CAMINO HACIA LA INTERNACIONALIZACIÓN: LOGÍSTICA INTERNACIONAL

Director de Obra:
Consuelo Catalina Fernández Gaxiola

ISBN: 978-607-8262-12-0

CAMINO HACIA LA INTERNACIONALIZACIÓN: LOGÍSTICA INTERNACIONAL
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CIUDAD JUÁREZ

WWW.UTCJ.EDU.MX

Este documento de investigación fue revisado, arbitrado y aprobado por el comité editorial y el comité técnico de la Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez, el cual esta conformado, en su parte técnica, por investigadores de la Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez, de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez y del Instituto Tecnológico de Los Mochis.

Primera edición, 01 de abril de 2019.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CIUDAD JUÁREZ
SELLO EDITORIAL
AV. UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA N. 3051
COLONIA LOTE BRAVO II
C.P. 3265
TELS. (656) 649.06.00 A 26
CIUDAD JUÁREZ, CHIHUAHUA
UTCJ.EDU.MX

Director de Obra: Consuelo Catalina Fernández Gaxiola

Coordinación Editorial: Idalí Meléndez Domínguez

Diseño de Portada: José Castro Castruita

ISBN: 978-607-8262-12-0

Editorial

La presente obra reúne 14 documentos de investigación aplicada y de revisión de literatura los cuales fueron elaborados de forma conjunta por alumnos y docentes de la Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez, la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez y el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. Girando la temática de los documentos en torno al análisis de los métodos y los procesos productivos así como financieros de distintas empresas/organizaciones, con el objetivo fundamental de mejorar la posición en el mercado no sólo nacional sino internacional de las organizaciones, de sus productos y servicios, ya que uno de los grandes retos a los que se enfrentan las organizaciones, en un mercado competitivo, es hacer sus procesos ágiles y eficientes, optimizando los recursos, sin menoscabo de la calidad de los productos y servicios.

Adicionalmente, el presente documento, busca divulgar en la comunidad investigadora los proyectos de investigación realizados, algunos de los cuales resuelven problemáticas reales con herramientas y filosofías de logística e ingeniería industrial, los cuales impactan de forma benéfica a las organizaciones donde fueron realizadas. Además, se presentan investigaciones de revisión de literatura que son la base de proyectos de investigación de estudiantes posgrado.

En espera de que este libro los incentive a reflexionar, analizar y disfrutar cada uno de los temas incluidos, y con ello invitarlos a que sean ustedes los autores de publicaciones futuras, nos despedimos.

Contents

0.1 Métodos en la selección del proveedor de materia prima bajo la perspectiva de compras 7

0.2 Red eléctrica inteligente: Controlador de potencia activa en sistema de almacenamiento de energía 16

0.3 Ciclo DMAIC en Latinoamérica: Análisis de aplicación y relación con el Producto Interno Bruto 23

0.4 Factores que facilitan el financiamiento bancario en las MiPyMEs de Ciudad Juárez 32

0.5 Procedimiento para determinar la cantidad de contadores cíclicos en un centro de distribución: Revisión de literatura 42

0.6 Principales retos para obtener la certificación de centros de distribución bajo la norma ISO 9001-2015: Estudio de caso 46

0.7 Los retos que enfrentan las medianas empresas en Ciudad Juárez, Chihuahua 52

0.8 Análisis comparativo sobre la logística inversa en pequeñas y medianas empresas de maquinado industrial en Ciudad Juárez, Chihuahua 56

0.9 Proceso de logística inversa en la industria manufacturera: Estudio sustenta-ble y económico 63

0.10 Competitividad de las pequeñas y medianas empresas de la industria de maquinados en Ciudad Juárez, Chihuahua 70

0.11 La erradicación de la diarrea epidémica porcina en México y el análisis de su intercambio comercial en el TLCAN de la carne de cerdo de la fracción arancelaria 0203.22.01 75

