



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

# **Análisis de Costos de Componentes Eléctricos en una Empresa Automotriz**

**INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES**

Que para obtener el título de  
**Ingeniera Mecatrónica**

**P R E S E N T A**

Laura Gabriela Trejo Munguía

**ASESOR DE INFORME**

Mtro. Luis Yair Bautista Blanco



## INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	4
INTRODUCCIÓN	5
<b>CAPÍTULO 1: FIAT CHRYSLER AUTOMOBILES</b>	<b>6</b>
1.1 Situación Actual en la Industria Automotriz	6
1.2 FCA US	6
1.3 FCA México	7
1.4 Estructura de FCA México	10
1.4.1 Antecedentes	10
1.4.2 Estructura Actual	10
1.5 Misión, Visión y Política de Calidad	12
1.5.1 Misión	12
1.5.2 Visión	12
1.5.3 Política de Calidad	12
1.6 Objetivos del Desarrollo de Productos	12
1.7 SCE en el Organigrama de Ingeniería FCA México	13
<b>CAPÍTULO 2: INGENIERO DE COSTOS</b>	<b>15</b>
2.1 Ingeniero de Costos	15
2.2 Ingeniero de Costos en FCA	16
<b>CAPÍTULO 3: PARTICIPACIÓN EN FIAT CHRYSLER AUTOMOBILES</b>	<b>19</b>
3.1 Generalidades	19
3.2 Métodos de Costeo de SCE E/E	20

3.2.1 Elementos que Componen un Costo	21
3.3 Costeo de Interruptores	23
3.4 Costeo de Módulos de E/E	24
3.5 Costeo de Arnesees de E/E	25
3.6 Costeo de Herramental	27
3.7 Cambios de Ingeniería	29
3.8 Licitaciones de Partes Nuevas	30
3.9 Ejemplo de Reducción de Costo en un Source Package	31
3.10 Ejemplo de ahorro por cambio en herramental	32
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>34</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>36</b>

## AGRADECIMIENTOS

*A Dios por haberme permitido llegar a este punto, con entera salud y amor de los que amo.*

*A mi mamá, Gabriela Munguía, porque debido a su inmensurable esfuerzo puedo hoy terminar mis estudios. Su ejemplo de trabajo y superación ha permeado mi vida de orgullo y motivación para seguir adelante. Gracias por haberme dado la libertad de tomar mis decisiones sabiendo que, sin importar el resultado, siempre estarías conmigo. Y porque has vivido intensamente cada etapa a mi lado y hoy celebramos éste éxito como una sola persona.*

*A mi abuela y amiga, Gloria Soto, que me educó para ser de una pieza y que me ha enseñado que la verdad es el único camino.*

*A mi novio, Luis Alfonso Penela, que, gracias a la estabilidad, libertad y seguridad que me ha brindado su amor, puedo hoy terminar este proceso siendo profundamente feliz y amada.*

*A mi tía, Alejandra Munguía, por todo su tiempo y en especial por esa plática que cambió mi vida.*

*A mi hermano, Ángel Trejo, porque sé que dentro de unos años podrás entender que te he amado desde que naciste y que lo único que deseo es que seas feliz.*

*A mis primos: Emilio, Oscar, Nicolás, Máxima, Luciana, Oliver y Lumi, que sin saberlo son mi motivación para ser mejor cada día.*

*A mi amada Universidad, dónde aprendí de ingeniería, pero, sobre todo, de la vida.*

*A Formula SAE, que de no haber formado parte de mi preparación, mi destino hubiera sido otro*

*A mi tutor, Yair Bautista, por subirse al barco desde el principio, por su empatía y apoyo en la realización de este trabajo.*

*A mis profesores y sinodales, por su paciencia y disposición.*

*Y por último, a mi yo de 19 años... si se pudo.*

## INTRODUCCIÓN

El trabajo profesional realizado durante el último año y medio en la empresa automotriz Fiat Chrysler Automobiles ha sido en el área de Ingeniería de Costos especializada en el área Eléctrica/Electrónica. En el presente documento explicaré a profundidad la manera en la que he podido desarrollarme y superar los retos que se me han presentado gracias a los conocimientos que obtuve en mi paso por la Facultad de Ingeniería como estudiante de la carrera de Ingeniería Mecatrónica.

El área donde trabajo, System Cost Engineer (SCE o Ingeniería de Costos), es la encargada de revisar las cotizaciones enviadas por proveedores de componentes eléctricos, además de generar estimaciones de costos cuando se está haciendo un caso de negocio para lanzar algún modelo. El análisis de precio se hace para el componente, como para el herramental necesario para construirlo en caso de ser necesario.

La responsabilidad que tengo dentro del grupo de SCE en FCA consta en la estimación de costos para componentes y herramientas del área Eléctrico/Electrónica a nivel México, con especialización en componentes de los vehículos Ram ProMaster y Ram 1500.

En este informe se expondrá la importancia de FCA en la industria global, así como su situación actual en la industria automotriz mexicana. Se podrá visualizar el crecimiento que se ha tenido desde que se fundó FCA en México y los vehículos que actualmente se construyen en plantas ubicadas en México. También se podrá entender el rumbo de la compañía gracias a la Visión y Misión, así como las Políticas de Calidad.

Se detallarán los principios y objetivos de un Ingeniero de Costos a nivel general, así como en la compañía FCA. Se presentarán los requerimientos para poder participar en el área, las responsabilidades y las áreas con las cuáles interactúa.

Se presentarán las consideraciones particulares para el análisis de costos de herramientas y componentes Eléctricos/Electrónicos como interruptores, módulos y arneses. También se explicarán los procesos donde se involucra al área de costos en el ciclo de vida de los vehículos FCA.

Por último, se presentará un ejemplo donde se podrá constatar que el empleo correcto de la metodología de estimación de costos, así como los conocimientos adquiridos en la Facultad de Ingeniería pueden llegar a ahorrar sumas importantes de dinero a la compañía.

## 1. FIAT CHRYSLER AUTOMOBILES

El objetivo del capítulo es mostrar la situación en la que se encuentra la industria automotriz, así como transmitir la historia de FCA US y México. Además, mostrar la misión y visión de FCA y dar a conocer cómo surgió el área de Ingeniería de Costos en México, pues esto permitirá al lector comprender la importancia del grupo mexicano para la corporación, así como las actividades desarrolladas en la región.

### 1.1 Situación Actual de la Industria Automotriz en México

México es actualmente el séptimo lugar a nivel mundial en producción de automóviles y se pronostica que a más tardar para el año 2020 sea el quinto lugar a nivel internacional, compitiendo con Corea en esta posición. De ésta producción, al menos el 60% de insumos en los automóviles producidos son de origen nacional. [1]

Por otro lado, la venta de vehículos en México en los últimos seis años ha escalado del sitio 16 al 12 superando a Rusia, España y Australia. Esto se debe a la mayor comercialización de unidades y desarrollo económico destacado en cinco entidades: Chihuahua, Tlaxcala, Baja California, Jalisco y Durango. Según datos de la Organización Internacional de Constructores de Automóviles (OICA), entre 2010 y 2016, México reportó una tasa de crecimiento promedio anual de 11.5% en la venta de vehículos, mientras que el mercado mundial tuvo un incremento de 5.3%. [2]

Desde estas dos perspectivas, el mensaje es que en México la industrial de la producción y comercialización aumentan conforme pasan los años y la forma en la que los Fabricantes de Equipamiento Original (OEM, por sus siglas en inglés) pueden asegurar que este crecimiento no pare es, entre otras cosas, preocupándose porque el precio de sus autos se mantenga competitivo.

La ingeniería de costos es un tema recurrente y de alta relevancia, ya que proporciona conocimientos y análisis profundos para una eficiente estimación y control de costos, a lo largo del ciclo de vida de un proyecto desde la conceptualización inicial, pasando por todo el proceso de producción hasta el final de la vida útil.

