

Metodología para un estudio de riesgo en tiempo de producción para la industria acerera del estado de Tlaxcala

SALDAÑA-CARRO, Cesar*†, MUÑOZ-GONZÁLEZ, Sergio, LÓPEZ-MUÑOZ, Horacio, BECERRA-DÍAZ, Julio

Universidad Politécnica de Tlaxcala. Avenida Universidad Politécnica No.1 San Pedro Xalcaltzinco Tepeyanco, C.P. 90180, Tlaxcala, Tlax.

Recibido 23 de Enero, 2015; Aceptado 5 de Junio, 2015

Resumen

En este trabajo se hace una propuesta metodológica para el cálculo de riesgo operativo en la industria siderúrgica del Estado de Tlaxcala. Esta metodología pretende reducir los tiempos muertos de los procesos productivos que generan altos costos de producción y como consecuencia, el aumento del precio unitario del bien en el mercado local y nacional. También permitirá la imposición de sanciones por la entrega a destiempo del producto.

El desarrollo de la propuesta para el cálculo de riesgo operativo, se basa principalmente en la reducción de los tiempos de los procesos de carga de material, fundición, corte, calentamiento y etiquetado del perfil. A través de cronometrar tiempos de cada uno de los procesos que realiza la mano de obra directa, se crearán escenarios (Modelo de Monte Carlo) de mejora productiva en función de reducción de procedimientos de operación y desperdicios. Asimismo, cubrir las necesidades de los clientes a nivel estatal, nacional e internacional y a su vez generar una dinámica económica de esta región.

Riesgo Operativo, Modelo de Monte Carlo, procesos productivos

Abstract

In this work, there lies a methodological proposal to calculate the operative risk in the Steel industry in de State of Tlaxcala. This mythology aims to reduce unused time into the productive process that generates high production costs and therefore, increases unit Prices of the goods in the market both local and national. At the same time it will help to avoid penalties for delayed delivering of the goods.

The development method we propose to calculate operational risk is mainly based in the reduction of operating times of the material cargo process, founding, cutting, heating and labeling. Trough well calculated timing in each processes that the direct labor performs, we will create different scenarios (Monte Carlo Model) of productive improvement to reduce operating process and wastes. At the same time, it will help to cover the client's needs in international, national and regional level and to generate an economic dynamic of this region.

Operational Risk, Model Monte Carlo, production processes

Citación: SALDAÑA-CARRO, Cesar, MUÑOZ-GONZÁLEZ, Sergio, LÓPEZ-MUÑOZ, Horacio, BECERRA-DÍAZ, Julio. Metodología para un estudio de riesgo en tiempo de producción para la industria acerera del estado de Tlaxcala. Revista de Investigación y Desarrollo, 2015, 1-1: 23-31

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: cesar.saldana@uptlax.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

La desaceleración del crecimiento económico marcado en el primer trimestre del 2015 en Norteamérica, impone un mayor compromiso a las empresas mexicanas para ser más competitivas, sobre todo a aquellas que están directamente relacionadas con la industria manufacturera,—entre las que se incluye a la industria automotriz que se ha convertido en la segunda industria más importante del país, sólo detrás del petróleo— involucrando directamente a todos sus proveedores y principalmente la industria siderúrgica.

La industria siderúrgica en el estado de Tlaxcala es modesta en su participación nacional ya que aporta el 2.3% de la producción total ubicándose sólo por arriba de Jalisco y Baja California Norte. Sin embargo, de acuerdo al valor agregado, Tlaxcala se encuentra en el sexto lugar de todas las entidades federativas, lo que significa que en el estado el acero que se produce es de alta calidad, en gran parte debido a la tecnología de punta que se emplea en las industrias siderúrgicas del estado.

Las empresas acereras en general, tienen una producción de diferentes calidades de acero, perfiles y calibres sobre todo cuando hay que atender a múltiples clientes, lo que origina un replanteamiento del programa de producción continuamente pues se incurre en el riesgo de incumplir los pedidos en tiempo o de entregar mercancía que no cumpla con los niveles de calidad marcados por el cliente. En las empresas, los procesos incurren en incertidumbre, de tal modo que existe la posibilidad de detener uno o varios procesos debido a diferentes factores que pueden controlar o disminuir su impacto, originando el retraso en tiempo de la producción.

