: Debido al alto ajuste al cual se somete a estos tornillos los mismos alcanzan una deformación plástica importante, no pudiendo ser reutilizados. Una vez que son retirados deben ser reemplazados por tornillos nuevos.
- V. Buscar la Rótula (según mano y modelo) y presentarla.
- VI. Tomarla tuerca de rótula y presentarla.
- VII. Escanear la etiqueta de trazabilidad.
- VIII. Con la herramienta de torque registrado realizar el ajuste de la tuerca de Rótula.
- IX. Verificar que se haya alcanzado el torque requerido, caso contrario retirar la tuerca con la misma herramienta y repetir la operación anterior.
- X. Liberar el conjunto para que pase a la siguiente estación.

XI. Realizar las mismas operaciones para la suspensión de la mano derecha.

Operación 35: Armado Subconjunto Amortiguador

Si bien esta operación no se realiza en la línea de suspensiones la hemos numerado así (con un número intermedio a dos operaciones que sí pertenecen a la línea de suspensiones) debido a que es necesario que esté concluida antes de poder comenzar con la operación 40.

- I. Se debe tomar de la impresora la orden de trabajo, una para el conjunto amortiguador izquierdo y otra para el derecho.
- II. Buscar el amortiguador que corresponde al modelo a armar y colocarlo en el dispositivo prensa espiral.
- III. Luego hay que buscar el Espiral, el Fuelle, el Apoyo de Amortiguador y el Tope, y presentarlos sobre el Amortiguador dentro de la prensa.
- IV. Accionar la prensa espiral.
- V. Buscar el Rodamiento Axial y la tuerca de Amortiguador y presentarlos sobre el vástago del amortiguador.
- VI. Escanear la etiqueta de trazabilidad
- VII. Tomar la herramienta de torque registrado y ajustar la tuerca según el torque que ha sido especificado.
- VIII. Retirar el conjunto del dispositivo y enviarlo a la siguiente estación mediante plataforma con rodillos.
- IX. Realizar las mismas operaciones para la suspensión de la mano derecha.

Operación 40: Montaje de Amortiguador, Semieje y Sensor de ABS

- I. Tomar el Sensor de Revoluciones o ABS y el tornillo de fijación.
- II. Con la herramienta de batería ajustar el tornillo al torque especificado

- III. Tomar el Subconjunto Amortiguador proveniente de la operación 35.
- IV. Verificar que el código de vehículo del Amortiguador coincida con el del conjunto que está en la línea de suspensiones.
- V. Montar el subconjunto Amortiguador en el Apoyo Oscilante o Mangueta.
- VI. Tomar el Tornillo y Tuerca de Amortiguador y presentarlos.
- VII. Buscar el Semieje y montarlo en la Masa de Rueda.
- VIII. Tomar el tornillo de fijación del Semieje y presentarlo.
- IX. Realizar las mismas operaciones para la suspensión de la mano derecha.

Operación 50: Ajuste de Amortiguador y Semieje, y Secuenciado

- I. Escanear la etiqueta de trazabilidad
- II. Tomar la herramienta de torque registrado y ajustar la tuerca y tornillo de fijación de Amortiguador según el torque que ha sido especificado.
- III. Escanear la etiqueta de trazabilidad.
- IV. Tomar la herramienta de torque registrado y ajustar el tornillo de fijación del Semieje según el torque que ha sido especificado.
- V. Buscar el Soporte de cable de Sensor de ABS y el tornillo de fijación.
- VI. Con la herramienta de batería ajustar el tornillo al torque especificado.
- VII. Retirar el conjunto con el gancho de izaje y colocarlo en el *rack* de secuenciado.
- VIII. Realizar las mismas operaciones para la suspensión de la mano derecha.

5.3. Recursos Humanos

Para poder operar la línea de producción de suspensiones delanteras previamente definida se requiere incorporar personal. La cantidad y características son las siguientes:

- Un operario logístico por turno que se ocupará de realizar los pedidos de material al almacén y distribuirlos en la línea. De acuerdo al convenio de SMATA (*Sindicato de Mecánicos y Afines del Transporte Automotor* de la República Argentina, gremio que regula la actividad) corresponde una categoría 5 o 6 para dicho operario.
El envío de los conjuntos fabricados desde la sub-línea de suspensiones a la línea principal de montaje de los vehículos será realizado por la misma persona que actualmente recibe los conjuntos del proveedor y los lleva a la línea de montaje, con lo cual esta acción no representa ningún costo extra o requiere de mayor cantidad de personal.
- Se requieren otros 6 operarios de producción por turno para ejecutar las operaciones 10, 20, 30, 35, 40 y 50. De acuerdo al convenio de SMATA corresponde una categoría 5 o 6 para cada operario.
- Un operario adicional de producción por turno, como reparador. De acuerdo al convenio de SMATA corresponde una categoría 7 para dicho operario ya que es el que da la liberación final al producto fabricado en caso de requerir un retrabajo y debido a ello requiere una mayor calificación que el resto.
- Un liberador o verificador de calidad por turno para asegurar el cumplimiento del proceso, verificar que no haya desvíos y que los pasos y chequeos productivos se estén cumpliendo en todos los casos. En este caso corresponde una categoría 8.
- Se considerarán también 4 horas diarias, o sea medio salario de una persona de mantenimiento. Este empleado de mantenimiento deberá acercarse a la celda para el arranque de producción, responder cada vez que se presente alguna falla o problema con los equipos y también ocuparse de realizar el mantenimiento preventivo tanto a los equipos como a los dispositivos para minimizar las roturas o fallos que lleven a paradas de planta. Esto último es muy importante ya que como esta línea trabaja en paralelo con la línea principal de montaje, una parada aquí si no es solucionada rápidamente, tendrá impacto con pérdidas de producción en la línea principal.
- También será necesario un Monitor o líder para esta línea que tendrá a su cargo la verificación y control del proceso, hacer frente a los inconvenientes que puedan surgir y

también servirá como relevo eventual de cualquiera de los operarios de línea. A este puesto corresponde una categoría 9 más el plus por monitor.

A continuación la tabla II muestra los costos que representa para la compañía cada una de estas posiciones. Es importante destacar que este es el costo total para la empresa, no lo que cobra el empleado. Dentro de este valor se contemplan los feriados, vacaciones, aguinaldo, comedor, ropa, calzado, elementos de protección personal, elementos de higiene, etc. Es la sumatoria de todos los gastos en los que tendrá que incurrir la compañía por tener a ese empleado trabajando.