### 1.2 FCA US

FCA US LLC es un fabricante de automóviles norteamericano con sede en Auburn Hills, Michigan. Diseña, ensambla o distribuye vehículos bajo las marcas Chrysler, Dodge, Jeep®, Ram, FIAT® y Alfa Romeo así como vehículos bajo la designación SRT. La compañía también distribuye partes y accesorios Mopar® y Alfa Romeo. FCA US se basa en los fundamentos históricos de Chrysler

Corp., establecidos en 1925 por el visionario Walter P. Chrysler y la Fabbrica Italiana Automobili Torino (FIAT., por sus siglas en italiano), fundada en Italia en 1899 por empresarios pioneros, entre ellos Giovanni Agnelli. FCA US forma parte de la familia de compañías Fiat Chrysler Automobiles N.V. (FCA, por sus siglas en inglés). [3]

Aunque por mucho tiempo FIAT y Chrysler se concibieron como compañías independientes, su alianza comenzó en el 2009 después de que la compañía estadounidense apelara a las renegociaciones de acreedores amparada por el famoso capítulo 11 de la ley de Quiebras de Estados Unidos. A partir de ese momento, el gobierno canadiense, el estadounidense y FIAT se posicionaron como los principales dueños, convirtiendo al CEO de FIAT en CEO de Chrysler también, Sergio Marchionne. Posterior a esta primera compra, FIAT fue adquiriendo poco a poco partes de la compañía hasta que, en 2014, FIAT anunció que compraría las acciones restantes para hacerse completamente de la empresa norteamericana y es cuando se da el nombre de FCA a la compañía completa.

### 1.3 FCA México

La industria automotriz en México se ha desarrollado constantemente de la mano de la globalización y gracias al alineamiento a la política industrial en el nivel nacional.

El movimiento de los mayores fabricantes norteamericanos a México inició en 1925 y posteriormente lo hicieron también los europeos y asiáticos debido a varias razones:

- Reducción de los costos de producción.
- Bajos costos de transporte.
- Bajos salarios.
- Expectativas de un mercado factible de monopolizar.

FCA México inició operaciones en 1938, actualmente su Edificio Corporativo y Centro de Ingeniería Automotriz se ubican en Santa Fe, al poniente de la Ciudad de México. Cuenta con una Red de 245 Distribuidores de las siguientes marcas: Alfa Romeo, Chrysler, Dodge, Fiat, Jeep, Mitsubishi y Ram y da empleo directo a más de 16,000 personas en tres zonas del país. [3]

Respecto a sus centros operativos, la empresa tiene un Centro de Distribución de Autopartes (Mopar) en Toluca y un total de 7 plantas: Planta de Ensamble Toluca, Planta de Estampado Toluca, Planta de Ensamble Saltillo, Planta de Estampado Saltillo, Planta de Motores Sur, Planta de Motores Norte y Planta de Ensamble Saltillo Van. [3]

En la Planta de FCA en Toluca se produce Dodge Journey, Fiat Freemont, Fiat 500 y a partir de febrero de 2017, inició la producción de Jeep Compass. [3]



Imagen 1.1 Dodge Journey SXT 2017 [1]

En la Planta de Camiones ubicada en Coahuila, se ensambla Ram 1500, Ram2500/3500, Ram Mega Cab, Ram 3500 Chassis Cab, Ram 4500/5500, y Ram 4000, además de paneles de carrocería. [3]



Imagen 1.2 RAM 1500 [2]

En octubre de 2013 se anunció una inversión por \$1,085 MDD para la nueva planta de Ensamble Saltillo Van donde actualmente se produce Ram ProMaster. [3]



Imagen 1.3 RAM ProMaster [3]

También en Coahuila, FCA México cuenta con dos plantas de motores: la Planta Motores Norte, localizada en Ramos Arizpe, manufactura los motores V-8 HEMI® de 5.7L, V-8 HEMI® Hellcat de 6.2L, V-8 HEMI® de 6.4L, Tigershark de 2.4L, (para el ensamble de los motores Tigershark se hizo un anuncio de inversión de \$164 MDD) y en la Planta Motores Sur, localizada en Derramadero, se fabrica el motor V-6 Pentastar de 3.6L. [3]



Imagen 1.4 V-8 HEMI [4]

El número de vehículos exportados por FCA México a diciembre de 2016 fue de 443,285 unidades, mientras que la venta de vehículos a diciembre de 2016 fue de 103,907 unidades. [3]

## 1.4 Estructura de FCA México

### 1.4.1 Antecedentes

Chrysler de México se fundó el 31 de octubre de 1938 con un capital de un millón de pesos y una planta laboral de 145 empleados. Su producción era pequeña en comparación con las cifras actuales, se producían 120 unidades al mes en una planta que estaba ubicada en la zona de Polanco y al cierre de esta en 2012 se ensamblaron cerca de medio millón de automóviles y camiones, así como más de un millón de motores.

El Centro de Ingeniería Automotriz Chrysler se creó con la finalidad de desarrollar y evaluar nuevos vehículos, así como probarlos, para asegurar que satisfacen los requerimientos gubernamentales. El Centro de Ingeniería incluye instalaciones para pruebas vehiculares, laboratorios para medir emisiones contaminantes, Ingeniería de Materiales, Metrología y Dinamómetros de Motores y Transmisiones.

A lo largo de este tiempo se han ensamblado en México vehículos icónicos como: Dodge Dart Valiant, Chrysler Le Baron, Plymouth Barracuda, Dart K, Phantom, Shadow, Spirit, Stratus, Neon y Chrysler PT Cruiser que no sólo le han dado identidad a la compañía también han quedado en el recuerdo de buena parte de los mexicanos. [3]

### 1.4.2 Estructura Actual

El área de Ingeniería de FCA México cuenta con 8 áreas directas, entre las que se encuentran: Ingeniería del Producto, Análisis Virtual, Ingeniería de Materiales y Administración de Ingeniería Regional. Éstas a su vez tienen diversas ramificaciones que, en su mayoría, se dividen por sistemas del coche: carrocerías, interiores, chasis, eléctricos y electromecánicos.

El área de “Ingeniería del Producto” es la encargada de diseñar, especificar, probar, validar y publicar partes para las familias de vehículos asignadas; analizar y resolver fallas producidas por partes; proponer, validar y obtener reducciones de costo inherente a estos componentes.

“Administración de Ingeniería Regional”, como su nombre lo dice, es la encargada de gestionar las piezas del área de “Ingeniería del Producto” para que cumplan de manera ordenada con normas, costos, pesos, empaquetamiento y calidad.

Está conformada por especialistas que analizan información y ordenamiento de datos para formar las bases técnicas de toma de decisiones; planean las actividades y proyectos de Ingeniería México de FCA.

La descripción de actividades de los analistas es la siguiente:

- ✓ Recopilación de Información técnica y financiera de “Ingeniería del Producto” para ordenarla y facilitar el análisis.
- ✓ Elaboración y presentación de reportes técnicos financieros y/o comerciales para formar las bases de toma de decisiones en acciones y proyectos de Ingeniería.
- ✓ Actualización y mantenimiento de sistemas y bases de datos de Ingeniería para disponer de información técnica, veraz y oportuna.
- ✓ Archivo y resguardo de reportes de Ingeniería con la clasificación apropiada por el tiempo requerido según indiquen los documentos para facilitar su recuperación como evidencia de trabajo realizado.
- ✓ Actualización y operación de software y hardware de acuerdo con requerimientos de las actividades y proyectos de Ingeniería.
- ✓ Diseño y elaboración de cédulas de información y presentaciones de acuerdo a requerimientos del área.
- ✓ Atención a personal que requiera información del análisis a su cargo.

El área de Ingeniería de Costos es parte de estos analistas y se enfoca en la emisión de estimaciones de precios para piezas que se crearán en un futuro y evalúa las cotizaciones de proveedores, de tal manera que los costos sean óptimos y los proyectos sean negocio para la compañía.

## 1.5 Misión, Visión y Política de Calidad.

### 1.5.1 Misión

La misión del área de Ingeniería de FCA es “Entregar innovadoras soluciones de ingeniería mediante el ciclo de vida de un producto que exceda las expectativas de los consumidores globales, enfocada en el mejoramiento continuo guiado por un equipo experto, inspirado y apasionado”.

### 1.5.2 Visión

La visión del área de Ingeniería de FCA es “Convertirse en una organización integrada y líder, ansiosa de desarrollar Vehículos de Clase Mundial impulsados por la responsabilidad sustentable”.

### 1.5.3 Política de Calidad

La Política de Calidad del área es “Desarrollar soluciones de Ingeniería de Clase Mundial para nuestros clientes, manteniendo mejoras continuas para la gente, procesos y productos para cumplir con los requerimientos y expectativas globales”.

## 1.6 Objetivos del Desarrollo de Productos



### Desarrollo de Personal.

Entrenar, crecer y mantener la fuerza de trabajo mientras se alienta el compromiso con la comunidad.



### Calidad del Producto Futuro.

Reforzar el desarrollo de un producto tempranamente en su ciclo de vida para asegurar alta calidad y competitividad funcional.



### Calidad de Lanzamiento en Nuevos Modelos.

Evaluar la habilidad de diseñar, desarrollar y lanzar eficientemente nuevos modelos cumpliendo objetivos.



### Calidad en Modelos Presentes.

Asegurar la continua integridad de los vehículos en producción midiendo el número de problemas por vehículo y su impacto financiero.