En un esquema de producción variable de varios productos finales, de diferente calidad y materia prima, que tiene un número considerable de procesos y subprocesos como es el caso de la industria siderúrgica, es necesario medir el tiempo promedio de producción así como la probabilidad de cumplir en tiempo con todos los procesos de producción, para dar confianza al cliente en tiempos de entrega e identificar cuáles son los procesos que incurren en un mayor riesgo de producción en tiempo.

Los estudios de riesgo en sus diferentes ramas son poco utilizados en la industria Tlaxcalteca. En el caso de los procesos de producción se toman referencias estandarizadas derivadas de otros países con diferentes necesidades, situaciones culturales y sociales, provocando el ajuste constante de la producción. En otros casos, se carece de la optimización de los procesos para generar una industria más eficiente, sobre todo cuando el consumo aparente de acero en México aumentó en un 12.2% en el 2014. Las empresas locales han sido las menos beneficiadas ya que las importaciones aumentaron un 19.5% mientras que las empresas asiáticas son las más favorecidas con el aumento del consumo de acero en el país.

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo se orienta en la búsqueda de áreas de oportunidad a través de un estudio del análisis de riesgo en los procesos de producción que servirá como herramienta para la toma de decisiones en el departamento de producción de la empresa. Dicha herramienta le permitirá diagnosticar, gestionar, manejar y planear la producción de la organización para cumplir con los niveles de servicio al cliente. De ésta forma partiendo del diagnóstico será posible orientarlas hacia una eficiencia en el proceso de planeación y control de la producción (Haro, 2012).

Por lo consiguiente, se desarrollará una metodología para toma de decisiones basado en un análisis de riesgo del tiempo de las operaciones del proceso de producción.

Revision de literatura

El estudio se realizará tomando como marco de referencia el modelo de Monte Carlo, por lo que deberá tener como elementos la medición del tiempo de las operaciones críticas en el proceso de manufactura que repercutan en cuellos de botella. Asimismo, con la información y el análisis obtenido se desarrollará un algoritmo que permita establecer el momento adecuado para manufacturar lotes de producción y con ello, cumplir con el nivel de servicio establecido al cliente mediante un análisis costo beneficio.

El modelo de simulación permitirá:

- Valorar los procesos sin que haya que detenerlos o afectarlos, lo que ahorra riesgos y costos.
- La simulación permite utilizar diferentes distribuciones de probabilidad acorde a la frecuencia de acontecimientos en las variables de estudio.
- Permite hacer experimentos, cuya sensibilidad puede ser controlada y al mismo tiempo obtener un nivel de precisión alto, cuando se incrementa el número de iteraciones.
- Evidencia las correlaciones entre las variables de estudio, para disminuir conjuntamente el impacto del riesgo operacional.

La palabra riesgo proviene del latín *risicare*, que significa atreverse o transitar por un sendero peligroso. Sin embargo, el riesgo es parte inevitable de los procesos de toma de decisiones en general y de los procesos de cualquier organización.

La medición efectiva y cuantitativa del riesgo se asocia con la probabilidad de una pérdida en el futuro y con la incertidumbre de tener certeza en un evento determinado (De Lara , 2012).

En cualquier empresa, la identificación del riesgo de cualquiera de sus procesos, tanto de gestión como operativos, conllevan a la toma de mejores decisiones dentro de la organización, permite una mejor planeación de dichos procesos y gestiones óptimas de los recursos empresariales, lo que permite a la empresa tener flexibilidad ante cambios repentinos dentro del entorno de la organización.

Según García (2012), el riesgo operacional es aquél que puede provocar pérdidas como consecuencia de procesos internos, recursos humanos o sistemas inadecuados o defectuosos, o por causas externas.

Asimismo, el riesgo en un proceso productivo dentro de una empresa manufacturera, se puede definir como la incertidumbre de que el tiempo estándar de un ciclo operacional se acerque lo más posible a la media estadística de la población, por lo general este riesgo está asociado a operaciones en donde se detectan cuellos de botella, sin embargo también puede ser imputable a errores humanos y algunos factores del medio ambiente, por lo tanto el agregar un estudio probabilístico de riesgo al determinar tiempos estándar, es un plus que reduce importantemente la variabilidad. (Jiménez , 2012)

Los modelos de riesgo estadísticos en la actualidad tienen un sinnúmero de aplicaciones en las empresas, como lo es en flujos financieros, tiempos de procesos, logística entre otros. Por lo tanto se han desarrollado múltiples aplicaciones con la finalidad de hacer a las empresas más competitivas.