0.12 Super resolución y Tomografía de Emisión de Positrones (PET), historia, actualidad y perspectiva 79

0.13 Vehículos de tres ruedas con vista hacia la movilidad urbana: Una revisión del estado del arte 87

0.14 Operador económico autorizado - OEA 97

Camino hacia la internacionalización: Logística internacional
ISBN: 978-607-8262-12-0

Métodos en la selección del proveedor de materia prima bajo la perspectiva de compras

Juan Alonso Armendáriz Ramírez[1]*, Manuel Iván Rodríguez Borbon[2]

Resumen
La selección de proveedores es un factor clave que contribuye al desempeño de cualquier organización y un componente importante de la cadena de suministros, desafortunadamente la selección no es arbitraria y recae en ambigüedades presentes en los criterios de decisión; por esta razón, en el presente documento, se hace una aproximación al uso de un método de solución ideal como resolución de este conflicto. Con base en información documental se resalta la importancia de la correcta selección de proveedores de materia prima para el proceso productivo y se analizan casos de éxito aplicados a la industria. Finalmente se plantea el uso de la herramienta Topsis como alternativa eficiente de selección con la finalidad de incrementar el a aprovechamiento de los recursos dentro de la organización.

Palabras Clave
Selección de Proveedores — Método Topsis — Cadena de Suministros

[1,2] *Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez, Chihuahua, México*
***Autor de correspondencia**: al175428@alumnos.uacj.mx

1. Introducción

En toda Industria donde se realicen procesos de transformación, se requiere implementar estrategias enfocadas a la adquisición de materiales, esta acción generalmente es realizada por un departamento especializado o por alguna persona encargada de realizar la decisión, si se encuentran en una situación de mercado competitivo, se tendrán varios proveedores ofertando la materia prima requerida, pero con diferentes características propias. Sin embargo, la elección final del proveedor no debe recaer solo en la dimensión costo [1], como generalmente puede suponerse, sino que es necesario considerar otras dimensiones, otros aspectos, importantes para una elección adecuada del proveedor, lo anterior considerando la cadena de flujo de valor de la industria en cuestión [2] y buscando el incremento de competitividad.

Es importante señalar que uno de los factores que se dificultan en la selección del proveedor, radica en que muchas de las características pueden entrar en conflicto, y que el logro de unas demerita a otras. Por ejemplo, es posible que el proveedor que ofrece el mejor precio no ofrezca la mejor calidad, caso contrario que aquel que ofrece la mejor calidad no ofrezca un precio competitivo. Consecuentemente, se requiere hacer una compensación entre las variables que se encuentran en conflicto [3].

Es por ello por lo que es de vital importancia que el tomador de la decisión tenga todas las herramientas necesarias para optimizar el proceso de selección, ya que si se toma una decisión incorrecta podría tener efectos catastróficos para la compañía, lo que pondría en riesgo la posición competitiva del ente productivo [4]. Provocado lo anterior por los cambios constantes en la oferta y demanda del mercado; lo cual ha convertido, a la selección de proveedores, en una actividad prioritaria dentro de una empresa para el desarrollo correcto de sus funciones y lograr así las metas propuestas.

Entre los métodos existentes para la selección de proveedores se tienen los métodos de preclasificación o aproximación y los métodos de decisión final [2], los cuales plantean una estrategia de decisión valorando las características particulares de la materia prima que está ofreciendo cada proveedor (precio, cualidades, calidad tiempos de entrega, sustentabilidad, etc.) [5], asignando ponderaciones por características específicas que permiten determinar qué aspectos son los más importantes y en cuales se debe ser más meticulosos; lo anterior mediante análisis cualitativo y cuantitativo.

2. Trabajos anteriores

Existen varios modelos que son de utilidad para tener una aproximación a un problema de decisión multivariable, durante el proceso de revisión de literatura se han destacado 7, todos estos enfocados a la elección de un proveedor dentro de la cadena de suministros. Estos son:

1. AHP (Proceso Analítico Jerárquico).
2. TOPSIS (Técnica Para el Orden de Preferencia por Similitud a la Solución Ideal).
3. MOORA (Optimización Multiobjetivo en Base al Análisis de Proporción).
4. VIKOR (El nombre del método no tiene significado especifico por sus siglas, sino es dado por su autor Serafim Opricovic [6]).