### Finanzas

Alcanzar objetivos financieros específicos y satisfacer objetivos de presupuesto del Desarrollo de Productos.

## 1.7 SCE en el Organigrama de Ingeniería FCA México

El Ingeniero de Costos de FCA es responsable de establecer costos basados en información técnica a lo largo del ciclo de vida de un vehículo. El SCE debe ser capaz de construir un costo a partir de un desglose de materiales, dibujos y/o muestras físicas de un componente, utilizando metodologías de costos. También provee de experiencia en costos y procesos al departamento de Ingeniería del Producto y al grupo de Compras. El Ingeniero de Costos tiene la habilidad de analizar cotizaciones de proveedores y de llegar a un acuerdo justo entre las dos partes. Los procesos en los que tiene mayor participación dentro de la vida de un vehículo son los Cambios de Ingeniería y Licitaciones para nuevos proyectos o partes.

Los requerimientos básicos para formar parte del equipo de Costos son:

- Ser Ingeniero en Mecánica, Mecatrónica o Eléctrica/Electrónica.
- Tener al menos 5 años de experiencia en alguna área de Ingeniería del Producto.
- Contar con al menos 2 años de experiencia en alguna área de Manufactura.
- Habilidades en MS Office.
- Nivel de Inglés: 80%
- Tener experiencia en trato con proveedores.
- Disponibilidad para viajar.

Los requerimientos opcionales:

- Tener maestría en algún área de Ingeniería Automotriz con acreditación ABET.
- Tener experiencia en actividades de costos.

Específicamente para el puesto en el que me he desempeñado, se necesita una especialización en el área Eléctrica/Electrónica (E/E), tanto en los estudios, como en la experiencia laboral. Actualmente cuento con una persona a mi cargo y soy la representante de México en costos para componentes E/E. Mis actividades las reporto al Gerente de Costos E/E en Estados Unidos, y en México al Gerente de SCE.

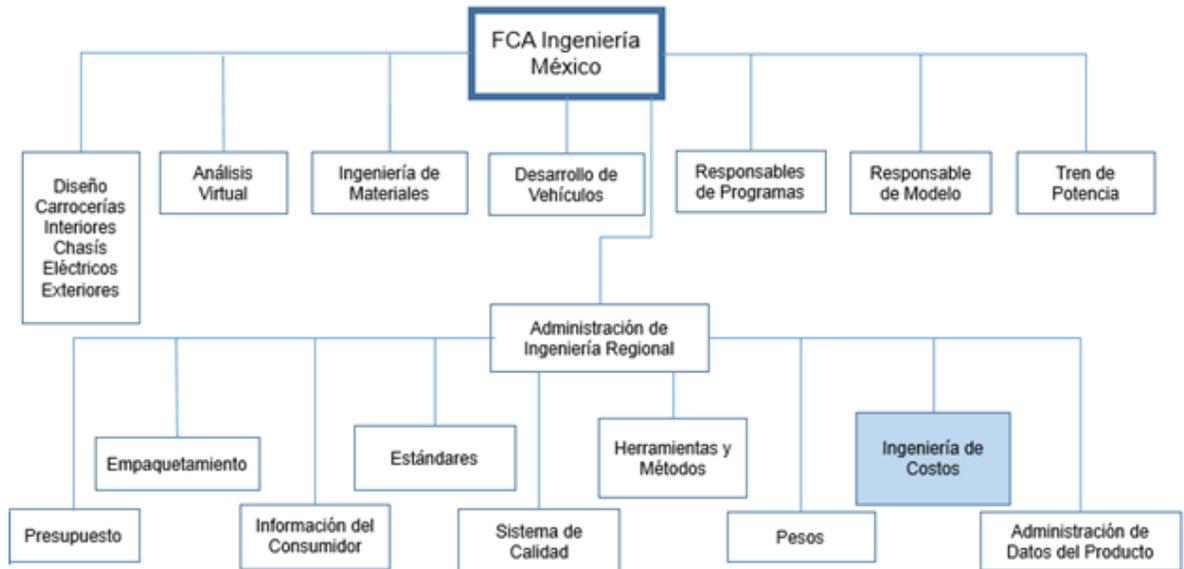


Imagen 1.5 Organigrama FCA Ingeniería México

## 2 INGENIERO DE COSTOS

El presente capítulo conducirá al lector a través de las labores realizadas por un ingeniero de costos en general, así como en FCA enfocado a cumplir con los objetivos de la empresa y su importancia en la industria automotriz.

### 2.1 Ingeniería de Costos

El Consejo para la Acreditación de la Ingeniería y la Tecnología establece que la ingeniería “es la profesión donde se aplica el conocimiento de las matemáticas y las ciencias naturales obtenido a través del estudio, la experiencia y la práctica, unido al criterio, para desarrollar formas de utilizar en forma económica, los materiales y las fuerzas de la naturaleza en beneficio de la humanidad” [4]. En esa definición se puede identificar que la parte económica está presente y es por eso que se ha desarrollado una disciplina específica, que se especialice en éste campo: la Ingeniería de Costos.

La ingeniería de Costos es la disciplina que, basándose en la experiencia y en los conocimientos empíricos, técnicos y/o científicos resuelve problemas de estimación de costos de un proyecto o producto, cualquiera que sea, así como de su control en la vida útil del mismo.

Los principios de la Ingeniería de Costos son:

1. Desarrollar alternativas que propongan una mejor relación costo-beneficio.
2. Centrarse en las diferencias entre alternativas que podrían parecer iguales.
3. Utilizar puntos de vista consistentes.
4. Usar una unidad de medida común.
5. Tomar en cuenta todos los criterios relevantes. (Como lugar de ensamble, costo de mano de obra, procedencia del material a utilizar)
6. Hacer explícita la incertidumbre.
7. Revisar las decisiones.

La Ingeniería de Costos involucra la evaluación sistemática de los resultados económicos de las soluciones propuestas a problemas de ingeniería mediante estudios que utilizan procedimientos estructurados y modelados matemáticos. Posteriormente, los resultados económicos, se usan para la toma de decisión entre dos o más alternativas.

En la industria automotriz este tema es de gran relevancia ya que, con base en conocimientos de manufactura y materiales, proporciona análisis profundos para una eficiente estimación, formulación del presupuesto y control de costos, a lo largo del ciclo de vida de un vehículo, desde la planificación inicial hasta su puesta en marcha.

Los Ingenieros de Costos tienen la tarea de detectar y estimar todo aquello que influirá en el costo final de una pieza. Esta labor resulta compleja ya que requiere, no solo de conocimiento profundo de ingeniería de materiales y manufactura, sino que deberá complementar esto con la comprensión de los elementos económicos como el valor del dinero a través del tiempo y las fluctuaciones de costo en materias primas, y es por esto por lo que solo puede ser realizada por Ingenieros con entrenamiento especializado en la disciplina a la que se quiere enfocar.

Comúnmente el Ingeniero de Costos es aquél que ha acumulado suficiente experiencia en el campo profesional y posee un “instinto” particular para hacer buenas estimaciones y saber distinguir, delimitar y concentrarse sobre aquello que es relevante en el costeo de una parte o proyecto.

Con la ayuda de esta disciplina se puede sostener un proyecto y obtener grandes utilidades, sin embargo, su objetivo puede llegar a confundirse. El fin es la optimización de costos, no la disminución, cuestión que repercute directamente en la calidad de los procesos y materiales. Al querer reducir precios, podemos caer en el error de comprar materias primas e insumos más baratos, pero de menor calidad, por lo que el Ingeniero de Costos deberá hacer que en un proyecto siempre prevalezca la relación costo-beneficio lo que permitirá obtener ganancias relevantes, de acuerdo con el costo de nuestra producción.

## 2.2 Ingeniería de Costos en FCA

El área de Ingeniería de Costos (SCE, por su traducción al inglés System Cost Engineering), tiene como objetivo analizar los costos de Ingeniería, optimizarlos, y asegurarse de que la toma de decisión siempre sea dentro de un marco económico justo para el negocio entre FCA y sus proveedores.

Para el análisis del costo de la parte, primero se necesita analizar el cambio de ingeniería con los diseñadores, ya que con base en el conocimiento de ingeniería y costos se pueden recomendar ciertas variaciones para que el precio de la pieza sea menor, después se necesita verificar que los

componentes que están cambiando sean los mismos que el proveedor esté enlistando en su desglose de costos. De encontrar alguna variación, se aclara con el proveedor.