Tabla II: Recursos Humanos

	Costo anual (US\$)	Costo mensual (US\$)	Cantidad	Costo total mensual (US\$)
Operario de línea	44000	3667	12	44000
Operario reparador	47000	3917	2	7833
Operario Logística	45000	3750	2	7500
Monitor/Líder	52000	4333	2	8667
Verificador Calidad	49000	4083	2	8167
Mantenimiento	52000	4333	0,5	2167
TOTAL				78333

5.4. Costo logístico de consignación de material

Tal como fue enunciado al inicio de este trabajo, en la actualidad hay un proveedor externo que realiza el ensamblado del conjunto suspensión delantera. Pero debido al alto costo de las piezas que componen este conjunto, en comparación con el costo de armado, no acepta

realizar la compra de los materiales, debiendo estos serles enviados en consignación por la terminal. Ello implica no solo remitir las piezas. Primero un analista debe programar y solicitar el material a los diversos proveedores primarios de las piezas, muchos de ellos en el extranjero, luego hay que buscar esos materiales o coordinar el envío a la planta de la terminal, recibirlos, almacenarlos y por último programar la consignación al proveedor de ensamble. Con el *insourcing* del proceso productivo, toda esta cadena de actividades se mantiene, salvo el consignado de materiales. A continuación se calcula dicho costo. La siguiente tabla III muestra la cantidad de piezas por embalaje, el volumen de dicho embalaje y la cantidad de cada pieza que se utiliza por vehículo, para de esta forma realizar el cálculo del volumen de material que se debe consignar para el armado de las suspensiones de cada vehículo.

Tabla III Volumen de piezas por vehículo

Descripción	Cantidad por embalaje	Dimensión embalaje	m3 por embalaje	uso por auto	m3 por auto
APOYO OSCILANTE O MANGUETA IZQ	70	1130x730x830	0,684667	1	0,009781
APOYO OSCILANTE O MANGUETA DER	70	1130x730x830	0,684667	1	0,009781
SENSOR REVOLUCION O ABS IZQ	800	600x400x280	0,0672	1	0,000084
SENSOR REVOLUCION O ABS DER	800	600x400x280	0,0672	1	0,000084
TORNILLO FIJACIÓN SENSOR	1800	300x200x147	0,00882	2	0,000010

PASTA DE MOLIBDENO PARA SENSOR	1Kg	150x150x200	0,0045	10 gr	0,000045
BUJE DE RUEDA	200	1130x730x775	0,6392975	2	0,006393
COJINETE DE RUEDA	320	1130x730x775	0,6392975	2	0,003996
ANILLO DE SEGURIDAD	50	300x200x147	0,00882	2	0,000353
DISCO DE FRENO	85	1130x725x745	0,61034125	2	0,014361
TORNILLO FIJACIÓN DISCO	4000	300x200x147	0,00882	2	0,000004
PINZA DE FRENO IZQ	60	930x570x650	0,344565	1	0,005743
PINZA DE FRENO DER	60	930x570x650	0,344565	1	0,005743
TORNILLO FIJACIÓN PINZA	100	300x200x147	0,00882	4	0,000353
RÓTULA SUSPENSIÓN IZQ	15	300x200x147	0,00882	1	0,000588
RÓTULA SUSPENSIÓN DER	15	300x200x147	0,00882	1	0,000588
TUERCA FIJACIÓN RÓTULA	50	300x200x147	0,00882	2	0,000353
SEMIEJE	50	1130x725x745	0,61034125	2	0,024414
TORNILLO FIJACIÓN SEMIEJE	800	300x200x147	0,00882	2	0,000022
AMORTIGUADOR	24	1130x725x745	0,61034125	2	0,050862
FUELLE	34	600x400x280	0,0672	2	0,003953
TOPE DE AMORTIGUADOR	100	600x400x280	0,0672	2	0,001344
TUERCA DE AMORTIGUADOR	200	300x200x147	0,00882	2	0,000088
APOYO AMORTIGUADOR	200	1130x725x387	0,31704975	2	0,003170
MUELLE HELICOIDAL	90	1130x725x745	0,61034125	2	0,013563
RODAMIENTO AXIAL	360	800x600x535	0,2568	2	0,001427
TORNILLO FIJACIÓN AMORT A MANG	110	300x200x147	0,00882	2	0,000160
TUERCA FIJACIÓN AMORT A MANG	400	400x300x280	0,0672	2	0,000336
SOPORTE CABLE SENSOR ABS IZQ	75	400x300x280	0,0672	1	0,000896
SOPORTE CABLE SENSOR ABS DER	75	400x300x280	0,0672	1	0,000896
TORNILLO FIJACIÓN SOPORTE	1600	300x200x147	0,00882	2	0,000011
					0,159401

NOTA: Para simplificar el efecto de la inflación y poder unificar los valores a lo largo de este trabajo los consideraremos todos en Dólares Estadounidenses. Muchas de las cotizaciones ya están en esa moneda, y las que no lo estén serán transformadas a un tipo de cambio de AR\$15 por cada US\$1.

El costo de cada camión de 60 m³ (un semi) es de AR\$ 3.600, lo que implica un costo de US\$ 4 por m³. Dado que en la operación no es siempre posible completar el 100% del espacio de

carga, ya que no todas las piezas poseen *pallets* y tienen dimensiones diferentes, consideraremos un 10% de pérdida de espacio, lo que eleva el costo por m^3 a US\$4,4. Multiplicando luego el volumen de material consignado para el armado de suspensiones por cada vehículo, por el costo del envío, se obtiene el costo de dicha actividad.

$$\text{US\$4,4 /m}^3 * 0,1594 \text{ m}^3/\text{vehículo} = \text{US\$0,70/vehículo}$$

Adicionalmente, el proveedor externo actual que se encarga del armado de los conjuntos de suspensión, luego de producirlos, los envía a otro sub-proveedor que se encarga de almacenar el stock y realizar el envío en secuencia a la línea principal de montaje, ya que no tienen la capacidad ni los sistemas para poder realizar el envío JIS (*just in sequence*). Estos movimientos son considerados también dentro de lo que se llama costo logístico, ya que están asociados a movimientos de piezas, por lo tanto con el *insourcing* también se elimina este costo. Dentro de este proceso hay que contemplar no solo el costo del camión. También se incluyen la construcción y mantenimiento de *racks* específicos, la mano de obra para el movimiento, carga y descarga de las piezas, el personal administrativo para generar los remitos, cartas de porte y seguimiento de stocks, y cualquier otro costo indirecto necesario para la producción de los conjuntos por el proveedor. También se encuentra dentro de este costo el almacenamiento del stock de seguridad para la operación (normalmente entre 2 y 3 días de stock), el costo de armar los racks de secuenciado y el envío de los mismos a planta con una ventana (tiempo desde que se solicita el material hasta que se encuentra en línea disponible para utilizarse) de 3 horas. En la actualidad se está pagando AR\$ 187,2 por estos movimientos y envíos para cada vehículo lo que equivale a US\$ 12,48 por vehículo o US\$ 6,24 por suspensión.