Existen diferentes modelos con los cuales se puede medir el riesgo de cualquier evento, entre ellos, uno de los más usados es el modelo de Monte Carlo, el cual consiste en un proceso de simulación basado en la generación de variables aleatorias, que sirven para determinar las probabilidades de ocurrencia de determinado evento y cuya interpretación de los datos arrojados por el estudio conduce a un adecuado análisis del riesgo en un evento determinado (Dale L., 2012).

En cualquier empresa, la identificación del riesgo de cualquiera de sus procesos, tanto de gestión como operativos, conllevan a la toma de mejores decisiones dentro de la organización, permite una mejor planeación de dichos procesos y gestiones óptimas de los recursos empresariales, lo que permite a la empresa tener flexibilidad ante cambios repentinos dentro del entorno de la organización (Panjer, 2006).

El riesgo en un proceso productivo dentro de una empresa manufacturera, se puede definir como la incertidumbre de que el tiempo estándar de un ciclo operacional se acerque lo más posible a la media estadística de la población. Por lo general, este riesgo está asociado a operaciones en donde se detectan cuellos de botella, sin embargo también puede ser imputable a errores humanos y algunos factores del medio ambiente. Por lo tanto, el agregar un estudio probabilístico de riesgo al determinar tiempos estándar, es un plus que reduce importantemente la variabilidad del proceso.

Características del proceso de producción

La empresa fabrica aceros especiales y comerciales para la industria automotriz a través de los siguientes procesos:

1. Fabricación de palanquilla

- a) Recepción chatarra
 - b) Selección, alojamiento, acondicionamiento y trituración
 - c) Carga y fundición por arco eléctrico y ferroaleaciones
 - d) Vaciado de acero y refinación secundaria, proceso de inyección y agitación (ferroligas) tipo y grado de acero
 - e) Desgasificación, extracción de gases y partículas dañinas
 - f) Colado continuo, se agita el acero para hacer las palanquillas
2. A partir de dos trenes de producción se hacen barras, redondo, cuadrado, solera, hexágono, perfiles y varillas de diferentes medidas y calidades.
 - a) Precalentamiento
 - b) Tren laminador
 - c) Enfriamiento por etapas
 - d) Cortadora
 - e) Empaquetado
 3. Post procesos
 - a) Tres líneas de enderezado e inspección
 - b) Horno de temple y revenido

Del proceso de producción antes descrito se hacen los siguientes productos
Barra redonda laminada en caliente

- Fracciones de pulgada
- Milésimas de pulgada
- Milímetros
- Hexágonos laminados en caliente
- Fracciones de pulgada
- Milésimas de pulgada
- Milímetros
- Barra cuadrada laminada en caliente
- 5 tipos de medidas
- Solera muelle
- Ancho en pulgadas
- Espesor en fracciones de pulgadas
- Varilla recta corrugada
- 7 tipos de medidas
- Redondo comercial
- 8 tipos de medidas

- Solera comercial A36
- 4 medidas
- Por 3 y 2 medidas de espesor
- Cuadrado comercial A36
- 5 tipos de medidas

Metodología

Los procesos de medición de riesgo están conformados por cuatro fases que permiten el análisis de riesgo del tiempo de producción:

Identificación

Actualmente la empresa está implementando un sistema automatizado que le permitirá desde el registro de sus ventas, ir programando la producción. Sin embargo a pesar de la buena planificación, en los procesos de fabricación de los diferentes perfiles de acero, existe la posibilidad de ocurrencia de imprevistos que retrasan las operaciones, que en conjunto pueden demorar considerablemente los tiempos de entrega del producto final. Por lo que es de interés conocer las funciones de distribución de ocurrencia del tiempo que tarda cada uno de los procesos de producción.

Medición

El presente estudio permitirá medir el riesgo de las diferentes operaciones del proceso de producción de la empresa con el fin de realizar lo siguiente:

Análisis de Escenarios. Comúnmente llamado análisis de sensibilidad, que permitirá estresar las diferentes variables causantes de un retraso en la producción y así generar cotas de riesgo, donde no se comprometa los objetivos de producción.

Búsqueda de Objetivos. Se deberán plantear estrategias que reduzcan el riesgo del tiempo de producción y sean económicamente factibles, para ponerlas en marcha y de esta manera optimizar los objetivos de producción.