Para las herramientas, se necesita conocer primero la pieza a construir o modificar. Posteriormente, conociendo el volumen de piezas anual a construir y los años en los que se planea estar produciendo ésta, se pronostica cuál sería el método de manufactura más eficiente y el número de estaciones o líneas que se necesitan, siempre teniendo en cuenta quién es el proveedor y dónde fabricará la parte, ya que dependiendo del país se hacen diferentes cargos de mano de obra, material y deshecho.



Imagen 2.1 Diagrama de proceso de costos para herramientas

Dentro de las responsabilidades de un Ingeniero de Costos también se encuentra la estimación de costos en la creación de una nueva parte o un nuevo vehículo. El SCE analiza las diferentes propuestas de Ingeniería y determina si son redituables para la compañía y a partir de esto, puede tomar la mejor decisión, con un sustento económico. En este caso se tiene comunicación continua con el Ingeniero de Costos del Vehículo (VCE, por su traducción al inglés Vehicle Cost Engineer), el cual se dedica a analizar el costo total del vehículo, además de asegurar que el coche en

cuestión siempre presente ganancias a FCA. En caso de que el VCE informe que se deben hacer modificaciones debido a que las ganancias peligran, se deben comenzar a proponer alternativas que cumplan el objetivo pero sean de menor costo.

Además, el SCE apoya al área de Compras en las negociaciones con los proveedores que manufacturan partes para FCA, ya que para lograr un costo justo, se deben poner en la mesa no solo temas comerciales, sino temas de Ingeniería como procesos de manufactura y materiales.

La sede del grupo de Ingeniería de Costos está en Detroit, Michigan, dónde se encuentran las oficinas centrales de FCA. El grupo se divide en sistemas del coche: Carrocería, Interiores, Chasis, Eléctricos/Electrónicos, Exteriores y Tren de Potencia. Estas áreas, a su vez, se dividen en familias vehiculares como Jeep Compass, Dodge Charger, Ram ProMaster, entre otras. El área en México se creó en el 2010 y nace de la necesidad de dar soporte a la Corporación con los vehículos que son diseñados aquí. A diferencia de cómo se lleva en Estados Unidos, en México somos cuatro Ingenieros de Costos y nos dividimos en: Eléctricos/Electrónicos, Interiores, Carrocería/Exteriores y Chasis. Cada área le da servicio a los vehículos que se diseñan en México: Ram ProMaster, Dodge Journey, Ram 1500 y Jeep Compass.

### 3 PARTICIPACIÓN EN FIAT CHRYSLER AUTOMOBILES

El presente capítulo tiene como objetivo mostrar al lector la labor que se realizó como empleada de Fiat Chrysler Automobiles en el área de Ingeniería de Costos especializada en componentes y herramental Eléctrico/Electrónico.

#### 3.1 Generalidades

Dentro de Fiat Chrysler Automobiles soy la responsable del análisis de costos de todos los componentes del área Eléctricos/Electrónicos (E/E) para la Ram 1500, Ram ProMaster y asisto a la corporación en Cambios de Ingeniería para la Ram Heavy Duty y la familia de Challenger/Charger.

Los componentes que tengo que evaluar son interruptores, módulos, y arneses, siendo los últimos los que más he trabajado.

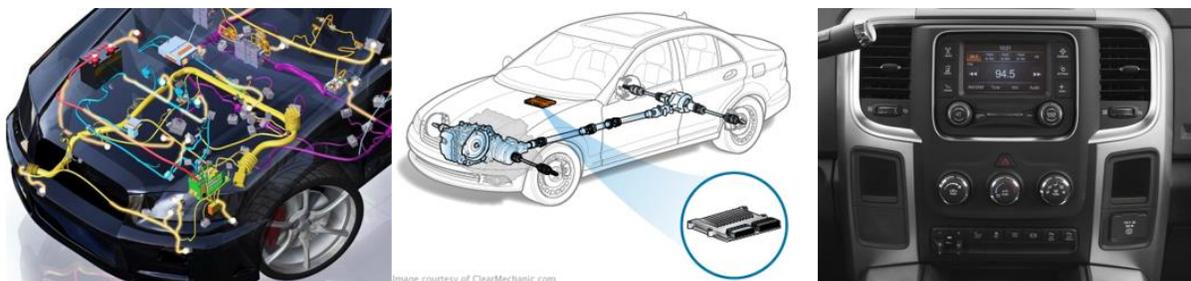


Imagen 3.1 Ejemplos de arneses, módulos e interruptores en un vehículo.[5]

El herramental a evaluar es, dependiendo del componente, tablas de cableado, moldes de inyección, cámaras y escáneres de etiquetas. El conocimiento de materiales y procesos de manufactura es indispensables, así como el tiempo que puede tardar un ensamble y todas las consideraciones que se deben tener en cuanto a la ganancia del proveedor, los gastos generales de fabricación, traslado, deshecho y administración.

Mi participación en la vida de los vehículos es en la planeación de un nuevo producto, en la licitación para que, junto al comprador, se logre un precio justo y que se adapte a nuestro caso de negocio, y por último, apruebo los costos de los Cambios de Ingeniería a lo largo de la vida del proyecto.

### 3.2 Método de costeo de SCE E/E

La metodología de costeo para determinar el costo de un componente está basado en la fidelidad de la solución técnica proporcionada por Ingeniería del Producto. Existen dos tipos de métodos que utilizan los SCE:

- a) Método de Referencia: Éste método se usa para desarrollar un costo direccionado para dar soporte en etapas tempranas de la solución técnica.
  - a. Costo Direccionado: Se hace interpolando o extrapolando un costo total existente que sea lo más parecido a la solución propuesta. De esta manera estaremos utilizando costos que ya han sido previamente aprobados y que cuentan con contratos de costos.
  
- b) Método Abajo-Arriba: Éste método está basado en la solución técnica y sus especificaciones.
  - a. Costo Sustituto: Se utiliza cuando se tiene una solución técnica incompleta. Se hace el estimado analizando el desglose de piezas de un componente parecido y estimando el efecto del costo dependiendo qué función o parte se esté quitando o agregando. Se presta a hacer suposiciones que pueden ser o no correctas.
  
  - b. Costo con Solución Técnica: El estimado se hace con la solución técnica completa, que debe incluir geometría 3D, desglose de materiales (BOM, por sus siglas en inglés), tolerancias geométricas y dimensionales, especificaciones de ingeniería y objetivos funcionales. Posterior al entendimiento de los procesos de manufactura, se estima un costo de pieza y herramental.

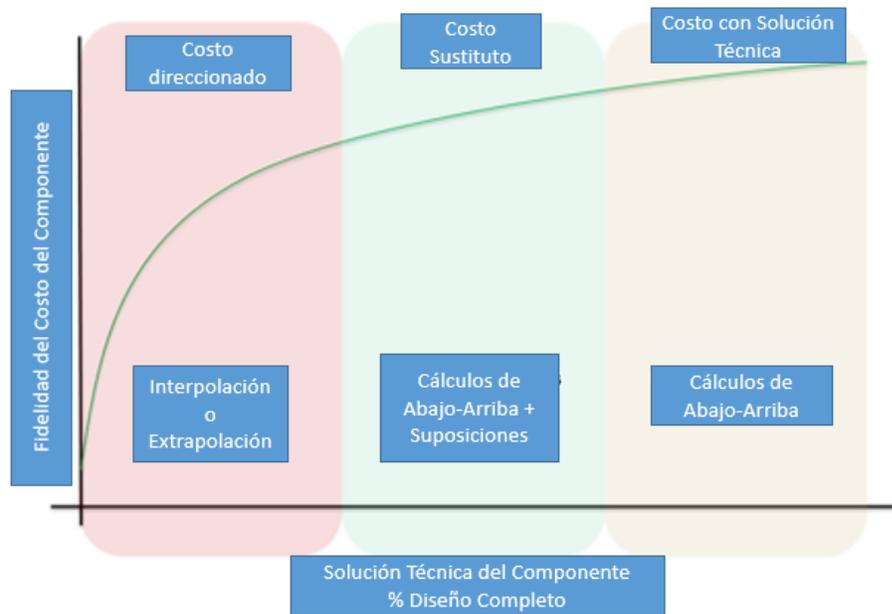


Imagen 3.2 Gráfica de Fidelidad vs Solución Técnica

Como se puede observar en la imagen anterior, conforme se tenga mayor información sobre la Solución Técnica el costo del componente será más cercano, por lo que en el área de SCE E/E se exhorta continuamente al área de Ingeniería del Producto a proveer el detalle de las acciones a realizar. Sin embargo muchas veces no lo logramos debido a que algunos diseños no se hacen internamente, sino que se contratan a proveedores para que los realicen y la comunicación puede llegar a ser un poco lenta, y para cuando llega la información a detalle, podría ser demasiado tarde para tomar una decisión y es cuando la experiencia del SCE toma un rol importante, ya que aun sin tener el 100% del detalle, el Ingeniero de Costos debe pronosticar los elementos de manufactura a utilizar y costearlos a tiempo.