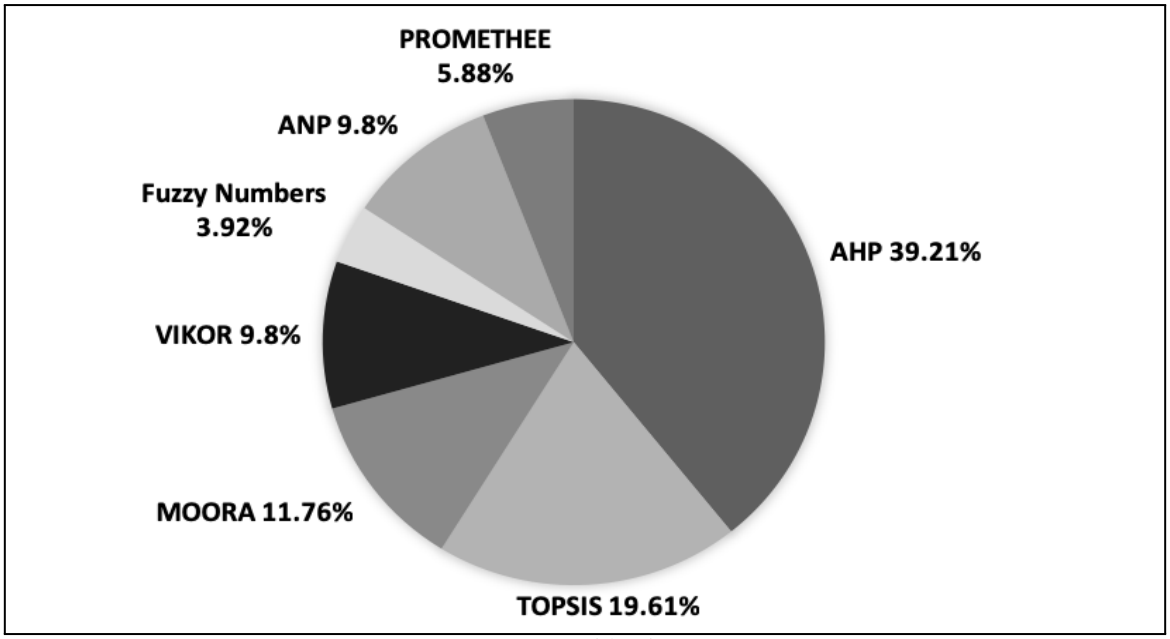

Figura 1. Wide Picture

5. Fuzzy Numbers (Números Borrosos).
6. ANP (Proceso de Red Analítica).
7. PROMETHEE (Método de Clasificación de preferencia en la organización para la evaluación de enriquecimiento).

Del total de 51 documentos considerados en la revisión se observó que el método de selección de proveedores popularizado es AHP, con una proporción de 39.21%, seguido de TOPSIS con un 19.06%, Fuzzy Numbers y VIKOR con un 3.9% y 9.8%, finalmente MOORA y PROMETHEE con un 11.76% y 5.8% respectivamente, considerando dicha revisión un período comprendidos del 2006 hasta 2018 (Figura 1).

Cada método tiene factores positivos como factores negativos, un ejemplo ilustrativo de esto es provisto en el trabajo [7] donde se realiza una comparación de los métodos AHP y TOPSIS. Los autores resaltan algunas de las características positivas que contienen tales métodos, como por ejemplo, la adecuación al cambio de alternativas y criterio, agilidad en el proceso de decisión, la consideración de un gran número de criterios de selección y de proveedores alternativos y la capacidad de modelar la incertidumbre. Dentro de las ventajas específicas que contiene el método TOPSIS es en un escenario donde existe un cambio en las alternativas, en este escenario se reflejan resultados consistentes y el resultado del método no cambia la clasificación de las preferencias anteriores, además TOPSIS no tiene limitaciones al momento de elegir el número de criterios y proveedores que se van a evaluar. AHP es una herramienta de modelización flexible y adaptable a las necesidades específicas de cualquier organización y permite conocer la estructura del problema previamente planteado por medio de una jerarquía representativa [8].

