

UNIVERSIDAD PANAMERICANA

ESCUELA DE INGENIERIA

Con estudios incorporados a la

Secretaría de Educación Pública

**“MODELO DE MITIGACIÓN DEL RIESGO EN LA CADENA DE
SUMINISTRO AUTOMOTRIZ”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MAESTRÍA EN DIRECCIÓN DE OPERACIONES

P R E S E N T A

Juan Pablo de la Parra Mejía

DIRECTOR DE TESIS:

Ernesto Leonides Rodríguez González

MÉXICO, D.F.

2013

A Mariana y Julia

Resumen

Se diseñó un modelo de mitigación del riesgo para una cadena de suministro automotriz, que incluye además, la taxonomía del riesgo y una metodología, basada en el enfoque de los sistemas suaves, para garantizar la reducción de la incertidumbre a partir de la información y permitir al fabricante automotriz (OEM) entender los riesgos en su proveeduría y desarrollar iniciativas a nivel sistémico para hacer frente a estos retos. Para demostrar la validez del modelo diseñado se plantearon las siguientes preguntas de investigación

- *¿El uso de esta metodología disminuye el monto asociado a embarques expeditados debido a problemas en la cadena de suministro?*
- *¿El uso de esta metodología disminuye el número de unidades perdidas debido a problemas en la cadena de suministro?*

La tesis comienza con una introducción donde se describe el alcance de la investigación desarrollada, se define la cadena de suministro automotriz, así como sus particularidades y retos y se plantea la justificación del porqué de este trabajo y la importancia para la empresa objeto de estudio. El segundo capítulo es el marco teórico, el cual comienza con una definición y taxonomía del riesgo, analizan distintas estrategias de mitigación del riesgo existentes en la bibliografía, la metodología de sistemas suaves y las auditorías a proveedores. El tercer capítulo presenta el modelo propuesto así como sus siete pasos para su realización y mejoramiento continuo. El cuarto capítulo es el análisis de resultados de la aplicación realizada, en la empresa objeto de estudio y se responden las preguntas de investigación. En el quinto capítulo aparecen las conclusiones y recomendaciones. Al final aparece la bibliografía referenciada y el apéndice donde se presenta la auditoría desarrollada en este trabajo.

Entre los resultados más significativos, de la aplicación del modelo, se encuentran: el fabricante pudo identificar proveedores de alto y bajo riesgo, evaluar el riesgo subyacente y finalmente tomar medidas para mitigar el riesgo asociado a sus relaciones. Se logró una disminución significativa en el costo de expeditados y en la varianza del número de unidades perdidas debidas a problemas en la cadena de suministro. El costo de expeditados en el semestre posterior, a la aplicación del modelo, se redujo en un 25% de lo gastado en el semestre anterior.

Índice de contenido

1. Introducción	p. 6
1.1 Descripción del alcance	p. 6
1.2 Cadena de suministro automotriz	p. 6
1.3 Justificación	p. 9
2. Marco teórico	p. 11
2.1 Riesgo	p. 11
2.2 Taxonomía del riesgo	p. 13
2.3 Estrategias de mitigación del riesgo	p. 15
2.4 Sistemas suaves	p. 21
2.5 Auditorías a proveedores	p. 23
3. Modelo Propuesto	p. 24
3.1 Introducción al modelo	p. 24
3.2 Uso SSM para identificar mecanismos para identificar riesgos de las OEM	p. 26
3.3 Acotar tipos de riesgo	p. 28
3.4 Definición proceso de priorización	p. 29
3.5 Elaboración de auditoría	p. 31
3.6 Método de seguimiento a hallazgos	p. 33
3.7 Expansión al nivel sistémico	p. 34
3.8 Definir métrico y lazo de control	p. 35
4 Resultados y Análisis	p. 35
4.1 Validación de reducción de costo de embarques expeditados	p. 35
4.2 Validación de robustez de la cadena de suministro	p. 37
4.3 Acciones tomadas en base a los hallazgos	p. 38

5 Conclusiones	p. 41
6 Recomendaciones	p. 43
7 Bibliografía	p. 45
8 Apéndice	p. 48

Índice de tablas y figuras

Fig. 1 Automóviles y camiones ligeros, en millones de unidades (Automotive News)	p. 9
Fig. 2 Ciclo de la incertidumbre (Davis, p 39)	p. 14
Fig. 3 Proceso de “sourcing” dentro de la OEM (creación propia)	p. 15
Fig. 4 Valorando el impacto de varias estrategias de mitigación de riesgo (creación propia)	p. 19
Fig. 5 El ciclo de aprendizaje del SSM (Jackson, 2003)	p. 22
Fig. 6 Modelo de mitigación de riesgo en la cadena de suministro automotriz (creación propia)	p. 26
Fig. 7 “Rich Picture” Sistema de información de riesgos de la OEM (creación propia)	p. 27
Fig. 8 Pareto de causas de interrupciones en la OEM de acuerdo a Taxonomía de Olson y Wu (creación propia)	p. 29
Fig. 9 Método de embudo (creación propia)	p. 31
Fig. 10 Muestra de las interacciones de factores operacionales (Kara, Kayis y Gomez, 2008)	p. 32
Fig. 11 Boxplot Prueba de hipótesis “¿Disminuirá el monto asociado a embarques expeditados?” (Creación propia)	p. 36
Fig. 12 Boxplot Prueba de hipótesis “¿Disminuirá número de unidades pérdidas?” (Creación propia)	p. 38
Fig. 13 Hallazgos de la auditoría a proveedores. (Creación propia)	p. 38
Fig. 14 Hallazgos a nivel sistémico de la auditoría. (Creación propia)	p. 39

1. Introducción

1.1 Descripción del alcance

En esta investigación se determinó un modelo que permite mitigar el riesgo dentro de la cadena de suministro automotriz. Para esto se estudiaron las particularidades de esta industria, así como de la empresa objeto de estudio (OEM), determinándose la necesidad de acotar el problema, lo cual llevo a proponer una taxonomía del riesgo. Al acotar el problema en base a la taxonomía propuesta no se encontró en la bibliografía estudiada y en la experiencia de otras OEM una técnica de mitigación de riesgo que se adecuará a la situación planteada. Se exploraron acciones de mitigación como: añadir capacidad, añadir inventario, tener proveedores redundantes, mejorar tiempos de respuesta, incrementar flexibilidad, cambiar el producto, etc. pero ninguna de estas se adecuaba a la necesidad de la OEM.

El modelo propuesto toma como base la bibliografía estudiada para ahondar en el cómo, más que en el qué, lo cual ha sido estudiado detenidamente. Se plantea el uso de la metodología de sistemas suaves para entender cómo entiende la organización el riesgo, así como los medios de comunicación mediante los cuales percibe el riesgo. Se plantea un sistema de priorización y auditoría que permite enfocar los recursos para primero entender el riesgo y posteriormente mitigarlo a través de acciones. Estas acciones se trasladan a un nivel sistémico para replicar el efecto a lo largo y ancho de la cadena de suministro. Se establece un lazo de control mediante el cual se busca verificar el éxito del modelo así como propiciar la mejora continua.

Finalmente se analizan los resultados para validar la efectividad del modelo y se realizan sugerencias para futuras investigaciones.

1.2 La cadena de suministro automotriz

La cadena de suministro es la red de procesos relacionados que transforman materia prima y partes dispares en un producto terminado¹. La típica cadena de suministro es grande en escala, teniendo múltiples sub proveedores, donde cada uno de estos recibe sus insumos de otros proveedores. Esto crea una red dentro de la cadena de suministro donde cada vez es más raro el flujo lineal de bienes (Wu, 2006) La especialización en el mundo actual ha llevado a que la mayoría de las compañías trasnacionales tengan un bajo nivel de integración vertical en cuanto a su cadena de suministro.

El manejo de las cadenas de suministro en el mercado competitivo mundial representa cada vez más un reto. "Entre más grandes sean la incertidumbre en la demanda y el abastecimiento, la globalización del mercado mayor, los ciclos de vida del producto y de la tecnología cada vez más cortos, se incrementa el uso extensivo de manufactura, y las relaciones internacionales entre socios de distribución y logística cada vez más complejas, nos

¹ La cadena de suministro automotriz se compone de varias capas de manufactura que producen partes para la entrega a los fabricantes automotrices (OEM por sus siglas en inglés "Original Equipment Manufacturers") que operan líneas de ensamble. Los proveedores Tier 1 son aquellos que entregan directamente a las OEM y éstos a su vez dependen de la proveeduría de los Tier 2 que a su vez dependen de los Tier 3, etc. (Canis, 2011)

llevan a una exposición cada vez mayor de las cadenas de suministro” (Christopher et. al, 2002). Según Matook (2008) el asegurar la continuidad del abastecimiento es una de los objetivos más críticos del área de compras y logística.

Aunado a los riesgos existentes, los gerentes toman decisiones basados en su conocimiento o desconocimiento del riesgo, lo cual se describe como falta de confianza en la cadena de suministro según Christopher y Lee (2002). La incertidumbre existe debido a factores tan diversos como cambios en el mercado, tecnología, competencia, política y regulaciones gubernamentales (Wu, 2006). Esta falta de confianza según los mismos autores puede desencadenar en un espiral de riesgo que llevará a la compañía a tomar decisiones erróneas basadas en la información y experiencia que tengan al respecto. Es por esto que es importante entender los factores que pueden generar falta de confianza.

Entre los factores que pueden generar falta de confianza encontramos:

- Tiempos de entrega
- Pronósticos de la demanda
- Capacidad de entrega de la proveeduría
- Capacidad de manufactura
- Calidad del producto y/o servicio
- Confiabilidad de la logística

“Pocos productos de consumo son tan complejos como los automóviles: las 15,000 o más partes en cada vehículo son integradas durante el ensamble en vehículos durables, los cuales durarán al menos una década” (Klier y Rubenstein, 2008). Los vehículos automotores están dentro de los productos con contenido más global que un consumidor puede comprar. Como indica Bill Canis en su estudio del 2011 “The Motor Vehicle Supply Chain” autos producidos en plantas en EU (por compañías americanas o extranjeras) contienen partes no sólo del cercano Canadá o México sino de compañías manufactureras alrededor del orbe. Las partes son compradas de regiones lejanas ya que la base de proveedores ha desarrollado mercados nicho en algunos países. “Se ha estimado que un cuarto de todas las auto partes usadas en los Estados Unidos son importadas de Asia y Europa” (Klier y Rubenstein, 2008). Por ejemplo, componentes electrónicos terminados de Japón, ensambles de México y microcomponentes electrónicos del sureste asiático. En resumen, la industria automotriz es una de las cadenas de suministro más complejas pues no solo cuenta con un gran número de subcomponentes, sino que está localizada a lo largo del orbe. La especialización es un fenómeno que es bastante marcado en esta industria ya que para desarrollar la gran variedad de auto partes requeridas para ensamblar un auto las compañías deben gastar sumas millonarias en desarrollo e investigación (R&D) de productos y tecnologías de manufactura.

“Entre más esbeltas e integradas lleguen a ser las cadenas de suministro, con mayor probabilidad la incertidumbre, dinámica y accidentes en un eslabón de ésta pueden afectar a otros eslabones en la cadena” (Norrman y Jansson, 2004). Por lo tanto, la vulnerabilidad en la cadena de suministro incrementa día a día y el riesgo será mayor si las compañías a través del “outsourcing” van dependiendo de otras organizaciones, como es el caso de la industria

automotriz. Algunas de las tendencias en los negocios actuales que están incrementando la vulnerabilidad de la cadena de suministro a los riesgos son:

- Incremento en el uso de “outsourcing” en la manufactura y desarrollo de tecnologías (R&D)
- Globalización de las cadenas de suministro
- Reducción en la base de proveedores
- Procesos mucho más integrados e interconectados entre compañías
- Reducción de inventarios y tiempos de entrega
- Ciclos de vida de producto cada vez más cortos y tiempos de respuesta al mercado menores
- Limitantes en la capacidad de algunos componentes clave como es el caso de los productos de la fundición y microcomponentes electrónicos
- Aumentos tipo rampa (“ramp up”) cada vez más rápidos temprano en la vida de la demanda del producto

Souter (2000) expresa la necesidad de que las compañías no sólo se enfoquen en sus propios riesgos: deben de enfocarse también en los riesgos de otros eslabones en la cadena de suministro. La disciplina que estudia los riesgos y el manejo de éstos en la cadena de suministro es conocida como SCRM por sus siglas en inglés (Supply Chain Risk Management). Esta disciplina ha tenido un auge en los últimos años como demuestra la literatura (Norrman y Jansson, 2004). “La definición de SCRM es colaborar con socios de la cadena de suministro aplicando procesos y herramientas de manejo de riesgo para afrontar la incertidumbre causada por o impactando a las actividades y recursos relacionados a la logística” (Norrman y Lindroth, 2002).

Es importante remarcar que la cadena de suministro automotriz no es completamente global, ya que la mayoría de los vehículos construidos en una región serán vendidos en esta misma. Como resultado, esta cadena de suministro en particular difiere de las de otros productos manufacturados como la electrónica o la industria del vestido en los siguientes puntos:

1. El ensamble se da cerca de los mayores mercados. Hace una generación esto era primordialmente en Europa y los EEUU, pero el crecimiento en Asia ha generado nodos regionales de manufactura en Japón, Corea del Sur, China, Rusia y América Latina.
2. “La concentración de la industria automotriz en pocas compañías y pocos países ha dificultado los esfuerzos para establecer estándares técnicos y de negocio que prevalecen en industrias menos concentradas”. Esto significa que un muy pequeño número de compañías grandes (OEMs) ejerce una gran influencia sobre un gran número de compañías pequeñas (Tier 2, 3).
3. La alta competitividad en este mercado ha llevado en los últimos años a las OEMs a la personalización de partes y vehículos. Por lo tanto, las autopartes tienden a ser

específicas a un modelo en contraste por ejemplo, a la electrónica donde los microprocesadores u otros componentes son estándares. “Un proveedor es a menudo la única fuente de abastecimiento para una parte específica” (Canis, 2011). Estos elementos de la cadena de suministro automotriz tienen implicaciones para las líneas de ensamble de autos cuando existen disrupciones de autopartes.

1.3 Justificación

Como se pudo observar en el 2008 durante la recesión económica donde múltiples prominentes corporaciones de la industria automotriz se fueron a la bancarrota (por ejemplo: Collins & Aikman Corp, Dana Corp, Delphi Corp. EaglePicher Corp. Federal Mogul Corp, Meridian Automotive Systems, Oxford Automotive, Tower Automotive Inc, UPF-Thomson y Venture Industries – Automotive News, 2005) el entorno económico es un riesgo externo que puede magnificar o exacerbar los riesgos operativos pre existentes dentro de la cadena de suministro. La falta de recursos puede llevar a falta de mantenimiento, sacrificio de controles o fugas de “know how” por mencionar algunos ejemplos. Es por esto que uno de los mayores riesgos en la cadena de suministro debido a esto para los fabricantes americanos para el 2013 será la exposición y crecientes dificultades económicas que persisten en Europa. Una gran parte de los proveedores de auto partes tienen su base de operaciones en Europa. En el caso específico de Chrysler su reciente alianza con FIAT le ha llevado a desarrollar una nueva relación con proveedores de capital europeo que anteriormente no estaban dentro de su base de proveedores tradicional como el caso de Magneti Marelli proveedor de electrónicos e iluminación, Isringhausen que surte asientos o Saint Gobain quien abastece cristal laminado. Este es un nuevo riesgo ya que estos proveedores no conocen los sistemas e idiosincrasia de Chrysler por lo que es importante desarrollarlos lo antes posible para evitar sorpresas durante los nuevos lanzamientos de los cuáles estos proveedores serán una parte esencial.

Desde la recesión del 2009 cuando las ventas y producción automotriz en los EEUU cayó al punto más bajo en las últimas tres décadas, las compañías automotrices han visto un repunte significativo.

