

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

**“COMPLEJIDAD DE ESTACIONES DE INSPECCIÓN DE
CALIDAD EN UNA EMPRESA DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ”**

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN ADMINISTRACIÓN

Diana Lucia Acuña Fimbres

Director:

Dr. Francisco Octavio López Millán



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
Instituto Tecnológico de Hermosillo

SECCION: DIV. EST. POS. E INV.
No. Oficio: DEPI
Asunto: AUTORIZACION DE IMPRESIÓN
DE TESIS

C.I.
PRESENTE.

Por este conducto, y en virtud de haber concluido la revisión del trabajo de tesis que lleva por nombre ".....", que presenta para el examen de grado de la MAESTRÍA y habiéndola encontrado satisfactoria, nos permitimos comunicarle que se autoriza la impresión del mismo a efecto de que proceda el trámite de obtención de grado.

Deséandole éxito en su vida profesional, quedo de usted.

ATENAMENTE
[Handwritten signature]

..... M. / DE (D. Z. /)
..... S. / CTAR /

M.C. *[Handwritten name]* ES MENI ZA
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS de GRADO INVESTIGACIÓN

SRM/Incom*

[Circular stamp with handwritten text]
11 10 302 2000
HERMOSILLO
DE GRADO



AGRADECIMIENTOS

A mis padres por inculcarme la importancia de la preparación profesional y del trabajo duro para obtener justamente y honradamente lo que se quiere y desea en la vida. A mi escuela de educación superior y donde actualmente curso posgrado (el Instituto Tecnológico de Hermosillo) por formarme con valores, conocimientos, habilidades y forjar mis actitudes.

A aquellos profesores, maestros o docentes que han influido en mí con sus enseñanzas y consejos, guiándome a ser una mejor persona y profesionista, pero sobre todo, el inculcarme siempre el regresar algo de lo aprendido o adquirido a la sociedad, para que esta pueda crecer o mejorar en algún aspecto, aún siendo este mínimo.

Agradecimientos especiales al Dr. Octavio López Millán y a la Dra. Martha Díaz, quienes abrieron la oportunidad para esta investigación realizando primer contacto con la planta armadora, otorgaron apoyo para la planeación y el desarrollo de este proyecto, además de apoyar con el Marco Teórico para que así, con ayuda del área de Control de Calidad, surgieran buenas y respaldadas ideas que llevarían a la construcción de la tabla de vaciado y la tabla de distribución de niveles de complejidad.

Gracias a Marco A. Ramirez por apoyar a que la información y ciertos procesos implicados fluyeran de manera rápida, obteniendo como resultado la comunicación eficaz de algunas observaciones necesarias para la elaboración de resultados.

RESUMEN

La industria automotriz en México se ha desarrollado a tal grado que al cierre del 2015 representó el 3% del Producto Interno Bruto del país, además bajó del octavo al séptimo lugar como productor mundial de vehículos ligeros. La importancia de este sector productivo, llevó a enfocar estudios en una importante empresa armadora de autos en la ciudad de Hermosillo, Sonora, donde el área de Control de Calidad externó mediante un estudio previo, que existían dos factores que aún no se lograban medir en conjunto: el humano y las tareas.

Mediante estos factores, logramos concluir que era necesario establecer un nivel de complejidad de las estaciones de trabajo de dicha área, donde se vieran incluidos los aspectos de análisis de tareas, eficiencia, aciertos, errores, cognición, resiliencia, diseño de estaciones, entre otros, que llevaran al desarrollo e implementación de una herramienta que indicara qué tan compleja es una estación y cuáles son las medidas que deberán ser tomadas para disminuirla y lograr con esto aumentar la eficiencia y la eficacia del área, disminuyendo con esto el re trabajo, tiempos muertos, posibles cuellos de botella y lo más importante, se llegará a evitar a un cliente no satisfecho.

Palabras clave: análisis de tareas, aciertos, errores, cognición.

ABSTRACT

Mexico's automotive industry has developed to such an extent that by the end of 2015 accounted for 3% of gross domestic product, besides that it fell from eighth to seventh place as a world producer of light vehicles. The importance of this productive sector, contributed to focus studies on a major plant of car assembly in the city of Hermosillo, Sonora, where the Quality Control area realized by a previous study, that there were two factors that have not yet managed to measure set: the human and tasks.

Using these factors, we conclude that it was necessary to establish a level of complexity of the workstations in that area, where aspects of task analysis, efficiency, successes, failures, cognition, resilience, station design, among others; which would lead to the development and implementation of a tool to indicate how complex a station is and what measures should be taken to decrease the 'excess of complexity' and achieve with this the increase of efficiency and effectiveness in the area, decreasing of rework, deadtime, potential bottlenecks and most importantly, it will prevent a dissatisfied/angry customer.

Key words: task analysis, successes, failures, cognition.

ÍNDICE

<u>Capítulo 1 INTRODUCCIÓN.....</u>	<u>1</u>
<u>1. <u>Introducción.....</u></u>	<u>1</u>
<u>1.1 <u>Antecedentes.....</u></u>	<u>2</u>
<u> 1.1.1 <u>Historia de la industria automotriz</u></u>	<u>2</u>
<u> 1.1.2 <u>Sistema Ford y Sistema Toyota.....</u></u>	<u>4</u>
<u> 1.1.3 <u>Situación actual de la industria automotriz en México</u></u>	<u>5</u>
<u> 1.1.4 <u>México y la industria autmotriz</u></u>	<u>8</u>
<u> 1.1.5 <u>Ford Motor Company.....</u></u>	<u>14</u>
<u> 1.1.6 <u>Planta de Estampado y Ensamble de Hermosillo Ford.....</u></u>	<u>15</u>
<u> 1.1.7 <u>Evolución de complejidad en la industria automotriz</u></u>	<u>18</u>
<u> 1.1.7 <u>Opciones en vehículos de la Planta de Estampado y Ensamble de Hermosillo Ford.....</u></u>	<u>20</u>
<u>1.2. <u>Planteamiento del problema</u></u>	<u>22</u>
<u>1.3. <u>Preguntas de investigación.....</u></u>	<u>23</u>
<u>1.4. <u>Objetivos.....</u></u>	<u>23</u>
<u> 1.4.1. <u>Objetivo general</u></u>	<u>23</u>
<u> 1.4.2. <u>Objetivos Específicos.....</u></u>	<u>23</u>
<u>1.5. <u>Justificación</u></u>	<u>24</u>
<u>1.6. <u>Delimitaciones</u></u>	<u>25</u>
<u>CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO</u>	<u>26</u>
<u>2.1. <u>Introducción a inspección</u></u>	<u>26</u>
<u>2.2. <u>Teoría de detección de señales.....</u></u>	<u>28</u>

<u>2.3. Análisis de Tareas Cognitivas.....</u>	<u>31</u>
<u>2.4. Diseño de la organización.....</u>	<u>36</u>
<u>2.5. Estándar de diseño de estaciones de trabajo aplicando “Process Blueprint”.....</u>	<u>38</u>
<u>2.6. Determinación del impacto de la complejidad en los operarios de los sistemas de producción</u>	<u>43</u>
<u>2.7. El lado humano de la prueba-error</u>	<u>46</u>
<u>CAPÍTULO 3 MATERIALES Y MÉTODOS</u>	<u>48</u>
<u>3.1. Metodología.....</u>	<u>48</u>
<u>3.2. Modelo de la investigación</u>	<u>49</u>
<u>3.3. Tamaño de la población y muestra</u>	<u>50</u>
<u>3.4. Establecimiento de equipo de trabajo.....</u>	<u>51</u>
<u>CAPÍTULO 4 DESARROLLO Y RESULTADOS</u>	<u>52</u>
<u>4.1. Desarrollo</u>	<u>52</u>
<u>4.2. Herramientas</u>	<u>67</u>
<u> 4.2.1. Checklist para determinar el nivel de complejidad en estaciones de control de calidad.....</u>	<u>67</u>
<u> 4.2.2. Tabla de criterios</u>	<u>69</u>
<u> 4.2.3. Validación de complejidad.....</u>	<u>71</u>
<u>4.3. Resultados.....</u>	<u>72</u>
<u>CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</u>	<u>75</u>
<u>5.1. Conclusion general</u>	<u>75</u>
<u>5.2. Recomendaciones</u>	<u>77</u>
<u> 5.2.1 Área de mejora</u>	<u>79</u>
<u>CAPÍTULO 6 BIBLIOGRAFIA.....</u>	<u>80</u>

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

<u>Tabla 1.1</u>	<u>6</u>
<u>Tabla 1.2</u>	<u>8</u>
<u>Tabla 1.3</u>	<u>12</u>
<u>Tabla 1.4</u>	<u>20</u>
<u>Tabla 1.5</u>	<u>21</u>
<u>Tabla 2.1</u>	<u>30</u>
<u>Tabla 2.2</u>	<u>39</u>
<u>Tabla 2.3</u>	<u>41</u>
<u>Tabla 4.1</u>	<u>53</u>
<u>Tabla 4.2</u>	<u>61</u>
<u>Tabla 4.3</u>	<u>62</u>
<u>Tabla 4.4</u>	<u>63</u>
<u>Tabla 4.5</u>	<u>69</u>
<u>Tabla 4.6</u>	<u>73</u>

ÍNDICE DE FIGURAS

<u>Figura 1.1</u>	<u>7</u>
<u>Figura 1.2</u>	<u>9</u>
<u>Figura 1.3</u>	<u>10</u>
<u>Figura 1.4</u>	<u>13</u>
<u>Figura 1.5</u>	<u>15</u>

<u>Figura 1.6.....</u>	<u>17</u>
<u>Figura 2.1.....</u>	<u>45</u>
<u>Figura 2.2.....</u>	<u>46</u>
<u>Figura 4.1.....</u>	<u>55</u>
<u>Figura 4.2.....</u>	<u>56</u>
<u>Figura 5.1.....</u>	<u>74</u>

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.

El sector industrial siempre ha sido un ente complicado, sin embargo ha sufrido cambios que son producto de la globalización de la cual somos parte los seres humanos. Conforme cambia nuestro entorno y nosotros con él, se hacen más completos los procesos en las empresas, o quizás, se vuelven más complejos.

Es por eso que existen muchos documentos de varios tipos y fuentes de información, que tratan de procesos de cadena de suministro, gestión de calidad, comportamiento organizacional, gestión de proyectos, entre otros. Sin embargo existe una relación que, a pesar de algunas teorías no se ha logrado llegar a una conclusión que ayude y de pie a herramientas de control y corrección. Esa relación es la existente entre el comportamiento humano y la calidad.

¿Se ha preguntado por qué si cuenta con todo lo necesario para realizar óptimamente una actividad, esta no sale de acuerdo a lo planeado o esperado? Pues, lo mismo pasa en las empresas del sector Industrial Automotriz. Si bien, se puede tratar de una empresa que cuenta con todos los certificados de calidad, de una empresa sin problemas de rentabilidad y con indicadores de rendimiento que no dejan algo que desear; se puede tratar de una empresa a la cual a simple vista nada se le complica, sin embargo, existen dos elementos que siempre podrán complicar procesos dentro de una empresa dedicada a la cadena de suministro: el ser humano y la calidad.

Durante el presente documento, se tratarán temas que nos ayudarán a comprender el aspecto de la calidad de los procesos de una empresa de Industria Manufacturera-Automotriz, específicamente dentro del área de Control de Calidad, mediante el

estudio de los niveles de complejidad que existen dentro de cada una de las 16 estaciones de trabajo con las que cuentan en la actualidad.

Se considerarán también aspectos como el comportamiento de los colaboradores que se encuentren en el puesto de Técnico en el área de Control de Calidad, en cuanto a su actitud y aptitud en su jornada laboral dependiendo de las variables a considerar. Se aplicarán herramientas para recabar información, que ayude en el momento de establecer relaciones entre la variable independiente (complejidad de las estaciones de trabajo) y nuestra variable dependiente (calidad de los procesos).

Para poder llegar a nuestro objetivo principal, el cual es obtener el nivel de complejidad de las estaciones de Control de Calidad, deberemos realizar un análisis de las situaciones adversas que se pueden encontrar en ellas, es decir, qué es lo que convierte a una estación en específico en una estación con elementos que podrían o no convertirse en una alta carga de trabajo, no solo física sino también psicológica.

Con este proyecto concluido, se pretende llegar a una herramienta que permanezca dentro del área de trabajo de la empresa Planta de Estampado y Ensamble Ford Hermosillo o en varias más (de pertenecer al mismo giro y ser compatible este caso de estudio), para detectar qué estaciones necesitan tomar medidas para reducir la complejidad de entre sus procesos, dando pues una estación sencilla de operar y por ende, se espera que sea más productiva y eficiente.

1.1 ANTECEDENTES.

1.1.1 Historia de la industria Automotriz.

Existe información donde se dice que el principio de la industria se remonta al intento de obtener una fuerza motriz que sustituyera a los caballos, y esta se remonta

hasta el siglo XVII. El vapor claramente era el sistema más prometedor, sin embargo, el éxito no se logró sino hasta finales del siglo XVIII.

En Babbage (1832) se explica los principios de la industria manufacturera se atribuyen a la creación de herramientas que ayudaron a facilitar el día a día de la humanidad y que fueron adquiridos por conveniencia, los cuales hasta la fecha, se han renovado constantemente debido a que se busca la excelencia.

Según Babbage (1832), el “boom” de la ciencia e ingeniería comenzó antes del año 1800, gracias a que emergieron 3 factores que siguen marcando historia, los cuales son: el poder del capital humano, la economía que se mueve con el tiempo humano y la transformación de sustancias o materiales que son aparentemente comunes y sin valor a productos valiosos.

Según registros en diversas páginas de internet consultadas, fue en 1803 cuando se construyó el primer vehículo autopropulsado que logro circular por los Estados Unidos. En Europa, el ingeniero Richard Trevithick construyó el primer carruaje de vapor en 1801, y en 1803 construyó el llamado London Carriage.

En 1866, dos ingenieros alemanes, Eugen Langen y August Otto, desarrollaron un motor de gas, y en 1876 Otto construyó un motor de cuatro cilindros que constituyó la base de casi todos los motores posteriores de combustión interna.

Fue en 1885 cuando la importante unión de motor y vehículo se produjo, y en 1887 cuando Kar Benz y luego Gottlieb Daimler introdujeron los primeros automóviles de gasolina eficaces. Aunque claramente el vehículo de Benz era mejor, el motor de Daimler era revolucionario lo que significó un cambio radical en la industria del automóvil.

Poco después vino la producción en serie, que no fue inventada por Henry Ford. Fue

en 1798 que Eli Whitney introdujo la producción normalizada de mosquetes, y las fábricas de carne de Chicago habían introducido cadenas de producción. En el año de 1902, el automóvil Oldsmobile ya se fabricaba en serie.

Fue entre 1913 y 1915 dentro de la fábrica de Ford de Highland Park donde “se combinaron la producción normalizada de piezas de precisión (que hacía que fueran intercambiables) y la fabricación en cadenas de montaje, que simplificaba las operaciones y las dividía en zonas de trabajo”. Aquí es donde evidentemente comienza a surgir la complejidad en estaciones de trabajo, ya que se organizan las operaciones de estaciones formalizadas, además de que comienzan a presentarse pedidos personalizados.

La eficacia de la producción era tal que los precios de los automóviles bajaban sin cesar. Los automóviles salían de la cadena de montaje cada 10 segundos, con un ritmo anual de 2 millones. Los fabricantes europeos trataron de alcanzarlos, pero a pesar de todo para el año de 1920 Estados Unidos y Canadá producían más del 90% de los automóviles en el mundo.

Fue en el año de 1939, cuando el sector estaba dominado en Estados Unidos por General Motors, que en la década anterior había superado a Ford gracias a una mejor comercialización. El único fabricante importante además de estas compañías era Chrysler. En Alemania, los líderes del mercado automotriz eran Opel que General Motors había comprado en 1928, Mercedes-Benz y Auto Union. Mientras que en Francia el sector estaba dominado por Renault, Peugeot y Citroën.

1.1.1 Sistema Ford y Sistema Toyota.

- Sistema Ford: según Womack et al. (1990) la idea de sumar la producción en línea a la producción de mercancías no sólo origina transformaciones sociales sino

también transformaciones culturales que podemos resumir en la idea de cultura de masas o mass media. Como ejemplo se puede hablar de la creación de automóviles en serie, luego esto giraría al aumento de las ciudades, autopistas y bienes como televisores, lavadoras, etc. En si, el sistema Ford buscó homogeneizar sistema estándar en procesos de materiales.

- Sistema Toyota: en Monden (2012) se introduce al creador de complejidad como la conocemos (Toyota) y como la marca dio flexibilidad a las opciones del Mercado. Según el autor, el Sistema de Producción Toyota se basa en no solo herramientas "Lean Manufacturing" o mejora continua de procesos como tal, sino también en un sistema de aprendizaje no solo para los miembros de sus plantas, sino para todos aquellos que deseen aprender en sus Centros de de Apoyo para Proveedores Toyota, cómo es que esta marca se ha convertido no solo en la más redituable por sus ventas, sino por tener un Sistema de aprendizaje robusto y apostándole a proyectos a largo plazo.

1.1.1 Situación actual de la industria automotriz en México.

Según la OICA (Organización Internacional de Constructores de Automóviles por sus siglas en francés), actualmente a nivel global se producen 68'561,896 (millones) de vehículos desde sedan hasta comerciales, siendo el principal productor China con 24'503,326 (millones) de vehículos, es decir, este país aporta el 27% de la producción total de autos en el mundo. Estados Unidos de América se encuentra en segundo lugar produciendo al rededor de 12'100,095 representando esto el 13% de la producción total a nivel mundial.

Pese a los problemas que salieron durante el 2015 y por los que aún pasan en una de su firma emblemática, Alemania se encuentra ubicada en el cuarto puesto de los países con mayor producción, siendo esta de 6'033,164 de autos, representando el

7% de la producción total.