En caso de tener todos los detalles del producto, los costos se adquieren de una base de datos que contiene los costos por número de parte que se han negociado con los proveedores. Se introducen a una base de datos y éste sería solo el costo total del material, sin embargo, como veremos la siguiente sección, este precio no es suficiente para lograr una estimación completa.

### 3.2.1 Elementos que Componen un Costo.

Una estimación bajo el Método de Abajo-Arriba está compuesto primero por la suma de un material en “crudo” y, dependiendo del caso, componentes que han sido comprados a algún otro proveedor. Esta primera parte es el costo total de material. Posteriormente, y bajo la premisa de que las

actividades de manufactura causan que se incremente el costo de una pieza, se agregan costos por la labor directa, que es el trabajo que realizan los operadores directamente en la línea, e indirecta, que es la que realizan técnicos con el objetivo de dar mantenimiento a la línea, mas los gastos que se tengan que hacer para mantener la maquinaria en condiciones óptimas para producir la parte . Por último se agregan valores comerciales como margen de ganacia del proveedor, gastos por deshecho y gastos de ventas, logística y administración (SG&A, por sus siglas en inglés).

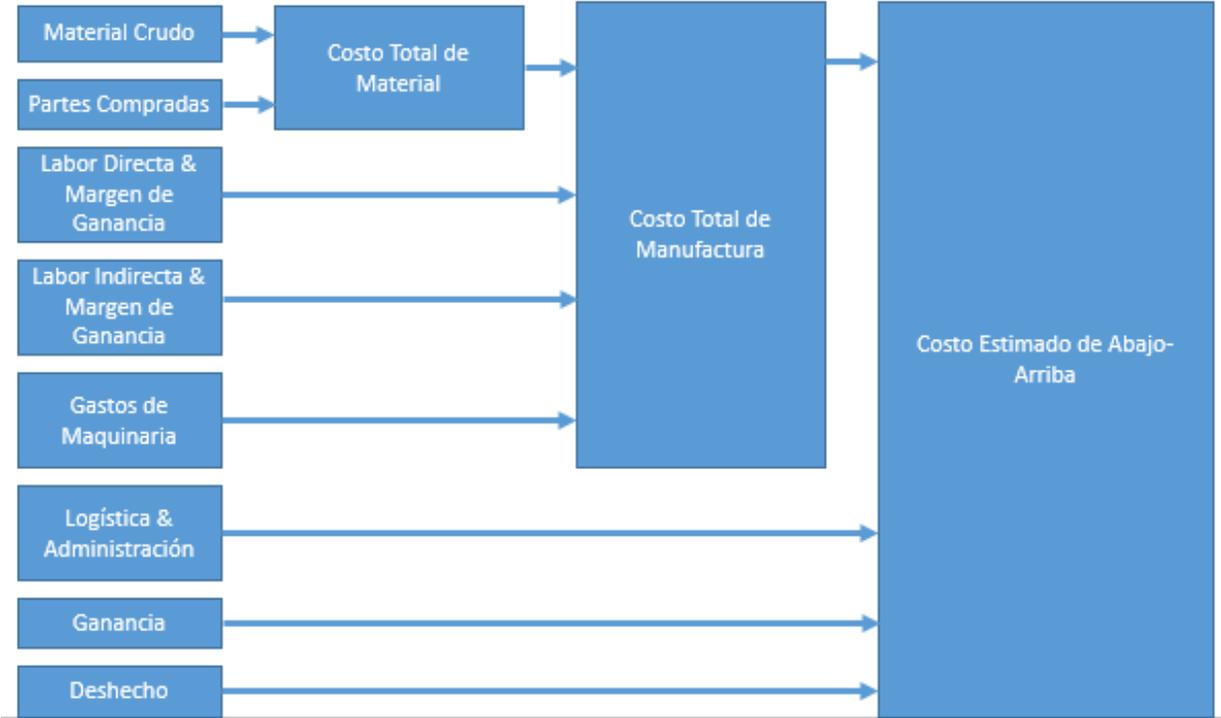


Imagen 3.3 Elementos que componen un costo.

### 3.3 Costeo de Interruptores

En los vehículos, un interruptor es un dispositivo que se utiliza para realizar una cierta acción, como abrir/cerrar las puertas laterales, subir/bajar vidrios o prender/apagar el radio, y para que esta acción se realice se requiere de una entrada del usuario para poder mandar una señal a un módulo o computadora, en caso de ser de baja corriente y directo a un motor en caso de ser de alta corriente, como los switches de ventana.

Las consideraciones que se tienen para poder estimar el costo de este tipo de componentes son:

- Material y partes de las que estará compuesto el componente.
- Acabados del material.
- Actuadores.
- Sujetadores. (Clips o tornillos)
- Existencia de un Circuito Impreso(PCB, por sus siglas en inglés).
- Tamaño de las piezas.
- Existencia de LEDs.
- Lugar de fabricación.
- Cantidad de piezas por vehículo.
- Pronóstico de la duración del vehículo a futuro y su volumen.

La falta de alguno de los puntos mencionados arriba, nos alejará de la fidelidad de costos.



Imagen 3.4 Interruptor de control de velocidad crucero Chrysler 200.[6]

### 3.4 Costeo de Módulos E/E

Los módulos E/E representan el medio por el cual se comunica el usuario y los subsistemas del vehículo. Esta comunicación puede ser a través de pantallas táctiles, interruptores, sensores o LEDs. El contenido de los módulos normalmente es una carcasa de plástico o metal, recubrimientos de silicón para los circuitos impresos, PCB configurada y programada para controlar los diferentes subsistemas del auto como el motor, los frenos ABS, control de puertas, comunicación GPS, la dirección, entre otras.

Las consideraciones que se tienen para poder estimar el costo de este tipo de componentes son:

- Material de la carcasa.
- Componentes en la PCB.
- Manufactura de la PCB.
- Tipo de Memoria y capacidad de almacenaje.
- Tipo de interfaz con usuario.
- Existencia de sensores.
- Lugar de fabricación.
- Cantidad de piezas por vehículo.
- Pronóstico de la duración del vehículo a futuro y su volumen.

Es importante mencionar que para este tipo de componentes, SCE no considera el tiempo de programación de los microcontroladores, ya que existe un área especializada llamada Ingeniería de Desarrollo y Diseño que hace el costeo dependiendo de la complejidad de la programación y el pago por hora a programadores en el país donde se haga esta acción.

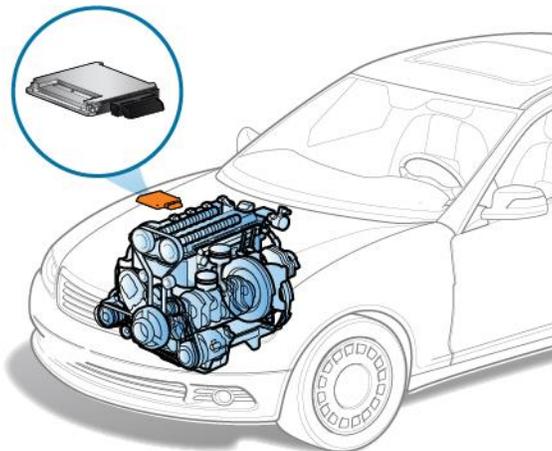


Imagen 3.5 Módulo de Control de Motor.[7]

### 3.5 Costeo de Arnese Eléctricos

Los arneses eléctricos en un vehículo son un conjunto de elementos que, mediante cables, conducen electricidad de un punto A a un punto B. Los elementos básicos de un arnés son: terminales, cables, sellos de conectores, conectores, grasa, cintas, tubo termoretráctil, broches, tubos, mallas, fusibles, relevadores, gomas, entre otros.

Normalmente en las cadenas de suministro de la rama automotriz existe una compleja red de proveedores que van desde la materia prima hasta las armadoras. En el caso de los arneses tenemos dos tipos de proveedores:

Tier I: Es el proveedor más importante, grande y capaz de la cadena de suministro y el que provee de componentes a la OEM (Fabricante de Equipamiento Original, por sus siglas en inglés). Esta empresa debe tener recursos para el suministro de componentes críticos y en tiempos, muchas veces restringidos. Muchas veces son las encargadas del concepto de diseño, sus pruebas y certificaciones de calidad.