Año	Producción en EEUU
2007	15.5
2008	12.9
2009	8.6
2010	11.9
2011	13.5
2012	14

Fig. 1 Automóviles y camiones ligeros, en millones de unidades
Fuente: Automotive News

En el caso específico de Chrysler (compañía cuya facturación en Norteamérica representa más del 95%), la producción en la región del TLCAN en el 2009 fue de menos de un millón mientras que en el 2011 representó cerca de dos millones y en el 2012, 2.4 millones. Los

pronósticos para el 2013 son de 2.6 millones de unidades. Esto representa grandes retos dentro de las áreas de compras y abastecimientos ya que toda la industria tiene un repunte, pero los pronósticos de Chrysler exceden los de otras compañías, lo que establece la necesidad de una estrategia como compañía para asegurar la producción. La única forma de cumplir con estas metas planteadas en el S&OP de la empresa y el plan a cinco años planteado en el 2009 es una estrategia para mitigar el riesgo en la cadena de suministro.

En recientes años hemos sido testigos de la vulnerabilidad de la cadena de suministro tras múltiples catástrofes. Por enumerar algunos ejemplos, se ha tenido la erupción del volcán Eyjafjallajokull en Islandia en el 2010, lo cual generó una nube de cenizas y como consecuencia, una gran proporción de vuelos hacia o desde Europa fueron cancelados lo que creó la mayor disrupción de comercio aéreo desde la Segunda Guerra Mundial según el diario británico *The Guardian*. Otro ejemplo fue el tsunami que azotó Japón en 2011. Los desastres japoneses afectaron las proyecciones norteamericanas de producción y ventas, la producción del segundo cuarto en EEUU cayó entre 350,000 - 400,000 unidades. Los vehículos pequeños y medianos sufrieron principalmente de falta de abastecimiento debido a esto. En el caso específico de Chrysler, una planta localizada en Japón a 36 millas al sur de la dañada planta nuclear de Fukushima era el único proveedor de un pigmento utilizado en su pintura automotriz (pigmento Xirallico) en todo el mundo. Chrysler tuvo que restringir el uso de tonalidades rojas, negras y anaranjadas (Red Line, Inferno, Brilliant Black, Deep Cherry, Blackberry, Bronze Star, Rugged Brown, Ivory y Billet Metallic). A Merck Chemical, dueña de la planta fabricante del pigmento, le tomo 8 semanas retomar la producción a niveles anteriores al desastre (Sternberg, 2011). “Para mitigar el riesgo del impacto, Chrysler anunció que su tradicional paro de plantas de tres semanas en verano se recorrería de Julio a Junio con el propósito de dar más tiempo a los proveedores de partes para el reinicio de sus operaciones y a Chrysler la posibilidad de identificar fuentes de abastecimiento alternas”. (Cannis, 2011)

Otro caso sonado fue el ocurrido en el último cuarto de 2011 “Tailandia experimentó su peor crisis debido a una inundación en los últimos 70 años” (Chongvilaivan, 2012). Tailandia es uno de los principales productores intermediarios (Tier 2, Tier 3) de la industria electrónica automotriz en Asia. La inundación que afectó a 26 de las 90 provincias en Tailandia implicó que las OEM norteamericanas tuvieran que trabajar tiempos extra para recuperar la producción perdida en los meses posteriores al desastre natural. En el caso específico de Chrysler gran cantidad de subcomponentes electrónicos utilizados en radios, módulos de bolsas de aire y sensores eran producidos en Tailandia durante este periodo de tiempo. Un último ejemplo fue el experimentado el 31 de marzo de 2012 cuando una planta en el pequeño pueblo de Mari, al oeste de Alemania sufrió una explosión. Al momento la noticia apenas llegó a los encabezados de los periódicos pero al poco tiempo se dio la noticia de que esta planta era responsable de casi la mitad del suministro mundial de ciclododecatrieno (CDT – un compuesto utilizado en la fabricación de tubería de freno y combustible automotriz), según reportó la BBC en abril de 2012. A final de cuentas, la industria automotriz encabezada por la AIAG (Automotive Industry Action Group –organismo rector de la industria automotriz en Norteamérica) tuvo que recurrir a compuestos químicos alternos después de una expeditada experimentación para evitar un desabasto generalizado.

Pero no todas las pérdidas de producción son debidas a desastres. Un ejemplo de esto fue la bancarrota del proveedor de Chrysler Plastech, “causado por falta de liquidez y problemas de flujo de efectivo, este proveedor de partes plásticas provocó el paro temporal de cuatro plantas de Chrysler en el 2008, lo que resultó en pérdidas millonarias para la corporación” (Trkman, 2009). Un ejemplo de índole operativo fue cuando en 2010 al prepararse para el lanzamiento de un nuevo motor V6 que reemplazaría la mayoría de sus motores de su flota mediana, Chrysler se encontró con la falta de suministro de árboles de Levas por parte de un proveedor localizado en México. Este proveedor, de inversión mexicana y bajo perfil financiero, tenía años de trabajar como proveedor de Chrysler, pero nunca había sido responsable de un lanzamiento con tanto volumen. El proveedor abrió una planta nueva pero su personal no estaba capacitado y a esto se sumó la falta de liquidez para afrontar su responsabilidades con sub proveedores de maquinaria y materia prima, lo que lo llevo en un espiral de bajo desempeño al punto que tuvo que ser asistido por una equipo de trabajo de Chrysler que les enseñó el sistema operativo de Chrysler (WCM – World Class Manufacturing) así como fungir como intermediario con sus prestamistas para evitar el paro de dos plantas de motores que ensamblaban en ese momento la mitad de los motores usados por Chrysler.

2. Marco teórico

2.1 Riesgo

El riesgo es el peligro de que una decisión resulte en una desviación de los objetivos determinados (Zsidisin, 2001). En otras palabras, el riesgo es el producto de la probabilidad de ocurrencia de una posible pérdida y su daño resultante (March y Shapira, 1987). Juttner, Peck y Christopher (2003) definen el riesgo en la cadena de suministro como una variación en la distribución de posibles desenlaces de la cadena de suministro, su probabilidad de ocurrencia y su valor subjetivo. Wagner y Bode definen las interrupciones en la cadena de suministro como una combinación de (1) un evento anormal no intencionado que se materializa en la cadena de suministro y (2) una consecuencia que afecta significativamente las operaciones normales de las compañías en una cadena de suministro. Estas interrupciones tienen una probabilidad de ocurrencia y son caracterizadas tanto por su severidad como por sus efectos directos e indirectos. El análisis de riesgo es un proceso sistemático y es probablemente el componente más detallado dentro de un sistema de mitigación del riesgo (Wu, 2006).

“Cuando un desastre ocurre, interrupciones mayores de negocios ocurren” (Tang, 2006). Es por esto que las empresas deben estar preparadas para entender donde se encuentran los riesgos de sus cadena de suministro y actuar de manera acorde para mitigarlos en la medida de sus posibilidades, de otra forma tendrán que aceptar el costo sea cual sea. “El manejo del riesgo en la cadena de suministro ha ampliado su acercamiento a la cadena de proveedores y los sub proveedores” (Norrman y Jansson, 2004). El satisfacer la demanda en tiempo y forma de los clientes está directamente relacionado al desempeño financiero de la empresa, por lo que nadie puede hacerse a un lado del estudio de su cadena de suministro. Como escribió en 1531 Maquiavelo: todo aquel “príncipe prudente” debería preocuparse no solo de los problemas presentes sino de los futuros, para los cuáles se debe de preparar con energía ya que cuando son vistos con anterioridad es fácil resolverlos. “Los beneficios son mucho más que

reducción de costo, además la reducción de riesgos conllevan a un incremento de ventas, penetración en nuevos mercados y la rápida introducción de nuevos productos en el mercado” (Christopher y Lee, 2004).

En conclusión después de haber revisado algunos ejemplos de cómo afectaron problemas operativos y desastres naturales, podemos entender la importancia de desarrollar medidas de mitigación de riesgo. Es claro al ver noticias y bibliografía que la necesidad de este tipo de técnicas existe. Podemos ver que múltiples autores hablan de tener un enfoque sistémico de la mitigación de riesgo en la cadena de suministro. De igual forma se habla de identificar los tipos de riesgos para poder atacarlos de mejor forma.

Las empresas pueden desarrollar dos tipos de enfoque para atacar los problemas en la cadena de suministro según Tomlin (2006). El primero son las tácticas de mitigación de riesgo, donde una empresa toma acciones en avanzada de la posible interrupción (por lo tanto se incurre en un costo independientemente de que ocurra o no la interrupción en la cadena de suministro). El segundo acercamiento son las acciones de contingencia, que son aquellas en las que la compañía toma acciones una vez que la interrupción ocurre (el costo de estas acciones puede ser mayor, debido a que se incurre en el costo de implementar una acción además de la interrupción en sí). Es por esto que se plantea seguir el primer acercamiento en este estudio, con un sentido de prevención. El único problema con este tipo de actividades es el medir sus resultados ya que es difícil medir el costo de oportunidad ya que lo que se busca es evitar las interrupciones y la complejidad yace en medir algo que nunca ocurrió. “Las acciones de mitigación y contingencia no son gratis, y por ende la aceptación pasiva del riesgo de interrupción puede ser apropiada en ciertos casos. La aceptación pasiva es a menudo la estrategia usada por “default” a pesar de no ser la apropiada” (Tomlin, 2006).

Los efectos en el valor de la empresa han sido también exhaustivamente estudiados. Bogataj y Bogataj (2007) usaron programación lineal paramétrica basados en el valor presente neto para estimar la vulnerabilidad de la cadena de suministro. En este sentido, este estudio cobra relevancia para justificar la necesidad de hacer frente a los riesgos y no permanecer estáticos ante estas amenazas. No solamente afecta directamente las operaciones sino que ha sido comprobado matemáticamente que afectará el valor de la empresa. Hendricks y Singhal (2005) investigaron el efecto en el precio de las acciones a largo plazo de compañías. Basándose en un tamaño de muestra de 827 anuncios de interrupciones en un periodo de 10 años. Ellos encontraron que las compañías sufriendo de interrupciones en la cadena de suministro experimentaban entre 33 y 40% menos retorno en acciones relativo al benchmark de la industria en un periodo de 3 años, empezando un año antes de la interrupción y terminando dos años después del anuncio del evento. El efecto tanto en el precio de la acción como en el balance ha sido estudiado y puede ser afectado severamente por un mal manejo de los riesgos.

Un programa de entendimiento del riesgo en la cadena de suministro no solamente motiva a las empresas a desarrollar planes de contingencia y mitigación, sino que también pueden ser utilizados para cumplir con algunos requerimientos legales tales como Sarbanes-

Oxley² del 2002 y KonTraG (Tang, 2006). Uno de los inconvenientes de estas regulaciones es que ignoran el problema de riesgo inter compañía (Lam, 2003) y el darle un enfoque adicional puede dar otro incentivo a los accionistas. Esta puede ser otra razón por la cual una compañía comience con una estrategia del manejo del riesgo con visión a futuro.

Como podemos observar de los ejemplos anteriores en la actualidad es determinante que las empresas que realizan negocios de manera global desarrollen métodos para mitigar el riesgo a través del entendimiento de su cadena de suministro, los tipos de riesgos (taxonomía del riesgo) que la rodean y los sistemas de información con los que cuenta.

Mason-Jones y Towill (1997 y 1998) han demostrado que las cadenas de suministro “enriquecidas por información” se desempeñan significativamente mejor que aquellas que no poseen información más allá de sus límites corporativos. “Es por eso que una clave para mejorar la visibilidad de la cadena de suministro es compartir información entre los miembros de la misma cadena” (Christopher y Lee, 2004). Sin visibilidad ni control es común que las cadenas de suministro estén plagadas de inventarios de seguridad, lo cual conlleva a riesgos financieros altos (obsolescencia, altos costos de inventario, daños de material y bajos flujos de efectivo). La certeza y la visibilidad son directamente proporcionales.

2.2 Taxonomía del Riesgo

Para las compañías, la creación de un sistema comprensivo de manejo de riesgo requiere de conocimiento de los tipos de riesgo a los que está expuesto (Matook, et al. 2008). De aquí la importancia de empezar por acotar el problema en cuanto a los tipos de riesgo que deseamos atacar mediante este modelo.

El alcance de esta investigación yace en el marco de la teoría de contingencia propuesta por Fiedler (1964). Esta teoría establece que no existe una única mejor forma de organizar/liderar o un estilo organizacional/liderazgo efectivo en todas las situaciones (Trkman, 2009). De manera similar Gingsberg y Venkatraman proponen que no existe un grupo universal de decisiones óptimo para todos los negocios, por lo que no es solo importante acotar el enfoque para proponer una solución, si no entender los sistemas e idiosincrasia de la compañía donde se utilizará. Es importante plantear en este momento los enfoques para entender la efectividad de la cadena de suministro. Esto es importante ya que nos permitirá ordenar las herramientas existentes de acuerdo a distintos criterios y evaluarlas contra la necesidad existente después de haber entendido la forma de trabajo de la OEM. “Antes de que las compañías puedan desarrollar medios efectivos de mitigación de riesgo en la cadena de suministro, la gerencia debe entender el universo de categorías de riesgo, así como los eventos y condiciones que las generan. Así, con conocimiento claro y específico acerca de estos riesgos cruciales, las compañías pueden proceder a seleccionar y diseñar estrategias de mitigación efectivas” (Chopra, 2004).

Existen al menos tres enfoques desde los cuales entender la efectividad de la cadena de suministro. El primero según Davis en su publicación contenida en el Sloan Management

² La ley Sarbanes-Oxley del 2002 requiere a las compañías de capital americano informar a sus accionistas de su perfil de riesgo y de sus actividades para mitigarlo. KonTraG es una ley alemana implementada en 1998 análoga a Sarbanes-Oxley.

Review (1993) se refiere al “ciclo de la incertidumbre” el cuál es una representación visual de los factores que pueden afectar la cadena de suministro. Este enfoque nos permite dividir los factores de riesgo de acuerdo a los elementos de una cadena de suministro. Este enfoque es muy similar al de Kliendorfer (2005) quien de manera simplificada divide las categorías de riesgo afectando la cadena de suministro en dos:

1. Riesgos asociados a problemas de coordinación de la oferta y la demanda y
2. Riesgos asociados a interrupciones operativas.

Este enfoque nos permite localizar dentro de la cadena de suministro nuestros esfuerzos. Con motivo de facilitar la referencia a este enfoque, lo llamaremos **“Enfoque de eslabón”**.

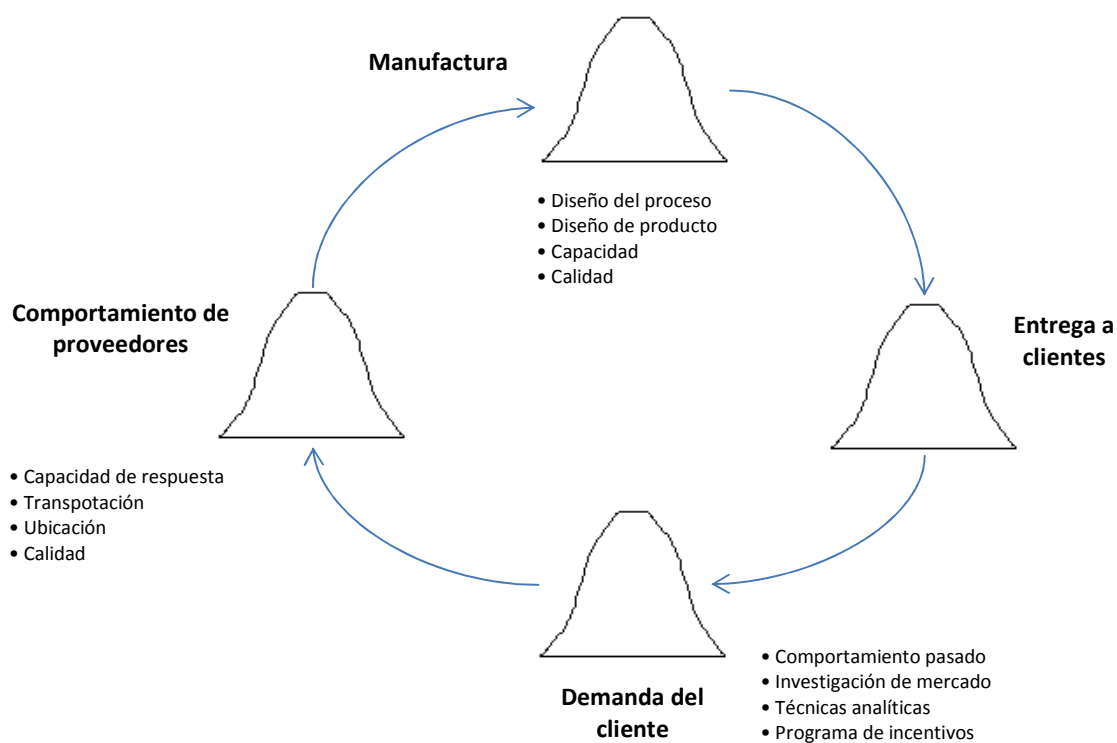


Fig. 2 Ciclo de la incertidumbre (Davis, 1993)

El segundo enfoque al que llamaremos **“Enfoque temporal”** tiene como fundamento el proceso de abastecimiento (o “sourcing” en inglés) dentro de la OEM. Observando este enfoque podemos entender como dependiendo de la etapa de proceso de abastecimiento las herramientas utilizadas pueden cambiar al igual que en los enfoques anteriores. Entre más cercano a la concepción del diseño el costo será menor y el tiempo de reacción mayor y a medida que nos acercamos a la implementación de la manufactura el costo será mayor y el tiempo de reacción menor. En este sentido este último será el caso crítico.