Por otro lado, México se ubica en el séptimo lugar con 3'565,469 automóviles producidos y representando el 4% de la producción total a nivel mundial. A continuación se presenta la tabla completa de la producción a nivel mundial según datos de la OICA (tabla 1.1):

TABLA 1.1 ESTADÍSTICAS DE PRODUCCIÓN 2015

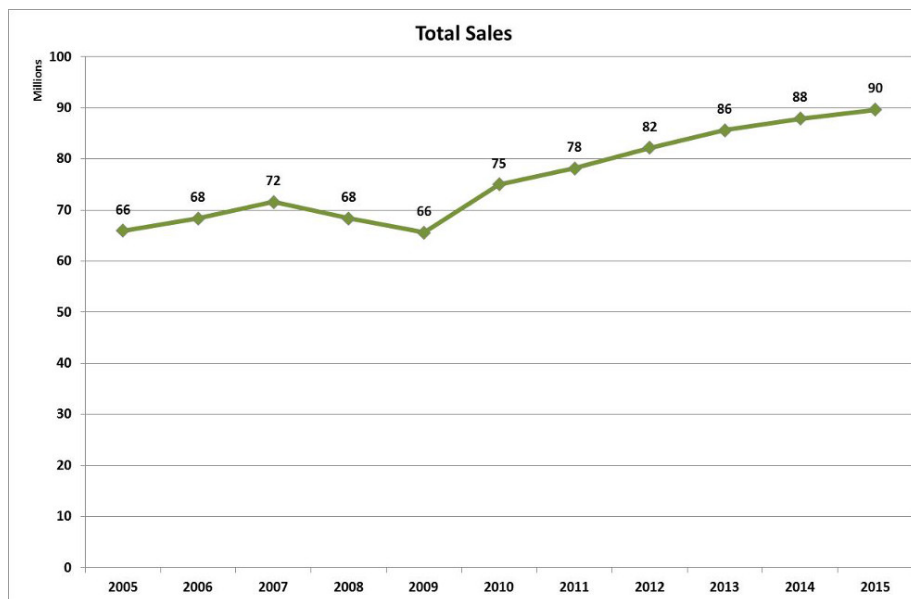
Country	Cars	Commercial vehicles	Total	% change
Argentina	308,756	224,927	533,683	-13.5%
Belgium	369,172	40,168	409,340	-20.8%
Brazil	2,018,954	410,509	2,429,463	-22.8%
Canada	888,565	1,394,909	2,283,474	-4.6%
China	21,079,427	3,423,899	24,503,326	3.3%
France	1,553,800	416,200	1,970,000	8.2%
Germany	5,707,938	325,226	6,033,164	2.1%
India	3,378,063	747,681	4,125,744	7.3%
Italy	663,139	351,084	1,014,223	45.3%
Malaysia	558,324	56,347	614,671	3.3%
Mexico	1,968,054	1,597,415	3,565,469	5.9%
Netherlands	41,870	2,252	44,122	40.4%
Poland	534,700	125,903	660,603	11.3%
Spain	2,218,980	514,221	2,733,201	13.7%
Sweden	188,987	N.A.	188,987	22.6%
Thailand	772,250	1,143,170	1,915,420	1.9%
Turkey	791,027	567,769	1,358,796	16.1%
UK	1,587,677	94,479	1,682,156	5.2%
USA	4,163,679	7,936,416	12,100,095	3.8%

Uzbekistan	185,400	0	185,400	-24.5%
Others	693,817	138,866	832,683	19.1%
Total	68,539,516	22,241,067	90,780,583	1.1%

Fuente: OICA 2015

En cuanto a ventas de automóviles, y específicamente de los autos para pasajeros y no comerciales, la tendencia a sido a favor, incrementando año tras año, gracias a los tratados comerciales entre países que han favorecido a esta y a la logística de sus mercados. A continuación se presenta el gráfico presentado por la OICA de los estadísticos en ventas del año 2005 al 2015 (gráfico 1.1):

Figura 1.1 Ventas totales de automóviles en el año 2015:



Fuente: OICA.

Ahora bien, para poder conocer como se encuentra repartido el mercado y sus necesidades actuales, se muestra a continuación los automóviles más vendidos durante el 2015 miembros de la Plataforma CD (sedanes medios) en fabricación de automóviles (tabla 1.2).

Tabla 1.2 Los automóviles más vendidos del mundo en 2015, plataforma CD.

MARCA	LÍNEA	VENTA (Unidades)	
		2014	2015
Toyota	Camry	768,616	754,154
Honda	Accord	588,856	560,244
Nissan	Altima	369,461	366,534
Ford	Fusion	345,714	331,222

Fuente: autocosmos.

Además de contar con la preferencia de los clientes finales en cuanto a marca, también se cuentan con las preferencias segmentada por país en cuanto a opciones, siendo estas el color, aplicaciones eléctricas y tecnológicas, tipo de energía que utiliza, etc., que también se ven reflejadas en la producción de automóviles que fabrica una marca en específico.

Si una marca ofrece automóviles híbridos, con una gama de colores muy amplia, tipo de transmisión (estándar/automático), tipo de recubrimiento, “quemacoco”, con bolsas de seguridad que aplique a todo pasajero o solo en la parte delantera del auto, que cuente con luz ambiental de colores en el interior, aplicación Siri (Apple), entre otros, esto hace por obvias razones que la complejidad de producción y de inspección de calidad sea mayor, debido a las opciones específicas del auto, que este dejó de ser 100% producción estándar y se convirtió en una producción mas personalizada.

1.1.4 México y la industria automotriz.

No cabe duda que el sector industrial es uno de los sectores económicos con importantes áreas de oportunidad. Si bien durante los primeros trimestres del año 2014 se obtuvieron valores porcentuales de 2 y 1.7, durante el año 2015 se ha obtenido una variación de .6 para el primer trimestre y .5 para el segundo (INEGI 2016).

Pese al alza o inflación de muchos factores que influyen al peso mexicano (MXN) y la perspectiva que nos caracteriza a cada uno de los ciudadanos mexicanos, los pedidos tanto nacionales como extranjeros aumentaron durante este año, se han generado empleos y se registró una expansión al establecerse nuevas plantas productivas.

Se espera por lo tanto que, para finales de este año se logren cifras históricas en todos los indicadores y así, consolidarse la industria automotriz, como el principal generador de divisas del país. Con lo anteriormente mencionado y de acuerdo a especialistas del sector, se proyecta que durante los próximos siete años se logre un crecimiento del 60%.

Figura 1.2 Comparativo de ventas de automóviles en México.

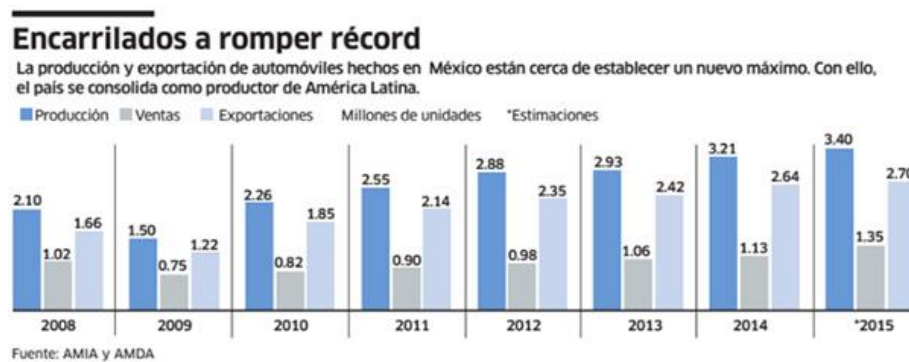


Fuente: AMIA

El presidente ejecutivo de la Asociación Mexicana de Distribuidores de Automotores (AMDA), mencionó que para finales de año, las ventas del mercado interno podrían ser entre un millón 331 mil y un millón 250 mil unidades, siendo esto motivo de superación al logro registrado en el año 2006, que hasta hoy es el año con mayor número de ventas.

Asimismo, se espera que la producción y exportaciones alcancen también sus máximos históricos con 2.4 y 2.7 millones de unidades respectivamente. Se consideró que por primera ocasión la balanza comercial del sector generaría más de 50 mil millones de dólares, convirtiéndose no sólo en uno de los más importantes y dinámicos de la economía mexicana, sino el principal generador de divisas y de los de mayor relevancia en la generación de empleos.

Figura 1.3 Producción, ventas y exportación de automóviles hechos en México.



Fuente: AMIA y AMDA.

Entonces, se puede observar la importancia de inversión en este sector económico tanto en México como en otros países, no sólo en aspectos de emprendimiento financiero-económico, sino inversión de tiempo de estudio para la innovación, trabajo u alguna otra ocupación.

De acuerdo con datos de la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), en el país radican 18 plantas armadoras y cuatro más están en construcción. "El sector automotriz representa seis por ciento del PIB nacional y 18% de la producción de manufactura".

"Se estima que la industria automotriz mexicana continuará creciendo en el futuro. Los pronósticos indican que la producción alcanzará cuatro millones de unidades en 2018

y cinco millones en 2020”, según la AMIA y el portal de la Convención Internacional de Negocios para la Industria Automotriz.

Según el Centro de Estudios de las Finanzas Públicas, desde la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), “las exportaciones automotrices mexicana superaron en valor a las petroleras. Entre enero y agosto de 2015, las ventas externas de vehículos sumaron un total de 66.4 mil millones de dólares mientras que las de petróleo acumularon 18.7 mil millones”.

El mismo instituto destacó que ‘México es uno de los principales productores de automóviles en el mundo y cerca del 85 por ciento de la producción total en el país se destina al mercado externo, principalmente Estados Unidos, a donde se dirige el 71.7 por ciento de las exportaciones (en volumen), seguido de Canadá con el 10.8 por ciento, Alemania con 3.5 por ciento, Brasil 2.4 por ciento y China 1.6 por ciento, entre los más relevantes”.

La industria automotriz en México representa el 3% del PIB (2015), siendo cifra histórica para este sector. Según la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), “la venta nacional de vehículos ligeros registró los mejores niveles históricos, para cualquier mes como para el acumulado”.

La misma asociación destacó que “Durante el segundo mes del año se vendieron 110,770 unidades, 13.5% más que las unidades vendidas en febrero 2015. Con esto suman 230,463 vehículos comercializados en el primer bimestre de 2016, 14.5% superior a las unidades vendidas en el mismo período del año pasado”.

“La venta en el mercado mexicano durante los primeros dos meses de 2016 se integró en 44% con vehículos producidos en nuestro país y 56% de origen extranjero”, porcentajes nada menos preciables, considerando que México se apunta para convertirse en uno de los principales Países en ventas y exportaciones de vehículos.

En cuanto a ventas al público en México durante lo que va de el año 2016, Nissan es el líder, seguido de Volkswagen en segundo lugar, ubicando a General Motors en un tercer lugar y dejando a Chrysler (FCA México) en cuarto lugar. A continuación se presenta la tabla completa de la venta al público en México extraída de AMIA (tabla 1.3):

Tabla 1.3 Venta al público en México 2016 vs 2015									
Abril y acumulado, 2016 vs 2015									
GRUPO	Subgrupo	ABRIL 2016			ABRIL 2015		ENERO - ABRIL		
		Autos	Camion es ligeros	Total	Total	Var. %	2016	2015	Var. %
ACURA		49	82	131	173	-24.3	609	751	-18.9
FCA MÉXICO		3,016	4,305	7,321	7,474	-2.0	31,058	31,163	-0.3
FORD MOTOR		3,541	3,983	7,524	6,913	8.8	28,252	27,149	4.1
GENERAL MOTORS		15,609	7,321	22,930	18,612	23.2	81,179	75,142	8.0
HONDA		2,881	3,166	6,047	4,828	25.2	27,163	21,733	25.0
HYUNDAI		2,117	936	3,053	1,726	76.9	10,569	6,483	63.0
INFINITI		89	76	165	127	29.9	651	526	23.8
KIA		2,003	2,030	4,033	0	N.C.	13,670	0	N.C.
LINCOLN		27	167	194	122	59.0	744	602	23.6
MAZDA		2,588	1,041	3,629	4,290	-15.4	17,673	16,811	5.1
NISSAN		19,020	9,730	28,750	24,566	17.0	118,809	105,799	12.3
PEUGEOT		211	385	596	565	5.5	2,448	2,071	18.2
RENAULT		999	1,368	2,367	1,728	37.0	8,897	7,655	16.2
SUZUKI		749	432	1,181	1,035	14.1	4,538	4,167	8.9
VOLKSWAGEN		17,881	1,712	19,593	14,587	34.3	77,368	66,829	15.8
	SEAT	1,920	0	1,920	1,749	9.8	8,052	7,622	5.6
	VOLKSWAGEN	14,595	1,712	16,307	11,791	38.3	64,129	54,701	17.2
Abril 2016		40,372	118,407	94,796	24.9	465,733	400,953	16.2	
Abril 2015		63,737	31,059	94,796					
Variación %		22.4%	30.0%	24.9%					
Diferencia		14,298	9,313	23,611					

Fuente: AMIA.

Si de producción total se habla, en lo que va del 2016 se han producido 310,639 automóviles y 228,137 camiones ligeros, sumando un total de 538,776 vehículos, que a comparación de la producción que se obtuvo durante el mismo período en el 2015, deja que pensar debido a que se manufacturó al rededor de 11,000 vehículos menos.

En México se cuentan con plantas de las más importantes en su marca, por ejemplo la planta 1 y 2 de Nissan ubicadas en Aguascalientes, así como la planta Volkswagen en Puebla y en el estado de Sonora la planta Ford (gráfico 1.3).

Figura 1.4 Presencia de la industria automotriz en México.



Fuente: Car and Driver Blog.

Según la página "Business Insider", México cuenta con el 11º Producto Interno Bruto más grande a nivel mundial. A pesar de que cada día hay más mexicanos intentando emigrar a otros países y del aumento del crimen organizado, un número de personas casi igual emigran de E.U.A. hacia México, atraídos por las oportunidades económicas en el propio país que a mirada de muchos países es "tercer mundista".

Según Business Inside "la planta de automóviles más grande en el hemisferio occidental se encuentra en México, y Bombardier construye componentes principales para los aviones allí. México tiene muchos problemas, por supuesto, pero también los tiene el Reino Unido (la 10ª economía más grande) e Italia (12ª)".

1.1.5 Ford Motor Company.

El 16 de junio de 1903, Ford Motor Company inicia su andadura en una pequeña fábrica de vagones transformada de Detroit, con John S. Gray como presidente y Henry Ford como vicepresidente. Los recursos iniciales fueron herramientas, maquinaria, planos, especificaciones, proyectos, patentes, algunos modelos y 28.000 dólares procedentes de 12 inversores. El primer coche lo venden en julio de 1903, el Modelo A de dos litros, ensamblado en la planta de Mack Avenue en Detroit. En 1911 se establece la primera planta de fabricación fuera de Estados Unidos, en Trafford Park (Manchester, Inglaterra).

A final de 1913, la mitad de los automóviles fabricados en Estados Unidos procede de Ford Motor Company. Para satisfacer toda la demanda, la marca inicia la producción en serie de coches: según las crónicas, cada diez segundos, un Modelo T (imagen 1.2) abandona la cadena de montaje.

Desde 1903 a la fecha actual, han surgido muchos cambios dentro de la ingeniería y operaciones diversas en Ford (que hoy en día son mucho más robustas), claro está,

sin dejar atrás la visión de Henry Ford de producción en serie y añadiendo a esta la cultura Lean Manufacturing. Algunos modelos se fueron sustituidos por otros o simplemente desaparecieron del mercado, sin embargo una característica los une a todos los automóviles que se fabrican en el mundo y esto es la complejidad.

Figura 1.5 Ford Modelo T.



Fuente: Bright Cars

1.1.6 Planta de Estampado y Ensamble de Hermosillo Ford.

Planta de Estampado y Ensamble Hermosillo (P.E.E.H), se inauguró oficialmente el 16 de Noviembre de 1986; esta compañía construiría automóviles para exportación e iniciaría sus operaciones con instalaciones funcionales y espaciosa, la más innovadora tecnología, un diseño de producto sin igual y lo más importante: las personas, con la expectativa de aprender y mejorar día con día.

La P.E.E.H. Ford participó en la construcción del modelo Ford Focus lanzado al mercado en Septiembre de 1998 como el Focus modelo 1999. El tan anhelado modelo Focus fue concebido y galardonado en Europa, por lo que mantener esa posición en

el mercado de América fue un reto y esfuerzo para todo el personal que conforma Ford Hermosillo.

Al iniciar sus operaciones, Ford Hermosillo contrato alrededor de mil doscientos empleados que trabajaban en un turno de producción, fabricando en promedio 27 unidades diarias. En 1992, la compañía otorgo a la planta el status 'Q1', reconocimiento que la propia compañía entrega a las plantas que han alcanzado un nivel de excelencia en sus procesos.

En Abril de 1996 la planta fue certificada con el estándar internacional de aseguramiento a la calidad ISO 9001. Ford Hermosillo tiene un recinto donde alberga solo algunos de tantos premios alcanzados, que son reconocimientos al esfuerzo de cada persona que conforma la Planta Ford Motor Company en Hermosillo, Sonora.

La Planta de Estampado y Ensamble de Hermosillo (P.E.E.H.) está compuesta por seis departamentos que llevan a cabo los diferentes procesos para la construcción de vehículos con la ayuda de sus proveedores:

- Departamento de Estampado.
- Departamento de Carrocerías.
- Departamento de Pintura.
- Departamento de Ensamble Final.
- Departamento de Control de Calidad
- Departamento de Planeación y Logística de Materiales.
- Proveedores.

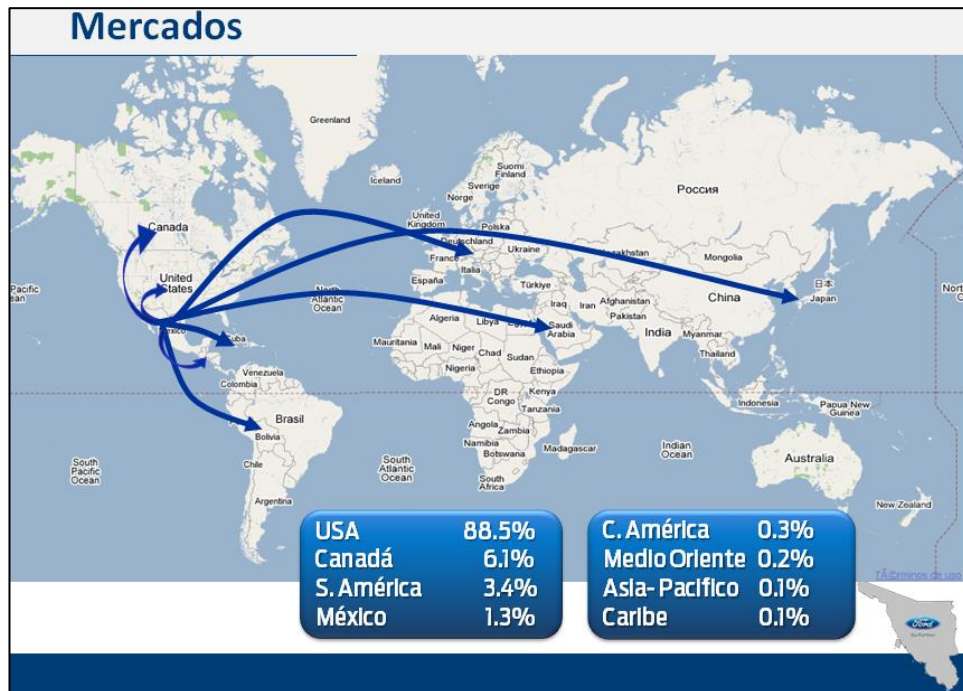
En la Planta de Estampado y Ensamble de Hermosillo Ford se producen el Ford Fusion sedán con motores de L 4 2.0 litros Ecoboost y L4 2.5 litros aspirado natural, y las versiones híbridas (Hybrid y Energi); además también se produce el Lincoln

MKZ sedán con máquinas L4 2.0 litros EcoBoost y V6 3.7 litros así como su versión híbrida.