En investigaciones recientes se ha establecido que el uso de aproximaciones a la solución ideal es útil para facilitar el análisis de decisiones, ejemplo de ello se presenta en [9] que aplica un Proceso Analítico Jerárquico (AHP), para tomar decisiones, utiliza encuestas aplicadas a los responsables de las compras, quienes asignan valores a los atributos ofrecidos por los proveedores.

En [10] se expone de manera clara y precisa la técnica para el orden de preferencia por similitud a la solución ideal (TOPSIS), que presenta similitudes con la metodología AHP. El autor utiliza TOPSIS en la elección de un dispositivo móvil, una situación en la que se encuentra la mayoría de las personas en algún punto de su vida. Lo interesante es que los resultados encontrados son diferentes a los criterios que tienen la mayoría de las personas hoy en día, el autor propone un modelo que acerca a la solución ideal teniendo en cuenta características medibles como precio, tamaño, almacenamiento, cámara, etc.

Es posible ingresar un mismo problema de decisión a varios modelos para la toma de decisiones multivariables, dado esto es probable que los resultados puedan diferir, ejemplo de esto es en el trabajo [11] donde se realiza una comparación de AHP y TOPSIS, seleccionadas según el autor porque ambas permiten tener una visualización de los factores que intervienen en los procesos productivos y permiten también observar las preferencias existentes en cada una de las dimensiones. El objetivo para realizar esta metodología es tener la capacidad de poner el mismo caso de estudio bajo 2 diferentes lupas, según el autor, es poder observar si los resultados son iguales y de ser así, se obtendrá más fiabilidad en la decisión y se podrán adoptar argumentos más sólidos para la decisión final.

3. La importancia de la elección de proveedores

El problema de la elección de proveedor dentro de la cadena de suministros no es nada nuevo, la forma de aproximación a este era la utilización de herramientas de optimización, sin embargo, no todos los criterios que se toman en cuenta para la selección son cuantificables, es decir, no todos pueden tener un valor numérico absoluto, lo cual complica el escenario, además que se le suma el elemento de las variables difusas. La selección se torna más complicada si aparecen los siguientes elementos [12]:

- Un incremento en las alternativas.
- Mas proveedores potenciales debido a los mercados emergentes.
- Un aumento en los criterios a tomar en cuenta.
- Se requiere un proceso de toma de decisiones más rápido, debido a que la demanda de que el producto llegue al mercado es más alta.
- Si existe un mayor número de personas involucradas en el proceso de compra y estas provienen de varias disciplinas.

Si se está encargado de la decisión, se tiene una gran responsabilidad hacia la empresa, los empleados, los clientes y todas las personas que están involucradas dentro de el proceso productivo [11], ya que una elección no ideal conllevaría a situaciones desfavorables, la razón es que las compras de materiales representan de un 40% a un 80% del costo total de producción [12]. Además de representar un gran porcentaje en los costos, existen muchas afectaciones que se podrían suscitar hacia la empresa en caso de no elegir correctamente, por ejemplo si se realiza una compra de materia prima solo por la dimensión precio, en el corto plazo se puede lograr notar que efectivamente si hubo una disminución de los costos en la producción , pero en largo plazo se empieza notar que el material no está llegando a tiempo, que tiene fallas , el cliente no está satisfecho con el producto , etc. [13], todos estos factores son igualmente importantes que el factor precio, ya que si no se contemplan, existirían efectos negativos que impactarían a todas las personas que están relacionadas con la empresa, por el simple hecho que afecta la posición competitiva de la empresa dentro del mercado [14].

Actualmente el comercio internacional y el vínculo económico entre países ha ampliado los horizontes del poder adquisitivo de materia prima, gracias a rutas de transporte más económicas y efectivas, con estas ventajas proveedores que se encuentran a una distancia mayor, incluso al otro lado del mundo, han logrado competir con proveedores que se encuentran dentro la misma región [15], siendo que en el pasado esto estaba completamente fuera de sus posibilidades.