Fig. 3 Proceso de “sourcing” dentro de la OEM (creación propia)

El tercer enfoque propuesto por Olson y Wu (2010) divide los riesgos en categorías externas e internas. Este tercero será conocido como **“Enfoque de lugar”**. Dentro de las categorías externas se encuentran aquellos asociados a la naturaleza (terremotos, inundaciones, incendios, etc.), sistema político (terrorismo, guerra, disputas laborales, aduanas, etc.) y competencia y mercado (fluctuación de precios, debacle económica, tipo de cambio, volatilidad del mercado, nuevas tecnologías, obsolescencia, sustitutos alternativos, etc.). Por el lado de los riesgos internos encontramos en esta clasificación tres, siendo el primero capacidad disponible (capacidad, habilidad para incrementar producción, capacidad financiera, etc). El segundo es operación interna (pronósticos inexactos, seguridad, efecto látigo, agilidad/flexibilidad, calidad, mantenimiento, etc.). Finalmente sistemas de información es el tercer riesgo bajo esta clasificación (caídas de sistemas de información, información distorsionada, integración, etc.).

En base a estos tres enfoques (eslabón, temporal y de lugar) es ahora más fácil situarnos y tener un punto de partida para entender que herramientas existen actualmente para mejorar la confianza y concentrarnos en los riesgos que mayor incertidumbre presentan.

Las estrategias para hacer frente a las disrupciones generadas por causas naturales deben ser primero de carácter de contingencia, para lo cual la OEM tiene un detallado plan de acción para estas situaciones. Segundo deben de ser la suma de muchas otras actividades como el modelo propuesto aquí que permitan tener una cadena de abastecimiento mucho más robusta.

2.3 Estrategias de Mitigación del riesgo

En el caso de la temporalidad la mayoría de las herramientas utilizadas se encuentran en los primeros pasos del proceso de abastecimiento. Las investigaciones muestran que gran cantidad de autores durante los 90's y la primera mitad de los 2000 se centran en el uso de inventario de seguridad y “sourcing” múltiple para disminuir el riesgo (Tomlin, 2006). El uso de inventario de seguridad se centra temporalmente entre las entregas a clientes y manufactura. Existe como un seguro contra la incertidumbre (Davis, 1993), pero la complejidad de las cadenas de suministro de la industria automotriz donde más de 500 proveedores proveen más de 2000 partes para ensamblar un modelo puede llevar a costos sumamente altos asociados tanto a merma, almacenaje, obsolescencia, así como el costo del material en sí. Esta herramienta es utilizada dentro de la OEM solo en aquellos casos donde existe una factibilidad de crear banco (mediante tiempo extra, relevo de operadores, etc.) y se vislumbra en el corto o mediano plazo un pico en la demanda. El problema de las cadenas de suministro es que la incertidumbre es una parte intrínseca del sistema. Esta incertidumbre observada de manera diaria en entregas tardías, paros de máquina, cancelaciones de órdenes, entre otros, nos lleva

a incrementar inventarios “de hecho, el inventario existe más o menos como un simple seguro contra la incertidumbre.

En el caso de una fábrica esta incertidumbre aunque molesta y costosa es fácil de sobrellevar con un apropiado tamaño de inventario de materia prima, trabajo en proceso (WIP) y producto terminado” (Davis, 1993). La cadena de suministro es sumamente compleja y por ende, el uso de simples herramientas estadísticas no es suficiente. La incertidumbre se propaga a través de la cadena de manufactura, los costos de inventario se multiplican y la dificultad para entender cuánto se debe de mantener en inventario se complica matemáticamente. “De cara a una presión cada vez mayor por reducir los inventarios y mejorar el servicio al cliente, las diferentes organizaciones de una cadena de suministro se encuentran trabajando con propósitos encontrados” (Davis, 1993). En el caso de Chrysler, la reducción de inventarios y por lo tanto la mejora del flujo de efectivo es una prioridad dentro de su sistema operativo; por lo tanto, el uso de esta estrategia se acota en base a situaciones realmente críticas donde se conoce un riesgo con anterioridad. Es decir, no se utiliza como una herramienta de disminución de riesgo extensiva. “El uso del inventario para mitigar el riesgo no es una estrategia atractiva en un ambiente de interrupciones espaciadas aunque prolongadas” (Tomlin, 2006), como es el caso de la industria automotriz.

En el caso del “sourcing” múltiple es una opción poco factible en la industria automotriz debido a que es necesario duplicar herramientas (lo cual implica altos costos), los diseños son muchas veces propiedad de los proveedores y añaden complejidad administrativa y logística. Esta solución es utilizada mucho más frecuentemente en modelos tradicionales de intercambio de materias primas o “commodities”. Esta opción ha sido utilizada dentro de la OEM en los casos donde la empresa es dueña de los diseños y solo realiza un “outsourcing” de la manufactura, específicamente fundiciones y algunos maquinados. “Los costos de transacción y administrativos son más altos en el abastecimiento múltiple. Además sin la absoluta certeza de ordenes futuras los proveedores nunca pueden comprometerse plenamente a una relación” (Linthorst, 2006). Uno de los únicos casos de este tipo dentro de la OEM ha sido aquel en el que más de una planta ensambla exactamente el mismo producto y dos proveedores iguales o diferentes proveen partes desde una planta más cercana, por lo que el ahorro logístico se equipara con los ahorros de economías de escala. El otro caso donde ha sido utilizado es cuando no existe la capacidad disponible en un solo proveedor y es necesario desarrollar más de uno, aunque en este caso esta estrategia es utilizada bajo un enfoque temporal diferente al planteado con antelación.

Los incentivos económicos son otra estrategia utilizada en aquellos casos donde se trata de “commodities” y no de productos limitados físicamente por la capacidad de los herramientas bajo los cuales se producen. Este es el caso en la mayoría de los proveedores de nivel 1 (tier 1) dentro de la industria automotriz. El problema dentro de la industria automotriz es que en la gran mayoría de los casos los herramientas son propiedad de las OEM y por lo tanto estos incentivos no tienen tanta injerencia como aquellos casos donde los herramientas son propiedad de los proveedores y estos deciden a quien embarcar. El caso más utilizado es aquel en el que las OEM necesitan que los proveedores trabajen tiempo extra o en fechas especiales como fines de semana o días de asueto. En este caso los compradores negocian

directamente con los proveedores la mano de obra y otros gastos variables en los que los proveedores incurrirán con antelación para hacer frente a un posible desabasto de material o para cerrar una burbuja en el sistema de abastecimiento.

El incrementar la capacidad suele ser la opción más sencilla, pero requiere de gran inversión en el caso de la industria automotriz además de largos tiempos de desarrollo en el caso de moldes y herramientas dedicadas. La otra desventaja de esta estrategia es que es muy cara para afrontar solo picos en la demanda o problemas derivados de la operación. Esta estrategia solo se lleva a cabo cuando existe con amplia certeza conocimiento de un incremento en la demanda, ya sea causado por una fuerza externa (mercado) o interna (ampliar el uso de esta autoparte en otras plataformas para disminuir la complejidad). Finalmente el tiempo para llevarlas a cabo es mayor al de cualquier otra estrategia por lo que es importante tenerla en mente en el tiempo correcto o de nada servirá.

Herramientas como “Concurrent sourcing” permiten desviarnos de la tradicional decisión dicotómica de comprar o fabricar internamente (Parmigiani, 2003). “Concurrent Sourcing” implica proveer simultáneamente de manera interna y externa el producto. El inconveniente de esta solución en nuestro caso es que la OEM solo cuenta con procesos de estampados y maquinado de manera interna, por lo que solo ha sido utilizada en el abastecimiento de componentes de motor y estampados estructurales. El desarrollar procesos y el know how para fabricar internamente otras autopartes está en contra de las economías de escala y representaría un enorme costo en cuanto a desarrollo (R&D) y equipo capital. Dos casos de fracaso en la última década con este modelo fue el de Ford y su subsidiaria Visteon y General Motors y Delphi. En el segundo caso General Motors terminó gastando más de \$12.5 Billones USD durante un proceso que duro 4 años y que terminó separando a Delphi y vendiéndola por partes a distintos postores (NY Times, 2009). En la primavera del 2009 GM se vio obligada a cerrar algunas de sus plantas de manera controlada para evitar un cierre sorpresivo debido a la falta de componentes originada por la quiebra de Delphi. El modelo seguido por Ford y GM demostró que a pesar de tener un mayor control sobre la proveeduría en cuanto a las expectativas y lazos más cercanos para desarrollar tecnologías conjuntamente no era lo mejor ya que no le permitía enfocar sus esfuerzos en lo que realmente era su “core business” el diseño y ensamble de autos y no podían poner a competir a sus subsidiarias con el mercado lo que les llevo a pagar caras las ineficiencias operativas.

Otra herramienta que se ha utilizado en el pasado es el Análisis de Modo y Efecto de falla (AMEF) aplicado a la cadena de suministro. Esta herramienta desarrollada durante la mitad del siglo XX en los programas espaciales de la NASA en los EEUU ha sido principalmente utilizada en la manufactura para prever posibles escenarios que podrían salir mal (fallas), por qué se generan y como mitigarlos mediante acciones preventivas y correctivas, documentadas en un plan de control. Esta herramienta puede ser muy útil para identificar las oportunidades y reducir la variabilidad en las cadenas de suministro. “Sin embargo, estas herramientas y metodologías benefician principalmente al negocio dentro del marco de control de sus actividades repetitivas. Al intentar un mejor control de la más amplia cadena de suministro un acercamiento más colaborativo es necesario” (Christopher & Lee, 2004). En otras palabras, por la naturaleza del AMEF este se desarrolla en base a las operaciones intrínsecas

de una planta de manufactura, se presupone que las entradas al sistema son correctas y se aísla de las múltiples relaciones que conforman una cadena de suministro. Otro de los problemas con esta metodología es que requieren de mucha experiencia para poder generar suficientes entradas de análisis a pesar de llevar un análisis organizado, y a final de cuentas siempre existen riesgos ocultos que no podemos prever.

El análisis de árbol de falla (FTA por sus siglas en inglés) es otra herramienta a la que se ha recurrido en el pasado para entender riesgos que pueden impactar a la cadena de suministro (Kumamoto & Henley, 2000). Esta forma de análisis que fue desarrollada a partir de la herramienta conocida como diagrama de Ishikawa o pescado depende en gran parte de la experiencia y conocimiento del equipo que realiza el análisis. Permite estructurar las posibles causas y agruparlas en base a distintas características. Su uso no es muy frecuente ya que al igual que el diagrama de Ishikawa pierde su fuerza al tener que depender del grupo que participa en su creación. Se basa principalmente en la experiencia de los participantes y es por esto que suele estar sesgado su resultado. El número de posibles escenarios que pueden representar un riesgo para la empresa termina siendo en la mayoría de los casos mucho mayor que el análisis de árbol de falla, lo cual genera un nivel adicional de complejidad que hace impráctico su aplicación. Su principal utilidad yace en establecer un marco gráfico que facilita agrupar los distintos factores de riesgo.

Los administradores pueden reducir los riesgos en la cadena de suministro al hacer la capacidad existente más flexible (Chopra y Sodhi, 2004). La flexibilidad se encuentra en varios ámbitos, desde la capacidad de hacer frente a cambios en la fluctuación de la demanda como a problemas en la cadena de suministro. La flexibilidad es una forma de juntar recursos que permite el uso de la misma capacidad para una variedad de productos. Por ejemplo, plantas de Hino Motors (un productor de camiones japonés) emplea múltiples líneas de ensamble en las que el número de trabajadores determina la velocidad de la línea (Chopra y Sodhi, 2004). Esta flexibilidad le permite a Hino cambiar la producción en cualquier línea al mover trabajadores (capacidad) para cumplir con fluctuaciones en la demanda. Esto también reduce enormemente la capacidad excesiva de trabajadores que Hino tendría que tener si cada uno trabajara en una línea específica. La desventaja de esta forma de trabajo yace en que la capacidad instalada no es usada al 100%, por lo que financieramente no hará sentido a algunos accionistas.

Toyota reduce el riesgo de capacidad no utilizada asegurando que cada planta sea lo suficientemente flexible para proveer a más de un mercado. Fluctuaciones en la demanda pueden ser satisfechas por una variedad de plantas, lo que reduce la capacidad total requerida. Como se ha mencionado Toyota lleva la idea de flexibilidad hasta el piso de la planta, dónde líderes de equipo pueden trabajar en cualquier estación en la línea de ensamble, reduciendo la necesidad de trabajadores comodines para cubrir ausencias. Como podemos ver esto no es solo una estrategia sino una forma de trabajo. La flexibilidad se da no solo en la manufactura sino desde el diseño, dónde distintas partes pueden ser intercambiables o su complejidad reducida para evitar cambios de modelo. Es por esto que la flexibilidad debe ser buscada desde la conceptualización del diseño y no como una herramienta de mitigación de riesgo. Esta estrategia sale del enfoque planteado anteriormente por lo que queda descartado como base

del modelo, pero puede ser utilizada como una herramienta posterior para minimizar el riesgo ya identificado mediante el modelo adelante propuesto.

A continuación se enumeran algunas de las estrategias encontradas en la bibliografía así como su afectación a algunos riesgos conocidos a manera de resumen:

Estrategias de mitigación del riesgo	Disrupciones	Demoras	Riesgo de Pronóstico	Riesgo de abastecimiento	Riesgo de capacidad	Riesgo de inventario
Añadir capacidad		↓		▼	↑	▼
Añadir inventario	▼	↓		▼	▼	↑
Tener proveedores redundantes	↓			▼	▲	▼
Mejorar tiempos de respuesta		↓	↓			↓
Incrementar flexibilidad		▼		▼	↓	▼
Incrementar habilidad		▼				▼

↓ Disminuye el Riesgo en gran medida ↑ Aumenta el Riesgo en gran medida
 ▲ Incrementa el Riesgo ▼ Disminuye el Riesgo

Fig. 4 Valorando el impacto de varias estrategias de mitigación de riesgo

Como mencionan Wagner y Bode en su estudio del 2008, aunque los riesgos son algo inherente dentro de la cadena de suministro, el conocimiento actual es todavía limitado ya que la mayoría de los artículos sobre riesgo en la cadena de suministro son anecdóticos o basados en casos de estudio. “La influencia de las estrategias en la relación entre riesgo de la cadena de suministro y el desempeño de esta no ha sido investigado a fondo o analizado mediante estudios empíricos” (Wagner y Bode, 2008). Aquí yace la importancia de aplicar el conocimiento a un caso real y a través del desarrollo de una metodología estructurada expandir el conocimiento en este tema, que como hemos descrito anteriormente es una necesidad cada vez mayor en el actual mundo de negocios. Los resultados a grande escala de investigación empírica son escasos y en la mayoría de los casos descriptivos (Juttner, 2005 y Zsidisin 2003). En la mayoría de las firmas la evaluación de procesos está basada en resultados del desempeño del proveedor como el precio, la calidad o entregas. Aunque estos indicadores son importantes para evaluar el desempeño de un proveedor, solo lidian con una parte del problema de evaluar proveedores. (Narasihman et Al, 2001). A partir de esto podemos identificar que **no existe un modelo que se adapte a las necesidades** bajos los tres enfoques propuestos anteriormente (internos- lugar, periodo de manufactura - temporal y en el proceso de manufactura - eslabón) y a la cultura de la OEM en la que se pretende implementar este modelo. Además se buscará integrar al modelo los sistemas únicos que maneja la OEM para comunicarse con sus proveedores.