5.5. Inversiones

Para poder llevar adelante este proceso de *Insourcing* será necesario construir la línea de montaje previamente descrita. A continuación se definen los principales equipamientos con las características necesarias y los costos de adquisición para cada uno de ellos.

- **Prensa** (cf. ilustración 24) Para realizar el “clavado” del Rodamiento o Cojinete y Masa de Rueda en la Mangueta o Apoyo Oscilante. La capacidad de prensado debe ser de 100 kN, ya que para este modelo se requiere una fuerza de extracción que sea superior a los 35 kN y se busca dejar margen para que la máquina no trabaje sobre el límite de sus capacidades y sirva en caso de querer producir en el futuro otro modelo que requiera un esfuerzo mayor. Su valor es US\$ 115.000



Ilustración 24 Prensa para “clavado” del rodamiento en la “mangueta”

- **Línea de montaje con 4 estaciones.** Esta línea debe contar con dos ascensores, uno en cada extremo. Uno para hacer descender las placas de apoyo de la suspensión una vez que concluye la operación 50 y otro que las recibe luego de haberse desplazado por la parte inferior de la línea, al principio de la operación 10 para elevar la placa y que comience el proceso de esta línea. Por otro lado son necesarios sensores y botones de liberación para cada puesto, así como también la estructura para soportar la instalación de las herramientas de torque registrado cuyo esfuerzo en el momento de aplicación es elevado. El valor total para esta línea es de US\$170.000.

- **Prensa Espiral** (cf. ilustración 25). Este dispositivo es el utilizado para comprimir el espiral o muelle de la suspensión y poder fijarlo luego al Rodamiento axial y vástago del Amortiguador. El valor es de US\$ 55.000



Ilustración 25 Prensa de la espiral de suspensión

- **Escáner de código de barra inalámbrico** (cf. ilustración 26). Se requieren 4 de estos dispositivos para asegurar las operaciones que se realizan y dar trazabilidad y rastreabilidad a los torques realizados. Se utiliza uno al comenzar cada uno de los subarmados de las operaciones 10 y 35 para dar inicio al proceso y, en el caso del Subarmado de Amortiguador, para registrar también el ajuste de ese torque de

seguridad. Luego son necesarios otros dos dispositivos en las operaciones 30 y 50, también para registrar los torques de seguridad realizados en dichas operaciones. El Valor de cada uno es de US\$ 300.



Ilustración 26 Escáner de barra

- **Placas de apoyo para armado de suspensión** (cf. ilustración 27). Se requieren al menos 6 de estas placas, ya que 4 están sobre la línea en el proceso de armado, una volviendo y otra lista para ingresar en el flujo. Idealmente habría que tener 1 o 2 placas adicionales para que sirvan como reserva frente a desgaste o mantenimiento que hay que realizarles. El valor de cada una es de US\$14.000



Ilustración 27 Placas de apoyo para armado de suspensión.

- **Atornilladoras de torque registrado** (cf. ilustración 28). Se requieren 5 de estos equipos con sus pantallas de programación donde se indica si se alcanzó el valor de ajuste previamente definido. Las mismas serán utilizadas para la fijación de los tornillos de Cáliper (se requiere dos herramientas para esta actividad) en la operación 20, otra para el ajuste de la Rótula también en la operación 20, una más que se utilizará en la operación 40 para la fijación del tornillo y turca del Amortiguador y también para ajustar el Semieje, y por último una más en la operación 35 para fijar el Rodamiento Axial al vástago del Amortiguador. El Valor de cada una es de US\$38.000.



Ilustración 28 Atornilladoras de torque registrado

- **Atornilladoras manuales a batería**(cf. ilustración 29) para torques no elevados y sin requerimiento de registro. Se requieren 2 herramientas de brazo largo para aplicación de torques más grandes, una para la fijación del Disco de Freno y otra para la fijación del Soporte de cable de ABS y flexible de tubería de freno. El Valor de cada una es de US\$2.000.



Ilustración 29- Atornilladoras manuales a batería

- **También se requieren 2 atornilladoras tipo pistola** (cf. ilustración 30), que son para torques más bajos pero más fáciles de utilizar ya que pueden manipularse solo con una

mano. En este caso son necesarias para la fijación de los Sensores de ABS y para presentar los tornillos de Cáliper de freno. El valor de cada una es de US\$1.000



Ilustración 30 Atornilladoras tipo pistola

- **Puente Grúa con gancho de izaje** (cf. ilustración 31). Consta de dos rieles laterales sobre los que se desplaza un travesaño central. Unido a este está el motor de izaje con gancho que puede desplazarse sobre el travesaño para de esta forma poder llegar a todas las posiciones de los racks de secuenciado. Debido a que el peso de los conjuntos de suspensión delantera no es elevado, no se requiere un puente para demasiado peso. En este caso con una capacidad para 125 Kg aseguramos la capacidad requerida y dejamos margen para futuros cambios o modelos nuevos. El valor es US\$28.000



Ilustración 31 Punte grúa

- **Impresoras:** Se requieren 2 impresoras para generar las órdenes de trabajo (cf. ilustración 32) con las características necesarias para cada pieza y su código de rastreabilidad y vinculación al vehículo en la línea de montaje. El valor de cada una es de US\$250.



Ilustración 32 Impresoras de órdenes de trabajo

- **Estanterías *trilogic*** (cf. ilustración 33) Para disponer el material al costado de línea. Estas se utilizan solamente para las piezas de menor volumen que son abastecidas en contenedores plásticos estándar. Se requiere un total de 5 estanterías, una de 1350 mm para las piezas a utilizarse en el armado del Subconjunto Amortiguador (operación 35), otra de 900 mm para las piezas necesarias para las operaciones 20 y 40, una de 1000 mm para las piezas de la operación 30 y por último dos de 450 mm para el material necesario para las operaciones 10 y 50. El valor total es de US\$900.