Los datos de producción y comercio son los siguientes:

- **Producción.** 378 mil unidades anuales a un ritmo de 63 autos por hora.
- **Comercio.** Estados Unidos 88.5%, Canadá 6.1%, Sudamérica 3.4%, México 1.3%, Centro América 0.3%, Medio Oriente 0.2%, Asia-Pacífico 0.1% y Caribe 0.1%

Figura 1.6 Mercado de Planta de Ensamble y Estampado de Hermosillo Ford.



Fuente: Ford Motor Co.

Todo lo anteriormente mencionado, aporta al nivel de complejidad de estaciones. La complejidad se da por los distintos gustos del cliente y por lo que dicta la competencia.

1.1.7 Evolución de la complejidad en la industria automotriz.

Si bien Henry Ford mejoró el sistema de diseño y cadena de manufactura de los automóviles, debemos saber que debido a la competencia (llámese taller de manufactura o planta) es que existen algunos aspectos que influyen dentro de la complejidad de los vehículos.

La llegada del motor de combustión y la invención batería de plomo-ácido, definitivamente marcaron la historia del automóvil. Según Emadi (2005) se le debe a Charles Kettering y su invención del arranque eléctrico en 1912 (el cual se adopta como batería de arranque), el encendido e iluminación de los vehículos de combustión interna.

“En 1915 únicamente la iluminación y el sistema de encendido requieren energía eléctrica; y aún cuando el sistema eléctrico es muy sencillo, la batería de plomo-ácido mejora su capacidad para proveer energía de manera estable y eficiente”.

Como parte de una mejora, Ford introdujo en 1908 16 magnetos dentro de su batería. Describe Lara y Salazar que para poder superar las limitaciones económicas y técnicas del magneto dentro de las baterías, “la empresa Bosch empieza en 1913 a desarrollar el generador para los vehículos con motor de combustión interna (Rubenstein, 2001)”.

En el año de 1920 se integra a los vehículos la batería de plomo-ácido de 6 volts mejorada y se sustituye en ésta el magneto por el generador/alternador con el objeto de proveer una fuente confiable de energía para satisfacer tanto al sistema de ignición como a los accesorios eléctricos adicionales tal como lo son el sistema de luz o el claxon. El beneficio obtenido con esto fue que, una parte de la energía del motor se dirige a la transmisión y la otra parte vía generador, lo cual permitió recargar la batería y alimentar al sistema eléctrico.

Lo anterior mencionado es un poco del inicio de los cambios de las opciones, opciones que toman valor cuando hablamos de complejidad de estaciones, ya que un técnico dentro del área de inspección de calidad puede verse en “aprietos” debido a la carga que representan los elementos que se deben inspeccionar en un mínimo de tiempo (menor a un minuto).

En la época de los noventas surge el ensamblaje modular, el cual buscó hacer más rentable el diseño y manufactura de los vehículos mediante la implementación de plataformas que mantendrían la habilidad para adaptar determinados modelos de vehículos a gusto y condiciones de un mercado muy específico.

Esta acción redujo la complejidad en estaciones dentro de las empresas que lo aplicaron en su momento, ya que así como lo vemos en la actualidad, eran los proveedores de un cluster los que aportaban con subensambles o componentes como un mofle, carrocería, tablero, etc. A la empresa automotriz ensambladora.

Una de principales estrategias asumidas por las grandes marcas ensambladoras de la industria automotriz tiene que ver con los sistemas de fabricación de automóviles, que han tenido que cambiar vertiginosamente durante los últimos años para poder atender las necesidades y requerimientos de los mercados.

Para esto las empresas han optado por valorar factores como las preferencias de los consumidores, la rivalidad, los niveles de competitividad y las estrategias en términos de investigación de aquellas empresa que comprenden el grueso de la competencia, el diseño e innovación, así como las estrategias gubernamentales respecto al comercio exterior, la seguridad y el marco jurídico del medio ambiente.

Vemos pues, como al paso del tiempo han sido varios factores los que han determinado la complejidad de un automóvil; lo cuál se ha visto desde cómo se elaborará una batería (materiales), hasta la diversificación en opciones que presentan

los ofertadores a los clientes finales tal como lo muestra el ejemplo del gráfico, la cual muestra la popularidad en opciones de color a nivel mundial.

Tabla 1.4 Popularidad global en color durante el 2015 vs 2014.

PREFERENCIA EN COLOR DE AUTOMÓVILES 2014-2015		
COLOR	2015	2014
Blanco	35%	28%
Negro	17%	18%
Plata	12%	13%
Gris	11%	13%
Natural	8%	10%
Rojo	8%	9%
Azul	7%	7%
Verde	1%	1%
Otros	1%	1%

Fuente: Corporate PPG.

1.1.8 Opciones en vehículos de la Planta de Estampado y Ensamble de Hermosillo Ford.

En una línea de producción dividida en estaciones de trabajo para uno o más productos que requieren distintos procesos, materiales, maquinaria, tiempos y mano de obra, la complejidad y las interrelaciones se multiplican, de lo que es necesario establecer estándares críticos para el cumplimiento de objetivos determinados.

En la industria automotriz, cada empresa produce automóviles con dos o más diferentes marcas en la misma planta ensambladora. La utilización de estaciones robóticas permite realizar operaciones sin cesar a partir de una programación, lo que se traduce en una calidad de producción alta.

La complejidad de sistema de producción equivale a la suma del conjunto de variables de entrada que afectan al proceso, una variable es la cantidad de opciones y mercados a donde se envían las unidades como producto terminado a su cliente final, la Planta Ford de Hermosillo envía a 51 países (seis regiones) los vehículos Ford Fusion y Lincoln MKZ. El Fusion se ensambla en sus 245 versiones (opciones) y el MKZ contiene 442 versiones (opciones) para satisfacer los diferentes gustos de los clientes.

Si bien en México sabemos que se encuentran importantes armadoras de automóviles, se observa dentro de la tabla de opciones en automóviles (tabla 1.4), que es uno de los países que menos cuenta con diversificación en componentes o requerimientos por parte de la demanda.

Tabla 1.5 Opciones en modelos producidos por países.

	REGION	PAIS	MODELO	OPCIONES		REGION	PAIS	MODELO	OPCIONES
1	Norte América	Estados Unidos	Ford	39	25	Caribe	Bermudas	Lincoln	8
			Lincoln	63				Ford	7
2	Norte América	Canada	Ford	13	26	Caribe	Bonaire	Lincoln	8
			Lincoln	21				Ford	7
3	Norte América	México	Ford	7	27	Caribe	Islas Caiman	Lincoln	8
			Lincoln	8				Ford	7
4	América Central	Belice	Ford	5	28	Caribe	Curazao	Lincoln	8
			Lincoln	8				Ford	7
5	América Central	Costa Rica	Ford	6	29	Caribe	Dominica	Lincoln	8
			Lincoln	8				Ford	7
6	América Central	El Salvador	Ford	4	30	Caribe	Granada	Lincoln	8
			Lincoln	8				Ford	7
7	América Central	Guatemala	Ford	4	31	Caribe	Haiti	Lincoln	8
			Lincoln	8				Ford	7
8	América Central	Honduras	Ford	4	32	Caribe	Jamaica	Lincoln	8
			Lincoln	8				Ford	7
9	América Central	Nicaragua	Ford	4	33	Caribe	República Dominicana	Lincoln	8
			Lincoln	8				Ford	7
10	América Central	Panamá	Ford	6	34	Caribe	San Martín	Lincoln	8
			Lincoln	8				Ford	7
11	Sur América	Argentina	Ford	3	35	Caribe	Santa Lucía	Lincoln	8
			Ford	3				Ford	7
12	Sur América	Bolivia	Ford	3	36	Caribe	Islas Turcas y Caicos	Lincoln	8
			Lincoln	5				Ford	13
13	Sur América	Brasil	Ford	3	37	Caribe	Islas Vírgenes de los E.U.	Lincoln	21
			Ford	3				Ford	21
14	Sur América	Chile	Ford	1	38	Asia/Pacífico	China	Lincoln	16
			Ford	1				Ford	13
15	Sur América	Ecuador	Ford	1	39	Asia/Pacífico	Guam	Lincoln	21
			Ford	4				Ford	4
16	Sur América	Paraguay	Ford	4	40	Asia/Pacífico	Mongolia	Lincoln	13
			Ford	4				Ford	13
17	Sur América	Perú	Ford	4	41	Asia/Pacífico	Saipan Norte Islas Marianas	Lincoln	12
			Ford	4				Ford	8
18	Sur América	Puerto Rico	Ford	13	42	GCC	Bahrein	Lincoln	8
			Lincoln	21				Ford	4
19	Sur América	Uruguay	Ford	7	43	GCC	Jordania	Lincoln	8
			Ford	6				Ford	4
20	Caribe	Antigua Barbuda	Lincoln	8	44	GCC	Kuwait	Lincoln	8
			Ford	9				Ford	8
21	Caribe	Aruba	Ford	18	45	GCC	Libano	Lincoln	8
			Lincoln	8				Ford	8
22	Caribe	Bahamas	Ford	7	46	GCC	Omán	Lincoln	8
			Lincoln	8				Ford	8
23	Caribe	Barbados	Ford	8	47	GCC	Catar	Lincoln	8
			Lincoln	8				Ford	8
24	Caribe	Barbados	Ford	8	48	GCC	Arabia Saudita	Lincoln	8
			Lincoln	8				Ford	8
								TOTAL OPCIONES FORD	245
								TOTAL OPCIONES LINCOLN	442
								GRAND TOTAL	687

Fuente: Ford Motor Co.

Para poder construir estas 687 opciones de unidades entre Fusion y MKZ, se requieren un total de 4,970 partes productivas que se distribuyen en 445 proveedores, México es el país en donde se localizan 103 proveedores que surten 3,046 que equivale al 61.3% del total de las partes a la planta de Hermosillo, en Estados Unidos se localizan 241 proveedores que surten 1,615 partes equivalentes al 32.5% del total, en Canadá se localizan 22 proveedores que surten 78 componentes equivalentes al 1.6%, en Europa se localizan 92 proveedores que envían 280 partes que equivalen al 4% del vehículo y por último en Asia se localizan 9 proveedores que envían 29 partes a la planta de Hermosillo (ver tabla 1.4).

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Planta de Estampado y Ensamble de Hermosillo Ford, ubicada dentro del Parque Industrial Dynatech Sur, cuenta y cumple con los certificados de la familia ISO destinados a los estándares de la industria manufacturera, sin embargo, ocasionalmente se presentan incidencias de calidad en el área productiva.

Esta empresa perteneciente al sector industrial-automotriz requiere de algún estudio, que le ayude a conocer el grado de complejidad de las estaciones de trabajo, determinando los motivos por los cuales una estación de inspección se considera compleja y qué tan compleja es cada una de las 16 estaciones que integran las Inspecciones Pre Entrega (PDI por sus siglas en inglés) del área de Control de Calidad.

Se requiere evaluar para conocimiento y control, ciertos aspectos como la cantidad de observaciones que deben realizar en su estación de trabajo, las omisiones, los aciertos o correctos rechazos de unidades, las opciones con las que cuentan dentro de las inspecciones a realizar, si existen elementos aislados, entre otros; lo que ayudará a evitar desde un re-trabajo hasta una omisión que podría llegar al cliente final.

Dentro del departamento de calidad, se llevó a cabo una investigación para apoyar a la empresa en la detección de las actitudes y aptitudes de los colaboradores en ciertas áreas operativas, esto con la finalidad de aportar herramientas que evalúen al personal dentro de las líneas que se deseen evaluar, para el conocimiento de la situación de la calidad con respecto al desempeño que realicen los miembros de dichas líneas. Con el cruce de información de ambos proyectos se busca obtener información que facilite el colocar al técnico ideal en la estación ideal.

1.3 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuáles son los factores que determinan la complejidad de las estaciones dentro del área de Control de Calidad?

1.4 OBJETIVOS

1.11.1 Objetivo general.

Determinar el procedimiento para establecer el nivel de complejidad de una estación de trabajo de Control de Calidad.

1.12.1 Objetivos específicos.

- Estudiar las líneas pertenecientes al área de Control de Calidad y definir cuáles son las estaciones que generan más incidencias y cuáles son las más productivas.
- Plantear y determinar los tipos de errores I (rechazo de la parte debido a que no hay defecto) y errores tipo II (aceptación de la parte y con presencia de defecto).

- Determinar opciones existentes dentro de las tareas de inspección de los técnicos, que indiquen una variación entre los tipos de automóviles que se ofertan.
- Determinar el nivel de complejidad de las líneas de trabajo basados en los elementos existentes en cada una de ellas. Realizar análisis de posibles soluciones o herramientas para controlar y/o disminuir la complejidad de las estaciones.

1.5 JUSTIFICACIÓN

Se decide realizar el Proyecto de tesis enfocado al sector industrial automotriz debido a la importancia de este dentro de la economía de México y el amplio campo de oportunidades de investigación dentro de este. El estudio de la calidad con respecto al desempeño humano en una empresa industrial automotriz, es de suma importancia debido a su naturaleza; es decir, su importancia radica en la seguridad y satisfacción ofertada al cliente.

Previo a la elección de tema de para tesis, se realizó una encuesta en 3 industrias dedicadas a la automoción, para así recabar información que ayudara a la elección del argumento de interés para estas. Dentro de los comentarios obtenidos por las 3 empresas, se obtuvo la conclusión de que, existe un amplio campo de oportunidad y mejora dentro del área de calidad.

Dentro del área de Control de Calidad de Planta de Estampado y Ensamble de Hermosillo Ford se han realizado estudios previos de esta materia, sin embargo no se ha obtenido un resultado fijo que permita dar a conocer una herramienta que sea viable y ayude al control de calidad y así bajar las penalizaciones dentro del área de inspección de calidad.

Por esta razón se requiere un estudio aún más completo donde se vean implicados el estudio de los elementos de cada estación de trabajo, las labores de cada colaborador, las observaciones dentro de las unidades de inspección de cada estación de trabajo, etc., Que dé a conocer el nivel de complejidad de las estaciones para así tomar medidas (rebalanceo/balanceo de estaciones de trabajo, certificaciones a técnicos, entre otras) que ayuden a los técnicos de inspección a conseguir o eliminar las omisiones (que afectan en garantías) y facilitando las posibles fallas que pueda presentar una unidad.

1.6 DELIMITACIONES

La investigación 'Complejidad en las estaciones' se realizó en el departamento de Control de Calidad de la Planta de Estampado y Ensamble Hermosillo Ford; donde fueron evaluadas 13 estaciones de trabajo en líneas de inspección de calidad.

CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1 INTRODUCCIÓN A INSPECCIÓN.

En Park (1987) se explica como una de las tareas más importantes dentro del control de la calidad, es la inspección. En la mayoría de las industrias o entes de producción, la inspección se lleva a cabo por personas que ocupan el puesto de inspector así como los mecanicistas, personas que tienen un contacto cercano con el producto y que pueden identificar fallas o corregir y hasta retirar unidades.

En algunos casos, la asistencia del cliente dentro de la detección de defectos será necesaria, en lo que dentro de este trabajo denominamos omisión. Esto pues, si el defecto no es evidente o no aparece hasta que el producto sea comprado y operado por primera vez, lo que implicaría una aplicación de garantía e impactaría negativamente en costos para la empresa.

El control de la calidad o aseguramiento es por lo tanto esencial más allá de la fase de diseño de un producto, no solo por mantener la calidad sino también para retroalimentar a los diseñadores para realizar mejoras en la calidad del producto.

Tal como explica Park, Kyung (1987), explica como el proceso de inspección permite que el rendimiento de manufactura se compare con las metas u objetivos, y proporciona información útil para las personas que operan los procesos. En la mayoría de los casos, las pérdidas de calidad se remontan a los componentes que no cumplen

con las especificaciones indicadas por los clientes (internos o externos). La calidad de los datos de inspección, por lo tanto, se convierte en una cuestión importante”.

2.1.1 Estrategias de inspección.

El libro de Park anteriormente mencionado, nos dice que “las tareas de inspección difieren mucho en complejidad. En algunos casos, las personas comprueban si uno o dos elementos se encuentran dentro de la tolerancia establecida, mientras que en otros, se encuentran comprobando a través de una larga lista de propiedades de producto deseadas y no deseadas”.

Comparemos pues las características y/o atributos de los carros de hace 15 años con aquellas que componen a los automóviles de hoy en día... existe mucha diferencia, ¿no? pues a esas diferencias, especificaciones o innovaciones podríamos llamarles atributos de complejidad. Tal es el caso de la variedad en llantas, volante, rin, asientos, techos, etc.

Por obvias razones, la gente encuentra difícil el realizar un buen trabajo cuando tienen que comprobar muchos aspectos diferentes. Esto nos lleva a un práctico principio para diseñar tareas de inspección que puedan ser fácilmente aplicadas cuando existe más de un inspector disponible.

La estrategia de inspección dependerá directamente de la producción y costo que maneja la empresa. Por ejemplo, una empresa armadora de automóviles no podrá realizar una inspección destructiva al 100% debido al costo que esta podría implicarle, más sin embargo si aplica el realizar una inspección en finales de línea o por lote en caso de ser requerido.

2.1.2 Inspección de calidad.

La mayoría de los fabricantes llevan a cabo diferentes tipos de inspección que ayudan a asegurar la calidad de los artículos que producen. Esto incluye la prueba de partes entrantes y materiales para asegurar que cuentan con el mínimo de estándares de calidad, así como probar e inspeccionar los artículos producidos dentro del proceso de manufactura.

En algunos casos, estas pruebas se realizan por colaboradores que observan, tocan o manipulan el artículo. En algunas ocasiones, los técnicos usan variedades de herramientas y equipo de prueba apropiado para alguna aplicación en particular.