4. Análisis de las dimensiones utilizadas en el proceso de compras

Una ventaja de la selección de proveedores mediante técnicas multicriterio es que se pueden añadir o eliminar características dependiendo de las necesidades específicas de la empresa, además que se pueden dar diferentes ponderaciones a estas características, existirán ocasiones dentro de la compañía en que la meta inmediata sea garantizar entregas a tiempo y forma, en este caso específico la compañía va a tener un especial interés en que su proveedor cumpla con la característica de ”Entregas a Tiempo”, ya que de esta manera se va a estar alcanzando el propósito deseado. Independientemente del método utilizado para llegar a la solución óptima este carecería de todo sentido si no empata con la estrategia de negocios de la compañía [16].

El enfoque tradicional de la selección de proveedores se basaba únicamente en la dimensión precio, por esta razón la acción que realizaban las compañías era asignar un producto a varios proveedores con la finalidad de disminuir los riesgos y aumentar la competencia [17] la cual es benéfica para la compañía, con esto se dejaba la puerta abierta para elegir a alguien más por si acaso algún proveedor de materia prima no cumplía con su responsabilidad.

Según [18] los pasos por seguir para la elección de un proveedor son:

1. Definición del problema.
2. Determinación de los atributos por evaluar.
3. Evaluación de los proveedores mediante una técnica.
4. Selección final del proveedor.

Por esta razón, en los trabajos que se han revisado, las dimensiones utilizadas por el proceso de compras varían dependiendo del autor y del lugar de procedencia del artículo, por ejemplo, en [7], enfocado a la industria automotriz, utiliza dimensiones como precio, calidad, entrega, perfil del proveedor y la relación que se tiene con el proveedor, según los autores de estas son las características cruciales que un proveedor de materia prima dentro de la cadena de suministros en la industria automotriz debe tener.

Las dimensiones que se utilizan varían de industria a industria, por ejemplo en la industria de alta tecnología se utilizan variables como la innovación y la flexibilidad, siendo la innovación una característica principal, esta dimensión mide las capacidades tecnológicas del proveedor, la disponibilidad del proveedor a compartir su información tecnológica y la habilidad que tenga el proveedor de desarrollar nuevas tecnologías que puedan satisfacer las necesidades de la compañía que esta realizando la compra [19].

Por ultimo vemos que en la industria farmacéutica también existen variables consideradas específicamente para este tipo de mercado, en [20] usa algunas tangibles como costo o descuentos e intangibles como la calidad y el riesgo, algo importante a destacar es el factor riesgo y la importancia que este