Ilustración 33- Estanterías *trilogic*

- **Mesas de rodillos** (cf. ilustración 34). Se requieren dos de estas mesas para enviar los Subconjuntos armados en las operaciones 10 (Mangueta con rodamiento y masa) y 35

(subconjunto Amortiguador) hacia la línea principal donde serán utilizadas para el armado del conjunto suspensión delantera. El valor total US\$550.



Ilustración 34- Mesas de rodillos

- **Se requieren carros (cf. ilustración 35) para llevar las piezas a la línea de ensamble.** Estos carros tiene ruedas, freno y la robustez suficiente para soportar el peso del material que en el caso de estas piezas puede ser elevado. Viendo el *Layout* se puede observar que serán necesarios 22 carros, entre los necesarios para las piezas que están en uso y los *Kanban* de cada una. El valor de cada uno es de US\$ 1.000



Ilustración 35 Carros de transporte de piezas

- **También serán necesarios otros 4 carros con ruedas y volcador** (cf. ilustración 36). Este dispositivo permite inclinar el medio que tiene piezas para facilitar el acceso a las piezas que están en la parte inferior. Hemos definido este tipo de carros para los cáliper de freno, ya que si fueran abastecidos en un carro normal pueden presentar, por su forma y peso, problemas ergonómicos para los operarios. El valor de cada uno es US\$ 1.500



Ilustración 36 Carros con ruedas y volcador

- **Será necesario también contar con un armario.** Este será utilizado para guardar las herramientas de mano cuando la línea no esté en funcionamiento, y también para tener cargadores de baterías de las herramientas de línea, elementos de protección personal (guantes, cubre-reloj, cubre-cinturón, etc.) y repuestos básicos como puntas de herramientas que pueden sufrir desgaste. El valor total es de US\$2.000.
- Adicionalmente a esto, dado que el diseño fino del equipamiento y la construcción será realizado por proveedores externos, se debe considerar un costo adicional para la instalación y puesta en marcha de la línea. Además se solicitará que entreguen los

manuales de cada equipo junto con su plan de mantenimiento. También se solicitará una asistencia de 3 semanas con una persona en planta para realizar los primeros *tryouts* o pruebas de funcionamiento y capacitar al personal de mantenimiento de la terminal que estará afectado a este sector para que conozcan en detalle su funcionamiento y como proceder frente a problemas o imprevistos. Adicionalmente esto permitirá realizar pequeñas adecuaciones o cambios en la línea detectados durante el arranque de producción para mejorar su funcionamiento y asegurar el cumplimiento del volumen y calidad requeridos. El costo de esta actividad es de US\$80.000

A modo de resumen en el siguiente cuadro se puede encontrar el total de las inversiones o gastos que hay que realizar para tener una línea de armado de suspensiones operativa en planta.

Tabla IV Resumen de inversiones

Descripción	Cantidad	Precio x unidad (en US\$)	Precio Total (en US\$)
Prensa de Rodamiento y Masa de Rueda	1	\$115.000	\$115.000
Línea de montaje con 4 estaciones	1	\$170.000	\$170.000
Prensa para Espiral	1	\$55.000	\$55.000
Escáner de código de barra inalámbrico	4	\$300	\$1.200
Placas de apoyo para armado de suspensión	7	\$14.000	\$98.000
Atornilladoras de torque registrado	5	\$36.000	\$180.000
Atornilladoras manuales a batería de brazo	2	\$2.000	\$4.000
Atornilladoras manuales a batería pistola	2	\$1.000	\$2.000
Puente Grúa con gancho de izaje	1	\$28.000	\$28.000
Impresoras	2	\$250	\$500
Estanterías trilogic para disponer el material al costado de línea	4	\$900	\$3.600
Mesas de rodillos	2	\$550	\$1.100
Carros para Medios con ruedas	22	\$1.000	\$22.000
Carros para Medios con ruedas y volcador	4	\$1.500	\$6.000
Armario guarda herramientas, cargadores e insumos	1	\$2.000	\$2.000
Instalación, puesta a punto y soporte para arranque	1	\$80.000	\$80.000
TOTAL INVERSIONES			\$768.400

Adicionalmente a estas inversiones será necesario contemplar el costo de una tractora (cf. ilustración 37) que será utilizado para el movimiento de las piezas desde el almacén hasta la línea de producción. Por política de la compañía estos equipos son alquilados. Se prefiere hacerlo así para no tener que ocuparse del mantenimiento y tener asegurado el funcionamiento de toda la flota en todo momento. El costo del alquiler mensual de este equipo es de US\$78 por día productivo. Este valor incluye también el mantenimiento.



Ilustración 37 Tractora para movimiento de piezas

2.1. Consumo eléctrico

Dentro del consumo eléctrico hay dos grandes ítems, por un lado la iluminación del sector y por otro el consumo de los equipos de la línea o necesarios para ella. Para iluminación se utilizarán 24 luminarias de mercurio de bajo consumo ubicadas en la parte superior de la nave que darán luz a todo el sector. Adicionalmente para mejorar la iluminación en la línea en sí, se colocarán 48 tubos fluorescentes en grupos de a cuatro, directamente sobre ella. El costo de kWh para una empresa de gran consumo como esta (>300kW) es de AR\$0,868 kWh lo que equivale a US\$0,058 kWh. En la siguiente tabla V se puede observar el consumo que tendrán los artefactos de iluminación:

Tabla V Consumo eléctrico luminarias

	Consumo (Watts)	Cantidad	Horas en servicio (diarias)	Consumo total (Diario en kWh)
Luminarias Mercurio	480	24	16	184,32
Tubos fluorescentes	40	48	16	30,72
TOTAL				215,04

En la siguiente tabla VI se encuentra el detalle del consumo de todas las máquinas y equipos de la línea de producción:

Tabla VI Consumo eléctrico equipos

	Consumo (kWatts)	Cantidad	Horas en servicio (diarias)	Consumo total (Diario en kWh)
Bomba Prensa (7,5 hp)	5,5	1	16	88
Motores línea y elevadores (1hp)	0,8	5	16	64
Puente grúa (125 Kg)	3	1	16	48
Línea (Sensores, trabas, etc.)	6,5	1	16	104
Centro de cómputos/Cargadores	4,5	1	16	72
Herramienta de Torque Registrado	2	5	16	160
Tractora logística	5	1	16	80
TOTAL				616

5.6. Plan de Implementación

El momento ideal para poner en producción la línea de armado del conjunto de suspensiones, evitando o disminuyendo problemas de arranque, es junto con el inicio de producción luego de la parada por vacaciones de verano, que normalmente se da a partir de la 3^o semana de Enero. El arranque de la producción de la fábrica es en un solo turno y normalmente se dan algunos inconvenientes con la vuelta al trabajo de los operarios y modificaciones que se han realizado aprovechando la parada. Por lo cual es un buen momento para arrancar con esta nueva sub-línea de producción de suspensiones, ya que el ritmo es menor. Esto dará a los

operarios afectados al *insourcing* mayor flexibilidad y posibilidades de alcanzar el volumen de producción hasta que alcancen el nivel de capacitación óptimo con el cual maximicen el rendimiento de la línea.

Se ha definido en este proyecto contratar un proveedor externo para que diseñe el detalle fino, construya e instale la línea de armado de suspensiones bajo el concepto “llave en mano”. Para ello se requieren unas 10 semanas donde el proveedor terminará el diseño y armará la línea en su planta. Una vez que esto esté listo los expertos de la terminal probarán que cumpla con lo especificado, tanto en calidad como en tiempos de producción. Esta prueba debería tomar otras 2 semanas. Una vez aprobada y liberada la nueva sub-línea, el proveedor procederá a desarmarla, llevarla hasta la terminal y volver a armarla allí. Para este proceso se estiman otras 4 semanas. Por último el proveedor tendrá 2 semanas más, una vez que todo esté instalado para hacer pruebas de funcionamiento y realizar los últimos ajustes. Es decir que todo el proceso de diseño final, construcción e instalación requiere 18 semanas (4,5 meses).

Una vez que la sub-línea esté instalada y lista para funcionar se comenzará con la capacitación del personal que trabajará en ella. Este proceso durará 2 semanas. En la primer semana se capacitará a los nuevos operarios en el funcionamiento de la sub-línea, qué operaciones debe realizar cada uno, los problemas típicos que puedan ocurrir y como resolverlos. Durante la segunda semana se procederá a armar conjuntos de suspensión como entrenamiento y que servirán como stock de seguridad durante el arranque de esta sub-línea. Como la intención es comenzar a producir en esta línea luego de la parada por vacaciones, la línea debe estar instalada y lista para comenzar la capacitación el primer día hábil de Enero. En el siguiente gráfico tipo Gantt (cf. Tabla VII) se resumen las actividades previamente descriptas y su duración.

Tabla VII Cronograma de implementación de la línea

Mes Calendario	AGOSTO		SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO					
Semana calendario	35/2017	36/2016	37/2016	38/2016	39/2016	40/2016	41/2016	42/2016	43/2016	44/2016	45/2017	46/2016	47/2016	48/2016	49/2016	50/2016	51/2016	52/2016	01/2017	02/2017	03/2017			
Actividad / Semanas (proyecto)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21			
Diseño final	█																							
Construcción (Proveedor)		█																						
Instalación (proveedor)					█																			
Prueba en proveedor											█													
Traslado e instalación en planta													█											
Pruebas y ajustes en planta																				█				
Capacitación personal																					█			
Curva lanzamiento																						▼		
Inicio de producción																								

5.7. Factibilidad Económico-Financiera

5.7.1. Flujo de fondos operativo

El beneficio del proyecto de *insourcing* de los conjuntos de suspensión es generado por una triple vía. En primer lugar se deja de pagarle al proveedor actual lo que le cuesta a él producirlo, esto es AR\$ 226,65 por conjunto suspensión delantera, o US\$ 15,11, o sea US\$ 30,22 por vehículo. En segundo lugar desaparecen los costos logísticos del proveedor externo y en tercer lugar la terminal deja de incurrir en gastos de consignación de material destinado al proveedor. Estos 3 ítems representan los “ingresos” o ahorros que se generarán para la terminal por unidad producida a partir de la instalación de esta nueva línea de producción en planta.

Los nuevos costos o erogaciones que se incurrirán a partir del *insourcing* son los costos operativos de la sub-línea para su funcionamiento. Dentro de estos costos de funcionamiento se incluyen los salarios de los nuevos operarios, los costos de energía eléctrica de funcionamiento de la sub-línea, tanto para la iluminación como para los equipos, el costo de los insumos y material para el mantenimiento preventivo de ella y por último el costo de alquiler y mantenimiento de la tractora que se utiliza para el abastecimiento de las piezas para producción. En lasiguiente tabla VIII aparece el detalle de los flujos de fondos operativos de esta línea de producción con apertura mensual en función de la producción planificada para el primer año.

Tabla VIII Ahorros y gastos generados por la nueva línea

Mes		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nuevos gastos	Sueldos	78.333	78.333	78.333	78.333	78.333	78.333	78.333	78.333	78.333	78.333	78.333	78.333
	Iluminación	124	261	261	261	261	261	261	261	261	261	261	124
	Consumo eléctrico equipos	356	749	749	749	749	749	749	749	749	749	749	356
	Materiales Mantenimiento	2.500	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	2.500
	Alquiler tractora	780	1.638	1.638	1.638	1.638	1.638	1.638	1.638	1.638	1.638	1.638	780
	TOTAL	82.095	85.983	85.984	85.985	85.986	85.987	85.988	85.989	85.990	85.991	85.992	82.106
"Ingresos" o Ahorros	Costo piezas proveedor	29.981	84.939	84.939	84.939	84.939	84.939	84.939	84.939	84.939	84.939	84.939	36.367
	Costo logístico proveedor	21.091	59.754	59.754	59.754	59.754	59.754	59.754	59.754	59.754	59.754	59.754	25.584
	No consignación	1.185	3.358	3.358	3.358	3.358	3.358	3.358	3.358	3.358	3.358	3.358	1.438
	TOTAL	52.257	148.051	63.389									
Días laborales	10	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	10
unidades por día	169	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	205

La tabla anterior describe el detalle mensual para el primer año de funcionamiento de la sub-línea de suspensiones. La siguiente tabla IX presenta los gastos y ahorros para cinco años de vida de este proyectobasados en la proyección de producción estimada.