2.2 TEORÍA DE DETECCIÓN DE SEÑALES (SIGNAL DETECTION THEORY).

Según Fechner (1966) consideraba el "umbral como un punto casi constante, por encima del cual las diferencias del estímulo eran detectables y por debajo del cual no se podían detectar". Es decir, venía a ser una especie de "barrera neural".

Para él (Fechner) caracterizar los umbrales como barreras implicó que la experiencia perceptiva es discontinua y que la consciencia del estímulo o los cambios en el se adquieren mediante un salto brusco, va de no superar la barrera a superarla (ley del todo o nada).

Si el concepto de umbral fuese correcto, las investigaciones evidenciarían que existe una magnitud de intensidad del estímulo que el sujeto nunca es capaz de detectar y otra magnitud superior de intensidad del estímulo, por encima de la cual los sujetos siempre lo detectan.

Según estudios de Psicología, en la TDS la tarea del sujeto ya no será clasificar los estímulos por encima o por debajo de la percepción, sino que consiste fundamentalmente en un proceso de decisión. Según algunos conocedores de la material, la persona deberá decidir si la magnitud de la sensación que provoca un estímulo de cierta intensidad es suficiente para inclinarse a favor de una respuesta positiva (detección) o negativa (no detección); es decir, decidirá adoptar un criterio de respuesta.

Las diferencias personales son muy grandes y por ello los criterios de respuesta son muy variables. De manera que varios sujetos pueden tener la misma sensibilidad y diferir solo en el criterio de decisión de la respuesta.

RESUMIENDO, en la TDS:

- Se cuestiona la validez del concepto de umbral concebido como ‘barrera neural’.
- Se utiliza una sola intensidad de estímulo y no varía como ocurría en los métodos psicofísicos anteriormente descritos.
- Además de la sensibilidad (como en la Psicofísica clásica), también se considera que influye en la respuesta el criterio de decisión de la misma.
- Se considera la presencia de la señal, pero también de la presencia del ruido, de modo que podemos percibir y, por lo tanto, pueden existir ensayos:
 - ✓ En los que aparezca solo el ruido (R).
 - ✓ En los que aparezca el ruido + la señal (SR).

2.2.1 Error en inspección

La publicación de Letho y Landry (2013) nos brinda cuatro tipos de productos que pueden originar de una inspección bajo la detección de señales, que en este caso lo enfocamos al proceso de aseguramiento de calidad, donde a continuación se expresan brevemente y se muestra resumen en tabla 2.1).

- I. RECHAZO CORRECTO: el sistema no detecta la señal, y efectivamente sólo había ruido.
- II. ACIERTO: la señal estaba ahí (señal + ruido) y el sistema la detecta.
- III. FALSA ALARMA: el sistema cree detectar la señal, pero realmente sólo había ruido.
- IV. OMISIÓN: la señal estaba ahí (señal + ruido) pero el sistema no la detecta (esto es, la confunde con el ruido).

Tabla 2.1 Productos de la detección de señales.

ACCIONES DEL INSPECTOR	PRESENCIA DE DEFECTO	SIN DEFECTO
Rechazo de la parte	ACIERTO (correcto rechazo de la parte)	FALSA ALARMA (error tipo-I)
Acepta la parte	OMITIR (error tipo-II)	RECHAZO CORRECTO (correcta aceptación de la parte)

Fuente: Teoría de Detección de Señales.

En Letho y Landry (2013) se refiere también al modelo de SDT como al comparativo entre el desempeño del inspector en diferentes situaciones de inspección. Cuando se utiliza la SDT, se asume que una falsa alarma correspondería a un error tipo 1 en los modelos de estadística inferencial, es decir se rechazaría un producto bueno o no defectuoso, mientras que cuando se acepta un producto malo o defectuoso, se estaría incurriendo en un error tipo 2.

Letho y Landry (2013) mencionan una serie de factores en el diseño de inspecciones de calidad que están relacionados con la actividad cerebral o mental del inspector de calidad:

- La cantidad de elementos que se debe inspeccionar, a mayor número de elementos se incrementa la posibilidad del error tipo 2.
- El orden de búsqueda de los posibles defectos en las instrucciones de la inspección.
- El entrenamiento en las secuencias de búsqueda de defectos.
- La precisión en la inspección.
- El tiempo disponible para realizar la inspección.
- El ritmo de trabajo para realizar la inspección, se observan mejores resultados cuando el inspector establece su propio ritmo.
- Los descansos y la rotación de puestos.
- Son importantes también los aspectos individuales aun cuando no estén relacionados con la actividad cerebral de la inspección, por ejemplo, la edad del inspector, la agudeza visual, los niveles de iluminación, la experiencia, la capacitación y el entrenamiento.
- Como se mencionó, los tipos de personalidad han sido relacionados con el desempeño de los inspectores pero no se ha encontrado evidencia con respecto a la inteligencia del inspector y su nivel de desempeño.

2.3 COGNITIVE TASK ANALYSIS.

El Cognitive Task Analysis (CTA), es una metodología para el estudio empírico de los lugares de trabajo y los patrones de trabajo, lo que resulta en:

- Una descripción de los procesos cognitivos y los fenómenos que acompañan al trabajo dirigido a un objetivo.
- Las explicaciones de la actividad laboral en términos de los fenómenos cognitivos y los procesos.
- La aplicación de los resultados a la mejora del trabajo y de la calidad de la vida laboral mediante la creación de mejores espacios de trabajo, un mejor apoyo a los artefactos (tecnologías), y mediante la creación de métodos de trabajo que mejoran la satisfacción humano y el placer, que amplían la motivación humana intrínseca, y que aceleran los logros y la competencia.

Hoy en día, el Cognitive Task Analysis (CTA) es considerado por los organismos de investigación en todo el mundo por ser no solo un importante componente de los esfuerzos de investigación y desarrollo para los sistemas hombre-máquina complejas, sino un componente necesario porque el trabajo que se está analizando es de trabajo cognitivo.

2.3.1 El propósito principal del CTA.

Investigaciones realizadas durante la última década que han implicado el estudio del trabajo cognitivo en contextos socio-técnicos complejos han dependido en mayor o menor medida en métodos que, o bien eran conocidos como CTA o legítimamente podrían considerarse como CTA.

El estudio de los sistemas cognitivos en contexto es descubrir como el conocimiento y el comportamiento de los profesionales se coadaptan con otros dos grupos de factores:

- I. Los objetivos y las limitaciones del campo de actividad, y
- II. Las características de los sistemas físicos complejos con los que interactúan (por lo general, el procesamiento de información de sistemas).

Según Hoffman y Militello (2008) “la razón principal para el uso de métodos de CTA es abordar cuestiones sobre la forma de estudiar la interacción de herramientas complejas y la cognición en la configuración de campo o lugar de trabajo, así como el laboratorio”. Los contextos socio-técnicos implican fenómenos que existen solo en la intersección de personas, tecnología y trabajo. Nuevos fenómenos adicionales emergen cuando la tecnología y los cambios organizacionales transforman actividades.

Los estudios de la cognición de trabajo no ven la actividad cognitiva como situado o aislado en un solo individuo, sin embargo la actividad cognitiva continua distribuida a través de múltiples agentes como parte de un flujo de actividad; es decir que se ven varios factores involucrados en el proceso de conocimiento y habilidades.

El trabajo cognitivo individual esta incrustado en mayoría, profesionales, organizacionales, contextos institucionales, que limitan la actividad de muchas maneras como por ejemplo premios y castigos, no metas totalmente consistentes, recursos limitados, etc. (En general, la cooperación y la coordinación son ubicuos, porque el trabajo cognitivo es distribuido por múltiples agentes humanos y máquinas.

El cambio de la tecnología transforma los sistemas cognitivos, la creación de nuevos roles, cambiando lo que es normal y lo que es excepcional, el cambio de los tipos de errores y caminos al fracaso, y el cambio de las formas en que se adaptan a alcanzar sus metas y hacer frente al error.

El proceso de estudio de la cognición en trabajo cambia dramáticamente nuestros conceptos psicológicos acerca de los límites de la actividad cognitiva. ¿Hasta qué punto esta la cognición distribuida en los equipos? ¿Hasta qué punto es la memoria “encarnada” en artefactos?

El CTA puede tener como objetivo revelar el conocimiento de los conceptos y principios de dominio (si estos son conocidos explícita o implícitamente por el experto); esquemas para escenarios típicos; tipos de problemas, tipos de datos, pantallas, herramientas y así sucesivamente; planes y objetivos; razonamiento de reglas y heurísticas; y recuerdos de casos raros o difíciles, situaciones inusuales, y incidentes críticos.

CTA puede tener como objetivo revelar información sobre procesos mentales, incluyendo la toma de sentido, el aprendizaje (aprendizaje perceptivo, progresión desde el principiante al experto, etc.), el modelado mental (de situaciones o de sistemas o procesos que controla o con los que interactúa un operador), las estrategias de adaptación a circunstancias inesperadas, y las circunstancias que conducen a, o contribuyen al error.

2.3.2 Métodos del CTA.

- A. Métodos cuentacuentos: algunos métodos del CTA tienen sus raíces en la introspección. En los tiempos modernos, los métodos de auto-reporte utilizados en CTA se han adaptado y refinado, emergiendo como una categoría distinta de los métodos denominados “Seguimiento de procesos” (Mitchell y Sundstrom, 1997). Para entender es pensar, e informar verbalmente, las propias percepciones, pensamientos, creencias, juicios y así sucesivamente.

Los actos mentales están trazados, por lo que son actividades de tareas (es decir, tiempo de reacción y otras medidas de rendimiento) (Bailey & Kay, 1987). Pero el informe verbal es acerca de la información del problema que el entrevistado atiende y como él o ella tiene sentido de esa información, no a cerca de fenómenos mentales, percepciones y así sucesivamente.

Esta es la distinción clave entre la introspección y la reflexión de tarea (o retrospección). Muchos métodos de CTA involucran a los participantes en las tareas en las que 'piensan en voz alta' sobre los problemas que están trabajando o han trabajado en el pasado.

- B. Entrevistas: el Análisis de Tareas Cognitivas (CTA) consiste en realizar preguntas a la gente. En un tipo de tarea de entrevista, por ejemplo, a los expertos se les realiza una serie de preguntas de sondeo planificada de antemano y sus funciones. Las preguntas pueden ser destinadas a proporcionar información acerca de conceptos de dominio y sus interrelaciones (por ejemplo, "¿podría decirme de un caso típico?" "Puede usted decirme sobre el último caso que encontraste?" "¿Me puedes dar un ejemplo de una X?"), información sobre los procedimientos de dominio y las reglas de razonamiento (por ejemplo, "¿Por qué, cómo, o cuando se hace eso?" "¿Qué alternativas hay?") o información sobre casos raros y procedimientos especiales (ej., "¿Puede decirme de un caso inusual?").

- C. Tareas del tipo laboratorio: un ejemplo de una tarea restringida o de laboratorio e cuando los expertos trabajan con inductores en la creación de un mapa conceptual. Por otra parte, al experto se le puede pedir que construya un diagrama que muestre los procedimientos operativos o que describa lo que ocurrió en un caso en particular que se presente para su análisis.

- D. Gráficos: los gráficos pueden tomar la forma de líneas de tiempo que representan el desarrollo de los acontecimientos, puntos de decisión, y así sucesivamente en el transcurso del tiempo en un escenario. Gráficos individuales pueden usar símbolos, iconos, flechas y así sucesivamente para representar situaciones en puntos concretos en una línea de tiempo, y los gráficos pueden ser integrados en una serie de guión gráfico que pinta un

cuadro de un evento o caso.

2.4 DISEÑO DE LA ORGANIZACIÓN.

Menciona Douglas Stewart (2001) en su libro "Productions and Operations Management" que cualquier diseño bien desarrollado realza el rendimiento del empleado en los puestos de trabajo que son importantes para el cumplimiento de los objetivos estratégicos. Menciona en su libro que "a partir de que lo objetivos estratégicos difieren de organización a organización, las personas tienen distintas metas de trabajo, relacionadas entre sí de diferentes maneras, y toman decisiones diferentes".

Los diseños en las organizaciones son formas de organizar el trabajo, metas, relaciones, y decisiones así la gente puede desempeñarse de acuerdo a sus capacidades. El diseño incorrecto previene un desempeño alto, y esto no debería pasarle nunca a una organización bien administrada.

2.4.1 Diseño y estrategia.

Nos expone Alfred Chandler (2003) en un libro que el principio de la organización sigue la estrategia de la firma. Él propuso que a medida que cambian las estrategias de crecimiento en las organizaciones, nuevos problemas organizacionales y administrativos surgen.

Estos nuevos problemas solo pueden ser resueltos mediante el cambio de diseño de la organización para encajar con la estrategia. Si el diseño no se cambia, es muy difícil, si no imposible, para la organización el alcanzar sus objetivos.

Más reciente, Galbraith y sus colegas han ampliado las nociones de estrategia y diseño del trabajo pionero de Chandler (2003). Su contribución identifica elementos de diseño

de la organización moderna, los efectos de la estrategia en el diseño, y los efectos del diseño en la estrategia.

Según Galbraith, el diseño existente de una organización tiene un fuerte efecto en su estrategia, ya que los miembros de la organización tienen un interés creado en el status quo (por ejemplo en su base de poder en la organización). Por lo tanto, el punto de vista de la influencia de la estrategia en el diseño desarrollado por Chandler ha sido modificado por Galbraith y sus colegas para incluir la influencia del diseño actual de la estrategia; existe una relación recíproca entre los dos.

2.4.2 Elementos de diseño.

- TAREAS

Nos referimos a tareas a todos los trabajos críticos que cualquier organización debe realizar bien para alcanzar su estrategia. Por ejemplo, la manufactura eficiente es la tarea importante para muchas firmas industriales. Algunas firmas de investigación y desarrollo encuentran una tarea crucial en mantener ingenieros bien calificados.

Así, mientras que las tareas específicas varían de una compañía a otra, el principio consistente es que las tareas críticas y su habilidad para ser estandarizadas son elementos clave de diseño. Estas surgen directamente de la estrategia de la firma e identificar tareas críticas es la primera decisión a elegir en diseño alternativo.

- GENTE

La gente es un elemento que envuelve varias decisiones personales, incluyendo el número de personas que se emplearán, los niveles de conocimientos y habilidades, características personales y sus expectativas de carrera, este elemento se refiere tanto a las personas que trabajan actualmente en la organización y las características

deseables para los contratados de nueva forma en el futuro.

- **ESTRUCTURA**

Con estructura se refiere a muchos de los conceptos básicos de la organización que incluye el organigrama, las divisiones entre la línea y el personal, el grado y el tipo de especialización, los mecanismos de coordinación, el ámbito de control, la jerarquía de la autoridad y el tamaño de los grupos. La estructura define el trabajo de cada persona y al que cada persona se relaciona en la organización.

- **SISTEMAS DE DECISION Y COMPENSACIÓN**

Los sistemas de decisión y recompensa implican cuando y como se toman las decisiones, como fluye la información dentro de la organización para la toma de decisiones y la forma de compensación para la gente por tomar decisiones correctas. Los sistemas de decisión y compensación incluyen planeación formal y mecanismos de control; el grado de descentralización usado en la organización; y la medición del desempeño, evaluación y sistemas de recompensa.

2.5 ESTÁNDAR DE DISEÑO DE ESTACIONES DE TRABAJO APLICANDO “PROCESS BLUEPRINT”.

La herramienta de “Process Blueprint” sirve para la gestión y ejecución de cambios para mejorar un Sistema de producción. Esta herramienta es también utilizada para otros procesos de transformación y de servicios en la industria, como por ejemplo para el manejo adecuado de los materiales y para la inspección de calidad.

Este proceso se representa como un diagrama en el que, en un estado inicial muestra el nivel del diseño del proceso. La finalidad de la evaluación del nivel básico de un proceso, es formular el estado inicial y planificar cómo será su estado o nivel del

proceso en un futuro. Con esto obtenemos también una línea que seguir para dar seguimiento y control a la mejora de tareas, a demás de contar con un medible para que la planeación de un sistema, estación o proceso completo y eficiente.

2.5.1 Estándar básico de diseño de estaciones de trabajo.

En un artículo publicado por Carlos Real y Luis Onieva “Process Blueprint, an effective continuous improvement methodology applied to automotive assembly lines”, nos explica como son aquellas normas básicas las que crean un ambiente propicio de mejora, al trabajar con una variación mínima que pretende estabilizar los procesos. Ejemplos de lo anteriormente mencionado son el método y las características físicas tal como se muestra en la tabla 2.2 ubicada en la siguiente página.

Tabla 2.2 Estándares básicos de los elementos de diseño.

Elementos de diseño	Ejemplo de estándares básicos de diseño de estaciones de trabajo
Características físicas	<ul style="list-style-type: none"> • En las estaciones de trabajo, los materiales para el montaje están en sus contenedores. • Marcas indicadoras de límites para una estación de trabajo en el piso. • La temperature ambiente no excede a los 27.7 °C.

Método	<ul style="list-style-type: none"> • Que la secuencia de proceso para las estaciones de trabajo esté documentada y actualizada.
--------	--

Fuente: Real y Onieva.

Los elementos comentados anteriormente son necesarios para que el proceso de fabricación se realice en un nivel de calidad aceptable, sin embargo, desde el punto de vista de los autores, esos elementos son en realidad normas básicas que ayudarán a crear estabilidad pero que no son eficaces a largo plazo, debido a que no generan resultados de mejora continua tal como la calidad y eliminación de valor añadido que no reduce directamente el costo.

2.5.2 Estándares avanzados de diseño de estaciones de trabajo.

De la misma manera que en los estándares básicos para el diseño de estaciones de trabajo, Carlos Real y Luis Onieva comentan en su artículo a cerca del "Process Blueprint", que los estándares de nivel avanzado tienen que ver con la mejora continua del proceso de producción. Como todo proceso, se recomienda pasar de lo básico a lo avanzado o bien, de lo básico a lo intermedio y posteriormente a lo avanzado.

Dentro del punto anterior, donde se explicaban los estándares básicos para las estaciones de trabajo, pudimos ver que un punto era el tener los materiales en su respectivo contenedor, más sin embargo según los autores, transformando esto en un nivel avanzado podría quedar como: "contar con el material para ensamble en su lugar de uso de acuerdo a la secuencia de trabajo en la estación de trabajo".

Contando con estándares elevados en el diseño de estaciones de trabajo, se eliminan los pasos extras para alcanzar materiales y es característico que aunque se vea sencillo, se ha mostrado en investigaciones de algunas plantas que se cuenta con un

área tremenda de oportunidad en materia de movimientos, como quizá algunas personas que se encuentran o que conocen de la industria manufacturera o automotriz.