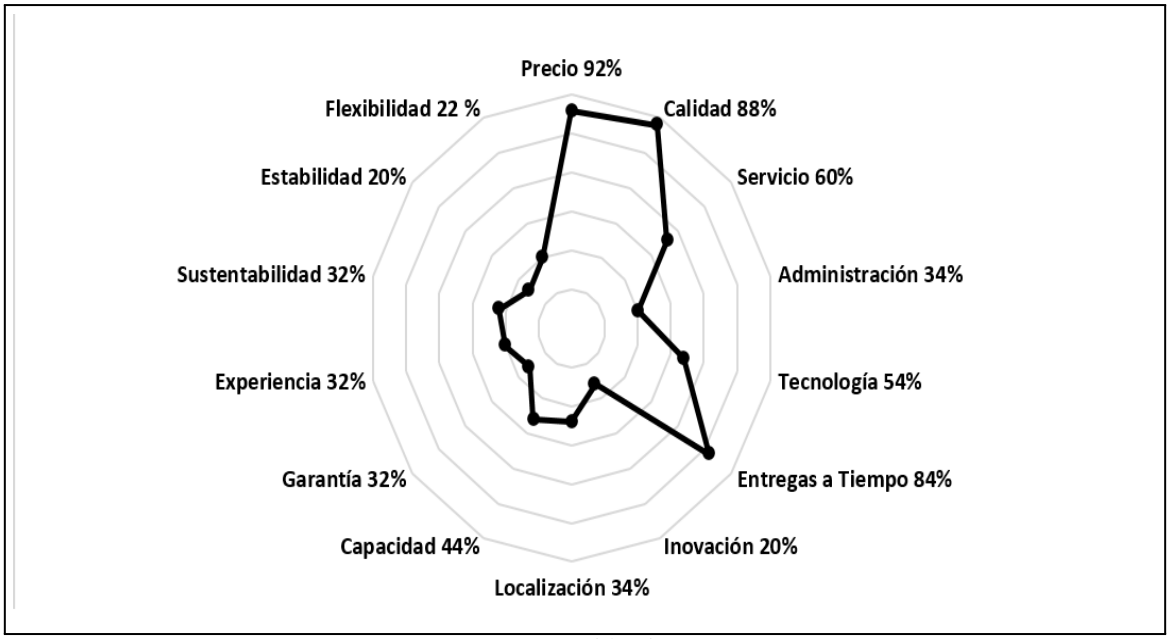

Figura 2. Wide Picture

juega dentro de la industria farmacéutica debido a la delicada naturaleza de esta, ya que sus productos finales son vitales para muchas personas.

En cuanto a la importancia de las dimensiones para la selección de un proveedor de materia prima, la Figura 2 presenta la frecuencia de aparición en la literatura consultada durante un periodo comprendido de 1995 hasta 2018.

"Precio" se presenta en casi todos los trabajos revisados con un 92% del total, se presenta como la característica mas estudiada por los académicos, seguida de "Calidad" con 88% apariciones y en un cercano tercer lugar "Entregas a Tiempo", siendo estas 3 las características que mas veces aparecen dentro de estos 50 artículos revisados.

Un dato importante es que la característica "Sustentabilidad" tiene 5 menciones, esto debido a que en los últimos años los requerimientos ambientales han ido cambiando [21], y la sociedad le ha brindado más atención a este tipo de temas, pareciera ser que la tendencia de esta característica va a la alta , es decir , que la "Sustentabilidad" poco a poco se va a convertir en un aspecto vital al momento de la elección del proveedor a largo plazo [22].

5. Dificultades y obstáculos en el proceso de selección de proveedores

Dentro de la elección del proveedor en la cadena de suministros existen varios aspectos que van a ser causantes de que este se vuelva complicado al momento de tomar la decisión, más si estos se encuentran fuera de la misma región geográfica [23], en esto influyen escenarios tales como:

5.1 Las variables cualitativas

Si se encuentra en la situación donde todas las dimensiones que se toman en cuenta dentro del modelo de compras son cuantitativas, es decir, medibles con valores numéricos (Precio, Distancia, Tiempo de Entrega, Años de Experiencia, Etc.) el problema se convertiría en modelo matemático de optimización, el cual, a partir de cálculos, se le podría encontrar una solución óptima.

La problemática se desarrolla a partir del descubrimiento de variables cualitativas dentro de las características importantes dentro del proceso de elección [24], ya que estas son completamente relativas y la única forma de tener aproximaciones a estas es mediante mediciones difusas, ya que estas permiten representar las ideas comunes, que básicamente son de tipo cualitativo. Con estas mediciones se pueden trabajar las imprecisiones que estas poseen [25].

5.2 La especificación de las metas

En el artículo [26] propone como primer paso modelar el problema de manera jerárquica y como prioridad elegir la meta de la decisión, siendo este paso la base de todo el desarrollo de la problemática, es decir , se tiene que responder a la pregunta ¿Cuál es la meta?. Menciona también que esto puede llegar a complicarse si se esta dentro de un equipo de trabajo, ya que las opiniones y las formaciones de cada individuo suelen ser variadas.

En los modelos de decisión multicriterio se aproxima a los requerimientos de los objetivos mediante ponderaciones dadas a cada atributo, de esta manera se le da mayor peso a la variable de interés, para que al momento de realizarse los cálculos, la solución ideal se aproxime más a los que se requiere por la compañía. Según [27] el criterio de la selección por lo general cae dentro de las siguientes 4 categorías.