Tabla IX Ahorros y gastos anuales generados por la nueva línea

Año		1	2	3	4	5
Egresos	Sueldos	940.000	940.000	940.000	940.000	940.000
	Iluminación	2.862	2.862	2.862	2.862	2.862
	Consumo eléctrico equipos	8.199	8.199	8.199	8.199	8.199
	Materiales Mantenimiento	55.000	55.000	55.000	55.000	55.000
	Alquiler tractora	17.940	17.940	17.940	17.940	17.940
	TOTAL	1.024.079	1.024.079	1.024.079	1.024.079	1.024.079

"Ingresos" o Ahorros	Costo piezas	915.242	1.012.954	1.039.209	1.066.351	1.074.867
	Costo logístico	643.868	712.608	731.078	750.173	756.163
	No consignación	36.185	40.048	41.086	42.159	42.496
	TOTAL	1.595.295	1.765.610	1.811.373	1.858.683	1.873.525

Días laborales	230	230	230	230	230
unidades promedio por día	224	248	255	261	263

5.7.2. Plan de financiamiento

Para financiar este proyecto se tomará un crédito en el mercado de dinero. Dada la solvencia de la empresa y su volumen de facturación es posible acceder a un crédito en Dólares estadounidenses a una tasa del 8,5% anual, con un plazo de pago de 5 años y sistema francés.

$$\text{Capital} = \sum_1^n \frac{1}{(1+i)^n} * \text{Cuota} \quad (1)$$

$$\text{Cuota} = \frac{\text{Capital}}{\sum_{1}^n \frac{1}{(1+i)^n}}$$

Donde:

- Capital = US\$ 768.400
- Interés = i = 8,5% anual
- Plazo = n = 5 años

Cuota = US\$ 194.994 (anual)

La siguiente tabla X presenta la apertura año a año del pago de intereses, amortización y saldo.

Tabla X Calendario de servicio de deuda (sistema francés)

Año	Saldo Deuda	Amortización	Interés	Pago Anual
0	768.400			
1	638.720	129.680	65.314	194.994
2	498.018	140.702	54.291	194.994
3	345.356	152.662	42.332	194.994
4	179.718	165.638	29.355	194.994
5		179.718	15.276	194.994
TOTAL		768.400	206.568	974.968

5.7.3. Depreciación y amortización de la inversión

La depreciación que sufren los activos fijos tangibles y la amortización que sufren los activos fijos intangibles, hacen referencia al agotamiento o desgaste que sufren los activos durante el tiempo que su utilización contribuye a generar ingresos para la compañía. La siguiente tabla XI muestra el detalle de la depreciación anual de los activos fijos tangibles.

Tabla XI Depreciación de activos fijos tangibles

Descripción	Precio Total (en US\$)	Depreciación (en años)	Depreciación Anual (en US\$)
Prensa de Rodamiento y Masa de Rueda	\$115.000	10	\$11.500
Línea de montaje con 4 estaciones	\$170.000	10	\$17.000
Prensa para Espiral	\$55.000	10	\$5.500
Escáner de código de barra inalámbrico	\$1.200	5	\$240
Placas de apoyo para armado de suspensión	\$98.000	10	\$9.800
Atornilladoras de torque registrado	\$180.000	10	\$18.000
Atornilladoras manuales a batería de brazo	\$4.000	5	\$800
Atornilladoras manuales a batería pistola	\$2.000	5	\$400
Puente Grúa con gancho de izaje	\$28.000	10	\$2.800
Impresoras	\$500	5	\$100
Estanterías trilógic para disponer el material al costado de línea	\$3.600	5	\$720
Mesas de rodillos	\$1.100	5	\$220
Carros para Medios con ruedas	\$22.000	5	\$4.400
Carros para Medios con ruedas y volcador	\$6.000	5	\$1.200
Armario guarda herramientas, cargadores e insumos	\$2.000	5	\$400
TOTAL			\$73.080

En la tabla XII se puede ver el resumen anual de la depreciación de los activos fijos tangibles.

Tabla XII Depreciación anual de activos fijos tangibles

Depreciación Anual Activos Fijos Tangibles (en US\$)									
Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
\$73.080	\$73.080	\$73.080	\$73.080	\$73.080	\$64.600	\$64.600	\$64.600	\$64.600	\$64.600

El activo fijo intangible comprende la asistencia que se solicitó al proveedor durante las primeras semanas de producción para mejorar la organización y desarrollo de la línea de producción, así como la capacitación del personal de Mantenimiento que estará abocado a esta sub-línea de producción. La siguiente tabla XIII muestra su amortización.

Tabla XIII Amortización de activos fijos intangibles

Descripción	Precio Total (en US\$)	Amortización (en años)	Depreciación Anual (en US\$)
Instalación, puesta a punto y soporte para arranque	\$80.000	5	\$16.000

La siguiente tabla XIV resume anualmente la depreciación de los activos fijos intangibles que se acaban de mencionar.

Tabla XIV Amortización anual de activos fijos intangibles

Amortización Anual Activos Fijos Intangibles (en US\$)									
Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
\$16.000	\$16.000	\$16.000	\$16.000	\$16.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0

5.7.4. Estado de resultados

La siguiente tabla XV presenta el estado de resultado correspondiente a la operación de la sub-línea de armado de suspensiones, con proyección a 5 años.

Tabla XV Estado de resultados proyectado a 5 años

Año	1	2	3	4	5
Ahorros totales	1.595.295	1.765.610	1.811.373	1.858.683	1.873.525
Costo piezas proveedor	915.242	1.012.954	1.039.209	1.066.351	1.074.867
Costo logístico proveedor	643.868	712.608	731.078	750.173	756.163
No consignación	36.185	40.048	41.086	42.159	42.496
Costos de producción	-1.024.079	-1.024.079	-1.024.079	-1.024.079	-1.024.079
Sueldos y cargas sociales	940.000	940.000	940.000	940.000	940.000
Iluminación	2.862	2.862	2.862	2.862	2.862
Consumo eléctrico equipos	8.199	8.199	8.199	8.199	8.199
Materiales Mantenimiento	55.000	55.000	55.000	55.000	55.000
Alquiler tractora	17.940	17.940	17.940	17.940	17.940
UTILIDAD BRUTA	571.216	741.531	787.295	834.605	849.447
Depreciación y Amortiza	-89.080	-89.080	-89.080	-89.080	-89.080
UTILIDAD OPERATIVA NETA	482.136	652.451	698.215	745.525	760.367
Intereses	-65.314	-54.291	-42.332	-29.355	-15.276
UTILIDAD ANTES IMPUESTOS	416.822	598.160	655.883	716.169	745.091
Impuesto a las ganancias	-145.888	-209.356	-229.559	-250.659	-260.782
UTILIDAD NETA	270.935	388.804	426.324	465.510	484.309

5.7.5. Flujo de caja con financiamiento

A continuación, en la tabla XVI se presenta el flujo de fondos de caja contemplando el financiamiento.