Se veía en el punto 2.5.1 “Estándares básicos de diseño de estaciones de trabajo” algunos ejemplos aplicados; ahora bien veamos los mismos ejemplos pero para estaciones de trabajo con estándares avanzados en la siguiente tabla 2.3:

Tabla 2.3 Estándares básicos vs estándares avanzados de diseño de estaciones de trabajo.

NIVEL	EJEMPLO DE ESTÁNDARES DE DISEÑO DE ESTACIONES DE TRABAJO	CONSIDERACIONES	BENEFICIOS
Básico	Los materiales para ensamble se encuentran en su contenedor.	Ayuda a contar con un proceso estándar, proporciona orden en el lugar de trabajo pero no asegura una distribución óptima de los materiales.	Estabilidad: tiempo invertido en caminar para obtener partes y que el recogerlas sea consistente pero no necesariamente óptimo.
Avanzado	Material para ensamble en su lugar de uso de acuerdo a la secuencia de trabajo en la estación de trabajo.	Busca tener óptimo material y/o distribución de partes.	Mejora continua: lo mejor que conozcas de criterios, lo más que eliminas de desperdicios mediante la disminución del

			tiempo “gastado” en caminar distancias para tomar o recogerlas partes nesarias.
--	--	--	---

Fuente: Real y Onieva.

Definiciones de características/estándares de diseño avanzado:

- Los **elementos aislados** son instalados al principio de la secuencia: los elementos aislados son elementos de la secuencia de ensamblaje que cuentan con dos características. La primera es que son cortos en cuestión de tiempo (máximo 3 segundos); la segunda característica es que no están relacionados con el proceso principal de la estación de trabajo.
- Los **elementos opcionales** son seleccionados inmediatamente después de que la opción ha sido verificada en pantalla: algunos procesos para ensamble usan pantallas u hojas que proporcionan información para el ensamblaje y que de esta forma el operador conozca que partes debe seleccionar. Entre mayor sea el tiempo entre verificar y seleccionar, más grande será la posibilidad de cometer errores.
- **Prueba de error** con apoyo de material de acuerdo a la secuencia: así como la cantidad de partes para elegir incrementa, así lo hace la probabilidad de cometer errores de selección. Deberá proporcionar al operador de dispositivos de prueba de error cuando este tenga que seleccionar entre 3 o más opciones distintas.

- **Las herramientas y el equipo se encuentran en el punto de uso y al alcance, sin necesitar pasos extras para su obtención:** la distribución de la estación de trabajo deberá ser diseñada de tal forma que las herramientas se encuentren en el lugar donde, de acuerdo a la secuencia de ensamble, vayan a ser utilizadas. De esta manera cuando el operador esté a punto de correr por un perno, solo tendrá que estirar el brazo para recoger la herramienta sin necesidad de alejarse del vehículo para conseguirlo.
- **El operador trabaja solo en una sección del vehículo o en secciones continuas:** esta parte es muy interesante puesto que en las mayorías de las industrias no se maneja el trabajar dentro de una sola pantalla (sección, en este caso de un vehículo). Idealmente, el operador debe de trabajar solamente en un área del vehículo, como por ejemplo el compartimiento del motor, donde el operador no debe perder concentración o tiempo.

Cuando esto no es posible, el diseño del proceso debe ser de tal forma que el operador trabaje en áreas continuas, como por ejemplo primero la puerta frontal y posterior la puerta trasera.

2.6 DETERMINACIÓN DEL IMPACTO DE LA COMPLEJIDAD EN LOS OPERARIOS DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN.

La industria manufacturera está cambiando en este mundo competitivo al mejorar productos, calidad, producción más eficiente y sobre todo, acortar los tiempos de producción. Estos cambios son el resultado de la introducción de una serie de nuevas tecnologías, como también del rápido crecimiento de la economía.

La industria siempre se ha caracterizado por el aumento en las interacciones entre los seres humanos y la actuación de los agentes tecnológicos en los talleres. Esto causa

un aumento en la complejidad la cual puede ser observada en la compañía por el nivel de aprovechamiento de los operarios en las operaciones que realizan.

El incremento en la complejidad de las líneas automatizadas origina que sea necesario aplicar un mayor análisis para entender el trabajo de los operarios, las nuevas demandas de los mercados modernos han requerido una gran evolución de las herramientas de producción; Así el desarrollo de los centros de maquinado, las celdas flexibles, originan un gran número de variables tecnológicas, de distintas tareas a realizarse y un gran número de información de sus estados.

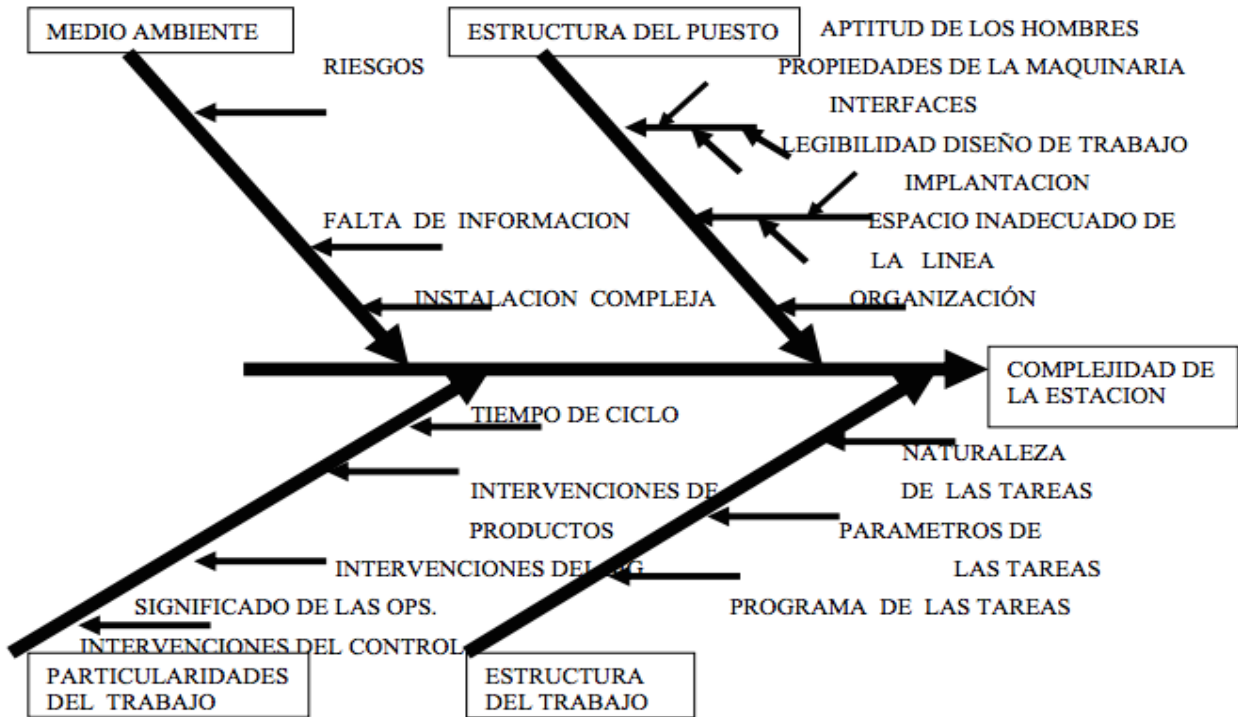
En cada departamento se observó un enriquecimiento del trabajo de los operarios por la introducción del mantenimiento, del control de la calidad, pero también un aumento en el contenido técnico del trabajo.

2.6.1 ANÁLISIS CUALITATIVO DE LOS ORÍGENES DE LA COMPLEJIDAD.

Como cualquier proceso para conocimiento de las operaciones, primero se describe el ambiente técnico del trabajo del operario en la línea. Para hacerlo se usará un diagrama de causa-efecto (Sólo con exposición de las causas). La imagen 2.1 muestra dicho proceso, en donde cabe mencionar que para poder conocer el nivel de complejidad de las estaciones en la empresa en la que se realizó el estudio, se analizaron aspectos como medio ambiente, estructura del puesto, particularidades del trabajo y en estructura del trabajo.

Los criterios utilizados dentro de dicha investigación de la cual sale la imagen 2.1, y se utilizaron observaciones como tipo de instalación, los tiempos definidos para la operación, naturaleza de last areas, aptitud del capital humano, espacio delimitado para la línea, organización, entre otros.

Figura 2.1 Causas de complejidad en una estación de trabajo.



Fuente: Redalyc.

Observamos dentro del diagrama que, se describe cómo se propiciará el trabajo, los planes y administración de las tareas, las herramientas y distribución de estas, los movimientos, lineamientos, las aptitudes necesarias para poder desempeñar el puesto, las responsabilidades del puesto, entre otros aspectos.

Todo lo que se mencionó anteriormente son parte de la complejidad de las estaciones, mas sin embargo deja a un lado aquellos productos que puede dejar el ser humano a través del proceso y transformación de materiales. El paso para conocer la complejidad de las estaciones fue describir el ambiente técnico y en segundo, se analizan los factores que están relacionados con las actividades de los operarios. Así de ésta manera se determinarán algunas informaciones concernientes a los operarios.

En el diagrama 2.2 se puede observar que los factores en la complejidad de las actividades dependen en gran parte del operario, así las actividades se relacionan con el comportamiento humano y en el diagrama encontramos factores tales como: Estado del operario, Habilidad, y Destreza (experiencia).

Figura 2.2 Factores en la complejidad de las actividades.



Fuente: Redalyc.

2.7 EL LADO HUMANO DE LA PRUEBA-ERROR.

Es en la obra original de Shingo nos encontramos por primera vez la idea de que el sistema Poka-Yoke es un sustituto para el Control Estadístico de Procesos (SPC por sus siglas en inglés). Shingo cuenta la historia de entrar en una planta y la observación de que la planta no tiene ninguna de las cartas de control SPC en la pared.

Esta creencia de que hay un mejor medio alternativo de control de calidad que tiene el SPC y el resto de la obra de Shingo que se ha convertido en una suposición subyacente de gran parte de la siguiente investigación en esta área.

Chase y Stewart (2001) ampliaron los conceptos de Shingo para cubrir aplicaciones de servicio. Ellos proporcionan una metodología para identificar donde deben desarrollarse los dispositivos Poka-Yoke en los servicios, aunque no ha habido una estrategia coherente para el uso a prueba de error en los servicios. La clasificación de Poka-Yoke del autor es como físico, de secuencia y agrupación de métodos de conteo, que corresponden aproximadamente al contacto de Shingo, los pasos del movimiento y a los métodos de valor fijo.

TIPOS DE ERRORES:

1. Olvido.
2. Malentendido.
3. Identificación.
4. Falta de experiencia.
5. Errores intencionales.
6. Error involuntario.
7. Errores causados por lentitud.
8. Ausencia de estándar.
9. Errores sorpresa.

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA Y MATERIALES

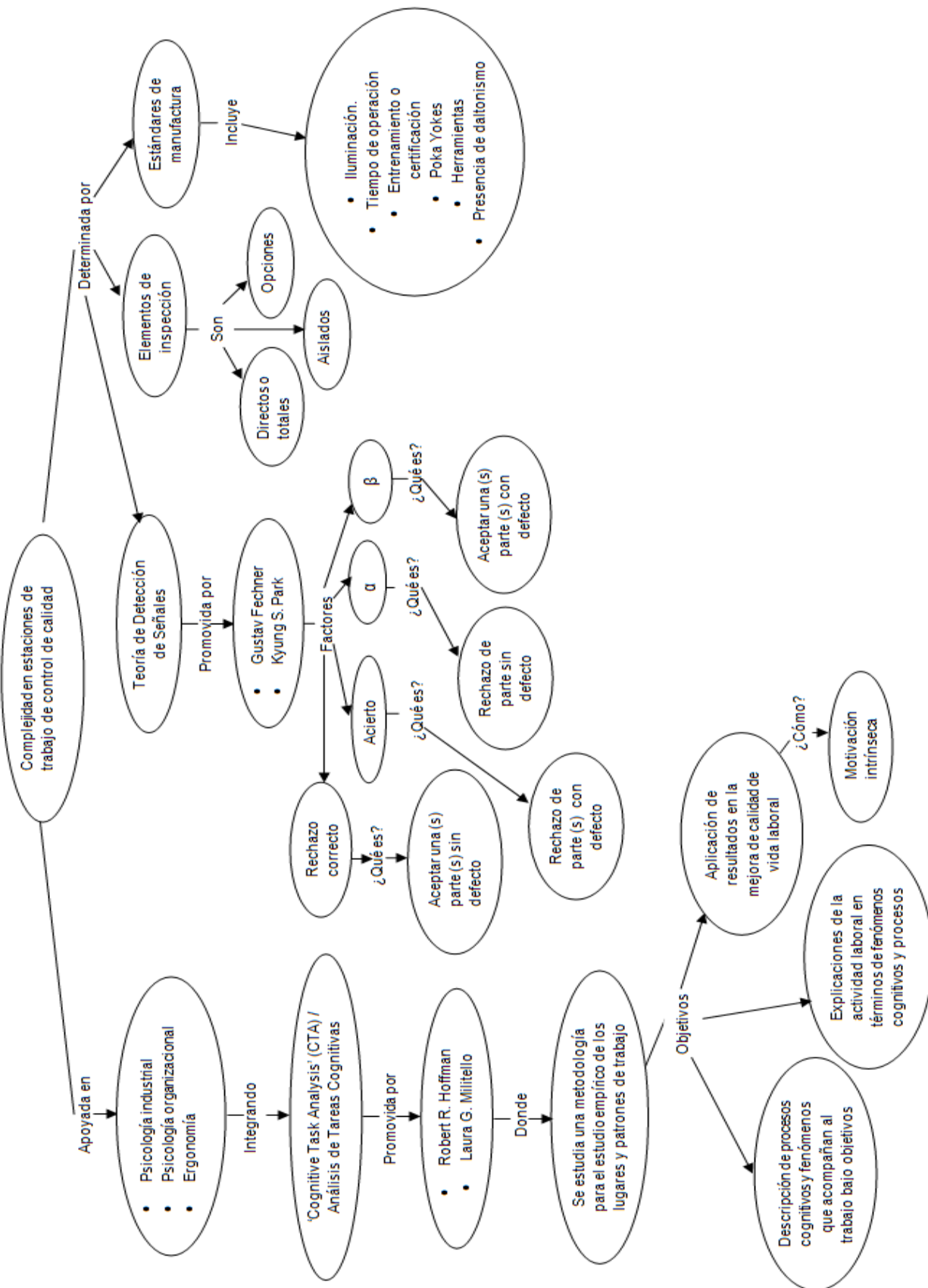
3.1 METODOLOGÍA.

Aplicar una encuesta dentro de varias empresas del sector Industrial-Automotriz para conocer principales problemas en las industrias con dicho giro, inquietudes, áreas de oportunidad de investigación, etc., e investigar a cerca de los resultados obtenidos.

Ubicar las estaciones de trabajo dentro de un Layout, analizar la base de datos generados por software utilizado dentro de la empresa (QLS) para obtener las incidencias de las líneas correspondientes al departamento de Control de Calidad (establecer cuáles son las que generan mayor incidencia).

Establecer las variables de las estaciones de trabajo y recolectar sus datos. Elaboración e interpretación de índice de complejidad. Añadido a esto se podrían elaborar sugerencias para mejorar el proceso de inspección de calidad.

3.2 MODELO DE INVESTIGACIÓN



3.3 TAMAÑO DE LA POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1 Población: 13 estaciones con 25 técnicos del departamento de Control de Calidad.

	ESTACION	T O T A L INCIDENTES	T O T A L TECNICOS
1	Chofer RyR	4406	18
2	Eléctrico	498	3
3	Underbody	217	3
4	Mecanismos RH	31	6
5	Mecanismos LH	669	6
6	Interior Delantero Izquierdo	809	3
7	Interior Trasero Izquierdo	520	3
8	Chofer CAL 2-3	6	6
9	Facturas	76	6
10	Interior Delantero Derecho	338	3
11	Interior Trasero Derecho	578	3
12	CBT	891	12
13	FMVSS	69	3
	TOTAL	9637	75

3.3.1 Tamaño de la muestra.

Se decide continuar con lo establecido en la población debido al estudio y definición de la complejidad de estaciones; por lo tanto la muestra será 13 estaciones de trabajo con 25 técnicos. Esto también ayudará a obtener un panorama completo de la situación en la cual se encuentra el proceso de control de calidad en la empresa, ya que bien es conocido que es uno de los más importantes y en dónde se pueden detectar los errores en el producto si no se detectan con anticipo.

3.4 ESTABLECIMIENTO DEL GRUPO DE TRABAJO.

Al presentar la propuesta inicial de proyecto de tesis en seminario I (uno) para la Maestría en Administración, se adecuó en ciertos aspectos al proyecto que ya se encontraba realizando el Dr. López, por lo cual se decidió unir esfuerzos. Al poco tiempo y conforme se comentaron algunos temas de oportunidad, se decide iniciar una investigación para dar a conocer si existe alguna relación que determine la complejidad de las estaciones del departamento en el cual se realizaría el Proyecto con el Proyecto que ya estaba en marcha en la empresa en la que se realizaría la investigación para esta tesis.

Las variables de la investigación e un inicio se encontraron en aquello que se pudiera percibir a primera instancia como complejo o carga para el técnico de la estación a evaluar. La investigación pudo ser catalogada en parte documental (ya que teníamos que recabar información y revisar documentos existentes) y en parte descriptiva (ya que teníamos que observar y detallar lo que se observaba y lo que se comunicaba).

CAPÍTULO 4. DESARROLLO Y RESULTADOS

4.1 DESARROLLO.

Se realizó una encuesta previa al estudio objeto de esta tesis, para conocer cuál sería el departamento dentro de las empresas con giro Industrial automotriz con oportunidad de oportunidad para realizar algún proyecto o investigación, tomando una muestra poblacional de 3 empresas manufactureras del parque industrial Dynatech Sur en la ciudad de Hermosillo, Sonora, México. La encuesta consistió en las siguientes instrucciones y preguntas (cerradas y abiertas):

Nombre de la empresa: _____

Persona entrevistada: _____

Puesto de la persona entrevistada: _____

Fecha: _____

Indicaciones: indique con una cruz (X) la respuesta a cada pregunta representada con una letra de alfabeto.

I. ¿Cómo considera que es el nivel de competitividad de las empresas de la industria automotriz de México con respecto a las extranjeras?