“Desafortunadamente no existe una estrategia a prueba de balas para proteger las cadenas de suministro. Por el contrario, la gerencia necesita entender que estrategia de mitigación de riesgo trabaja mejor dado cada riesgo existente” (Chopra y Sodhi, 2004). Aquí yace la importancia de estudiar los mecanismos con los que la OEM cuenta para aumentar su visibilidad, reducir su incertidumbre y hacer uso de las herramientas pre-existentes. Esta investigación se ha enfocado al entendimiento de las relaciones organizacionales con las que la compañía entiende sus riesgos para así proponer una nueva forma de descubrirlos, entenderlos y finalmente la gerencia pueda escoger una herramienta apropiada para hacerles frente de la mejor manera (con la mayor información posible).

Algunos de los modelos propuestos en la literatura se basan principalmente en estudios y simulaciones estadísticas debido a la incertidumbre asociada a cada riesgo. La dificultad aquí yace en ponderar de la manera correcta cada riesgo antes de que suceda. Klimov y Merkurjev (2008) por ejemplo proponen una simulación de eventos discretos que permita estimar la supervivencia en largos periodos dada una probabilidad en el caso de fallos en eslabones de la cadena de suministro. Aunque interesantes no tiene un valor realmente importante para las empresas ya que se asumen las probabilidades y carecen de un entendimiento a nivel sistémico de como una decisión en una parte de la cadena de suministro puede afectar a otra (no existe una interdependencia como en la realidad).

Wu y Olson (2008) usan simulación de Monte Carlo para evaluar los riesgos asociados a la selección de proveedores, en seguimiento a modelos similares de otras fuentes. Este tipo de modelos no se adaptan temporalmente al enfoque acotado. En el caso de modelos de sistemas dinámicos la mayoría de los estudios se centran con respecto al efecto látigo (Towill y Disney, 2008) o a problemas organizacionales (Kara y Kayis, 2008). Estos enfoques difieren del presentado en este estudio ya que aquí se busca localizarnos en un ambiente operativo dentro de un marco de manufactura. Finalmente, existen gran cantidad de investigaciones al respecto de la evaluación de estrategias logísticas para disminuir los riesgos en la cadena de suministro, por ejemplo, el uso de algoritmos genéticos por Tang et al (2008). Estos modelos aunque muy útiles para la selección de estrategias logísticas son difíciles de adaptar a problemas operativos debido al gran número de variables y sistemas humanos que atañen a éstos.

Ritchie y Brindley (2007) proveen un marco conceptual que es muy útil para manejar el riesgo en la cadena de suministro. Primero es necesario mirar el contexto y que mueve al sistema que se va a estudiar. Segundo, entendemos el impacto de los riesgos adversos en la organización. Tercero, consideramos el nivel de aversión al riesgo de la compañía. Después identificamos los riesgos que la compañía se siente competente de mitigar a través de estrategias y finalmente establecemos un monitoreo del desempeño del proceso.

Kleindorfer y Saad (2005) sugieren algo similar comenzando por especificar la naturaleza de las causas que generan riesgo. El siguiente paso es cuantificar el riesgo a través de una estructura disciplinada que incluya los lazos que disparan los riesgos. El tercer paso consiste en manejar el riesgo efectivamente a través de estrategias que se ajusten a las necesidades del ambiente. Finalmente políticas y procesos deben ser establecidos que

integren de una manera permanente y regular el entendimiento del riesgo y la coordinación a lo largo de la cadena de suministro.

2.4 Sistemas Suaves

Anteriormente se acotaron los riesgos a aquellos a los que la organización puede hacer frente de acuerdo a los enfoques de eslabón, lugar y temporalidad establecidos. En base a esto es necesario entender ahora como es que la organización entiende su entorno y los riesgos en los que su cadena de suministro está envuelta sin olvidar que estos pueden generarse a partir de las mismas relaciones existentes entre ambos, es decir no son solamente responsabilidad o generados por el proveedor. Es importante entender que existe una coparticipación a lo largo de toda la cadena de suministro y las decisiones que un eslabón toma pueden afectar al otro sin que el primero lo sepa. Todo esto se debe a que la cadena de suministro es un sistema organizacional humano.

“El manejo de la cadena de suministro es difícil ya que los riesgos individuales están en la mayoría de las veces interconectados” (Chopra y Sodhi, 2004). Por esto es importante entender cómo podemos representar los mecanismos con los que cuenta actualmente la empresa para entender los riesgos (aumentar su visibilidad) y hacer frente a ellos.

La metodología de sistemas suaves fue desarrollada por Peter Checkland y sus colegas en la Universidad de Lancaster en los 70s. “Fue desarrollada para modelar intervenciones en situaciones problemáticas encontradas por la gerencia en el contexto organizacional” (Lester, 2008). Según Michael C. Jackson, es tan importante el resolver la pregunta ¿qué debemos hacer? como la de ¿cómo hacerlo?. El proceso se centra en siete pasos cíclicos que forman un proceso de aprendizaje mostrado en la siguiente gráfica.

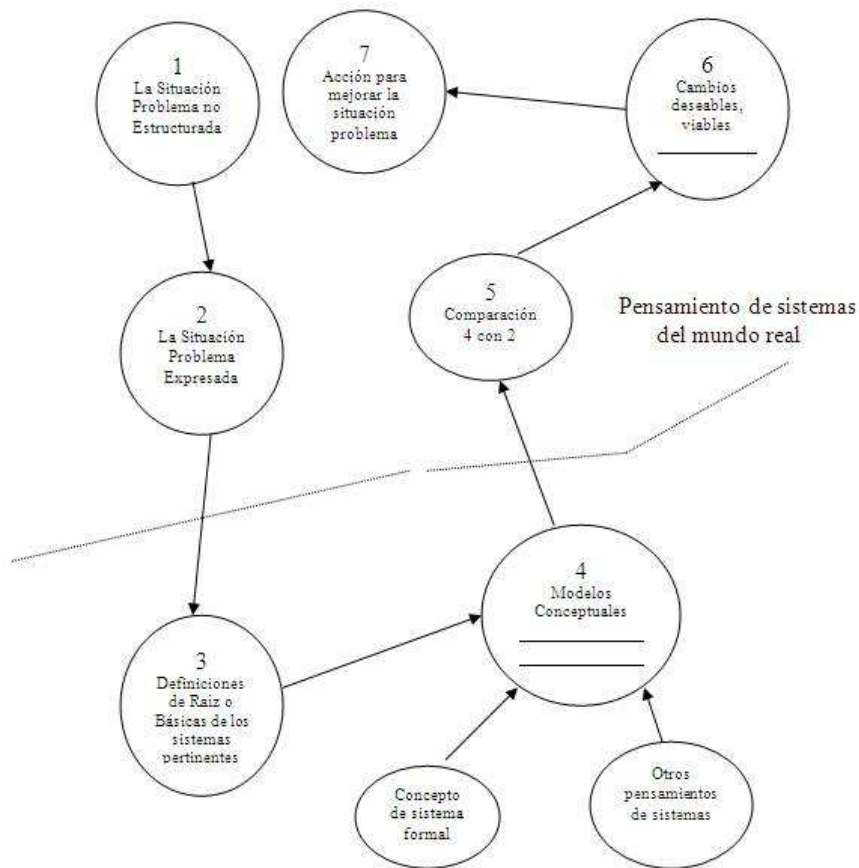


Fig. 5 El ciclo de aprendizaje del SSM (Jackson, 2003)

El manejo de la cadena de suministro puede ser un reto importante debido a la compleja y dinámica naturaleza de los sistemas con los que tiene interacción (Wu, 2006). Según Chopra y Sodhi mediante el entendimiento de la variedad e interconexiones de los riesgos de la cadena de suministros la gerencia puede diseñar estrategias de reducción del riesgo balanceada, efectiva y ajustada a la idiosincrasia de sus compañías. El SSM es óptimo para entender cómo se generan las relaciones dentro de un sistema humano. “La definición raíz debe ser formulada para capturar la esencia de un sistema relevante y asegurar así que se le dé la atención a los factores que lo conforman (CATWOE –Customers, Actors, Transformation Process, Worldview, Owners and Environmental Constraints)” (Jackson, 2003).

Entre los factores importantes que afectan la implementación de una estrategia se encuentran el aprendizaje organizacional, los sistemas de información y los métricos de desempeño (Manuj et al. 2008). El aprendizaje organizacional facilita la identificación y evaluación del riesgo. Aprendizaje organizacional – promover un flujo continuo de dialogo y cuestionamiento, analizar errores, buscar retroalimentación y comunicación que afecta los niveles de servicio del cliente (Ellinger, et al, 2002). La organización de Tecnologías de la información (IT por sus siglas en inglés) es crítica para la implementación de las estrategias de mitigación del riesgo y para una medición efectiva del desempeño de la cadena de suministro

(Edwards, et al, 2001). El proceso de gestión del riesgo – desde la identificación de los riesgos, selección de estrategias apropiadas hasta la generación de cambios estructurales necesarios en la cadena de suministro – es un proceso informático intensivo (Manuj et al. 2008). El reto yace en la habilidad de filtrar la información más importante. La generación del “Rich Picture” permite esclarecer este punto (acotar tipos de riesgo).

2.5 Auditorías a proveedores

El proceso de auditoría es esencial para proveer retroalimentación constante a la administración y participantes de la cadena de suministro (Kleinforder y Saad, 2005). El desempeño de las facilidades de manufactura así como el cumplimiento a los estándares previamente acordados. En el caso de la industria automotriz existen varias normas que rigen los sistemas de calidad de los proveedores, entre los que se encuentran la norma ISO TS-16949, ISO 14001 y los manuales de la AIAG (Automotive Industry Action Group).

Para generar una auditoría relevante es importante el utilizar equipos multifuncionales para evitar el sesgo operativo. Equipos multi-funcionales han sido identificados como una parte importante de la contribución de esfuerzos tales como la selección e proveedores y el diseño de producto (Burt, 1989).

Existen dos momentos donde tiene importancia auditar al proveedor para entender los riesgos: el primero es antes de asignar un negocio y es aquí donde la mayoría de la bibliografía se concentra. Este primer acercamiento cobra relevancia en las primeras fases del proceso de “sourcing” pero poca relevancia tiene una vez que la fase de producción está en efecto, ya que las condiciones iniciales de una empresa cambian con el tiempo. El segundo es durante el día a día de la operación y permite entender el riesgo como parte de la cadena de suministro, algo con lo que todas las compañías tienen que vivir. Banker y Kohsla (1995) identificaron el proceso de evaluación de proveedores como una importante decisión en el área de Operaciones. “La evaluación estratégica del desempeño de proveedores asiste a las compañías a mejorar sus operaciones a través de una variedad de dimensiones. Específicamente, ayuda a la mejora de los procesos de los proveedores, que a su vez mejoran el desempeño de las compañías y permite una utilización óptima de los programas de desarrollo de proveedores y asiste a la gerencia en la reestructuración de su cadena de suministro” (Narashiman, et al. 2001). Basado en una revisión de 74 artículos para la evaluación de proveedores Weber et. Al (1991) concluyen que la calidad es el factor más importante para entender el desempeño de los proveedores, seguido por las entregas y el costo.

En el último par de años Toyota se vio envuelto en una serie de problemas de calidad sin precedentes que llego a afectar su reputación. “La automotriz japonesa ha revelado que a partir de esto empezó a auditar a sus proveedores en cuanto a calidad, y sin sorpresa alguna encontró algunas diferencias entre sus expectativas y la realidad” (Evans, 2010). Encontramos aéreas donde tal vez existía un mal entendimiento acerca de ciertos aspectos de los procesos, dijo Dino Triantafyllos, Vicepresidente de Calidad de Producto para Norteamérica de Toyota a

la revista Businessweek. Finalmente menciono que si estas mejoras se hubieran realizado hace algunos años no hubieran pasado por estos recientes problemas.

La compañía comenzó la investigación con proveedores cuyas partes representaban un riesgo más alto. Principalmente aquellas que involucraban un sistema de seguridad tales como frenado, dirección o cinturones de seguridad. La compañía llevaba auditada una tercera parte de sus proveedores para finales del 2010 y mencionó que expandiría esta iniciativa a sus 700 proveedores una vez que hubiera terminado con aquellos de alta prioridad.

Otro ejemplo de una compañía automotriz que ha tomado muy seriamente el proceso de auditoría es Hyundai Motors quien en los últimos 5 años ha incrementado 25% su calificación de calidad de acuerdo a estudios de percepción de calidad (PQS por sus siglas en inglés) publicadas por terceras partes como ALG (Wulffson, 2012). Según estudios de benchmarking realizados por la oficina de compras de Chrysler-Fiat basada en Corea del Sur una de las principales razones para este cambio positivo para Hyundai Motors ha sido su programa para proveedores conocido como 5 Stars. Este proceso involucra una muy detallada y sistémica serie de auditorías a proveedores que engloban condiciones de entregas y calidad. Este proceso permite a Hyundai Motors conocer el riesgo dentro de su cadena de suministro, asegurar el cumplimiento de estándares de ingeniería y finalmente motivar a los proveedores para mejorar. Este último punto se logra mediante ligar el desempeño de los proveedores en las auditorías de 5 Stars con la posibilidad de ganar nuevos negocios. De esta manera, aquellos que están mejor calificados reciben oportunidades de negocio más rentables mediante mejores precios, así como plazos de pago más cortos, mientras que los peores proveedores se ven afectados con plazos más largos de pago y restricción en nuevos contratos.

3. Modelo Propuesto

3.1 Introducción al modelo

Frecuentemente, la gestión de riesgos se enseña desde un punto de vista matemático con prácticamente ninguna explicación de cómo hacer frente a los riesgos que se acoplan entre sí. La gestión de riesgos en la vida real es mucho más que señalar un evento específico de interés y la estimación de la posibilidad o probabilidad de que ocurra, y contemplando sus consecuencias. Para la mayoría de los directivos, la probabilidad de 1 en 10,000,000 de que un evento específico pueda ocurrir significa poco. Sin embargo, puede estar claro de que un evento con una probabilidad de 1 en 10,000 es más probable de ocurrir. Pero, ¿qué significa realmente cuando reafirmamos esto diciendo que el último evento es 1,000 veces más probable de ocurrir que el primero? Desafortunadamente, aún esta afirmación tiene un pequeño significado práctico para muchos directivos. Es por esto del enfoque en las técnicas cualitativas del manejo de riesgos y se considera el cómo usar esas técnicas para un mejor efecto.

Lo que es de mayor valor para los gerentes es tener una visión muy desarrollada de los riesgos en la vida real. Los riesgos en vida real están típicamente acoplados entre sí y operan

en combinaciones. Los riesgos en vida real son sistemáticos y dinámicos en la naturaleza. Necesitamos entender qué situaciones inesperadas pueden ir en conjunto, frecuentemente después de un periodo indeterminado de retraso, y que las consecuencias de estas, pueden ser indeseables o hasta desastrosas.

De manera general han sido desarrollados varios modelos de mitigación del riesgo, el objetivo no era encontrar uno totalmente novedoso, sino construir sobre lo ya explorado y así generar una propuesta de valor que sirviera como ejemplo de cómo ahondar en un tema que aunque sumamente estudiado pocas veces se adentra en la aplicación. De manera general se utilizó el modelo de AIRMIC, 2002 como base para el modelo propuesto. Este modelo es fundamentalmente utilizado para el análisis de riesgos financieros. Este modelo se separa en cuatro fases pero Hallikas et al. (2004) sugieren añadir a este modelo un primer paso que incluye la identificación inicial del riesgo. En esta primera fase es importante asegurar que la identificación del riesgo y los subsiguientes pasos para la mitigación del riesgo vayan alineados a los objetivos de la cadena de suministro que la compañía tiene. Es por esto que la taxonomía del riesgo antes realizada cobra relevancia.