Tier II: Son aquellos que fabrican partes para que el Tier I pueda ensamblarlas. Normalmente son empresas no tan grandes como las Tier I, sin embargo muchas veces las mismas empresas Tier I tienen sus divisiones Tier II. Existen dos variaciones de este tipo de empresas:

- a) Dirigidos: FCA decide qué proveedor será el encargado de esta parte y se hacen contratos comerciales entre FCA y el Tier II. El área de Compras tiene la posibilidad de negociar el costo dependiendo del volumen y el tiempo en el que esté en producción el vehículo.
- b) No dirigidos: El Tier I no tiene obligación en compartir costos con FCA, ya que él elige al proveedor que más le convenga como Tier II.

Cabe aclarar que puede llegar a haber Tier III y Tier IV, como podemos observar en la imagen 1.9, pero en el caso particular de los arneses solo existen proveedores nivel dos y uno.

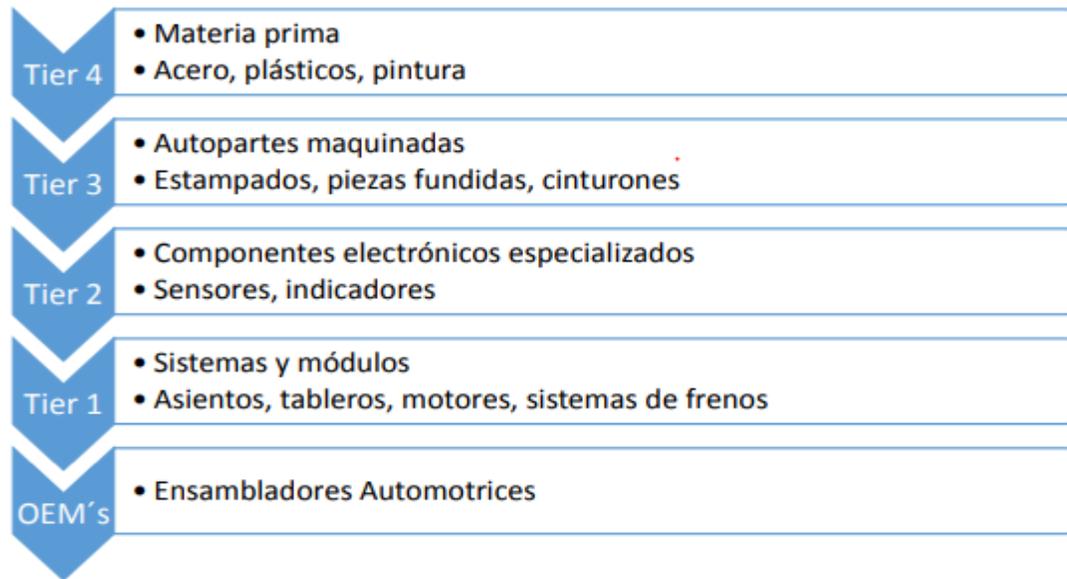


Imagen 3.6 Clasificación de nivel de proveeduría en la cadena de suministro.

Conforme hay más proveedores involucrados en la cadena de suministro, los costos agregados aumentan, ya que cada uno cobra por administración, deshecho, mano de obra, entre otras. Al momento de costear es necesario saber esta información para poder entender el precio total.

Aunado a lo anterior, las consideraciones que se tienen para poder estimar el costo de este tipo de componentes son:

- Tipo y cantidad de componentes.
- Calibre y longitud del cable.
- Reconocer si el Tier II es dirigido o no.
- Lugar de fabricación.
- Cantidad de piezas por vehículo.
- Pronóstico de la duración del vehículo a futuro y su volumen.

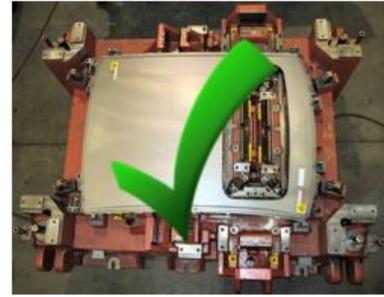
### 3.6 Costeo de Herramental de E/E

Existen departamentos especializados en costeo de herramental pero se deja al criterio del SCE revisar o estimar el herramental. En caso de que se decida hacer, como en el de SCE E/E, área de la cual soy encargada, se deben tener las siguientes consideraciones:

- Proceso de manufactura: Depende del componente a fabricar se puede emplear la inyección de polímeros, el soldado de componentes a una PCB, impresión de circuitos o ensamble de arneses en un tablero eléctrico.
- En el caso de los tableros de arneses, debemos conocer la arquitectura del arnés ya que dependiendo de eso se necesita un número específico de sujetadores de conectores y broches.
- En el caso de trabajar con inyección de plásticos, saber las dimensiones de los moldes, las dimensiones y tolerancias de la pieza a manufacturar y el número de cavidades que se necesitarán.
- Conocer qué tipo de equipo de pruebas se necesita para los diferentes tipos de componentes. Por ejemplo, en arneses hay un probador que pone a vibrar un arnés y al terminar esa prueba, se confirma que sigue habiendo continuidad en el circuito.
- Conocer la necesidad de tener una banda transportadora o un robot para poder manipular las partes y que éstos sean únicos para la línea de producción de FCA.
- Número de operadores.
- Identificar qué herramental será utilizado únicamente para la línea de producción de la pieza y cuál se podría usar en cualquier otra línea. En caso de no ser específico para FCA, la política indica que no será pagado, ya que forma parte de la inversión del proveedor para su planta y podrá utilizarlo en la línea que él decida y se reconoce como capital del proveedor. Como podemos ver en la imagen 1.13, la prensa de estampado y la máquina de inyección no se pagan, ya que su uso puede aprovecharse para diferentes diseños, lo único que se necesita modificar es el troquel de estampado o el molde de inyección en cada caso, y es por eso que lo único que se paga son los troqueles y los moldes ya que están sujetos a los diseños específicos de la compañía.



Prensa de estampado



Troqueles de estampado



Máquina de Inyección



Molde de Inyección

Imagen 3.7 Ejemplos de herramental específico y capital.

- Conocer la capacidad anual que debe tener el herramental. Éste podrá ser calculado conociendo el volumen que tendrá la pieza a lo largo de la vida del vehículo. La capacidad anual debe ser igual o mayor al volumen anual pico que tendrá la pieza en su vida útil. Y deberá ser capaz de producir más del total del volumen de la vida completa del producto.

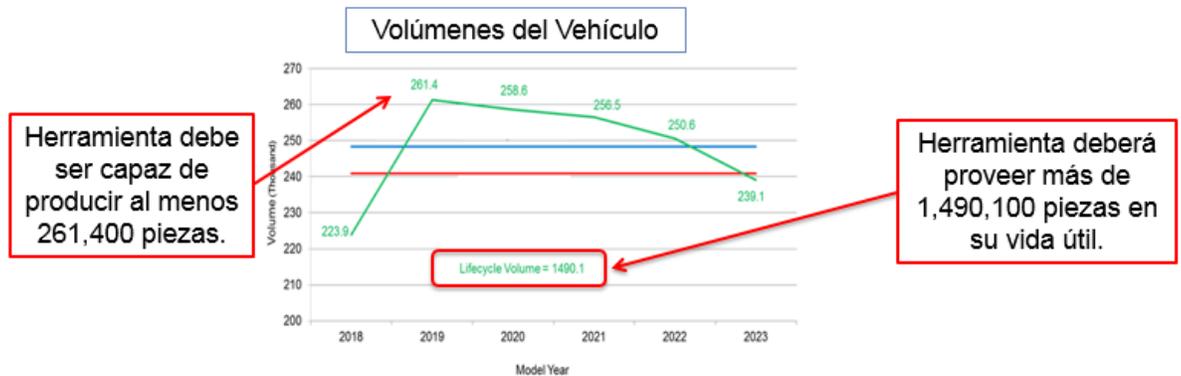


Imagen 3.8 Gráfica de Capacidad Anual de Herramental.

Conociendo esta información se podrá estimar el costo del herramental consultando bases de datos oficiales de FCA, con costos específicos para cada proceso y material empleado, así como

robots o bandas transportadoras. De encontrar alguna mejora en el proceso, SCE deberá notificar al proveedor y al Ingeniero del Producto de FCA para poder analizar otra alternativa.

### 3.7 Cambios de Ingeniería

Como se ha mencionado con anterioridad, los Cambios de Ingeniería (CN, por su traducción al inglés como Change Notice), provienen de una necesidad de modificar un componente debido a que se encontraron áreas de oportunidad en diseño o económicas, o cuando hay ciertos estándares o regulaciones que se deben cumplir por órdenes gubernamentales.