A. Malo () B. Regular () C. Bueno ()

II. ¿Cuál es la situación en la que se encuentran las empresas con giro industrial automotriz/manufacturero respecto a cumplimiento de calidad?

A. Mala () B. Regular () C. Buena ()

III. Dentro de los siguientes, ¿Qué área/departamento representa mejor la palabra 'Fortaleza'?

A. R.H. () B. Calidad () C. Logística () D. Ingeniería ()

IV. Dentro de los siguientes departamentos de la empresa, ¿Cuál representa un área de oportunidad (es)?

B. A. R.H. () B. Calidad () C. Logística () D. Ingeniería ()

V. De las siguientes opciones, ¿Cuál o qué considera que es la debilidad de las industrias automotrices/manufactureras?

A. Comportamiento humano () B. Productividad () C. Calidad ofertada()

POR SU COOPERACIÓN, GRACIAS.

Los resultados obtenidos de estas encuestas para saber qué área dentro de las empresas de giro Industrial automotriz/manufacturera, fueron las siguientes (tabla 4.1):

Tabla 4.1 resultados de encuesta para investigación de tesis

	A	B	C	D
I			3	
II		1	2	
III	2	1		
IV		2	1	
V	3			

En resumen:

- ✓ 100% de las empresas encuestadas opinan que el nivel de competitividad de las empresas de la industria automotriz de México es bueno.
- ✓ Aproximadamente el 66.67% de las empresas encuestadas dijeron que el cumplimiento de la calidad que ofrece la industria automotriz/manufacturera es buena.
- ✓ Para las empresas encuestadas el departamento que mejor representa la palabra fortaleza fue Recursos Humanos.

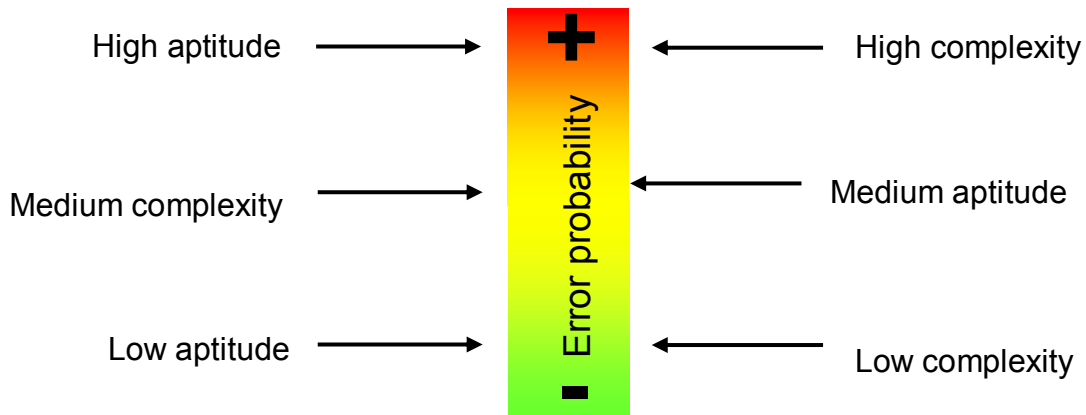
- ✓ La mayoría de las empresas encuestadas opinaron que el área que representa una oportunidad es Calidad.
- ✓ El 100% de las empresas encuestadas opinaron que el comportamiento humano es una debilidad. Al cuestionarles la respuesta (punto a parte de la encuesta), estos respondían que es algo difícil de controlar, y que como prueba de ello estaban los incidentes, la rotación de personal y el mal seguimiento de pasos dentro de la producción que se presenta ocasionalmente.

Al término de la encuesta y conociendo los resultados, me di cuenta que debía enfocarme en algún tema dentro del área de Calidad, ya que, la mayoría de las empresas indicaron que esta área era donde se encuentran las oportunidades de mejora, además de que dentro de la respuesta brindada en la última pregunta (¿cuál considera que es la debilidad de las industrias automotrices/manufactureras?), se argumentó que eran las acciones, aptitud y actitud humana las que toman peso dentro de la productividad de una empresa, además que es una variable que no puede controlarse al 100%.

En su momento, se planteó en algunas de las empresas pertenecientes a la industria automotriz una idea piloto para proyecto en donde se vería la valoración de aptitud y actitud de los colaboradores del área de Calidad, pero la idea de llevar a cabo este proyecto por parte de una persona externa no fue muy convincente para dichas plantas. Sin embargo, hubo una interesada en la iniciativa y esta fue por supuesto Ford.

En la planta ubicada en Hermosillo, se realizó un estudio para el departamento de Ensamble Final, con el propósito de desarrollar un método para definir la capacidad de concentración y aptitud de los técnicos dentro de una estación en específico. El objetivo general era definir una simulación dinámica de ensamble para obtener una medida estándar de la capacidad de concentración y aptitud de los técnicos. Sin

embargo también determinaron los niveles de complejidad en 3 niveles y lo relacionaron con aptitud.



Para determinar lo anterior, realizaron una dinámica que consistió en una simulación de ensamble utilizando elementos de Lego® (1.2). La dinámica se presentó a los técnicos mediante la presentación de la unidad a elaborar, la secuencia de construcción, los elementos opcionales, partes estandarizadas, el llenado de la hoja de embarque, anomalías y ciclo de tiempo.

Finished Unit



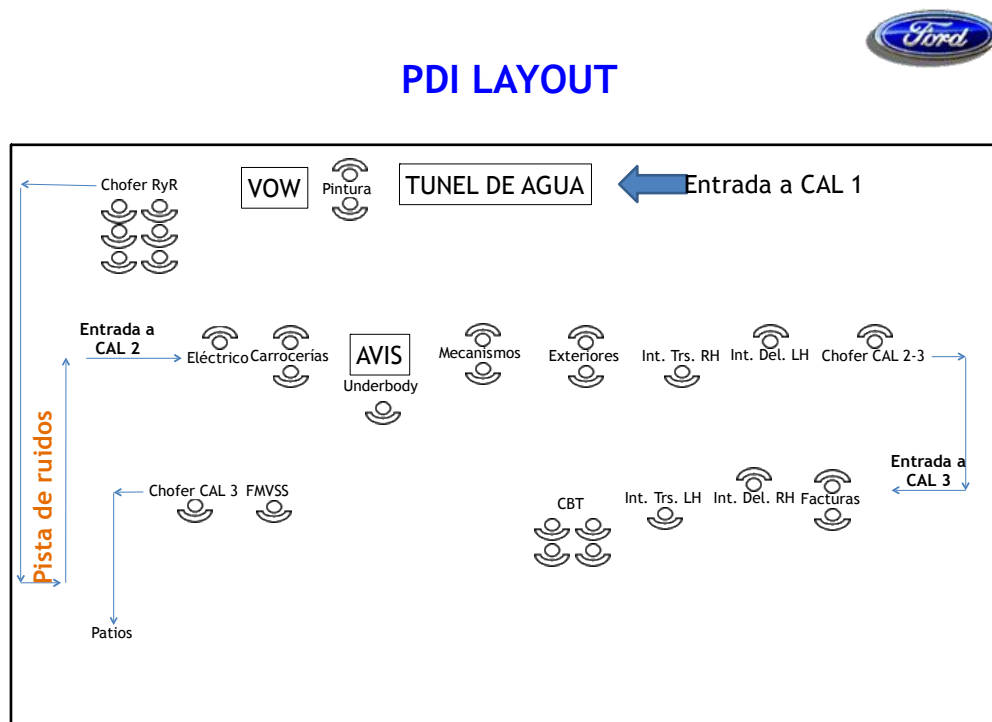
Figura 4.1 Modelo terminado de 'automóvil' como parte la dinámica para determinar la actitud y aptitud de técnicos, además de estimar la complejidad de estaciones.

El resultado de los datos estadísticos que arrojó la dinámica aplicada fue que el técnico A realiza menos de 5 defectos, el técnico B realiza entre 6 a 10 defectos, mientras que el técnico C realiza 11 o más defectos.

Gracias a este estudio y sus resultados, se dio pie a otra línea de investigación con otra en el cual ya se encontraban trabajando (aptitud y actitud de técnicos de calidad): encontrar una herramienta que indicara el nivel de complejidad de las estaciones de inspección de calidad.

El primer paso fue encontrar el área de oportunidad en la industria automotriz, y se encontró (asignación y delimitación de tema/caso de estudio). El segundo paso fue conocer a la empresa, para poder conocer al área y los procesos de Control de Calidad, que fue el lugar en donde se llevó a cabo el proyecto. A continuación presento el Layout y descripción del área de Control de Calidad (imagen 4.2):

Figura 4.2 Layout de estaciones de Inspección de Calidad.



Fuente: Ford Motor Company.

Antes de comenzar con la explicación en sí del desarrollo del proyecto, es importante conocer lo básico de cada estación de trabajo, así cuando se haga referencia de las

variables del estudio, se podrá comprender el porqué de las observaciones encontradas.

La ruta que sigue un automóvil sea este MKZ de Lincoln o bien un Fusion de Ford por el área de Inspección de Calidad es primeramente vía el túnel de agua. El automóvil es desplazado por bandas que lo introducen a dicho túnel en donde se rocía de agua y se seca por ventilación, para verificar que la unidad no haya sufrido algún daño en exteriores como rayones, pintura errónea o de mala calidad, que el cofre u otras partes tengan aspecto correcto, entre otros.

Seguido de la inspección de pintura entra a una jaula con varios brazos robot (VOW), que con ayuda de un scanner láser pueden verificar que las especificaciones de dimensiones del carro cumplan con los estándares de calidad; añadido a esto también se toma una foto que evidencia con una fotografía que el automóvil fue valorado como correcto o con presencia de incidencia (falta en estándar o estándares de calidad).

La inspección de calidad PDI (Inspección Pre Entrega por sus siglas en inglés) dentro del área de Control de Calidad (evaluada para la realización de este proyecto) inicia cuando el Chofer CAL-1 o bien chofer RyR, toma el automóvil al salir del VOW y lo conduce por un patio en donde se tienen varias pruebas para detectar ruidos que, gracias la preparación y certificación de dichos técnicos, podría significar que existe algún problema con la suspensión del carro, problemas con algún cable, entre otros.

Estos choferes o técnicos, pasan a prueba las aplicaciones con las que cuenta el automóvil (quema-cocos o techo solar, Siri (en caso de usar i-Phone, GPS, estéreo, etc.), además de poner a prueba el sistema de frenos con el que cuenta la unidad. Al término de estas pruebas, el chofer introduce de nuevo el automóvil al interior de la planta, en donde dirige la unidad a CAL2, en donde un eléctrico lo recibe.

El papel del eléctrico (estación número dos), como bien lo dice el título del puesto,

consta de verificar que los componentes eléctricos de la unidad funcionen correctamente. Entre las tareas de inspección con las que cuenta esta verificar el trabajo del sistema de generación y almacenamiento, el sistema de encendido, sistema de iluminación e instrumentos de control.

La siguiente estación es la número tres, y pertenece al Underbody, quién observa particularidades existentes debajo de los automóviles. Su labor consiste principalmente en visualizar que todo esté bien sujeto y/o ensamblado, y de ser necesario realizar observaciones (penalizar). Entre los componentes que este técnico observa están el radiador, corte de aceite, transmisión, eje de transmisión, sistema de escape y llantas.

La estación número cuatro y cinco pertenecen a Mecanismos RH (Mecanismos del lado Derecho) y Mecanismos LH (Mecanismos lado Izquierdo), en donde se encargan de asegurar que el sistema de dirección, retrovisores, tablero y funciones, direcciones, intermitentes, parabrisas, stock traseros, entre otros, funcionen correctamente. Recordemos bien, que dependiendo del técnico, sea Mecanismos LH o RH, se encargará de inspeccionar únicamente su parte ó lado del automóvil.

Exterior RH (Exterior Derecho) y Exterior LH (Exterior Izquierdo), son las estaciones 6 y 7, encargadas de inspeccionar tal cual el aspecto exterior del automóvil. Las actividades dentro de inspección con las que cuenta un técnico en este puesto son el verificar que la unidad no cuente con rayones, que no haya entrado ni una sola gota de agua en partes como cajuela o interiores delantero y trasero debido a la prueba del túnel de agua (tareas divididas dependiendo si es RH o LH), que no se tenga alguna rebaja en el metal, que las dimensiones en cajuela y cofre sean los especificados, entre otros.

La estación número 8 y 9 pertenecen al Interior Delantero y Trasero Izquierdo (respectivamente). Estos, dependiendo de su parte a inspeccionar, deben verificar los

asientos (tela, movilidad en caso de poder reclinarse o llevar hacia al frente o atrás, respaldos, etc.), pilares, salpicadero, consola central, panel de puerta, techo, piso, entre algunos otros componentes.

Seguida de esta tenemos al Interior Delantero y Trasero Derecho (estación 10 y 11), las cuales cumplen con las mismas responsabilidades que las de Interiores de lado Izquierdo, pero al igual que en otras estaciones divididas, las responsabilidades están limitadas a su parte de la unidad.

Seguido de la estación 10 y 11, se encuentra el chofer CAL 2-3 (estación 12), cuya única responsabilidad es llevar el carro de la estaciones de Interiores hacia la estación de Facturas LH y RH (estaciones 13 y 14), en donde se le coloca a las unidades las facturas correspondientes dependiendo del lugar a donde serán exportadas o puestas en venta.

La penúltima estación corresponde a la de CBT, en donde se conecta una máquina al automóvil, que permite encontrar fácilmente algún problema con cualquier componente eléctrico de la unidad. Esta estación cerciora que los automóviles se encuentren dentro de especificaciones de calidad.

La última estación corresponde a la de FMVSS, en donde el técnico inspeccionan componentes relacionados con la seguridad gubernamental del vehículo. Por sus siglas en inglés, FMVSS significa Normas Federales de Seguridad de Vehículos de Motor. En esta estación el técnico verifica que la llave del automóvil sea la indicada y que cumpla con sus opciones, se inspecciona el cinturón de seguridad, el correcto encendido del motor, posibles anomalías en tablero, entre otros.

Después de haber dado un 'recorrido' por las estaciones de PDI del área de Control de Calidad para conocer un poco de las labores de los técnicos con la finalidad de

saber las implicaciones de las estaciones y lo que podría afectar en el alcance de la calidad, procedimos con el desarrollo.

El objetivo en sí, fue para que al obtener los datos, entendiéramos el porque del nivel de complejidad de alguna estación de trabajo, y sobre todo y para cumplir con el objetivo principal, el cual fue desarrollar una herramienta para monitorear y bajar el nivel de complejidad de las estaciones para evitar alguna omisión (desperfectos en calidad que llegan al cliente final), que podrían provocar costos a la empresa mediante garantías o hasta una demanda por mal funcionamiento de algún componente o sistema como el de frenos.

La planeación del proyecto fue el paso más complicado. ¿Cómo saber en qué estación puede ser más productivo un técnico con cierto nivel de habilidades? ¿en qué consiste que una estación sea compleja para el técnico?, ¿cómo determinamos los niveles de dificultad o complejidad? Estas fueron las preguntas que llegaron a delimitar el tema de estudio para este documento de investigación para llegar a desarrollar un proyecto.

Para poder medir de alguna manera el nivel de complejidad existente en las estaciones de trabajo del área de Control de Calidad de la planta de Estampado y Ensamble Hermosillo Ford, fue necesario encontrar las variables (características de interés dentro del estudio) a nuestros elementos (estaciones de trabajo) y las observaciones esenciales del proceso de inspección dentro del área de Control de Calidad.

Inicialmente, contábamos como principales elementos a las 16 estaciones de trabajo pertenecientes al área y como principales variables teníamos el total de incidencias, OK's por estación (carros sin error o falla), técnicos totales (por los 3 turnos) y elementos totales.

Los datos de las variables y observaciones fueron recolectados del Quality Leadership System, el sistema informático que maneja Ford, y en particular el área de Control de Calidad, para conocer como se encuentra el trabajo de los técnicos en cuanto a inspección de calidad (unidades conforme a la calidad, con incumplimiento de calidad, re trabajos, etc.). Además, este sistema puede ayudar a ubicar qué es lo que está ocasionando algún problema dentro de la cadena de suministro.

Al inicio de la investigación, nos dirigíamos tres veces por semana al área ‘productiva’ del departamento de Control de Calidad (QC por sus siglas en inglés), donde eran inspeccionadas las unidades, y donde observamos las tareas de los técnicos. Durante la primera semana y con apoyo de otros colaboradores del área de QC, lanzamos posibles hipótesis y pronósticos de resultados.

En la primer tabla que obtuvimos (tabla 4.2), evaluamos el total de incidentes (presencia de algún/algunos desperfecto/desperfectos en cuestión de calidad en alguna unidad), total de técnicos, elementos totales (partes, actividades o zonas totales de inspección), elementos variables (se dividían los elementos dependiendo de las características específicas de la unidad), otros elementos (algunas especificaciones dependiendo de la nacionalidad del importador) y por último las opciones (asientos automáticos, techo solar o quemacocos, luces ambientales, etc.).

Tabla 4.2 Primer borrador de table de complejidad.

	ESTACION	TOTAL INCIDENCIAS	Total Técnicos	Elementos Totales	Elementos Variables	Otros Elementos	Opciones	Total
1	Chofer RyR							
2	Eléctrico							
3	Underbody							
4	Mecanismos RH							
5	Mecanismos LH							
6	Exterior RH							
7	Exterior LH							
8	Interior Delantero Izquierdo							
9	Interior Trasero Izquierdo							
10	Chofer CAL 2-3							
11	Facturas RH							
12	Interior Delantero Derecho							
13	Interior Trasero Derecho							
14	CBT							
15	FMVSS							

Los criterios utilizados para la extracción de reportes dentro del QLS en Ford fueron (tabla 4.3):

- Fecha de reparación: importante para saber cantidades exactas o determinado dato (s) en un tiempo definido.
- Código reparador: abreviatura o sobrenombre de usuario o técnico que realizó la inspección.
- Comentario reparador: en este espacio se encuentra el comentario del problema encontrado del técnico que inspeccionó la unidad .
- Análisis de reparación: el área responsable de reparación o corrección emite de que trata el problema y su status.
- CP: nombre de la estación de inspección.
- UC Concern: parte de la unidad en donde se encontró la falta de calidad.