Se medirán los resultados financieros que afectan directamente en los inventarios y por consecuencia en el costo de ventas, mostrando resultados positivos que aumenten notablemente el flujo de efectivo, este proceso necesariamente tendrá como consecuencia un aumento en el valor de la empresa.

Gestión

De acuerdo a los resultados del nivel de riesgo que se incurre en cada operación de la producción, se espera ordenar e identificar cuál proceso incide en un mayor riesgo, para documentar mejor el proceso, darle seguimiento y proponer estrategias que disminuyan el riesgo.

Control

Llevar a cabo las estrategias propuestas y medir el porcentaje de reducción del riesgo, por operación y proceso de producción.

La metodología que se utilizará en el presente proyecto se conoce como proceso de simulación, el cual se presenta en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** (Torra, 2007).

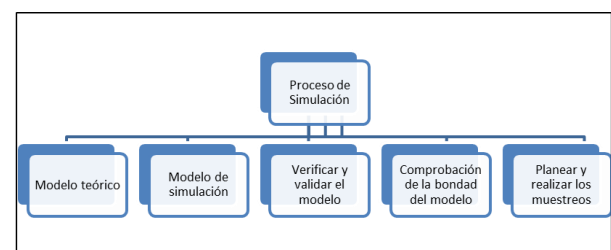


Figura 1 Etapas del proceso de simulación

Modelo

Se pretende estimar el tiempo de riesgo en la producción de los diferentes productos de la empresa, a partir de la medición de los tiempos que tarda cada una de las etapas de producción de acuerdo a cada uno de los productos.

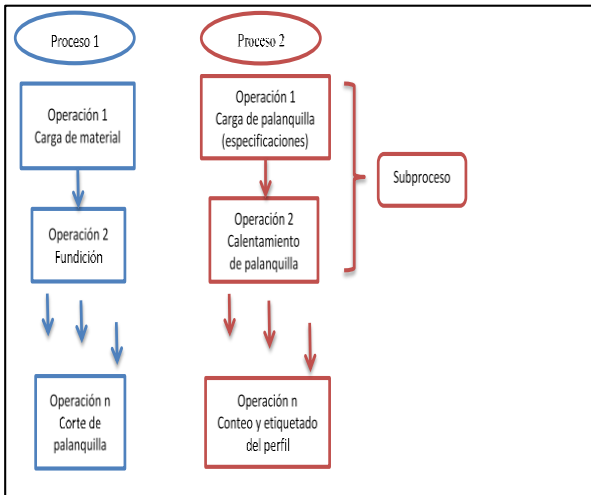


Figura 2 Descripción de procesos y subprocesos

Los procesos de producción pueden ser varios y por cada proceso también se pueden definir subprocesos

Por cada operación es necesario hacer un muestreo del tiempo que tarda cada operación al producir cada producto. A partir de las mediciones hechas, se estima la función de distribución que más se adapta a los datos para así introducir esta función en el modelo general de tiempo, que será la base para la simulación de Montecarlo.

Entonces, el tiempo por cada proceso es la suma del tiempo de cada operación como lo muestra la ecuación 1

$$t_{i,mi} = t_{i,1} + t_{i,2} + \dots + t_{i,mi} \tag{1}$$

Donde el proceso i -ésimo esta compuesto por mi operaciones, para que al incluir todos los n procesos a los cuales se les aplicará el modelo de Montecarlo se obtiene el tiempo total de los procesos de interés

$$t_{Total} = t_{1,m1} + t_{2,m2} + \dots + t_{n,mn} \tag{2}$$

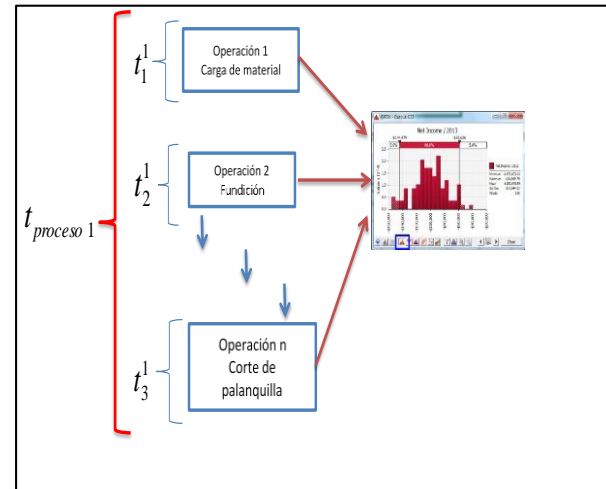


Figura 3 Tiempo total del proceso o subproceso y reconocimiento de función de distribución