De esta manera el modelo base usado fue (AIRMIC):

- a) Identificación del riesgo
- b) Entendimiento del riesgo a través de un análisis del riesgo y evaluación
- c) Reporte del riesgo y toma de decisiones
- d) Tratamiento del riesgo
- e) Monitoreo del riesgo

El modelo propuesto es el siguiente:

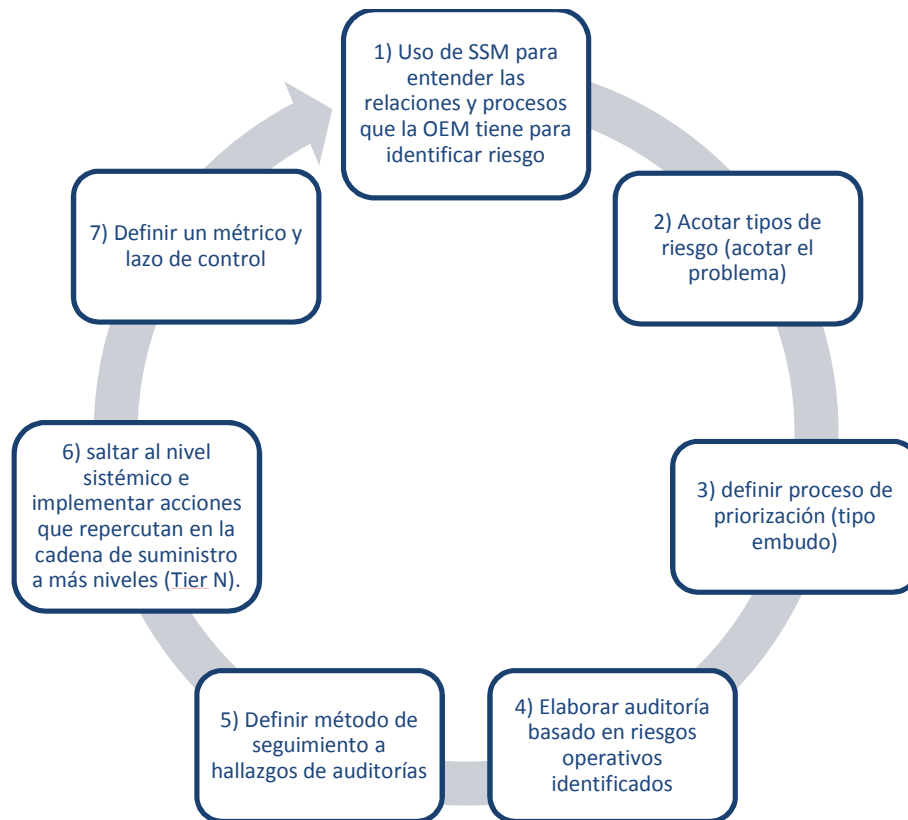


Fig. 6 Modelo de mitigación del riesgo en la cadena de suministro automotriz (Creación propia)

3.2 Uso de SSM para entender las relaciones y procesos que la OEM tiene para identificar riesgo

Para realizar el primer paso en el modelo se utiliza la metodología de sistemas suaves (SSM por sus siglas en inglés).

Mediante el uso de sistemas suaves se busca desarrollar un marco de trabajo donde las distintas áreas de la organización así como sus métodos de comunicación hacia la proveeduría e internamente se muestren mediante una representación gráfica que facilite el entendimiento de las relaciones y sistemas de retroalimentación existentes.

Este modelo permitió entender no solo que mueve a la cadena de suministros denotado como el “Weltanschauung” o “Worldview” si no las relaciones que alimentan al sistema y el cómo esta información son utilizadas por la empresa. Todo esto acotado por los enfoques antes mencionados.

El primer paso para generar el “Rich Picture” fue el determinar el “CATWOE”

C – Cliente – Organización de abastecimiento (compras, calidad a proveedores, control de producción y logística)

A – Actor – Organización de abastecimiento (compras, calidad a proveedores, control de producción y logística)

T – Transformación – Transformar la información desorganizada recolectada por la organización en información organizada

W – “Weltanschauung” Visión del mundo - permita tomar decisiones asociadas a la mitigación de riesgo en la cadena de suministro.

O – Dueño del proceso – Organización de abastecimiento (compras, calidad a proveedores, control de producción y logística)

E – Medio ambiente – Mercado, Plantas de ensamble, Proveedores, legislaciones y política.

De esta forma la definición Raíz queda de la siguiente forma:

Un proceso de la organización de abastecimiento que permita transformar la información desorganizada, recolectada mediante los mecanismos existentes en la compañía, para facilitar la toma de decisiones asociadas a la mitigación de riesgo en la cadena de suministro automotriz dentro del margen del mercado, operaciones, legislaciones y política vigente.

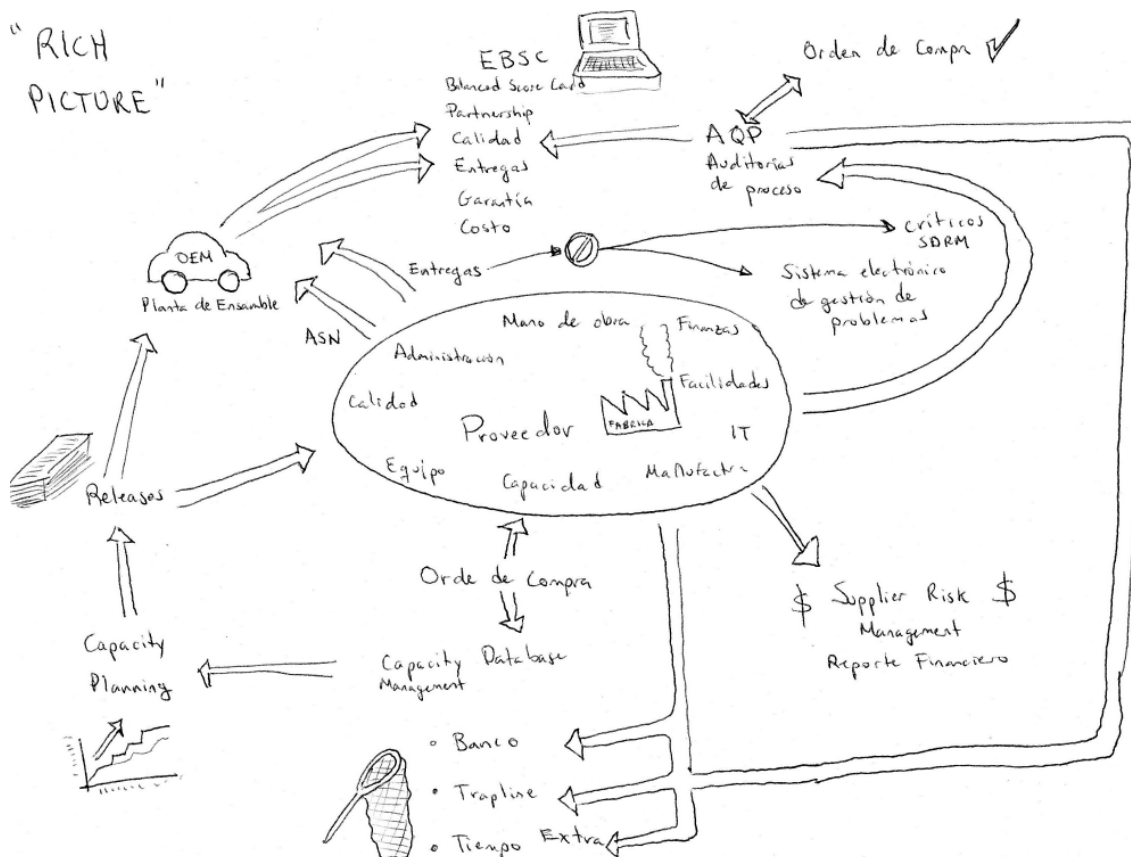


Fig. 7 “Rich Picture” del sistema de información de riesgos de la OEM (creación propia)

El sistema de información gira alrededor de los proveedores. El proveedor a su vez es un subsistema regido por múltiples factores tales como la administración, mano de obra,

finanzas, calidad, facilidades, sub proveedores, equipo, capacidad, sistemas de tecnología y manufactura.

El contrato u orden de compra que se genera con los proveedores y a partir de alimenta a la base de datos de gestión de la capacidad que junto con las proyecciones de ventas son una entrada de la planeación de la capacidad. Siendo el primero la restricción del sistema y la segunda la demanda que mueve al sistema. Esto se convierte en ordenes de producción que van tanto a los proveedores como a la planta de ensamble. El primero ve el universo de partes que necesita ordenar a los proveedores en base a la lista de materiales (Bill of Materials) así como el producto final, mientras que el segundo tiene la misma visibilidad que la planta para requerir sus subcomponentes y planear su producción. El proveedor envía 2 cosas a la planta de ensamble: información de lo que va a embarcar en la forma de un ASN (Advanced shipping notice) y partes. En el caso de una no conformidad en cualquiera de los productos del proveedor (información o productos) estas se documentan en el sistema electrónico de problemas, lo cual permite tener un registro de los eventos, sus causas y acciones correctivas. El desempeño de los proveedores se registra en el “Balanced Score Card”. Finalmente existen otros sistemas de información como la planeación avanzada de la calidad y su proceso de auditoría que valida que la producción de los proveedores cumpla con las órdenes de compra y los reportes financieros de los proveedores que fuentes externas generan a petición de la OEM.

Como se puede apreciar en el “Rich Picture” existen varios sistemas de información sobre el riesgo dentro de la compañía pero muchos de ellos terminan en lazos abiertos, donde la comunicación no sirve para tomar una decisión. El principal hallazgo del uso de esta metodología es la necesidad de crear un mecanismo que permita categorizar los niveles de riesgo en base a las distintas fuentes de información y reaccionar en base a estas. Este punto será incluido dentro de la metodología como el proceso “embudo”. La identificación de los mecanismos de recolección de información sobre el riesgo también permitió asegurar su permanencia, ya que algunos de estos procesos eran cuestionados por la gerencia.

3.3 Acotar tipos de riesgo

Usando la taxonomía propuesta en este trabajo, el presente estudio busca centrarse en el proceso de manufactura bajo el ciclo de la incertidumbre, en el lado de operación interna y temporalmente en el periodo de manufactura.

Para llegar a esta conclusión se desarrolló un Pareto con los riesgos causantes de la mayoría de los problemas experimentados en los últimos dos años por la OEM. Este Pareto se desarrolló mediante la recolección manual de las causas raíces de los problemas que generaron paros de planta (más de una hora de producción) o micro paros (menos de una hora de producción) durante los años 2009 al 2010 en base a las bases de datos identificadas mediante el uso de la metodología de sistemas suaves. Debe remarcarse que el primer grupo afectando a la OEM en los últimos dos años fue de carácter externo natural (desastres naturales), como lo fue la inundación de Tailandia, el Tsunami en Japón y el incendio en la

planta de Evonic (mencionados anteriormente), pero debido a su naturaleza incontrolable se decidió enfocarse al segundo grupo con mayor incidencia como arriba se indica.

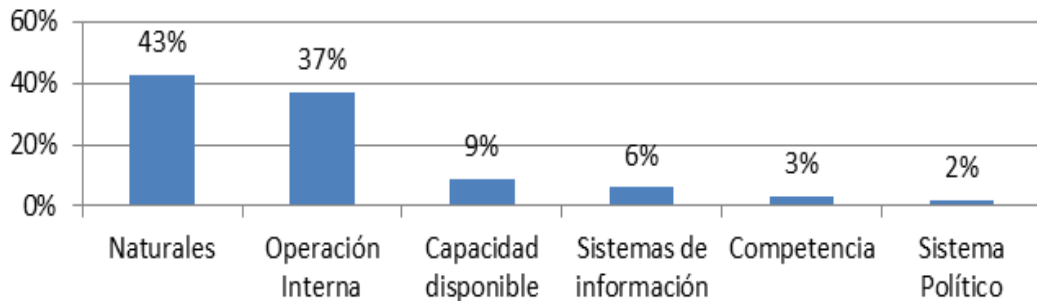


Fig. 8 Pareto de causas de interrupciones en la OEM de acuerdo a Taxonomía de Olson y Wu (Creación propia)

En base a esto y el análisis de los tres enfoques bajo los que se decidió estudiar los riesgos en la cadena de suministro según la taxonomía propuesta se acotaron los riesgos de la siguiente manera:

- a) Primero el enfoque de eslabón, enfocado al abastecimiento.
- b) El segundo siendo el enfoque temporal, dónde se decidió acotar el problema a eventos de manufactura.
- c) Finalmente en el enfoque de lugar, se acotará el problema a los riesgos internos: Capacidad disponible, operación interna y sistemas de información.

Este paso es de suma importancia ya que nos ubica en un marco de referencia y permite justificar la novedad científica que presenta este modelo.

3.4 Definir proceso de priorización

En la cadena de suministro para poder realizar una gestión del riesgo es necesario tener visibilidad completa de las vulnerabilidades dentro de esta. El proceso de mitigación del riesgo debe actuar como un embudo que permita descubrir y cuantificar los peligros existentes en la cadena de suministro extendida con el fin de tomar acciones efectivas desde el punto de vista del costo para reducirlas en la medida de lo posible (Kleindorfer & Saad, 2005). La OEM cuenta con más de 2400 proveedores lo cual genera un problema para empezar a entender el riesgo. Una manera de identificar qué relaciones (proveedores) serían las primeros en investigar fue determinada dentro de este modelo. Este proceso al que se denominó “tipo embudo” planteo la necesidad de obtener un listado de proveedores (universo de proveedores inicial) y pasarlo por una serie de filtros para así terminar con una lista de candidatos representativos con mayor riesgo para así seguir adelante con la metodología (auditoría de estos proveedores).

En base al diagrama de “Rich Picture” generado anteriormente y a entrevistas que formaron parte de la realización de este se identificaron los siguientes filtros:

- a) Base de datos de gestión de la capacidad – Este sistema permite identificar proveedores trabajando en patrones (horas por turno y turnos por semana) por arriba de lo estipulado en la orden de compra, proveedores generando un banco de partes para hacer frente a un pico en la demanda o proveedores que contestaron a un incremento de la demanda con la necesidad de comprar herramental adicional para hacerle frente. Este sistema sirve como una red que ayuda a compras a entender como los proveedores harán frente a incrementos en la demanda de las plantas de ensamble. El inconveniente de este proceso es que depende de un grado de entrenamiento y compromiso de parte de los proveedores para estar revisando la información que se les envía de manera periódica y contestar de la mejor manera posible.
- b) Sistema electrónico corporativo de gestión de problemas. Este sistema permite identificar a los proveedores que han presentado problemas de abastecimiento durante el periodo 2009 – 2011 ya que todos los paros de planta quedan registrados en esta base de datos así como la causa raíz y acciones correctivas que tomo el proveedor para hacer frente a esa contingencia.
- c) Retroalimentación de desempeño de proveedores de las plantas de ensamble. Cada planta genero un listado de 10 proveedores más críticos en cuanto a abastecimiento o que representaban un mayor riesgo debido a la falta de coordinación o comunicación que existía con ellos.
- d) Listado de proveedores con riesgo financiero identificado por el área de Gestión de Riesgo de proveedores. Usualmente cuando un proveedor cae en problemas financieros deja de realizar actividades que aseguran la continuidad de la organización en su afán por reducir costos. Entre estas actividades se encuentran el mantenimiento, la compra de insumos, pago a personal y proveedores, etc.
- e) El listado de proveedores con el desempeño acumulado más bajo del Balanced Score card no fue utilizado, ya que incluía otros factores como costo, asociación y garantía.

En base a este listado priorizado fue más fácil saber por dónde comenzar. Aunque la meta del equipo es auditar a todos los proveedores y de alguna forma “tocarlos,” este proceso permitió llevar un orden. Se empezó por aquellos proveedores que representaban un mayor riesgo (debido a la incertidumbre que se tiene con respecto a ellos) para la OEM. También se debe de tener un mayor logro en menor tiempo al concentrarse en aquellos proveedores que históricamente han generado problemas.