Tabla 4.3 datos obtenidos mediante Quality Leadership

Fecha	CP	UC Concern	Código de	Comentario reparador	Análisis Reparación
#####	AUDIT PDI TRIM T IZQ MC # 6 TOLDO QUEB	BAUTISTA		se reparo	# 6 TOLDO QUEBRADO 5C
#####	AUDIT PDI ORN EXTIZQ M DEL # 4 FASCIA D	FPERA		Se retoco	D
#####	AUDIT PDI TRIM T IZQ MC IZQ VESTIDURA F	ECHAVE10		se reparo	IZQ VESTIDURA PILAR B MARCA STI
#####	AUDIT PDI ORN EXTDER N DER TRAS MANIJ.	BAUTISTA		Dok se retoco	D
#####	AUDIT PDI CBT	PRUEBA CBT FALI #####			PRUEBA CBT FALLA
#####	AUDIT PDI TRIM F IZQ MC IZQ DEL VESTIDU	ECHAVE10		Dse reparo	D
#####	AUDIT PDI PENALIZA AGI IZQ TRAS PISO C	MZAZU			IZQ TRAS PISO COMPARTIMIENTO I
#####	AUDIT PDI CBT	BATERIA FALLA	JTIZNADO		D
#####	AUDIT PDI PENALIZA AGI BURLETE - MOLDI	MZAZU		burlete ladeado lh	BURLETE - MOLDURA WEATHER CA
#####	AUDIT PDI TRIM T DER M DER ARRIBA VES	ECHAVE10		Dse cerro gap	D
#####	AUDIT PDI CBT	IZQ LUZ DE DIA F.	ACASTRO1	Dok	D
#####	AUDIT PDI CBT	DER LUZ DE DIA F.	ACASTRO1	Dok	
#####	AUDIT PDI PENALIZA AGI CENTRAL COMP	MZAZU			CENTRAL COMPARTIMIENTO EQUIP
#####	AUDIT PDI CBT	BATERIA FALLA	JTIZNADO	Dentro de especificaciones	CARGA DE BATERIA 3FA6P0SU1FR2
#####	AUDIT PDI CBT	PRUEBA CBT FALI #####			PRUEBA CBT FALLA
#####	AUDIT PDI CBT	PRUEBA CBT FALI #####			PRUEBA CBT FALLA
#####	AUDIT PDI ELECT RR MCIF	CLAXON INOPER.	FRAMOSEF	C1101 desconectado en bocinas claxon	HEMBRA CONECTOR DESCONECTAI
#####	AUDIT PDI CBT	BATERIA FALLA	FPERA	Dok	D
#####	AUDIT PDI TRIM F DER M DER DEL # 6 PANI	SVELA		bisel	
#####	AUDIT PDI CBT	DESEMPAÑADOF	BAUTISTA	Dreparo vrt villalobos	D
#####	AUDIT PDI PENALIZA AGI IZQ DEL PISO COI	MZAZU			IZQ DEL PISO COMPARTIMIENTO LL
#####	AUDIT PDI MISBUILT MCI PLACA NUMERO	FPERA		ARRIBAcriterio	PLACA NUMERO IDENTIFICACION V
#####	AUDIT PDI PENALIZA AGI BURLETE - MOLDI	MZAZU		burlete ladeado	BURLETE - MOLDURA WEATHER CA
#####	AUDIT PDI CBT	BATERIA FALLA	AQUINONE	Dok c resetio	D
#####	AUDIT PDI TRIM T DER M # 7 TOLDO DANA	JPERA		Drasgado trozado	D
#####	AUDIT PDI CBT	PRUEBA CBT FALI #####			PRUEBA CBT FALLA
#####	AUDIT PDI PENALIZA AGI BURLETE - MOLDI	MZAZU		burlete ladeado rh	BURLETE - MOLDURA WEATHER CA

Durante el planteamiento y desarrollo del proyecto, se realizaban juntas para evaluar los resultados obtenidos de las variables. Esto incluía, claro está, el eliminar lo que no nos dirigiera a los resultados deseados.

Como parte de esto, se determinó que el considerar la cantidad de técnicos ubicados en las estaciones de trabajo, no determina en sí la complejidad de estas, además de que, para ser más objetivos en nuestra búsqueda, debíamos enfocarnos en las variables relacionadas directamente a las estaciones de trabajo, sobre todo a las tareas que se llevan a cabo y los resultados que pueden conseguirse.

Por consiguiente, detectamos áreas de oportunidad y mejora en la investigación, constituyendo una tabla más completa y objetiva, la cual dio como resultado la siguiente tabla (tabla 4.4):

Tabla 4.4 Borrador 2 para determinar nivel de complejidad de estaciones de Inspección de Caidad.

COMPLEJIDAD EN LAS ESTACIONES										
ESTACION	TOTAL INCIDENCIAS	OK's por estación	NPF's (α)	OMISIONES (β)			Elementos totales	Elementos aislados	Opciones	TOTAL
				GARANTÍAS	YARD AUDIT	TOTAL DE OMISIONES				
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
TOTAL										

Como podemos observar, nos quedamos con las variables:

- Total de incidencias: parte (s) de la unidad encontrada (s) con alguna especificación fuera de calidad y penalizadas. Con esto obtenemos que la unidad sea reportada al área responsable para que dé seguimiento y pronta solución/respuesta a la mejora y término correspondiente a la unidad Ford o Lincoln.
- Elementos totales: partes, actividades o zonas totales que se toman en cuenta para la tarea de inspección.
- Opciones: asientos automáticos, techo solar o quemacocos, luces ambientales, entre otros.

Por otro lado se eliminaron:

- Total técnicos.
- Elementos reales en QPS: elementos de consulta nivel departamento, que dejaban fuera del conteo a otros según criterio utilizado.
- Elementos variables: división de los elementos dependiendo de las características específicas de la unidad.
- Otros elementos: especificaciones dependiendo de la nacionalidad del importador.

Para esta nueva tabla se consideraron varias teorías establecidas, como por ejemplo la Teoría de Detección de Señales de Fechner (Fechner, 1966. Signal Detection Theory), la cual nos indicaba que era crucial determinar nuestras variables Alfa y las que llamaríamos Beta.

Gracias a la Teoría de Detección de señales se añadieron las siguientes variables:

- OK's por estación: conteo de las unidades que no obtuvieron algún desperfecto en el estándar de calidad de alguno de sus componentes.
- No Problem Found (NPF's): considerada también como variable Alfa, se ubicaron aquellas unidades por estación, que fueron penalizadas dentro del Sistema por haber detectado una o más partes con problemas dentro de estándares de calidad, más sin embargo al ser enviadas al área correspondiente para su seguimiento, no fue encontrado problema alguno, se encontraba dentro de especificaciones y/o margen de tolerancia.
- Omisiones: para nuestro objetivo, que era determinar la complejidad de las estaciones de trabajo en el área de Control de Calidad, utilizamos aquellas unidades que salieron de planta con algún desperfecto (llámese falla en inspección por parte de un técnico, error de reparación, etc.) y que llegaron a posesión del distribuidor o cliente final.

El objetivo principal de este proyecto, fue determinar el nivel de complejidad de las estaciones de trabajo del área de Control de Calidad en la Planta de Estampado y Ensamble Ford Hermosillo; sin embargo existieron áreas de oportunidad que pudimos determinar como metas, como por ejemplo el evitar que lleguen vehículos con presencia de defecto (s) tanto al distribuidor como al cliente final.

Esto se conseguirá, claro está, al bajar el nivel de complejidad de las estaciones, disminuyendo mediante diversas herramientas y/o procesos, aquellas tareas que pudiesen estar perjudicando la dificultad de las tareas que tiene un técnico de inspección a su cargo.

Conforme analizábamos el objetivo, nos dábamos cuenta de todo lo que queríamos abarcar y el significado de este proyecto. Posterior al primer bosquejo, se llegó a la conclusión que para determinar el nivel de complejidad, se deberían tomar en cuenta las siguientes variables:

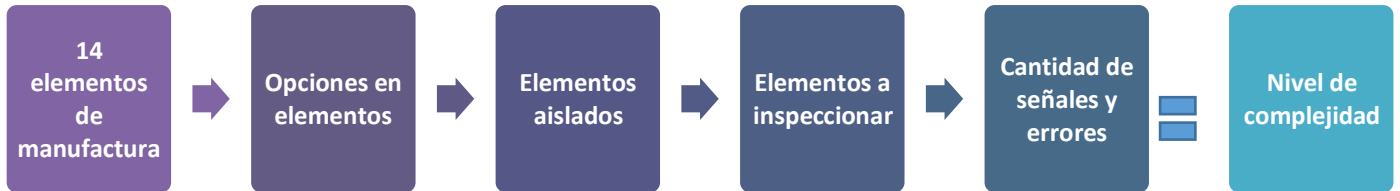
- I. Iluminación.
- II. Tiempo de operación en inspección.
- III. Cantidad de señales y errores.
- IV. Elementos a inspeccionar.
- V. Elementos aislados.
- VI. Opciones dentro de los elementos.
- VII. Entrenamiento y certificación.
- VIII. Apoyos visuales.
- IX. Anormalidades.
- X. Definición de estándares.
- XI. Herramientas óptimas.
- XII. Falta de Poka Yokes.

Sin embargo, dentro de estas variables contempladas para el nivel de complejidad de las estaciones, notamos que existen las siguientes dentro de los Estándares de manufactura:

- I. Iluminación.
- II. Tiempo de operación en inspección.
- III. Entrenamiento y certificación.
- IV. Apoyos visuales.
- V. Anormalidades.
- VI. Definición de estándares en procesos.
- VII. Herramientas óptimas.
- VIII. Falta de Poka Yokes.

Debido a esto, se decidió no integrarlos directamente en la definición de los indicadores de complejidad de las estaciones de trabajo en Control de Calidad. En el caso de los apoyos visuales y Poka Yokes, son integrados indirectamente en elementos reales y opciones de inspección.

Posterior al establecimiento de criterios, se decidió que para encontrar el nivel de complejidad, habría que tomar en cuenta lo siguiente:



4.2 HERRAMIENTAS

4.2.1 CHECKLIST PARA DETERMINAR EL NIVEL DE COMPLEJIDAD EN LAS ESTACIONES DE TRABAJO

El siguiente listado de principios para la inspección de calidad, tiene como objetivo principal el conocer qué tan compleja es una estación de trabajo en función de las observaciones de calidad que tenga que comprobar. La mecánica consiste en indicar con una 'X' aquellos campos que correspondan a la inspección que se realiza en la estación de trabajo que se desea evaluar.

- Principio 1: divide las tareas por lo que cada inspector no tiene que pasar por una larga lista de cosas por comprobar en cada uno de los artículos/objetos.
- Principio 2: observa primero los atributos de rechazo o características que son más probables e inspecciona las características de los más a la menos probable.
- Principio 3: capacita personas para seguir los patrones de búsqueda visual más eficientes en el que se vean primero las zonas donde el defecto u otros

atributos de interés tengan más probabilidad de encontrarse.

- Principio 4: un elemento a la vez puede ser más rápido, pero una característica a la vez da una mejor precisión de inspección.
- Principio 5: el rendimiento de la inspección disminuye con un menor tiempo de visualización y cuando los objetos a inspeccionar están en movimiento.
- Principio 6: se deteriora el rendimiento de inspección si las tasas de estimulación resultan en tiempos de visualización inadecuados y por presión del tiempo.
- Principio 7: el rendimiento de inspección será mejor si las personas son auto-dirigidas en lugar de ser dirigidas exteriormente.
- Principio 8: para tareas dinámicas de inspección visual, las velocidades de banda deben ser ajustadas para reflejar el efecto de las obstrucciones visuales en el tiempo de observación disponible, el tiempo necesario para localizar el objetivo y reducir la agudeza visual debido a un blanco en movimiento.
- Principio 9: los tiempos de descanso y la rotación de turnos son necesarios para mantener el rendimiento del inspector en niveles adecuados.
- Principio 10: considera el uso de medidas de estática y Dinámica de Agudeza Visual que guíen la selección de colaboradores para posiciones de inspección.
- Principio 11: requiere de iluminación especial.
- Principio 12: mantiene libertad visual en inspección (cuenta con amplio 'campo para inspección').

El listado anterior se revisó con un técnico clave dependiendo de la estación a evaluar. Sin embargo al contener algunos aspectos en común con los estándares de calidad de Ford, se decidió utilizar el listado de estándares de manufactura, los cuales desde años atrás se vienen evaluando y controlando.

4.2.2 TABLA DE CRITERIOS (tabla 4.5):

Tabla 4.5 Tabla de vaciado para nivel de complejidad en estaciones de QC.

COMPLEJIDAD EN LAS ESTACIONES

ESTACION	TOTAL INCIDENCIAS	OK's POR ESTACIÓN	NPF's (α)	OMISIONES (β)				TOTAL DE OMISIONES	ELEMENTOS TOTALES	ELEMENTOS AISLADOS	OPCIONES	ESTÁNDARES DE MANUFACTURA	TOTAL
				GARANTÍAS	FCPA	YARD AUDIT	M10						
1 Chofero/R													
2 Eléctrico													
3 Underbody													
4 Mecanismos/RH													
5 Mecanismos/LH													
6 Exterior/RH													
7 Exterior/LH													
8 Interior/Delantero/Izquierdo													
9 Interior/Trasero/Izquierdo													
10 Chofero/CALZ-3													
11 Facturas/RH													
12 Interior/Delantero/Derecho													
13 Interior/Trasero/Derecho													
14 CBT													
15 FMVSS													
	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	265	

COMPLEJIDAD	COLOR	PUNTAJE
BAJA		0-0.33
MEDIA		0.34-0.66
ALTA		0.67-1>

Dentro de esta tabla (4.5) se proponen 2 bloques a evaluar:

- BLOQUE I: se encuentra conformado por el total de las incidencias (correcto rechazo de la parte o aciertos), los productos que no obtuvieron desperfecto alguno (OK's o correcta aceptación de la parte), las unidades en las cuales no se encontraron proble-

mas (NPF's) y las omisiones.

Se le toma importancia a este grupo, ya que las incidencias indican que existe algún 'paso' dentro de la producción que no debe ser, algún acto inseguro por parte de algún técnico, alguna instrucción mal comprendida, etc., que no permite que la estación sea óptima en cuanto a productividad, a pesar de que los errores sean mínimos a comparación de los productos completos que lograron pasar por las pruebas de calidad sin errores o fallas.

Con la misma importancia y siendo este el objetivo de toda empresa, ubicamos en este grupo los productos OK, es decir, la cantidad de unidades (automóviles) que aprobaron las pruebas de calidad y que cumplen con las normatividades aplicables dentro de la industria (familia ISO).

De igual forma lo integran los tipos de errores I y 2. Al error tipo I también lo denominamos Alfa (α), y se presenta cuando existe un rechazo por parte del técnico y la pieza/producto no tiene defecto alguno (falsa alarma). Por lo contrario, si un técnico acepta la pieza/producto, y este presenta algún (os) defecto (s) después de la inspección, entonces nos encontramos con un error tipo II, el cual representa el tipo de error con más peso y consecuencias para la empresa ya que podría implicar un costo elevado si se trata de varios productos finalizados, la pérdida de algún lote o hasta poner en riesgo el mismo prestigio de la marca.

- BLOQUE 2: conformado por los elementos que se deben inspeccionar en cada una de las estaciones (totales y aislados) y las opciones que estos elementos presentan (ej. Si en un carro se inspecciona o no el quemacocos, iluminación ambiental, tipo de facturas, etc.).

Como se mencionó dentro de los antecedentes, el Fusion se ensambla en sus 245 versiones (opciones) y el MKZ contiene 442 versiones (opciones) para satisfacer los diferentes gustos de los clientes, por lo que mucho depende de esto la complejidad de las estaciones y las actividades que se realizan en cada una de ellas mediante el personal técnico de inspección.

Se les llama elementos aislados, a aquellos que no se encuentran en una misma zona. Es decir, si un técnico tiene como tarea la inspección del interior delantero izquierdo y de igual manera tiene que inspeccionar la cajuela para verificar que no haya entrado agua o que todas las partes se encuentren en óptimas condiciones, este contará como elemento aislado, puesto que no se encuentra dentro de la "pantalla" o zona comprendida que la del interior delantero del automóvil.

4.2.3 Validación de complejidad.

Principio de la Razón Insuficiente.

Laplace formuló el "principio de razón insuficiente" para operativizar la regla de la probabilidad clásica; según este principio, debemos asumir que los resultados son equiprobables si no tenemos razón para creer que alguno de los resultados es más probable que otro. En otras palabras, todos los sucesos ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$) tienen la misma probabilidad de ocurrencia, por lo que se asigna una probabilidad de $1/n$ a cada uno de ellos.

$$\sum_{j=1}^n \frac{1}{n}$$

La fórmula que representa al principio de la Razón Insuficiente de Laplace es la siguiente: En base al Principio de la Razón Insuficiente, es que justificamos los porcentajes obte-

nidos para cada una de las observaciones dentro de las estaciones las cuales nos servirían para conocer el nivel de complejidad mediante la sumatoria de los resultados obtenidos para una cada de las 16 estaciones de trabajo.

4.3 RESULTADOS

Como resultado final obtuvimos dos productos. El primero fue la tabla de criterios para vaciado de los datos de las variables establecidas y mencionadas anteriormente. La suma total de las variables nos daba un puntaje, que dependiendo de su valor numérico, será catalogado como estación con baja, media o alta complejidad.

Como segundo producto, se cuenta con la tabla de nivel de complejidad, la cual se divide en tres niveles, siendo estos baja (con puntaje entre 0-.33), media (-.34-.66) y alta (mayor a .67) complejidad. Esta tabla nos ayudó a determinar cuáles estaciones son de baja, media o alta complejidad.

En un inicio, un Ingeniero Industrial de la planta comunicó predicciones a cerca de los futuros resultados, en donde comentó que posiblemente la estación más compleja sería la de CBT. Dicha estación implica a un técnico, el cual conecta una máquina a la unidad para que esta detecte alguna falla que no se haya detectado a lo largo del proceso de inspección de unidades del departamento de Control de Calidad.

El problema con esta estación, es que la herramienta/máquina que se conecta a la unidad, puede establecer problemas en el automóvil, que podrían no serlo realmente. Esta incidencia puede ser por causada por la diferencia de segundos en las que arranca el automóvil y en el que la herramienta realiza el escaneo, una mala repara-

ción, falta de mantenimiento en el aparato del CBT, omisión de inspección por parte de algún técnico, entre otros.

Sin embargo al finalizar con la recolección de los datos en las distintas observaciones de las variables, pudimos darnos cuenta que las estaciones críticas eran el exterior izquierdo de las unidades y la estación del chofer R y R (tabla 4.2). En un principio me causó asombro que la estación de chofer R y R tuviera el mayor puntaje de complejidad, más sin embargo después de consultar los registros que se tienen en el sistema de las opciones que inspecciona el técnico de calidad en dicha estación, fue cuando se encontró el sentido del resultado.