1. Criterios del Proveedor.
2. Criterio del desempeño del Proveedor.
3. Criterio en el desempeño del Servicio.
4. Criterio de Costos.

5.3 La falta de información

Toda decisión es basada en información, dicho esto es importante que la información que se posea sea correcta y objetiva para que la decisión sea la mejor posible, aplicando esto al tema de la selección de proveedores lo óptimo sería tener todas las características de cada uno a la mano, ya que de ser así la decisión sería muy trivial, esto raramente sucede, por lo general siempre se encuentra en un escenario de información faltante o fallida. En [28] hace referencia a la importancia de la recolección de información, ya que cada pieza de información que no sea recolectada va a tener un efecto en los resultados obtenidos.

Otra inconveniencia que tiene el decisor es que parte de su base de datos es propuesta por los mismos proveedores a los que se va a evaluar. algo que es deducible es que existe la posibilidad de que algunos proveedores se atribuyan virtudes que realmente no tengan o que tiendan a exagerar cualidades y al final del proceso de la selección se elija al incorrecto debido a la información falsa.

5.4 La situación del mercado en el que se encuentre

La idea de la elección de un proveedor no existe si se encuentra un un escenario monopolista, es decir, que solamente exista un proveedor al cual se le pueda comprar, este escenario es el menos optimo ya que sin competencia todo el poder de la compra recae en el proveedor y este tiene la habilidad de realizar discriminación de precios a diferentes niveles [29]. Un escenario mas favorable para la empresa es tener un gran catalogo de vendedores, ya que estando dentro de una competencia, estarían a dispuestos a ofrecer beneficios tales como precios mas bajos, entrega mas rápida, mejor servicio, etc. Por estas razones la situación del mercado en la que se encuentre es una variable critica para la elección del proveedor de materia prima.

6. Métodos para la selección de proveedores

Debido a la complejidad del problema no existe una aproximación única a la solución, si no que durante el tiempo se han ido desarrollado técnicas mediante las cuales se ha buscado la manera de llegar al optimo, es decir, elegir el precio correcto, en la cantidad correcta, con el nivel de calidad requerido y de la fuente correcta [30], Existen métodos que contienen características generales parecidas, pero características particulares diferentes, razón por la cual en el trabajo [31] los clasifica de la siguiente manera:

6.1 Métodos de precalificación o aproximación

6.1.1 Métodos categóricos

Estos son métodos utilizados por académicos en la década de los ochenta, son de carácter cualitativo, se basan en el historial y experiencias previas que se tiene con el proveedor [32]. En [33] se realiza una aproximación al vendedor por medio de este método, se miden las características de costos, calidad, y velocidad, la manera en las que se evalúan estas dimensiones es mediante 3 etiquetas como Bueno (+), Neutral (0) e Insatisfactorio (-), con ellas se obtiene la aproximación a la mejor solución. Algo destacable es que aun cuando este trabajo tiene más de 30 años, las variables utilizadas son las mismas con las que se encontró mayor porcentaje dentro los trabajos revisados más recientes.

6.1.2 Técnicas difusas

Las técnicas difusas permiten asignar gradualidad a lo que no es absoluto, de manera figurada es decir que todo tiene elasticidad [34], en [35] se menciona un caso práctico de elección de un proveedor, el autor describe que existen muchas variables ambiguas como “calidad muy alta” y los modelos determinísticos no pueden introducir la ambigüedad como consideración, de esta manera propone que la utilización de teoría difusa es la mejor aproximación a este problema ya que esta permite representar las variables lingüísticas.

La teoría de subconjuntos difusos tiene una gran aplicación en varias áreas del conocimiento como economía, finanzas, recursos humanos etc. [36], ya que, si se trabaja en un escenario de decisión en un ambiente de incertidumbre, es bastante probable que se encuentre con variables difusas.