El proceso de un CN es el siguiente:

- 1) Comienza por una notificación por parte de la planta o el proveedor que informa un problema en la parte o una emisión de una ley por parte de gobierno que afecta a la parte.
- 2) El CN se da de alta en un sistema específico entre el proveedor y FCA, y se hace oficial el cambio.
- 3) El Ingeniero del Producto responsable de la parte, analiza el problema y propone varias ideas a la gerencia y al proveedor. Este proceso tiende a ser iterativo hasta que se encuentra la mejor solución.
- 4) El proveedor emite una cotización del costo del CN y lo envía al departamento de SCE para que sea evaluado. Éste proceso también tiende a ser iterativo, hasta que las dos partes estén conformes con el precio cotizado. Existe la posibilidad de que no logren llegar a un acuerdo y se involucra al Comprador que será el encargado de negociar directamente el costo.
- 5) El VCE tiene que aprobar el cambio de manera que su costo siga siendo caso de negocio para el vehículo.
- 6) Por último, un especialista en sistemas da la última aprobación después de haber corroborado que el cambio se hará a la parte correcta y que quede registrado en sistema.
- 7) Con la aprobación completa, se puede comenzar a fabricar la pieza en cuestión con el cambio solicitado y se entrega a planta en el tiempo correcto.

Centrándonos en la parte del proceso número cuatro, que es cuando el SCE se ve involucrado, podemos ver que es el primer filtro para la aprobación total, esto supone una gran responsabilidad, ya que tanto el VCE, como el especialista en sistemas podría llegar a cuestionar las acciones de la evaluación de costos, en caso de haber cometido un error. Otra posible amenaza al proceso es el tiempo de revisión de costos; de tardarnos demasiado en el análisis, podríamos retrasar el tiempo del proveedor en tener piezas listas y causar un problema de logística y gestión. Es por esto que el SCE cuenta con 10 días hábiles para la colaboración de costos y queda a su criterio la prioridad que le da a cada CN.

Una responsabilidad del SCE, es sugerir al proveedor, posterior a la revisión de sus matrices de costos, modificar costos que están inflados o que tengan inconsistencias. De esta manera se le generan ahorros a FCA y podemos aportar a las ganancias del vehículo que se esté evaluando.

A lo largo de mi primer año en FCA, he evaluado 123 Cambios de Ingeniería utilizando la metodología de FCA, que representan un aumento del 20% comparado con la evaluación realizada el año anterior por mi antecesor. En este proceso, durante mi año trabajando en FCA, he ahorrado a la compañía \$181,590.00 USD. Esta cifra podría resultar baja, si se compara con lo que se puede ahorrar en estimaciones de asientos o carrocería que puede llegar a ser arriba de 5 millones anuales, pero es importante considerar que los componentes que conforman las partes eléctricas tienen un costo promedio de \$0.07 USD. En México ha sido el mayor ahorro en componentes eléctricos desde que se creó el área.

### 3.8 Licitaciones de Partes Nuevas

Cuando un vehículo se encuentra en producción y se identifica que un cambio en una parte no sería suficiente para lograr los objetivos propuestos o que simplemente no existe una parte base a la cual modificar, es necesario hacer una licitación para que diversos proveedores concursen con alternativas óptimas, este proceso es también llamado *Source Package*.

Las responsabilidades en la toma de decisiones son las siguientes:

- Ingeniería del Producto: Debe reconocer cuál de las alternativas es la que cumple de mejor manera el objetivo, teniendo en cuenta la complejidad de solución, ya que, de tener una dificultad alta, es probable que el proveedor tarde más tiempo en comenzar a proveer partes. Aunado a eso, deberá tener un sentido de economía para poder identificar también cuál es la opción más barata.

- Ingeniería de Costos: Provee una estimación de costos total para pieza y herramental, basándose en la solución técnica más viable basada en su experiencia. Aunado a eso deberá apoyar al Comprador en sus negociaciones, con el objetivo de poder discutir con bases técnicas el costo.
- Comprador: Evaluar cuál de las alternativas es más parecida a la que propuso el Ingeniero de Costos y negociar con el proveedor que el costo sea lo más cercano al precio tope provisto por SCE.
- Ingeniería de Costos de Vehículo: Debe asegurarse que la opción seleccionada entre los Ingenieros y el Comprador logre que el costo de la nueva parte esté dentro del presupuesto del vehículo y propicie las ganancias de la compañía.

La importancia de este proceso se debe a que el costo que se libere será el que tendrá el contrato con el proveedor hasta que un Cambio de Ingeniería lo modifique.

### 3.9 Ejemplo de reducción de costos en un *Source Package*.

El componente en cuestión era un interruptor del Panel de Instrumentos para un vehículo de la marca FCA. Las características del componente eran las siguientes:

- Componente formado por seis piezas.
- Material era ABS
- Recubrimiento con pintura negra y acabado traslúcido.
- Volumen del vehículo a lo largo de su vida de 20,073 unidades.
- Capacidad Anual de Herramental mayor a 3,940 unidades.
- Construida en China.
- Una pieza por vehículo.
- Siete tornillos.
- Proceso de manufactura por Inyección.
- Molde de una cavidad.
- Ningún componente eléctrico.
- Ningún actuador.

Con estas características, y conociendo las medidas de la pieza, desarrollé un costo estimado para el interruptor de material ABS. Sin embargo, cuando el proveedor elegido envió su

cotización teníamos una diferencia entre la estimación y la cotización de \$8.2 USD, y esta discrepancia multiplicada por el volumen del vehículo en toda su vida, mostraba una diferencia total de \$164,598.6 USD, como se muestra en la Imagen 1.11.

Desglose de Costos Proveedor		Desglose de Costos Proveedor	
Material	\$ 12.25	Material	\$ 6.04
Labor	\$ 2.12	Labor	\$ 2.00
Gastos por Máquinas	\$ 1.48	Gastos por Máquinas	\$ 1.60
Deshecho	\$ 0.21	Deshecho	\$ 0.13
Ganancia	\$ 2.21	Ganancia	\$ 1.15
SG&A	\$ 2.21	SG&A	\$ 1.36
Logística	\$ 0.50	Logística	\$ 0.50
Empaquetamiento	\$ 0.23	Empaquetamiento	\$ 0.23
<b>Total</b>	<b>\$ 21.21</b>	<b>Total</b>	<b>\$ 13.01</b>

Imagen 3.9 Comparativa de costos desglosados

Posterior a una negociación dirigida por el comprador y apoyada con las estimaciones que había realizado se logró que el proveedor accediera a los costos provistos por SCE, generando un ahorro total por la vida del componente en el vehículo de \$164,598.00 USD en el costo de la pieza.

### 3.10 Ejemplo de ahorro por cambio en herramental.

Debido a un nuevo estándar de FCA, se realizaron CNs para todos los arneses de un vehículo de la compañía, donde se agregaba cinta entre conectores y mandas, como se puede ver en la imagen 1.16.

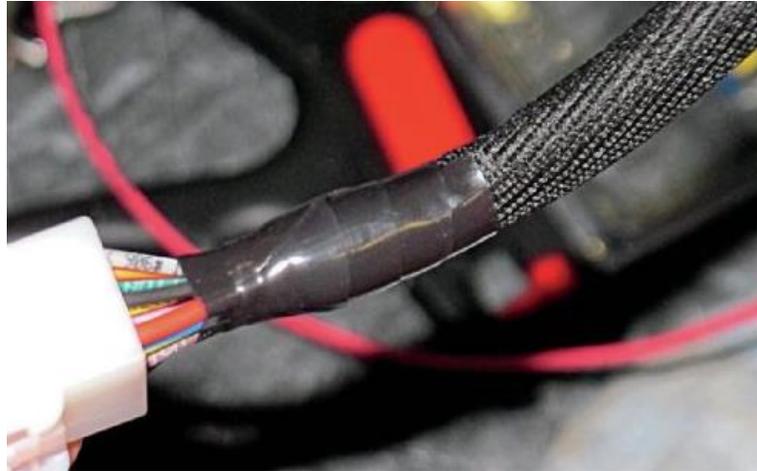


Imagen 3.10 Ejemplo de encintado debido a estándar. [8]

El tablero de ensamble de arneses contiene marcas y topes físicos para que el operario pueda saber la posición correcta de los componentes, así como la longitud que debe tener tanto el cable como el encintado. Dado que en este caso se estaba añadiendo cinta, los topes físicos de los conectores se tuvieron que mover. Para este ejemplo se mostrará únicamente la porción del arnés del tablero de forma representativa, pero es importante recordar que este cambio aplicó para todos los arneses de una familia vehicular. El proveedor envió la siguiente modificación de herramienta:

Operación	Cantidad	Tiempo de Ensamble por Unidad	Tiempo de ensamble Total
Mover Tope de Encintado	43	0.53 horas	22.96 horas

Imagen 3.11 Primera cotización de proveedor.