Tabla XVI Flujos de caja proyectado a 5 años

Año	0	1	2	3	4	5
Flujo caja económico		270.935	388.804	426.324	465.510	484.309
Depreciación y Amortizac		89.080	89.080	89.080	89.080	89.080
Inversión	-768.400					
Préstamo	768.400					
Devolución Capital préstamo		-129.680	-140.702	-152.662	-165.638	-179.718
RESULTADO	0	230.335	337.182	362.742	388.952	393.671

5.7.6. Índices de evaluación de proyecto

En este punto se calcula y analiza los principales índices de evaluación de proyectos, a partir de los datos presentados en las Tablas XV y XVI.

Valor Actual Neto (VAN)

Se puede definir como el valor presente del flujo de ingresos y egresos generados, durante n períodos, por una inversión, descontados a una tasa de interés i que refleje por ejemplo el costo del dinero u otro criterio particular de la empresa. Dicho de otro modo, el VAN evalúa la diferencia entre el valor al momento cero de la suma de los fondos generados en el tiempo a consecuencia de la inversión y el valor de la inversión inicial, evaluada al mismo momento cero. Proporciona una medida de la rentabilidad del proyecto en valor absoluto. Si el VAN es mayor que cero, entonces el proyecto es rentable en relación al interés esperado.

Para este proyecto, aunque la tasa de mercado a la que se puede acceder para tomar dinero sea del 8,5% anual, la empresa tiene por política sólo avanzar en proyectos con una rentabilidad mayor al 14%. En consecuencia se procede a calcular la VAN de este proyecto con una tasa de descuento del 14% en dólares.

$$VAN = \sum_{n=0}^n \frac{FF_n}{(1+i)^n} \tag{2}$$

$$VAN = \sum_{n=0}^n \frac{FF_n}{(1+0,14)^n}$$

VAN = US\$ 372.690

Este VAN, al ser mayor que cero, significa que el proyecto tiene una rentabilidad mayor al 14% esperado o deseado.

Tasa Interna de Retorno (TIR)

La TIR es la tasa de interés a la cual la VAN se hace igual a cero.

$$\sum_{n=0}^n \frac{FF_n}{(1+TIR)^n} = 0 \quad (3)$$

$$TIR = 30,96\%$$

Período de Recupero de Capital (PRC) o Repago

Es el plazo que se tarda, en años, para que los flujos de la utilidad neta igualen al valor de la inversión. En este caso el período de tiempo necesario para la recuperación del capital para este proyecto es de 2,55 años.

Retorno de la Inversión (ROI)

Se calcula haciendo el cociente entre la suma de los resultados operativos netos anuales y la inversión realizada. En este caso el retorno de inversión (ROI) para este proyecto 223%.

Conclusión: Se recomienda la inversión en este proyecto ya que los indicadores son positivos y superan las expectativas requeridas por la empresa.

5.7.7. Análisis de sensibilidad

La tabla XVII compara los indicadores financieros del proyecto para dos escenarios alternativos al escenario base evaluado previamente y en la tabla XVIII se

encuentran los flujos de caja para cada uno de ellos. Por un lado un escenario de caída de demanda, y por ende de producción, de un 10%, y por otro lado frente a un escenario de incremento de la demanda también del 10% . En ambos casos se dejará fijo el volumen de producción esperado para el primer año (2017), ya que por la proximidad, no se esperan desviaciones significativas.

Tabla XVII Comportamiento de los indicadores a distintos niveles de producción

Producción (vehículos/día)	VAN (en US\$)	TIR (%)	Payback (años)	ROI (%)
-10%	70.132	17,60%	3,26	161%
Básico	372.690	30,96%	2,55	223%
10%	675.249	42,03%	2,18	285%

Tabla XVIII Flujo de caja para cada escenario

Año	0	1	2	3	4	5
-10%	0	230.335	222.417	245.003	268.137	271.892
Básico	0	230.335	337.182	362.742	388.952	393.671
10%	0	230.335	451.946	480.481	509.766	515.451

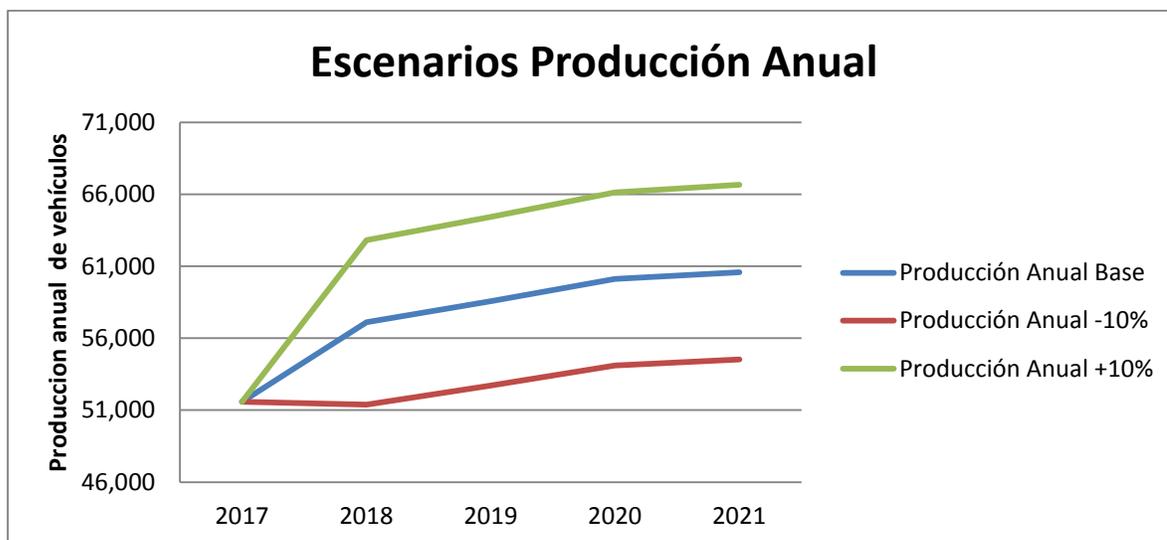


Gráfico ii Producción Anual para cada escenario

6. CONCLUSIONES

El presente estudio dá argumentos a favor del armado en planta de los conjuntos de suspensión delantera. En primer lugar por razones de carácter técnico, y en segundo lugar, por consideraciones económicas. Ambas son resumidas abajo.