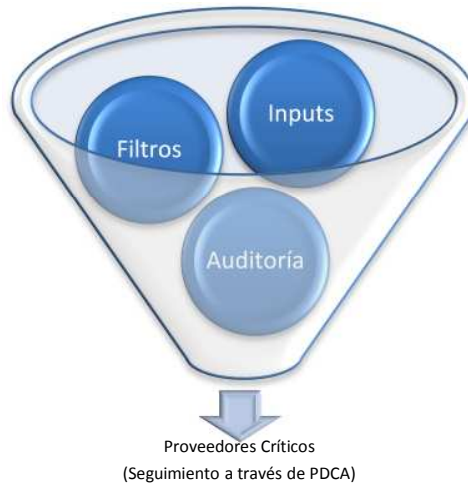


Fig. 9 Método de embudo (creación propia)

3.5 Elaborar forma de auditoría basado en riesgos operativos identificados

La identificación de lazos de retroalimentación (feedback loops) positivos y negativos dentro de la operación fue importante para el desarrollo del formato de auditoría. Dentro de la búsqueda bibliográfica se encontró el siguiente sistema suave desarrollado por Kara, Kayis y Gomez que permite la identificación de distintos lazos de retroalimentación negativos que encierran a los proveedores en un círculo vicioso que requiere de una energía anormal para romper con ellos. Entre los lazos más importantes encontramos que el trabajar en patrones no estándar (7 días a la semana las 24 horas del día) conlleva a un cansancio de los operadores, lo cual puede guiar a un ausentismo o a problemas de calidad que a su vez lleven al proveedor a seguir trabajando alrededor del reloj. De la misma manera este tipo de patrones de trabajo afectan la eficiencia de las máquinas ya que al no tener mantenimiento en tiempo y forma sufren desperfectos que nos llevan a tiempos muertos o problemas de calidad que terminan en baja de producción. Este tipo de relaciones se han observado en varios casos dentro de la OEM y refuerzan la necesidad de incluir estos aspectos dentro del formato de auditoría para identificar estos factores de riesgo que pueden conformar un círculo vicioso dentro de la manufactura de un proveedor.

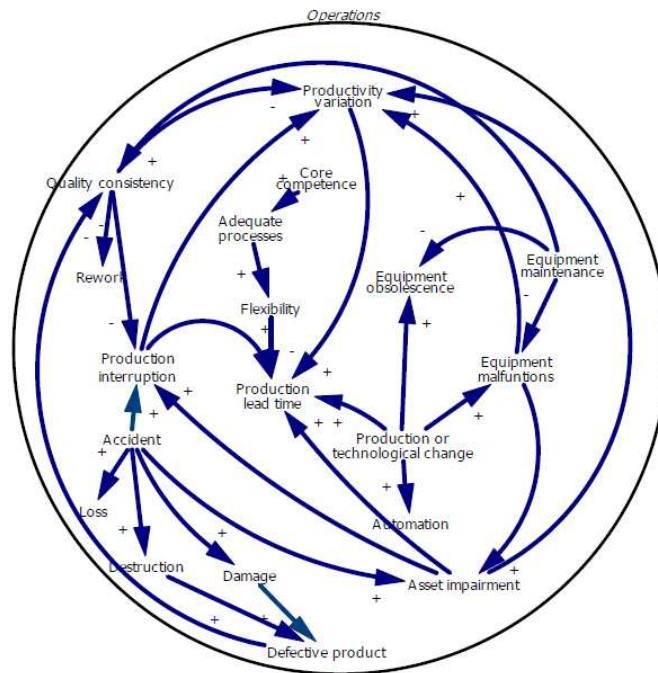


Fig. 10 Muestra de las interacciones de factores operacionales (Kara, Kayis y Gomez, 2008)

Debido a esto se desarrolló dentro de la OEM un proceso de auditoría más detallado limitado por el marco de referencia previamente identificado (eslabón, lugar y temporal). Esta auditoría completa puede ser encontrada en inglés en el Apéndice.

Lo parte más crítica de la identificación del riesgo es indagar en las preguntas correctas (Manuj, 2008). Para su desarrollo 10 ingenieros de distintas áreas como Calidad a Proveedores, Compras, Logística, Control de Producción e Ingeniería del producto fueron reunidos además de 5 representantes de los proveedores con mayor negocio de la OEM. El “expertise” de distintas disciplinas y áreas funcionales dentro y fuera de la organización son requeridas para hacer frente a una gran diversidad de problemas relacionados al proceso y producto (Hines, 1994). Siguiendo un concepto planteado por Matook et al. (2008) a este grupo interdisciplinario le fue mostrada una lista de los típicos riesgos encontrados en la literatura dentro de la cadena de suministro (Tabla 1 – Apéndice), así como la figura 8. En base a este listado el grupo decidió agrupar los riesgos en familias para facilitar su identificación y estudio, quedando de la siguiente manera:

- 1) Mano de Obra (Manpower)
- 2) Administración (Management)
- 3) Calidad (Quality)
- 4) Equipo (Equipment)

- 5) Capacidad (Capacity)
- 6) Manufactura (Manufacturing)
- 7) Facilidades (Facilities)
- 8) Cadena de suministro (Supply Chain)
- 9) Contenedores/Logística (Containers/Logistics)

Tras terminar con el borrador, este cuestionario se comparó contra las causas de los más recientes problemas de abastecimiento, los cuáles como se puede observar en el “Rich Picture” están contenidos en el sistema electrónico de lecciones aprendidas conocido internamente como e-CIMS (por sus siglas en inglés – electronic corporate issue management system). Este sistema documenta los paros de planta mediante el uso de metodología de los 8 pasos y permite definir una causa raíz, lo cual fue el punto de partida para llevar a cabo esa corroboración de las preguntas estipuladas en el cuestionario desarrollado. Después de esta comparación se hicieron los toques finales para darle coherencia y estructura y fue publicado internamente (Tabla 2 – Apéndice).

3.6 Definir método de seguimiento a hallazgos de auditorías

En adición a considerar un grupo de riesgos en la cadena de suministro, las compañías deben tomar las acciones correctas para mitigar el riesgo, a lo que la literatura conoce como “respuestas de la gerencia” (Ritchie y Brindley, 2007). Para asegurar la efectividad del modelo, este debe ser integrado a las rutinas diarias de la organización, de manera proactiva y continua (Matook, et. al., 2008). El manejo del riesgo provee transparencia que debe ser utilizada para crear un entendimiento y estado de alerta hacia el riesgo entre todos los empleados, ya que solo así se podrá actuar de manera rápida entre todos los niveles de la organización.

El seguimiento a los hallazgos debe ser puntual y para evitar la falta de comunicación al consolidar la información se definió una herramienta estándar para su seguimiento. En este sentido la herramienta que se utilizó como parte del modelo es el ciclo de Deming también conocido como PDCA (por sus siglas en inglés - Plan-do-check-act). Cada ingeniero dio seguimiento a sus hallazgos usando este formato con las distintas áreas de la compañía, entre las que se vieron incluidas en este seguimiento están compras, logística, producción, control de producción, ingeniería y calidad a proveedores.

Esta herramienta que nació en los 50's sigue teniendo gran vigencia ya que sus principios fundamentales se centran en el concepto de la calidad (Goessi, 2009). Este modelo está construido a partir de lazos continuos que aseguran que los procesos sean revisados frecuentemente. Esto es benéfico para las organizaciones ya que si algo cambia o no es benéfico para las organizaciones puede ser cambiado. También reduce las posibilidades de que algo que no está funcionando correctamente no sea pasado de largo. Es aquí donde se

encuentra la fortaleza de esta herramienta ya que permite junto con el apoyo de la gerencia romper con aquel Status Quo que evita el cambio dentro de la empresa. Esta herramienta es también una parte fundamental dentro del sistema de operaciones de la OEM, conocido como Manufactura de Clase Mundial (WCM por sus siglas en inglés).

3.7 Saltar al nivel sistémico e implementar acciones que repercutan en la cadena de suministro a más niveles (Tier N)

Parte del análisis de los resultados involucrará la revisión de Paretos de las principales causas para hacer extensivas las lecciones aprendidas con el resto de la proveeduría a través de acciones sistémicas. Este proceso permite tener una visión más global del negocio y apalancarse en el conocimiento puntual para desarrollar al resto de la proveeduría y por ende mitigar el riesgo de la cadena de suministro.

Aunado a esto fue necesario implementar mecanismos para que todos dentro de la empresa entendieran que se está haciendo y el cómo. Una serie de conferencias virtuales (Webinars) fueron dados para lanzar esta iniciativa a las áreas de la empresa que lidian con la base de proveedores entre los que figuraron: finanzas, cuentas por pagar, compras, calidad a proveedores, manufactura, producción, logística, ingeniería del producto, control de producción y calidad corporativa. La idea de estas conferencias virtuales fue no solo explicar la iniciativa sino hacer hincapié en que se requería del apoyo de todos para revisar los resultados de las auditorías y entender cómo podían hacer frente todos desde su trinchera en esta lucha por mitigar el riesgo.

El contenido de estas conferencias se enfocaba en tres aspectos:

- a) Reforzar la necesidad de entender los riesgos dentro de la cadena de suministro y la importancia de la participación de toda la proveeduría, desde los niveles Tier 1 hasta las materias prima.
- b) En base a los hallazgos con mayor incidencia de las auditorías realizadas previamente se pedía hacer énfasis en ciertos aspectos de la operación como listados de piezas de refacción, rastreabilidad del material, etc.
- c) Se informaba a la proveeduría de posibles retos en los siguientes meses como aumentos de producción, cambios de planes de producción de la armadora, etc. Al final se pedía que se comunicarán con su comprador en caso de que percibieran algún riesgo asociado a estos cambios.

De esta forma no solo se utilizó el foro para reforzar un mensaje si no que se daba aviso de posibles riesgos en los que era importante su involucramiento para entender más al respecto de qué forma podrían impactar.

3.8 Definir un métrico y lazo de control

El último paso que se llevó a cabo en este modelo fue el establecer un proceso de retroalimentación para tener una medida periódica de los avances aquí presentados. El desarrollo de este método de evaluación puede ser objeto de un estudio más profundo posterior y presenta retos particulares como la relación al Balanced Score Card u otras metodologías similares. A nivel estratégico el progreso de esta metodología se llevará en base al número de unidades perdidas mensuales por problemas de abastecimiento. Esta información se recopilará de manera mensual de los reportes eCIMS antes mencionados así como los reportes de pérdidas de producción que las plantas generan mensualmente. Por otro lado se vio la necesidad de estipular un método de seguimiento operativo que permita conocer si se retrasa el número de auditorías realizadas. Este proceso es solo una parte de la metodología y para cerrar el ciclo también se llevará un control del PDCA específico y a nivel sistémico que se generaron con el fin de saber que actividades quedan pendientes por realizar y quien es el responsable. De esta forma podemos ver cómo va fluyendo a través del modelo el plan de auditorías, la solución de los problemas identificados asociados a un riesgo, una medición de la eficiencia de este proceso y finalmente el mejoramiento continuo.

Finalmente a nivel estratégico para entender si el modelo cumplía con los lineamientos planteados por la empresa se determinó que el número de unidades perdidas mensualmente se estaría monitoreando. De esta manera se puede entender el impacto que este modelo tiene dentro de la organización y justificar su continuidad.

4. Resultados y Análisis

Con el fin de motivar a las empresas a asegurar sus cadenas de suministro, las estrategias robustas deben de ser desarrolladas con al menos dos propósitos en mente (Tang, 2006).

4.1 Validación de reducción de costo de embarques expeditados

El primero de estos es que la estrategia debe ayudar a reducir el costo y/o mejorar la satisfacción del cliente en situaciones normales. Para esto es necesario entender que beneficios ha tenido el cliente. Una forma de medir esto es mediante el costo en embarques expeditados asociados a interrupciones. Normalmente es mucho más barato para las OEM hacer uso de embarques aéreos o en camiones con doble conductor que el enviar el material por medios comunes y parar una planta de ensamble de autos o motores. Para esto se realizó una prueba de hipótesis con un nivel de confianza del 95% comparando el costo en expeditados en los primeros seis meses del 2011 vs el segundo semestre y se espera un descenso, que a final de cuentas repercutirá en el bolsillo tanto de los proveedores como de la OEM y en ahorros en logística.

Hipótesis - ¿El uso de esta metodología disminuye el monto asociado a embarques expeditados debido a problemas en la cadena de suministro?

Hipótesis Nula: $H_0: \mu = \mu_0$

Hipótesis Alternativa: $H_1: \mu \neq \mu_0$

Two-sample T for 1era Mitad vs 2nda Mitad

	N	Mean	StDev	SE Mean
1era mitad	6	4.00	1.10	0.45
2nda mitad	6	1.50	1.38	0.56

Difference = μ (1era mitad) - μ (2nda mitad)

Estimate for difference: 2.500

95% CI for difference: (0.874, 4.126)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 3.48 P-Value = 0.007 DF = 9

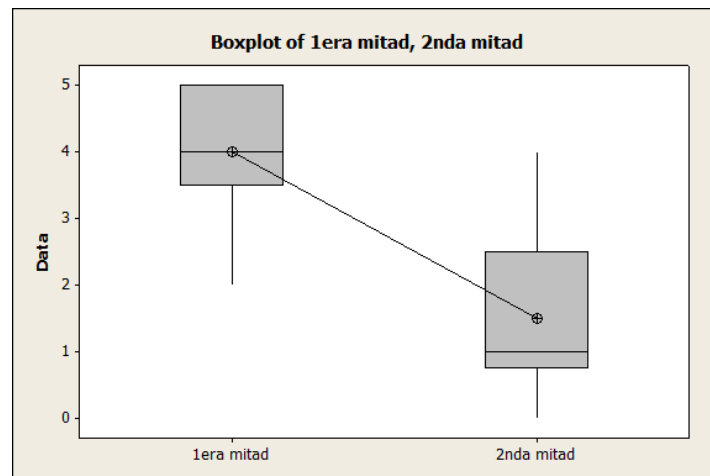


Fig. 11 Boxplot Prueba de hipótesis “¿Disminuirá el monto asociado a embarques expeditados?”

El valor de P está por debajo del nivel de significancia y del gráfico se puede observar que si existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media del monto gastado en expeditados en la primera y la segunda mitad del año. Aunque probablemente hayan existido variaciones en el costo de la gasolina y otros insumos que puedan afectar el costo por kilómetro de la transportación, estos se han considerado no significantes para este estudio después de consultar uno de los responsables del área de logística de la OEM. Es importante observar que aunque el rango tuvo un incremento en la segunda mitad los primeros dos cuartiles presentan un valor de 1, por lo que podemos decir que aunque seguimos teniendo casos de expeditados con costos muy altos, estos son mucho más esporádicos.

4.2 Validación de robustez de la cadena de suministro

El segundo propósito según Tang (2006) es que las estrategias deben permitir a la compañía mantener sus operaciones durante y después de una interrupción mayor. Con esto en mente la segunda herramienta que usamos para entender el beneficio es una prueba de hipótesis comparando el número de unidades pérdidas seis meses antes y seis meses después de implementar la metodología sugerida con un nivel de significancia del 95%. Esto debe indicar si la cadena ha adquirido fortaleza para hacer frente los problemas encontrados tras y durante una interrupción en esta.

Hipótesis - ¿El uso de esta metodología disminuye el número de unidades pérdidas debido a problemas en la cadena de suministro?

Hipótesis Nula: $H_0: \mu = \mu_0$

Hipótesis Alternativa: $H_1: \mu \neq \mu_0$

Two-sample T for 1era Mitad vs 2nda Mitad

	N	Mean	StDev	SE Mean
1era Mitad	8	1559	1533	542
2nda Mitad	8	794	742	262

Difference = mu (1era Mitad) - mu (2nda Mitad)

Estimate for difference: 765

95% CI for difference: (-577, 2106)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 1.27 P-Value = 0.233 DF = 10

De acuerdo al valor de P aceptamos la hipótesis nula, es decir no podemos decir que las medias sean diferentes con un 95% de probabilidad, pero podemos ver que la dispersión de los datos se redujo significativamente. Esto se aprecia en el siguiente "boxplot" donde los bigotes de la primera caja son mucho más largos que los de la segunda, además de que los cuartiles son más largos. Podemos observar también que aunque no se ve un cambio significativo entre los primeros dos cuartiles, el tercero y el cuarto crecen mucho en los datos "1ra mitad" por lo que podemos concluir que tenemos menos dispersión de los datos aunque la media de ambas poblaciones no tienen una diferencia significativa estadística después de aplicar la metodología propuesta.