Al contar con experiencia en el ensamble de arneses, gracias a mi participación en Fórmula SAE, pude identificar que el tiempo que se estaba tardando el operario por mover el tope, 0.53 horas, era demasiado para la acción que representaba. Tuve que informar al proveedor que el tiempo proporcionado estaba fuera de lugar y que debía enviarme un video donde se pudiera cronometrar el tiempo que realmente se tardaba el operario, y de no contar con ese recurso, tendría que visitar su planta y tomar tiempos yo misma. El proveedor comenzó a negociar y le sugerí reducir el tiempo en al menos un 60%, debido a la experiencia antes mencionada, y a una prueba que realicé donde tomaba el tiempo en que yo encintaba un conector de las mismas características a una manga. El proveedor accedió y al final, al ser un cambio que afectaba toda la herramienta de una familia vehicular, se logró un ahorro total de \$5,992 USD en herramienta para la producción del arnés a lo largo de la vida del auto.

## CONCLUSIONES

A lo largo de mis labores en la empresa Fiat Chrysler Automobiles, me he dado cuenta que la razón por la cual me he desempeñado de buena manera en mis actividades se debe en gran parte al conocimiento teórico que tengo en eléctrica y electrónica, materiales y procesos de manufactura.

El crecimiento intelectual y la visión objetiva que me inculcó la Universidad, me ha ayudado a ser parte de toma de decisiones importantes, siendo capaz de sustentar cada una de ellas con bases de Ingeniería.

El estudiar la carrera de Ingeniería Mecatrónica y estar a cargo de un área de costos de componentes E/E, ha sido el parte aguas para poder crecer, ya que mi carrera estuvo enfocada justo a los componentes con los que trabajo día a día.

Al ser SCE un área especializada en componentes eléctricos, debemos suponer que las materias de la carrera que preceden al conocimiento para poder realizar una buena labor en el área de trabajo son:

- Electricidad y Magnetismo
- Análisis de Circuitos
- Instrumentación
- Diseño Mecatrónico
- Sistemas Electrónicos Lineales

Sin embargo, materias como Costos e Ingeniería Económica, Probabilidad y Estadística, son las que me han ayudado a tener una visión financiera de la toma de decisiones cuando la parte de diseño está resuelta, ya que, debemos de tomar en cuenta las particularidades de cada proveedor en materia comercial y hacer un análisis a futuro, dependiendo la vida de la familia vehicular. Es por esto que creo que estas materias deben continuar siendo enseñadas y ser reforzadas con pláticas o simposios que demuestren la necesidad de la industria de Ingenieros que sepan tomar decisiones basadas en la optimización de costos.

Además de las materias curriculares, la Facultad ofrece una cartera amplia de sociedades estudiantiles dónde mediante la práctica se obtiene experiencia en diversos campos de la ingeniería. Formula SAE es una de éstas, con su escudería UNAM Motorsports. Al haber formado parte de este grupo estudiantil, logré tener un conocimiento amplio sobre las aplicaciones de la Ingeniería en el ámbito automotriz.

En este equipo participé en el área de E/E, sin imaginarme que, gracias a esta experiencia, podría llegar a ser la responsable de los costos de esta área de todos los automóviles diseñados en

México. Puedo decir que el haber sido parte del proceso de conceptualización, diseño, manufactura y pruebas me ha permitido entender la línea de tiempo de un vehículo.

El haber tenido la oportunidad de participar en la competencia internacional de Formula SAE, me dio una visión cultural más amplia y un sentido de competitividad sano, en pro de la productividad y la buena representación de nuestra Universidad y país.

Considero que el participar en sociedades universitarias es vital para el buen desarrollo del Ingeniero egresado de la Facultad en el ámbito laboral, y creo que como parte de la motivación que debería dar la Facultad de Ingeniería para lograr esto es dándole un valor curricular.

Una de las habilidades más grandes que se obtiene en la Facultad de Ingeniería, es la del autoaprendizaje. Ésta me ha ayudado en mi paso por FCA ya que, para poder alcanzar el nivel de mis compañeros de trabajo que llevan en la industria al menos 10 años, he tenido que estudiar y tomar cursos en línea de Procesos de Manufactura a nivel industrial.

Considero que la facultad debe continuar haciendo énfasis en el alumnado para que se trabaje en equipo, se hagan presentaciones orales y se entreguen trabajos escritos de manera formal. Estas habilidades son indispensables para el ámbito laboral de un Ingeniero.

Por siempre estaré agradecida a la Facultad de Ingeniería por haberme brindado la posibilidad de cursar una carrera con profesores de alto nivel, participar en una Sociedad Estudiantil y obtener las herramientas necesarias para poder integrarme adecuadamente al mundo laboral.

## REFERENCIAS

[1] Pineda, M. (2017). *La industria automotriz mexicana y sus desafíos para 2017*. [Online] Modern Machine Shop. Disponible en: <https://www.mms-mexico.com/art%C3%ADculos/la-industria-automotriz-mexicana-y-sus-desaf%C3%ADos-para-2017> [Acceso: 13 Mar. 2018].

[2] Sánchez, A. (2018). *5 entidades que escalan a México en venta de autos a nivel mundial*. [Online] Press Reader. Disponible en: <https://www.pressreader.com/mexico/el-financiero/20170721/281779924184175> [Acceso: 13 Mar. 2018].

[3] FCA. (2018). *Acerca de FCA*. [Online] Disponible en: [http://www.fcnorthamerica.com/SITES/MEX/NUUESTRA\\_EMPRESA/Pages/Presentaci%C3%B3n.aspx](http://www.fcnorthamerica.com/SITES/MEX/NUUESTRA_EMPRESA/Pages/Presentaci%C3%B3n.aspx) [Accessed 13 Mar. 2018].

[4] ABET. (1998). Consejo para la Acreditación de la Ingeniería y la Tecnología. New York: ABET.

## IMÁGENES:

[1] Bradshaw Acura (n.f.). *2017 Dodge Journey SXT*. [Imagen] Disponible en: <https://www.bradshawacura.com/used-Greenville+-2017-Dodge-Journey-SXT-3C4PDCBG4HT519050> [Acceso: 13 Mar. 2018].

[2] Consumer Reports (2017). *2017 Ram 1500 Review: Comfortable and Capable*. [Imagen] Disponible en: <https://www.consumerreports.org/pickup-trucks/2017-ram-1500-review/> [Acceso: 13 Mar. 2018].

[3] Autocosmos (n.f.). *Ram ProMaster Rapid*. [Imagen] Disponible en: <https://www.autocosmos.com.mx/catalogo/vigente/ram/promaster-rapid> [Acceso: 13 Mar. 2018].

[4] Kendall Dodge (2016). *Dodge Engines Are Some Of The Best Around*. [Imagen] Disponible en: <http://www.kendalldodgechryslerjeepram.com/dodge-blog/dodge-engines-best-around/> [Acceso: 13 Mar. 2018].

[5] Izquierda: ClearMechanic.com (n.f.). *Engine Control Unit*. [Imagen] Disponible en: <https://repairpal.com/estimator/engine-control-module-replacement-cost> [Acceso 14 Mar. 2018].

[5] Centro: MotorTrend (2016). *2017-RAM-2500-SLT-4x4-OFF-ROAD-CENTER-STACK*. [Imagen] Available at: <http://www.motortrendenespanol.com/noticias/ram-25003500-hd-contendiente-camioneta-ano-motor-trend-2017/2017-ram-2500-slt-4x4-off-road-center-stack/> [Acceso 14 Mar. 2018].

[5] Derecha: Wiring Design (2018). *Cloth Automotive Wire Harness Tape Ecu Wiring Construction*. [Imagen] Disponible en: <http://divulgaciondegrabaciones.com/automotive-wiring-harness/cloth-automotive-wire-harness-tape-ecu-wiring-construction/> [Acceso 14 Mar. 2018].

[6] Automotive.com (n.d.). *2015 Chrysler 200 Assorted Photos*. [Imagen] Disponible en: <http://www.automotive.com/chrysler/200/2015/photos/assorted/t3-7-5-62293013/> [Acceso: 13 Mar. 2018].

[7] ClearMechanic.com (2011). *How to Tell if Your Car's Engine Control Unit is Bad*. [Imagen] Disponible en: <https://repairpal.com/engine-control-unit> [Acceso: 13 Mar. 2018].

[8] Mustang360 (2016). *Engine Control Unit*. [Imagen] Disponible en: <http://www.mustangandfords.com/how-to/interior-electrical/1405-how-to-wire-vintage-ford-racers-race-circuits/:/repairpal.com/engine-control-unit> [Acceso: 22 Dic. 2017].