6.1. Aspectos Técnicos

En relación a los aspectos técnicos de la producción es positivo tener este proceso dentro de la terminal ya que se trata de una pieza-conjunto de seguridad, más fácil de controlar en planta propia que en la de un proveedor. Por otro lado, si bien no es un proceso complicado, es diferente a otros de planta y al incorporarlo se gana en conocimiento y experiencia.

Este proceso de *insourcing* también genera ahorros en la operación difíciles de cuantificar pero que son importantes. Se eliminan el tiempo de generación de remitos de consignación de material y procesamiento de ingresos de los conjuntos, los controles de inventario de los stocks de piezas componentes que tiene el proveedor en consignación pero que son de la terminal, el tiempo empleado en discusiones sobre responsable por material *scrap*, corridas y envíos emergenciales por errores en los stocks informados y dificultades para reclamar fallas en los componentes al proveedor original luego que estos pasaron por el proveedor de ensamblado.

El *insourcing* también reduce los movimientos de camiones asociados a la producción. Gracias a ello disminuye la saturación de las porterías y mejora los indicadores de contaminación ambiental generados para la producción de cada vehículo. Con el tiempo los indicadores de sustentabilidad se están volviendo cada vez más importantes para los clientes.

6.2. Aspectos Económico-Financieros

El comportamiento de los indicadores VAN, TIR, ROI y PAYBACK calculados para el escenario base con una producción, y otros dos escenarios, uno pesimista con una caída de

producción del 10% y otro optimista con un aumento de la producción del 10%, permite afirmar la rentabilidad económico-financiera del proyecto, y por lo tanto recomendamos su realización. Aún en el escenario pesimista se tiene valores positivos para los cuatro indicadores económico-financiero evaluados.

Podría surgir aquí la pregunta: ¿si es tan conveniente hacer el armado de la suspensión en planta, por qué se tercerizó en un proveedor? La respuesta es simple, hoy se dispone de espacio en planta debido a cambios que hubieron en otros procesos que liberaron espacios, mientras que en el momento que se decidió la tercerización no lo había. Por otro lado, cuando se tomó esa determinación, seguramente con otros costos logísticos o productivos por parte del proveedor, en aquel momento era rentable que lo produjera él. También hay que tener en cuenta que aunque la inversión es baja para una terminal automotriz, esta determinación se tomó junto con el arranque de producción del modelo en cuestión, donde la cantidad de inversiones que se estaban realizando eran muy altas y ésta era una de las que se podía evitar. En resumidas cuentas la decisión de tercerizar esta operación seguramente estuvo bien fundamentada en su momento, así como ahora es conveniente implementar este *insourcing*.

BIBLIOGRAFÍA

- ARIAS-PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 52a ed. rev. y ampliada. Madrid: CIE. Dossat 2000, 1996-1997. xxv, 971 p
- ARNOLD, J. R. Tony Chapman, Stephen N y CLIVE, Lloyd M. *Introduction to materials management*. 6th ed. Upper Saddle River, N.J.: Pearson Prentice Hall, c2008. xii, 515 p
- BODIE, Zvi KANE, Alex y MAECUS, Alan. *Investments*. 3rd ed. McGraw-Hill, 1996.
- GIVONE, Horacio y ALONSO, Alejandro. *Introducción al estudio de las finanzas de empresas*. 2ª ed. Educa, 2006. 353 p
- HAYNES, John Harold y GILMOUR, M.B. *Datsun owners workshop manual*. Sparkford: Haynes, 1985. 211 p . Owners workshop manual.
- HAYNES, John Harold y STRASMAN, P.G. *Datsun automotive repair manual*. Sparkford: Haynes, 1987. 256 p . Automotive repair manual.
- HAYNES, John Harold y SHARP, Adrian. *Honda Civic owners workshop manual*. Sparkford: Haynes, 1987. 220 p . Owners workshop manual.
- MEYERS, Fred E. *Estudios de tiempos y movimientos: para la manufactura ágil*. 2a ed. Naucalpan de Juárez: Pearson Educación, 2000. 334 p
- SASSO, Hugo Luis y CAMPAÑA REY de SASSO, María del Carmen, *Las cuentas y su análisis*. Ed Macchi, 3º edición, 1993.
- Adefa: <http://www.adeffa.org.ar/es/index>
- Información de elevadores y puentes grúa: <http://www.binarquicklift.se/en/>
- Información de torqueadoras: <http://www.atlascopco.com.ar/ares/argentina/>
- Información de equipor para línea de producción: <http://www.infas.com.ar/>
- Comparación de Outsourcing vs Insourcing: <https://prezi.com/h9555xxumdqzq/copy-of-copy-of-zddz/>

- Trabajo que compara Centralización vs Descentralización:
http://www.academia.edu/9126809/CENTRALIZACION_VS_DESCENTRALIZACION
- Descripción de suspensión y componentes: <http://www.fierrosclasicos.com/el-tren-delantero/>
- Descripción de suspensión y componentes:
<http://sistemadesuspension.blogspot.com.ar/>
- Explicación de suspensión McPherson:
<http://www.aficionadosalamecanica.net/mcpherson.htm>
- Explicación de suspensión McPherson: <http://www.actualidadmotor.com/la-suspension-mcpherson/>
- Explicación de suspensión McPherson: <http://noticias.coches.com/consejos/tipos-de-suspensiones-ventajas-y-desventajas/154515>
- Costo de la energía:
<http://www.edenor.com.ar/cms/files/SP/CuadroTarifario.FEB2016.pdf>
- Tractora logística: <http://www.hyster.com/north-america/en-us/>
- Tractora logística: <http://www.hysterarg.com.ar/>
- Sindicato SMATA: <http://www.smata.com.ar/>