Es así como de las $n \times mn$ funciones de distribución, se realiza la generación de miles de escenarios para obtener la función de distribución de la variable de salida t_{Total} que explica el tiempo promedio de todos los procesos, su desviación estándar y sobre todo a cierto nivel de confianza o probabilidad, estima el tiempo máximo de producción en el cual se pueden comprometer los tiempos de entrega de los productos dado el esquema de producción.

Por tanto, el modelo después de la simulación encuentra el tiempo total máximo que tardaría cada uno de los procesos en conjunto

$$t_{Total}^{max} = t_{1,m1}^{max} + t_{2,m2}^{max} + \dots + t_{n,mn}^{max} \tag{3}$$

Considerando que aún existe la posibilidad, de acuerdo al nivel de confianza, de que ocurran eventos inesperados que retarden más los tiempos de producción, pero con probabilidad de ocurrencia baja.

Resultados

Uno de los principales problemas que enfrenta los fabricantes de acero del estado de Tlaxcala, es el proceso de recepción de pedidos se hace mediante agentes que continuamente los colocan. Éstos deben agendarse en el plan de producción. Sin embargo el plan de producción se mantiene fijo mensualmente, por lo que se ha considerado la posibilidad de tener un sistema en tiempo continuo que planee la producción en tiempo real de forma óptima acorde a la situación de la empresa con respecto a materia prima existente, tipo de perfil, calidad de acero y post procesos. Para tal fin son necesarios varios estudios, entre ellos, el análisis de tiempo que tarda cada uno de sus procesos de forma que conocer los tiempos promedios y la probabilidad de que ocurra un evento inesperado es esencial en la programación óptima de los procesos de producción.

Contexto Actual de la Industria Siderúrgica

En México desde 1940 la industria ha pasado por diferentes etapas. Entre las más importantes están el proceso de reconversión industrial, el de privatización y el de modernización, dejando al sector en un proceso de mejora enfocado a la eficiencia y competitividad (Ma. del Rocio Soto Flores, 2001). El acero es el insumo principal para industrias, como la automotriz, eléctrica y electrónica. Además de ser una materia prima importante para la industria, manufacturera y de construcción del país (Millan, 2014), el consumo de acero está directamente relacionado con el crecimiento del mismo por lo que los países industrializados consumen una mayor cantidad de esta materia prima, sobre todo que, en su ciclo de producción, es una de las pocas industrias que crea más empleos directos e indirectos en diferentes sectores económicos.

Contexto Nacional

El sector acerero representa cerca del 2.4% del Producto Interno Bruto (PIB) y 17% del PIB manufacturero; contribuye con 31 mil 500 empleos directos de los cuales cada uno genera 11.6 indirectos, posicionando al sector como uno de los más importantes del país (CANACERO, 2014). México produce 18.2 millones de toneladas de acero ubicándose en el 13° productor mundial con una participación del 1.13% del total mundial. Para América Latina, México es el segundo productor sólo por debajo de Brasil.

Actualmente la industria siderúrgica nacional mantiene su crecimiento promedio del 12.5% anual, registrando una producción de 19 millones de toneladas y una importación de 11 millones (El Financiero, 2014). Si las condiciones económicas se mantienen en espera de los resultados de las reformas energética y el proyecto de Ley de Competencia, se podrán generar cerca de 300 mil empleos anuales de altos salarios.

La industria acerera mexicana está preparada para competir, ya que mediante la inversión de 11 mil 500 millones de dólares en los últimos cinco años, el sector se ha fortalecido triplicando la capacidad instalada. Sin embargo también se tienen ciertas amenazas como la subvaluación, el dumping y la subfacturación. Por otro lado, la sobreproducción internacional ha marcado una oferta mayor de productos de acero impulsado por países asiáticos, de forma que para el 2014, las importaciones siderúrgicas procedentes de Japón, Corea del Sur y China registraron un incremento de 53.7, 14.3 y 101.1 por ciento respectivamente en comparación con 2013.