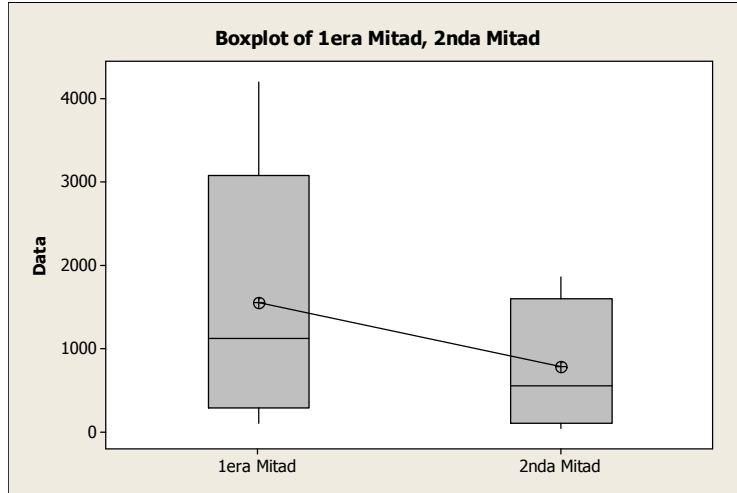


Fig. 12 Boxplot Prueba de hipótesis “¿Disminuirá número de unidades pérdidas?”

4.3 Acciones tomadas en base a los hallazgos

Pero no solamente es importante entender los resultados desde una perspectiva estadística que permita hacer conclusiones con un nivel de probabilidad dado. La mayor fortaleza encontrada a este modelo y es aquí donde difiere de la mayoría de los estudios encontrados en la bibliografía yace en la categorización de los riesgos y encontrar patrones que permitan tomar medidas a nivel sistémico, del cual hablaremos más tarde.

En la siguiente tabla podemos observar los resultados de las auditorías de los primeros seis meses. El agruparlos de esta forma es una herramienta poderosa ya que permitirá entender cuáles son los principales riesgos afectando a los proveedores, aunque no necesariamente indiquen que estos ya tuvieron una repercusión dentro de la OEM.



Fig. 13 Hallazgos de la auditoría a proveedores (creación propia)

Riesgos por área de responsabilidad	
Falta de contenedores	47
Orden de compra errónea	15
Falta de 5S's	15
Falta de entrenamiento en la base de datos de capacidad	14
Problemas de calidad	9
Falta de capacidad	8
Problemas con "releases"	4
Otros	12

Fig. 14 Hallazgos a nivel sistémico de la auditoría (creación propia)

Algunos de los principales problemas encontrados se reportan en la tabla anterior. Como un último paso de la metodología las diferentes áreas que participaron en el proceso (identificadas en el "Rich picture") tuvieron tiempo para revisar los problemas asignados a cada una de sus áreas para tratar de encontrar un patrón y llevarlo a un siguiente nivel. Este nivel se conoció como "Nivel sistémico" y la idea radica en llevar los problemas particulares a un estado donde se puedan agrupar y tomar acciones que afecten un mayor número de proveedores. Estas acciones involucraron un mayor número de recursos y tiempo pero ayudarán a que eviten riesgos recurrentes en la cadena de suministro. El equipo de trabajo sigue trabajando en algunas actividades a este nivel, pero algunas de las acciones a nivel sistémico ya identificadas de acuerdo al análisis de la información anterior son las siguientes:

- a) Compra de más equipo retornable (contenedores) para evitar falta de embarques a tiempo por la falta de este. La OEM es la dueña del equipo retornable en el que las autopartes se embarcan a las plantas de ensamble, estampado o motores y tiene una cláusula en sus órdenes de compra mediante la cual permite la compra de equipo desechable para evitar el desabasto si no existe una flota adecuada. Evitar el uso de contenedores desechables con los cuales la empresa incurre en un gasto adicional (madera, papel VCI, etc.).
- b) Entrenamientos a proveedores en los sistemas de comunicación de cambios en el volumen "Capacity Database". Se identificó que muchos proveedores no estaban contestando correctamente a las variaciones de la demanda a mediano- largo plazo y por lo tanto existían situaciones sorpresivas donde un proveedor no había solicitado o implementado herramental y equipo capital adicional para cubrir la demanda. En la mayoría de las veces al no saber leer correctamente el sistema se respondía que se podía cumplir con tiempo extra o con la capacidad actual, lo cual reducía el tiempo de mantenimiento y/o descanso de los operadores, creando riesgos adicionales como paros de equipo o ausentismo del personal.
- c) Apoyo a proveedores con problemas de alto "scrap" mediante el trabajo conjunto con un equipo de Chrysler de solucionadores de problemas utilizando la metodología Shainin®. Esta metodología se acerca un poco al Seis Sigma en su capacidad analítica y uso de herramientas para la solución de problemas. Pero

difiere en cuanto a cómo converge sobre la solución. Mientras que Seis Sigma utiliza un proceso conocido como DMAIC, Shainin® se fundamenta en el “juego del diccionario”, es decir la búsqueda de diferencias entre piezas “conformes” y “no conformes”. Esta separación o búsqueda del contraste permite al equipo de solución de problemas encontrar que causa el problema de manera más rápida que metodologías tradicionales, aunque su enfoque es más corto que el Seis Sigma, ya que este último permite modelar y entender un sistema mediante las matemáticas.

- d) Evaluación de sub proveedores en conjunto con la OEM. Después de haber detectado varios problemas de abastecimiento causados por Tier N (2,3, etc.) la OEM decidió colaborar con sus Tier 1 en una iniciativa que permitiera permear sus actividades en la cadena de suministro. De la misma forma que la OEM está yendo a auditar a sus proveedores de manera proactiva para entender sus riesgos se le enseña a los sub proveedores como auditar los suyos. De esta manera el sistema entra en resonancia, expandiendo su entendimiento de los riesgos dentro de su cadena y a su vez reforzando la necesidad de que cada quien debe cuidar sus proveedores reforzando sus métodos de comunicación. El primer paso de esta iniciativa se dio con los proveedores que causaron problemas de abastecimiento debido a sus Tier N y se espera replicar en una mayor población conforme se puedan asignar recursos a esta actividad. Esta es probablemente la iniciativa más difícil de implementar de las anteriores ya que implica el mayor nivel de colaboración entre la cadena de suministro, pero si se lleva a cabo adecuadamente es donde los mayores frutos pueden ser obtenidos, ya que los esfuerzos de una compañía se multiplicarán a través de la cadena de suministro.
- e) Renegociación de múltiples contratos (Órdenes de compra) ya que se identificó que algunos proveedores no estaban cumpliendo en la parte de capacidad con las metas fijadas en estos así como los patrones de trabajo establecidos en estos. La principal razón de ser de esta diferencia yacía en que las órdenes de compra eran generadas en los Estados Unidos y las horas de trabajo por semana son diferentes entre los Estados Unidos y México. Esto genera un problema ya que la base de datos de gestión de la capacidad funciona en base a estos parámetros y una desviación de dichos no permite a esta “red” identificar a los proveedores con riesgo o que requieren de tiempo extra o herramental adicional para hacer frente a la demanda del cliente. Por decirlo de alguna forma, se engañaba al sistema y el proceso no podía identificar donde existían posibles riesgos de abastecimiento.
- f) Dentro de este esfuerzo uno de los siguientes pasos será el generar congresos con proveedores dentro de las siguientes categorías: una misma zona, que utilicen tecnologías similares o que produzcan productos similares, de manera que se pueda generar una “Red de proveedores aliados”, también referenciada en la bibliografía como Supplier Alliance Network (por sus siglas en inglés). Esta red permitirá que en un caso de interrupción entre los proveedores establecidos dentro de una zona geográfica o que tienen un “know how” similar se puedan apoyar. Por ejemplo una

refacción específica para un equipo de manufactura puede tener muy largos tiempos de entrega ya que son fabricadas bajo pedido y la mala planeación dentro de un plan de mantenimiento, la falta de experiencia o una anomalía en los equipos puede llevar a un proveedor a quedar parado por semanas, pero otro proveedor dentro del mismo giro puede tener esta refacción y prestarla o venderla como parte de esta alianza, disminuyendo el tiempo de paro. Como menciona Matook (2008), asumiendo que otros proveedores usen el mismo esquema de mitigación de riesgo para manejar a sus proveedores, el riesgo dentro de la cadena entera se reducirá.

Con estos ejemplos se puede entender como a partir del análisis de algo particular y el simple pero poderoso uso de un Pareto se puede llevar un análisis al nivel sistémico y así hacer un mejor uso de los recursos y propagar lecciones aprendidas, que de otra manera se seguirían propagando de uno en uno. Esta fue una de las mayores fortalezas observadas del modelo propuesto ya que en base a los hallazgos se replicaron las mejores prácticas o acciones correctivas sin esperar a terminar el resto de las auditorías que llevo más de 8 meses en completar.

5. Conclusiones

Mediante el análisis bibliográfico se concluye que mientras muchas organizaciones le dan gran importancia al manejo de los riesgos dentro de la cadena de suministro, la literatura ofrece poco en cuanto a modelos para hacer frente a estos de manera efectiva. El cubrir este vacío es crucial para que las compañías tomen mejores decisiones sobre sus proveedores y la manera en la que operan, particularmente de cara a la globalización de la producción, donde las cadenas de suministro trascienden las fronteras internacionales y culturales. El modelo diseñado cobra mayor relevancia ya que permitirá a otras empresas una mayor comprensión y una más rápida aplicación.

El contexto donde se realizó esta investigación, la industria automotriz, tiene particularidades que la hacen un reto diferente. Algunas de las particularidades de la industria automotriz que se analizaron y retroalimentaron al modelo y que constituyen hoy día un reto son: el cada vez más intensivo uso de “outsourcing” para la manufactura así como el diseño de auto partes; la globalización e interdependencia de la cadena; así como la reducción de inventarios y tiempos de entrega, los ciclos de vida de producto cada vez más cortos y los tiempos de respuesta al mercado menores.

Se categorizaron los riesgos existentes en tres tipos para acotar el problema que se habría de resolver y así enfocar los esfuerzos de una manera más efectiva. Esta taxonomía es de gran importancia para posteriores estudios, ya que permite enfocar los recursos y energías de la compañía. Permite también diseñar o elegir estrategias dependiendo de los tipos de riesgo que se busquen mitigar. Esto es una gran ventaja ya que los recursos con los que cuentan las empresas son limitados y es importante hacer el mejor uso de estos.

Se determinó que uno de los aspectos más importantes para cualquier iniciativa de mitigación de riesgo es el tener un sistema robusto de información que permita tener visibilidad de estos para disminuir la incertidumbre y ser capaces de tomar mejores decisiones. De otra

forma la compañía estará destinada a actuar sobre el error generado por la incertidumbre. Se desarrolló una metodología apoyada en estos fundamentos para permitir al fabricante automotriz (OEM) el entender los riesgos en su proveeduría y desarrollar iniciativas a nivel sistémico para hacer frente a estos retos. El uso de la metodología de sistemas suaves permitió el entendimiento de cómo visualiza la organización el riesgo. La mejora de los sistemas de comunicación a través de entender donde existen lazos de retroalimentación y dónde no, permiten a la empresa atacar esas debilidades, ya que de poco sirve tener información si no se toma una decisión en base a ella. Mediante esta forma de análisis se pueden proponer nuevos mecanismos que permitan a la empresa tener un proceso más robusto de identificación del riesgo.

Este modelo fue aplicado a un caso de estudio: un fabricante automotriz. Como se esperaba, el fabricante pudo identificar proveedores de alto y bajo riesgo, evaluar el riesgo subyacente y finalmente tomar medidas para mitigar el riesgo asociado a sus relaciones. Como resultado de la aplicación del modelo se encontró una disminución significativa en el costo de expedidos y en la varianza del número de unidades perdidas debidas a problemas en la cadena de suministro. En cuanto a el costo de expedidos en el semestre posterior a la aplicación del modelo se redujeron estos a tan solo 25% de lo gastado en el semestre anterior.

El modelo al tener un lazo de retroalimentación permite la mejora continua. Un ejemplo de la capacidad de mejoramiento del modelo sería en el dado caso de que se encuentre que hace falta un mecanismo de información que permita el percibir un tipo de riesgo no identificado inicialmente y así mejorar los sistemas de comunicación e identificación del riesgo con los que cuenta la empresa.

6. Recomendaciones

Podemos decir que ya no satisface sólo analizar, entender y manejar los riesgos internos si se desea tener un modelo de continuidad de negocio efectivo. Es importante extender la visión que se tiene del negocio a los Tier 2, 3 y más que nada hacerles entender a los proveedores que ellos deben realizar las mismas actividades que uno. Las expectativas a través de la cadena de suministro deben ser las mismas sin importar que lugar tenga uno dentro de ella. Esta es la única forma de abarcar la mayor cantidad de riesgo debido a que los recursos disponibles en cada organización nunca serán suficientes para un análisis detallado de la proveeduría. Esta visión además de hacer una cadena de suministro más robusta ayudará a las empresas a ser más competitivas, ya que como se demostró anteriormente existe un impacto directo en su bolsillo y en su capacidad de hacer frente a la demanda de sus clientes.

La rapidez con la que están cambiando los gustos de los consumidores y la alta competitividad en el mercado globalizado permiten extrapolar muchos de estos resultados a otro tipo de industria manufacturera. El mayor aprendizaje queda en extender este conocimiento dentro y fuera de la empresa para así crear resonancia en la cadena de suministro. El repercutir los esfuerzos y las metodologías desarrolladas dentro de la cadena de suministro es la clave del éxito, ya que no existe organización con suficientes recursos como para hacer frente a todos los riesgos existentes.

Si consideramos que los riesgos se pueden generar en tres frentes (eslabón, temporal y de lugar) para poderlos mitigar se requiere de una estrategia realmente holística y efectiva que pueda tener en cuenta los tres tipos. Sólo mediante un acercamiento realmente sistémico se podrá hacer frente no sólo desde el punto de vista de mitigación, sino de contingencia del riesgo. La contingencia del riesgo es donde realmente se hace un uso eficiente de los recursos ya que se es proactivo. Estos frentes realmente son solo uno ya que como percibimos a través del uso de la metodología de sistemas suaves, todos están interconectados conformando un sistema organizacional humano. Su separación permite su estudio con facilidad, pero no debe ser considerado como una medida única.

Es necesario mantener el modelo en constante evolución para adaptarse a las cambiantes condiciones exógenas y endógenas de la cadena de suministro analizada. Solo de esta forma se podrá hacer frente de la mejor manera a los riesgos que están presentes a lo largo de la cadena de suministro. Se aconseja que este modelo este en constante cambio para evitar obsolescencia.

Otro punto para investigación futura es el cómo las decisiones de las empresas no sólo atañen a esta y a su cadena de suministro en la cuestión de abastecimiento. “Otro factor de gran importancia es la responsabilidad social de las compañías que conforman la cadena de suministro ya que al manejar los riesgos inherentes a esta se incurre en costos de oportunidad (trade off)” (Olson y Wu, 2010). Cualquiera que sea la estrategia tomada tiene un costo, así sea de mitigación o de contingencia, y este costo no es solamente monetario o de recursos para la compañía, puede tener repercusiones en la mano de obra o en el mismo medio ambiente. Por

ejemplo, la decisión de cambiar de proveedor puede afectar el empleo dentro de una comunidad que depende de este negocio en gran medida o la decisión de embarcar material en un barco contra un avión definitivamente tiene un impacto diferente en las emisiones de carbono al medio ambiente. La sociedad se mueve cada vez más y más hacia los dominios de una compleja toma de decisiones que requiere de la consideración de factores del medio ambiental y de equidad social para tener un desarrollo sustentable. Este nuevo panorama complica mucho más la toma de decisiones de la compañía y agrega un nueva dimensión que puede ser estudiada en futuras investigaciones.