En caso de lo que es la estación del Chofer R y R, los técnicos se encuentran tan capacitados que pueden verificar 59 elementos y 7 opciones (en caso de aplicar) mientras conducen un vehículo Ford Fusion o Lincoln MKZ por una pista diseñada para que el automóvil, en caso de tener alguna falla en balatas, transmisión, llanta, quemacocos, frenos, etc. De manifiesto de fallas.

Tabla 4.6 resultados del proyecto complejidad en estaciones de QC.

Muestra de unidades
(Enero 01 - Mayo 26) **145142**

COMPLEJIDAD EN LAS ESTACIONES

ESTACION	TOTAL INCIDENCIAS	OK's por estación	NPF's (α)	OMISIONES (β)				TOTAL DE OMISIONES	Elementos totales	Elementos Aislados	Opciones	Estándares de manufactura	TOTAL
				GARANTÍAS	FCPA	YARD AUDIT	M10						
1 Chofer RyR	4406	140635	101					0	59	0	7	85	1.17
2 Eléctrico	498	144639	5					0	32	1	4	75	0.27
3 Underbody	217	144920	5					0	39	0	1	80	0.20
4 Mecanismos RH	31	145111	0		1			1	62	0	2	85	0.29
5 Mecanismos LH	38	145102	2					0	62	0	2	85	0.21
6 Exterior RH	491	144638	13		1	1		2	52	1	4	85	0.50
7 Exterior LH	669	144464	9			3		3	79	1	3	85	0.67
8 Interior Delantero Izquierdo	809	144314	19					0	57	0	5	85	0.40
9 Interior Trasero Izquierdo	520	144600	22		1	1		2	56	1	6	85	0.58
10 Chofer CAL 2-3	6	145136	0				1	1	23	2	0	85	0.20
11 Facturas RH	76	145066	0					0	52	1	4	70	0.23
12 Interior Delantero Derecho	338	144799	5			1	1	2	55	0	4	80	0.46
13 Interior Trasero Derecho	578	144556	8					0	46	0	4	85	0.30
14 CBT	891	144214	37					0	47	1	6	85	0.49
15 FMVSS	69	145073	0					0	38	1	10	80	0.30
	9637	2167267	226		6	3	2	11	759	9	62	1235	

COMPLEJIDAD	COLOR	PUNTAJE
BAJA		0-0.33
MEDIA		0.34-0.66
ALTA		0.67-1

Es por ello que al pensarlo mejor, ¿quién mejor para detectar alguna falla si no lo es el chofer R y R? Si además de sus funciones, es la tercer estación de inspección de calidad, pero la segunda estación en en donde asegurar la calidad del producto depende directamente de la labor de un técnico.

La segunda estación con mayor complejidad fue la del Exterior Izquierdo. Como podemos ver en la tabla 4.2 ubicada arriba, a esta estación la conforman nada menos que 79 elementos totales (convirtiendola en la estació con mayor número de elementos), 3 opciones y 1 elemento aislado el cual no comprendía a la misma “pantalla” o zona de inspección (por lo cual el técnico debía realizar movimientos que pudiera considerarse innecesarios). Como si lo anteriormente dicho fuese poco, también se vió afectado por las 3 omisiones de calidad que obtuvo, lo cual repercutió en el cliente final de alguna manera y que generó un costo en la empresa.

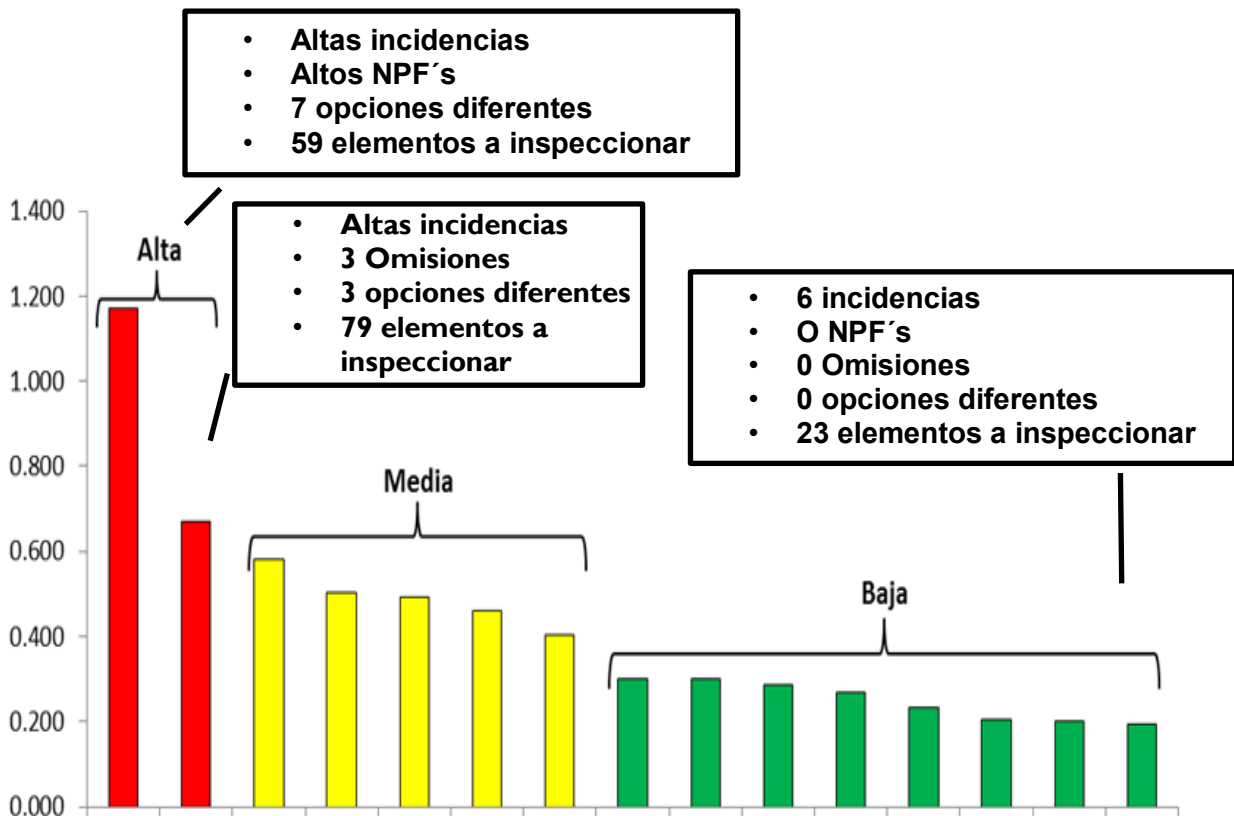
Ambas estaciones que salieron en rojo por su alto nivel de complejidad porque se trataban de estaciones de trabajo con bastantes elementos totales, elementos aislados y opciones. Aunado a esto los estándares de manufactura con los que cuentan son considerablemente elevados, lo cual no es aspecto negativo para la empresa, ya que entre más robusto sean los estándares, más control se tiene sobre las estaciones; sin embargo, el contar con una o varias actividades o conocimientos más, alzan la complejidad si esto se suma con las variables que se encuentren en una estación de trabajo.

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIÓN GENERAL

El manejo del nivel de complejidad en tareas o procesos desarrollados en un área de trabajo es de gran importancia, ya que mediante la implementación de este tipo de herramientas podemos dimensionar primeramente las variables que conforman en este caso a las estaciones de inspección de calidad y en segundo término, determinar las medidas que deben tomarse en caso de contar con alguna estación o estaciones de trabajo con nivel de complejidad alto.

Imagen 5.1 Ejemplo de variables para estaciones en Inspección de Calidad.



Una de las ventajas encontradas en este proyecto de investigación fue que, la complejidad no solo puede encontrarse en estaciones de trabajo dentro de un área de Control de Calidad, sino que también se podría aplicar este tipo de proyecto en un área administrativa, claro está que para esto las variables cambiarían y por lo tanto las acciones a seguir también.

La forma en la que las personas adquieren conocimiento desde el momento en el que son contratados (llámese proceso de reclutamiento o inducción al puesto) hasta el momento en el que se encuentran en una línea productiva o de inspección es de mucha importancia ya que podría influir en las decisiones que tome el técnico/operador en los criterios de calidad.

Sabemos también que, con la entrada de nuevas tecnologías, las habilidades cognitivas de las personas se ven en desafío debido a que, los roles como se conocen cambian. Tal es el caso de que hace 10 años un técnico de calidad no tenía como tarea el verificar la correcta función de un Global Positioning System (GPS), revisar que las luces ambientales dentro del automóvil cambiaran de un color azul a un color morado, como otros tantos ejemplos de opciones con los que cuentan los vehículos de hoy en día.

Como se observó dentro del marco teórico como en el desarrollo de esta tesis, conforme crece el mercado al que va dirigida una marca de automóviles o un modelo específico de automóvil, este va diversificando las opciones a ofrecer y por lo tanto incrementan significativamente los niveles de complejidad.

Se nota que sin importar el grueso de la demanda, se ofrecen algunas opciones que no son rentables, y que por el simple hecho de que no se ha realizado un estudio profundo de esto, continúa vigente y alimenta la complejidad que se maneja en planta y por ende, que hasta puede afectar alguna de las variables que tiene un inspector de calidad o técnico/operador de producción dentro de sus actividades.

El tener estaciones de trabajo con nivel alto afecta indirectamente al producto final, ya que es responsabilidad, en este caso del área de Control de Calidad, el verificar que los procesos por los que ha pasado una unidad sean los correctos, y así no correr riesgo alguno con el cliente final, que por lo contrario, el contar con estaciones de trabajo con nivel alto de complejidad nos estarían ocasionando re trabajos, cuellos de botella, tiempo muerto, acciones correctivas en procesos y omisiones, que afectan en tiempo, materia, esfuerzo y que podrían llegar hasta garantías, lo cual simboliza capital financiero dentro de la empresa.

5.2 RECOMENDACIONES

Realizar una revisión anual del nivel de complejidad es aceptable, sin embargo se sugiere llevarla a cabo al menos dos veces al año como parte del seguimiento. Por otra parte, también existe la sugerencia de elaborar una lista con medidas preventivas y correctivas que pudiesen surgir como parte del nivel alto de complejidad.

Como parte del proyecto de tesis se realizaron las siguientes recomendaciones al departamento de calidad de la Planta de Estampado y Ensamble de Hermosillo Ford para que estabilicen aquellas estaciones con alto nivel de complejidad, siendo estas las siguientes:

- I. Certificación o recertificación de Técnicos Base: como parte de la mejora continua y parte del Task Analysis (análisis de tareas) surge como punto o área de mejora el certificar a los técnicos en su estación dentro del área de Pre-Delivery Inspection (Inspección Pre-Entrega), o en caso de ser requerido, re certificar al personal (en caso de algún cambio físico de la estación, integración de alguna parte o cambio en su hoja de operación).

Esto le ayudará al técnico a tener un mayor rendimiento y efectividad dentro del conocimiento teórico y a la hora de demostrar ese conocimiento en la práctica, ayudando a aumentar la efectividad a la hora de realizar tareas de inspección de calidad, teniendo como objeto el identificar a tiempo los defectos que pudiesen presentar las unidades.

- II. Definición de CTQ's/Estándar de inspección: se realiza la observación de identificar dentro de los puntos de inspección de la hoja de operación del técnico de calidad, los puntos críticos para calidad. Es decir, si un punto clave de inspección dentro de la estación del CBT nos dice "revisar correcto encendido", añadir otra columna que indique el o los puntos críticos, tal como el siguiente ejemplo:

PUNTO CLAVE	PUNTO CRÍTICO
Revisar correcto encendido.	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar que las llaves pertenezcan al automóvil a inspeccionar. • Verificar que todas las opciones del tablero funcionen correctamente.

- III. Top de incidencias por estación (Kaizen con grupo trabajo): posterior a la evaluación periódica del nivel de complejidad de las estaciones, se requiere elaborar, aplicar y administrar herramientas Kaizen, lo cual se aconseja sea aplicado por un grupo de técnicos de calidad para que sea una dinámica inclusive y efectiva.

Se aclara que, no solo se pueden aplicar herramientas Kaizen, sino todo lo relacionado con six sigma y sus herramientas. Una meta para poder llegar a un

objetivo sería poder reducir movimientos innecesarios, llegar a un validar que tan factible es contar con tareas fuera de pantalla en una inspección específica y en caso de no ser factible ubicarla en otra estación donde si lo sea, entre otras metas que se fije por el personal de la empresa.

IV. Análisis de elementos por QPS y buscar equilibrio entre estaciones.

a) Manejo de rebalancesos:

- Rebalanceo de Inspección.
- Actualización del sistema de control de calidad de acuerdos a indicadores internos.
- Implementación de tecnología para ayudar en toma de decisiones.
- Implementación herramienta FMEA para Control de Calidad por estación trabajo.

b) Seguimiento de mapa de la mejora continua:

- Luz Led: mejora en la identificación de los Criticos Para Calidad (CTQ's por sus siglas en inglés) en Sistema de Producción de Calidad (QPS), proyecto información en tiempo real.

5.2.1 AREA DE MEJORA

A pesar de que dentro de la empresa del sector industrial automotriz en la que se llevó a cabo el proyecto "Complejidad de estaciones de inspección de calidad en una empresa de la industria automotriz" cuentan con buenos sistemas informáticos que forman parte del soporte del sistema de producción robusto con el que cuentan, más sin embargo no son los más eficaces al momento de analizar la información y no solo buscar número fríos.

El sistema QLS es un caso de estos, ya que al momento de querer extraer información a cerca de las unidades en las cuales no se encontró problema de calidad, debíamos “traducir” o analizar la información para hilar lo que el técnico realmente encontró ya que en la columna donde describían los hallazgos encontrados podían escribir Dok, Ok, NPF, Dok se detecta, Ok cerró gap, está Ok, Ok se detecta, entre otros comentarios para decir que la unidad se encontraba liberada de desperfectos de calidad.

Este suceso retrazó de cierta manera los tiempos establecidos para el Proyecto, debido a que se debían analizar minuciosamente los comentarios para no sesgar información y alterar los resultados. Como resultado de esta actividad, se realizó la sugerencia de no dejar la respuesta abierta y colocar como opciones los tipos productos en la detección de señales:

- OK o acierto: para unidades libres de faltas de calidad.
- NPF: para aquellas unidades que fueron inspeccionadas anteriormente pero que al ser inspeccionadas en PDI en inspección de calidad, no contaban con problema alguno.
- Omisión: aquellas unidades que pasaron por inspección de calidad antes de ser embarcadas (PDI) y fueron liberadas, más sin embargo no se detectó algún defecto (s) y por lo tanto esto llegó al cliente o cliente final.
- Rechazo: para aquellas unidades que cuentan con alguna falla o desperfecto de calidad.

De esta manera, se genera un mejor control y facilidad de análisis de las posibles incidencias encontradas, siendo más objetivos con la información.

CAPÍTULO 6. BIBLIOGRAFÍA

Hoffman, R. & Militello, L. (2008), Perspectives on Cognitive Task Analysis. Psychology Press, U.S.A.

Park, K. S. (1987). Advances in Human Factors/Ergonomics. Elsevier (USA), p. 269-276.

Stewart, D. M. (2001), Production and Operations Management, The Eli Broad Graduate School of Management, U.S.A.

Womack, J. P., Jones, D.T., Roos, D. (1990). The machine that changed the world. Macmillan Publishing Company, U.S.A.

Monden, Y. (2012). Toyota Production System. CRC Press, U.S.A.

Babbage, C. (1832). On the economy of machinery and manufactures. Cambridge University Press, U.S.A.

Real, C., et al. Process Blueprint, an effective continuous Improvement methodology applied to automotive assembly lines. Escuela de ingeniería, departamento de organización industrial y administración de empresas, España.

Anderson, C. (1984). Management Skills, Functions, and Organization Performance. Wm. C. Brown Publishers, College Division, U.S.A.

Fechner, G. (1966). Elements of Psychophysics, vol. 1. Holt, Rinehart and Winston. U.S.A.

Chandler, A. (2003). Strategy ad Structure: Chapters in the History of the Industrial Enterprise. Beard Books, U.S.A.

Emadi, A. (2005), Handbook of Automotive Power Electronics and Motor Drives. Taylor and Francis Group, U.S.A.

Mitchell y Sundstrom, (1997). Human interaction with complex systems: design issues and research approaches. Transacciones en Sistemas, hombre y cibernéticos de IEEE- parte A de Sistemas y Humanos, 27 de Mayo.

Rubenstein, J. M. (2001). Making and selling cars. The Johns Hopkins Uneversity Press, U.S.A.

Bailey, W. A., y Kay, D. J. (1987). Structural analysis of verbal data. En Factores Humanos en sistemas de cómputo e interfaces gráficas, editado por J.M. Caroll y P. Tanner, 297-301. London Academic Press, Inglaterra.

Santoyo Medrano, P J; (2000). Determinación del impacto de la complejidad en los operarios de los sistemas de producción. *Conciencia Tecnológica*, () Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94401303>

Organización Internacional de Constructores de Automóviles (2015). Estadísticas de producción 2015. Recuperado el día 10 de Febrero del 2016, del sitio web de OICA: <http://www.oica.net/category/production-statistics/>

Organización Internacional de Constructores de Automóviles (2015). Estadísticas de ventas 2015. Recuperado el día 10 de Febrero del 2016, del sitio web de OICA: <http://www.oica.net/category/sales-statistics/>

Hernandez, L. (mayo de 2016). *autocosmos*. Obtenido de autocosmos: <http://noticias.autocosmos.com.mx/2016/01/28/los-50-vehiculos-mas-vendidos-del-mundo-durante-2015>.

Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (Febrero de 2016). Obtenido de <http://amia.com.mx>

Sabatini, J. (Enero de 2016). *Car and driver*. Obtenido de Car and Driver: <http://blog.caranddriver.com/hecho-en-mexico-the-state-of-auto-manufacturing-south-of-the-border/>.

PPG. (marzo de 2016). *PPG Corporate*. Obtenido de <http://corporate.ppg.com/Media/Newsroom/2015/PPG-data-shows-consumers-consider-vehicle-color-ke>

NOMBRE DEL TRABAJO

043_MA_Diana Lucia Acuña Fimbres.pdf

AUTOR

Diana Lucia Acuña Fimbres

RECUENTO DE PALABRAS

20087 Words

RECUENTO DE CARACTERES

107740 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

92 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

2.4MB

FECHA DE ENTREGA

Nov 18, 2022 2:34 PM GMT-7

FECHA DEL INFORME

Nov 18, 2022 2:36 PM GMT-7

● 13% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 12% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 5% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)