Contexto Local

De acuerdo a la agenda de innovación 2015 del estado de Tlaxcala, uno de los ejes principales para impulsar el desarrollo tecnológico de la región es la industria automotriz, la cual utiliza primordialmente acero como materia prima que, junto con los productores intermedios de equipo eléctrico y electrónico, motores de combustión, cerraduras y candados de seguridad, la industria de autopartes y accesorios, entre otros, demandarán en la región una mayor cantidad de acero especializado (Tlaxcala, 2015). Recientemente se planteó la apertura de una planta armadora de Audi, que junto con la planta de Volkswagen ubicadas en el estado de Puebla presentan nuevos retos a la industria acerera del estado.

Conclusiones

Las empresas, dado los procesos de producción que realiza y al tiempo que invierte en ellos, tiene la posibilidad de no alcanzar los objetivos de producción en tiempo y forma, debido a diferentes circunstancias adversas que pueden detener o retrasar la producción continua de los diferentes perfiles de acero, lo cual deriva en un retraso en la entrega de los diferentes productos a los clientes.

Los departamentos de finanzas y producción (de acuerdo a los pedidos registrados) realizan su programa de producción, el cual pone a consideración de la junta directiva para su aprobación. Sin embargo, existen clientes preferenciales que en cualquier momento pueden solicitar algún insumo y hay que incluir el pedido en el programa de producción.

Cuando un nuevo pedido que no estaba considerado se anexa al programa de producción, los objetivos financieros en la mayoría de los casos no se cumplen, por lo que la decisión de aprobar un nuevo programa de producción está a consideración de la junta directiva.

El retraso en la entrega a los clientes puede ocasionar:

- Retrasar los procesos de producción de los clientes, ya que mucha de la producción de la empresa es materia prima para diferentes sectores de la industria.
- Pérdida de confiabilidad y dinero estipulado en los diferentes contratos de compra venta.
- Dejar de atender nuevas órdenes de venta.
- Reestructuración constante del programa de producción.
- Trabajar con inventarios altos.
- Incumplir con los objetivos financieros de la empresa.

En resumen, el estudio propuesto en estas páginas presenta una alternativa que consideramos viable para su implantación. Si bien el modelo o simulación Montecarlo es la parte medular, adaptado a esta empresa en particular, es capaz de sentar bases para que mediante ciertas adaptaciones, pueda ser empelado en diferentes entidades y con giros heterogéneos. La realización de este estudio plantea diversos retos pero su beneficio será cuantificable y por supuesto, pretende no sólo la optimización en la producción y por tanto, comercialización, sino de la utilidad y de la inversión de los accionistas.

Referencias

CANACERO, C. N. (2014). *Perfil de la Industria Siderúrgica en México 2004 -2013*. México: CANACERO.

Dale L., H. G. (2012). *Practical Spreadshet Risk Modeling form Management*. USA: Chapman and Hall/CRC.

De Lara, A. (2012). *Medición y control de riesgo financiero: incluyendo riesgo de mercado y de crédito* (3a ed.). México: LIMUSA.

El Financiero. (2014). Retos y Oportunidades de la Industria Siderúrgica Mexicana. *Industria Siderurgica*.

Fernández, A. (2009). *La gestión del riesgo operacional: de la teoría a su aplicación*. México: LIMUSA, Ediciones 2010.

García Ribas, J. (2012). La gestión del riesgo operacional: de la teoría a su aplicación. En A. F. Laviada, *La gestión del riesgo operacional: de la teoría a su aplicación* (pág. 181). México: LIMUSA.

Haro, A. d. (2012). *Medición y control de riesgos financieros*. Limusa.

Jiménez, E. J. (2012). *El riesgo operacional: Metodología para su medición y control*. España, Madrid: Delta, Grupo Vanchri, Libryco.

Ma. del Rocio Soto Flores, F. S. (09 de 2001). Cambio tecnológico en la industria siderúrgica mexicana. *El cotidiano*(109), 97-106. Obtenido de <http://www.elcotidianoenlinea.com.mx>

Millan, J. A. (28 de 01 de 2014). México está construido de acero. *El Universal*.

Panjer, H. H. (2006). *Operational Risk: Modeling Analytics*. USA: Wiley.

Tlaxcala, G. d. (2015). *Agenda de Innovación de Tlaxcala*. Conacyt.

Torra, M. C. (2007). *El riesgo en la empresa*. USA: Palisade Corporation.