7. Bibliografía

1. AIRMIC, ALARM, IRM (2002), *A risk management standard*, www.airmic.com, www.alarm-uk.com, www.theirm.org
2. Banker, R.D. y Kosla, I.S. Economics of Operations management: A Research Perspective. *Journal of Operations management*. 1995. Vol. 12. P. 423-425.
3. Benton, W.C. y Krajeski, L. Vendor Performance and Alternative Manufacturing Environments. *Decision Sciences*. 1990. Vol. 21. p. 403-415.
4. Bogataj, D. y Bogataj, M. Measuring the supply chain risk and vulnerability to frequency space. *International Journal of Production Economics*. 2007. Vol. 108 núm. 1, 2. pp. 291-301.
5. Bunkley, N. *After 4 years, Delphi exits Bankruptcy with sale of assets to lenders and GM* [en línea]. The New York Times, Octubre 7, 2009. [ref. de 12 de enero de 2013]. Disponible en web: <http://www.nytimes.com/2009/10/07/business/07delphi.html?_r=0>.
6. Burt, D.N. Managing suppliers up to speed. *Harvard Business Review*. 1989. Vol. 4, núm. 67. p. 127–135.
7. Canis, B. *The motor vehicle supply chain: Effects of the Japanese earthquake and Tsunami* [en línea]. Congressional Research Service, Mayo 23, 2011 [ref. de 12 de enero de 2013]. Disponible en web: <<https://fas.org/sgp/crs/misc/R41831.pdf>>.
8. Childerhouse, P. Hermiz, R. Maron-Jones, R. y Towill, D.R. Information flow in automotive supply chains – present industrial practice. *Industrial Management & Data Systems*. 2003. Vol. 103, núm. 3. p. 137-49.
9. Chongvilaivan, A. *Managing Global supply chain disruptions: Experience from Thailand's 2011 flooding* [en línea]. Regional Economic Studies Program, Institute of Southeast Asian Studies (ISEAS), 2012 [ref. de 27 de diciembre de 2012]. Disponible en web: <http://ascc2012.org/images/files/ASCC_Paper_Chongvilaivan.pdf>.
10. Chongvilaivan, A. *Thailand's 2011 flooding: Its impacts on direct exports and global supply chain disruptions* [en línea]. Artnet Policy Brief No. 34. Abril 2012. [ref. de 27 de diciembre de 2012]. Disponible en web: <<http://www.unescap.org/tid/artnet/pub/polbrief34.pdf>>
11. Davis, T. *Effective Supply Chain Management* [en línea]. Sloan Management Review. Verano 1993 [ref. de 7 de Enero de 2013]. Disponible en web: <<http://www.ie.bilkent.edu.tr/~ie571/davis%201993.pdf>>.
12. Edwards, P. Peters, M. y Sharman, G. The Effectiveness of Information Systems in Supporting the Extended Supply Chain. *Journal of Business Logistics*. 2001. Vol. 22, núm. 1. p. 1-27.
13. Ellringer, A. y Keller, S. Logistics Managers' Learning Environments and Firm Performance. *Journal of Business Logistics*. 2002. Vol. 23, núm 1. p. 19-37.
14. Evans, S. Toyota Supplier Audit Finds Misunderstanding About Quality Control Procedures [en línea]. Motortrend, Nov, 2012. [ref. de 25 de Mayo de 2013]. Disponible en web: <<http://wot.motortrend.com/toyota-supplier-audit-finds-misunderstanding-about-quality-control-procedures-9032.html#ixzz2SRUhkQip>>.
15. Goessi, L. *The benefits of a plan-do-check-act cycle (PDCA)* [en línea]. Helium, Dec 18, 2009. [ref. de Junio 15 de 2013]. Disponible en web:

- <<http://www.helium.com/items/1640425-the-benefits-of-a-plan-do-check-act-cycle-pdca>>.
16. Hallikas, J., Karvonen, I., Pulkkinen, U., Virolainen, V.M. y Tuominen, M. Risk management process in Supplier networks. *International Journal of Production Economics*. 2004 Vol. 90, núm. 1. p. 47-58.
 17. Hartley, J.L. y Choi, T.Y. Supplier development: customers as a catalyst of process change. *Business Horizons*. 1996. Vol. 29, No. 4. p. 37-44.
 18. Hendricks, K. y Singhal, V. An empirical analysis of the effect of supply chain disruptions on long-run stock price performance and equity risk of the firm. *Production Operations Management*. 2000. Vol. Primavera. p. 25-53.
 19. Hines, P. Creating. *World Class Suppliers: Unlocking Mutual Competitive Advantage*. 1era edición. Nueva York: Financial times management. 1994. p. 58-75.
 20. Hysong, C. y Shainin, R. *Shainin & Six Sigma* [en línea]. Shainin Problem Solving and Prevention, 2010 [ref. de 12 de Febrero de 2013]. Disponible en web: <<https://shainin.com/library/FACTUALvDMAIC>>.
 21. Jackson, M. *Systems thinking: Creative holism for managers*. 2nda edición. West Sussex: John Wiley & Sons. 2003. p. 187-196.
 22. Kara, S. Kayis, B. y Gomez, E. *Managing Supply Chain Risks in Multi-site, Multi-partner Engineering Projects* [en línea]. Communications of the IBIMA. Vol. 5, 2008. [ref. de 7 de Enero de 2013]. Disponible en web: <<http://www.ibimapublishing.com/journals/CIBIMA/volume5/v5n14.pdf>>.
 23. Kleindorfer, P. y Saad, G. Managing Disruption Risks in Supply chains. *Production and Operations Management*. 2005. Vol. 14, núm. 1, p 53-68.
 24. Klimov, R. y Merkurjev, Y. Simulation model for supply chain reliability evaluation. *Technological & Economic Development of Economy*. 2008. Vol. 14. Núm. 3, p 1089-1109.
 25. Lam, J. "Enterprise Risk management: From incentives to Controls". 1era edición. West Sussex: John Wiley & Sons. 2003. p. 128-137.
 26. Lester, S. *Soft systems methodology* [en línea]. Human Ecology, Abril 2008 [ref. de 7 de Enero 2013]. Disponible en web: <<http://www.humanecology.com.au/SSMeth.PDF>>.
 27. Manuj, I. y Mentzer, J. Global Supply chain risk management strategies. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. 2008. Vol. 38, núm. 3, p. 192-223.
 28. March, J.G. y Shapira, Z. Managerial perspectives on risk and risk taking. *Management Science*. 1987. Vol. 33, núm. 11. p 1404-18.
 29. Medori, D. y Steeple, D. A framework for auditing and enhancing performance measurement systems. *International Journal of Operations and Production Management*. 2000. Vol. 20, núm. 5. p. 520–533.
 30. Mitroff I. y Alpasan M. Preparing for evil. *Harvard Business Review*. April 2003 p. 109–115.
 31. Norrman A. y R. Lindroth. "Supply Chain Risk Management: Purchasers' Vs Planners' views on sharing capacity investment risk in the telecom industry", En: *Proceedings of the 11th International Annual IPSERA Conference*, (Universidad de Twente Marzo 25-27 de 2002), [s.n.], 2002. p 577-595.

32. Olson, D. *Supply Chain risk management: tolls for analysis*. 2nda edición. Business Expert Press. 2012.
33. Ritchie, B. y Brindley C. An emergent framework for supply chain risk management and performance measurement. *Journal of the Operational Research Society*. 2007. Vol. 58. p. 1398-1411.
34. Neiger, D. Rotaru, K. y Churilov, L. Supply chain risk identification with value-focused process engineering. *Journal of Operations Management*. 2007. Vol. Noviembre. p. 207-215.
35. Svensson, G. Key areas, causes and contingency planning of corporate vulnerability in supply chains: a qualitative approach. *International Journal of Physical Distribution & Logistics management*. 2004. Vol. 34, núm. 9. p. 728-48.
36. Tomlin, B. On the value of Mitigation and Contingency Strategies for managing supply chain disruption risks. *Management Science*. 2006. Vol. 52, núm. 5, p. 639-657.
37. Towill, D.R. y Disney, S.M. Managing bullwhip induced risks in supply chains. *International Journal of Risk Assessment and Management*. 2008. Vol. 10, núm. 3. p. 238-262.
38. Treleven M. y Schweikhart S.B. A risk/benefit analysis of sourcing strategies: single vs. multiple sourcing. *Journal of Operations Management*. 1988. Vol. 7, núm. 4. p. 93–114.
39. Trkman, P. y McCormack, K. Supply Chain risk in turbulent environments – A conceptual model for managing supply chain network risk. *International Journal Production Economics*. 2009. Vol. 119. p 247-258.
40. Wagner, S. y Bode, C. An empirical examination of supply chain performance along several dimensions of risk. *Journal of Business Logistics*. 2008. Vol. 29, núm. 1. P. 307-322.
41. Wang, W., Chau, P. y Heng, M. *Supply Chain Management: issues in the new ERA of collaboration and competition*. 1era edición. Idea group Publishing. 2007.
42. Weber, C.A., Current J.R., y Benton W.C. Vendor Selection Criteria and Methods. *European Journal of Operational Research*. 1991. Vol. 50. p 2-18.
43. Wulffson, R. *Hyundai lauded for quality improvement* [en línea]. Examiner.com, Junio 11 de 2012 [ref. de 22 de Junio de 2013]. Disponible en web: <<http://www.examiner.com/article/hyundai-lauded-for-quality-improvement>>.
44. Wu, D. y Olson, D.L. A comparison of stochastic dominance and stochastic DEA for vendor evaluation. *International Journal of Production research*. 2007. Vol. 46, núm. 8. p. 2313-2327.
45. Zsidisin, G. Measuring supply risk, PRACTIX. *Best practices in purchasing and supply chain management*. 2001. Vol. 6, núm. 3. p. 1-6.

8. Apéndice

OEM Supplier Audit

1. Date of Audit			
2. Supplier Name			
3. Street Address			
4. City/Town			
5. State/Province (Example: MI, OH)			
6. Zip/Postal Code			
7. Country (Example: US, CAN, MX)			
8. Supplier Manufacturing Location Code – Only enter one code			
9. Supplier Manufacturing Location Code – Only enter one code			
10. Plant Manager Name (First, Last)			
11. Plant Manager Phone Number (Example: 248-555-1212)			
12. Plant Manager Email Address			
13. Quality Manager Name (First, Last)			
14. Quality Manager Phone Number			
15. Quality Manager Email Address			
16. Auditor Name (First, Last)			
17. Auditor TID			
18. What is the supplier's overall operating pattern to produce parts? (Shifts/Hours per day/days per week) Example: 3/8/7			
19. Has expedited transportation been used in the last month? (sub-supplier) / Outbound (Tier 1/Chrysler)			
Manpower			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
20. Does the company have enough employees to support the manufacturing system?			
If no or partial, please explain in the box below.			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
21. Is the turnover rate acceptable for this business?			
If no or partial, please explain in the box below.			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
22. Does the supplier have an effective training program?			

If no or partial, please explain in the box below.			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
23. Is the workforce at least 90% direct?			
If no or partial, what percentage of the workforce is not direct?			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
24. Has the workforce remained stable (no more than 2% growth or reduction) over the last 6 months?			
If no or partial, specify the percentage of growth reduction.			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
25. Will the number of workers remain the same (no more than 2% growth or reduction) over the next 6 months?			
If no or partial, specify the percentage of growth or reduction.			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
26. Is the workforce non-union?			
If no, will the contract be in effect for at least the next 6 months?			
Management			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
27. Does the company have sufficient salaried personnel to support the organization?			
If no or partial, please explain in the box below.			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
28. Has the plant leadership been consistent the last 6 months?			
If no or partial, please explain in the box below.			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
29. Are all key salary positions filled?			
If no or partial, please explain in the box below.			
Quality			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
30. Is the company free of any quality issues that could inhibit throughput?			
If no or partial, please explain in the box below.			

	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
31. Have corrective action plans been established to address all quality issues?			
If no or partial, please explain in the box below.			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
32. Are Layered Process Audits being performed?			
If no or partial, please explain in the box below.			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
33. Are quality checks still being performed per the control plan and are containment procedures effective?			
If no or partial, please explain in the box below.			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
34. Is scrap being monitored and addressed (evidence of active pareto and problem solving?)			
If no or partial, please explain in the box below.			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
35. If rework is being done, are there approved rework procedures in place? If not applicable, please select "High/Yes."			
What percent of the output is being reworked?			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
36. Is the supplier tracking First Time Capability (FTC)?			
If no or partial, please explain in the box below.			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
37. Have NO 3rd party sort activities been performed at the plant in the last 6 months?			
If no or partial, please explain in the box below.			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
38. Is there evidence of the annual validation being performed?			
If no or partial, please explain in the box below.			

	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
39. Is there evidence of Quality Planning activity done on sub-tier components?			
If no or partial, please explain in the box below.			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
40. Are certifications for fixtures and gauges up-to-date?			
If no or partial, please explain in the box below.			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
41. Does the supplier have a robust read-across procedure / continuous improvement plan?			
If no or partial, please explain in the box below.			
Equipment			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
42. Does the company have an effective preventative maintenance plan?			
If no or partial, please explain in the box below.			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
43. Is routine preventative maintenance being performed as planned?			
If no or partial, please explain in the box below.			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
44. Are the production line tooling, capital equipment and gauges in good working order?			
If no or partial, please explain in the box below.			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
45. Is there an effective procedure in place to alert maintenance when equipment is down?			
If no or partial, please explain in the box below.			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
46. Does the supplier have a sufficient inventory of spare parts?			
If no or partial, please explain in the box below.			

	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
47. Does the supplier have identified sources and lead times for spare parts?			
If no or partial, please explain in the box below.			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
48. Are there enough skilled trades personnel to support "all" shifts?			
If no or partial, please explain in the box below.			
Capacity			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
49. Is the supplier working to the shift pattern on the P.O.?			
If no or partial, for how long?			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
50. Is there a plan to stay at or go back to the shift pattern as specified in the P.O. within the next 3 months?			
If no or partial, please explain in the box below.			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
51. Is the supplier familiar with the Common Process Group System and updating the Capacity Database properly per the current work schedule?			
If no or partial, please explain in the box below.			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
52. Are Chrysler releases less than or equal to the contracted capacity?			
If no, is the supplier meeting the new capacity requirements?			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
53. Are capacity requirements being met for other customers?			
If no or partial, please explain in the box below.			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
54. Due to capacity concerns, has the supplier been free of other customers on-site?			

If no or partial, please explain in the box below.			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
55. Is the plant utilization under 90%			
If no or partial, please explain in the box below.			
Manufacturing			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
56. Is the cycle time equivalent to or better (less) than the PDR?			
If no or partial, please explain in the box below.			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
57. Do all Chrysler parts run on dedicated lines?			
If shared, how is it allocated?			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
58. Does the company utilize and monitor production boards to indicate hourly counts?			
If no or partial, please explain in the box below.			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
59. Are the employees aware of their hourly targets?			
If no or partial, please explain in the box below.			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
60. Does the plant have clearly defined per hour, per shift or per day production goals?			
If no or partial, please explain in the box below.			
Facilities			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
61. Does the company have back-up power for outages?			
If no or partial, please explain in the box below.			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
62. Are 5S activities being routinely performed?			

If no or partial, please explain in the box below.			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
63. Are there no planned expansions or major capital equipment purchases planned within the next 12 months?			
If no or partial, please explain in the box below.			
Supply Chain			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
64. Have sub-supplier capacity issues been addressed?			
If no or partial, please explain in the box below.			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
65. Has the supplier verified there are no sub-supplier quality issues that are affecting throughput?			
If no or partial, please explain in the box below.			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
66. Has the supplier performed Process Audit / PDR activities at medium / high risk Tier-N suppliers to ensure volumes can be met?			
If no or partial, please explain in the box below.			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
67. Are traplines and volume increases effectively communicated to all sub-tier suppliers?			
If no or partial, please explain in the box below.			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
68. Is WIP and warehousing control effectively managed (i.e., using FIFO, expiration dates tracked, material identified / tagged and in designated areas, etc.)?			
If no or partial, please explain in the box below.			
Containers / Logistics			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
69. Is there enough returnable packaging to			

support the required volumes?			
If no, is there an expendable dunnage back-up plan?			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
70. Is there a rack repair procedure in place?			
If no or partial, please explain in the box below.			
	Low/No	Medium/Partial	High/Yes
71. Are the containers adequately protecting the parts?			
If no or partial, please explain in the box below.			