6.1.3 Análisis envolvente de datos

En [37] se desarrollan medidas para hacer eficiente la realización de la selección de proveedor, lo que los autores proponen es una elección mediante Unidades de Toma de Decisiones (DMU – Decision Making Units), estas cuentan con entradas y salidas basadas en las dimensiones que se están tomando en cuenta, la evaluación se realiza por medio de una técnica de programación matemática. Estas fueron las primeras aproximaciones al análisis envolvente de datos.

Esta técnica también tiene la virtud de poderse combinar con otras ya que permite la evaluación de la eficiencia relativa de un conjunto de unidades, ejemplo de esto es [38] que toma en base la técnica de Costo de Propiedad Total (TCO – Total Cost of Ownership), intentado demostrar la aplicación del Análisis Envolvente de Datos basado en la evaluación de proveedores, en sus conclusiones menciona que ambas técnicas proponen a proveedores alternativos pero que también son eficientes, esto si se toman en cuenta las diferentes metas previamente establecidas por la compañía.

Puede ser utilizada no solo para la elección del proveedor, si no que según [39] este también puede ser utilizado para la evaluación de proveedores que estén brindando el mismo producto ya una vez que estos sean contratados. Así como también puede ser una herramienta con orientación estratégica, ya que dependiendo de los resultados se puede reducir la

cantidad de proveedores que se tienen y de esta manera al tener menos proveedores se tendrían mejores vínculos y una comunicación más estrecha con estos.

6.1.4 Método TOPSIS

Dentro las herramientas para la elección de un proveedor de materia prima existe la opción de la utilización del método Topsis, este nos provee la aproximación a la solución ideal y una de sus ventajas es que puede utilizar lógica difusa. Un ejemplo de esto es en [40] donde se utiliza un Operador Promedio Ponderado Difuso con el cual se agregan ponderaciones por medio de opiniones individuales de personas que se encargan de la toma de decisiones y los jerarquiza por nivel de importancia (Criterios y Alternativas) además de proveer un ejemplo numérico.

Uno de los conceptos clave es que la selección debe estar lo mas cerca de la solución ideal, pero al mismo tiempo debe estar mas alejado de la solución anti ideal, una de las ventajas es que es una herramienta fácil de programar y de comprender [41].

Este método puede utilizado en la cadena de suministro de diversas industrias, por ejemplo, en la industria médica, como se realiza en [42] en el cual se toman en cuenta cada tipo de criterio relacionado con este tipo decisión, así como la importancia relativa de cada una de estas, en el trabajo se presenta un ejemplo numérico.

6.1.5 Método AHP

Este es un método desarrollado para solucionar los problemas de decisión multicriterio y cómo podemos ver en la Figura 1 parece ser el método utilizado con mayor frecuencia dentro de la literatura revisada, algunas de las fortalezas que tiene este método es que genera prioridades numéricas a partir del conocimiento subjetivo expresado en los estimados de las matrices de comparación pareadas [43].

A este método también como a TOPSIS se le pueden agregar dimensiones "Fuzzy" para poder manejar aquellas que son de carácter cualitativo. En [44] son utilizadas ambas herramientas y algo interesante a destacar es que los autores introdujeron la globalización y la facilidad con la que se pueden obtener productos de locaciones muy lejanas como tema de investigación, continuaron usando las dimensiones usuales como calidad y precio, pero también tomaron en cuenta variables poco convencionales como la situación política y económica de la región y su locación geográfica. En [45] se utiliza el método AHP combinandolo con técnicas difusas.

Este método presenta ciertas ventajas y desventajas al contrastarse con el mundo real, es por esta razón que [46] realizó un estudio en el cual se identifican fortalezas y debilidades, dentro de los aspectos positivos se menciona que se tiene la capacidad de agregar información una ves que ya se tiene una base de datos establecida, por el otro lado menciona la dificultad de construir el problema debido a la complejidad de su naturaleza.

6.2 Métodos de decisión final

6.2.1 Costo total de propiedad (TCO)

En este método se realiza un análisis de costos, el objetivo es encontrar el "Costo Verdadero" que es básicamente el costo total de hacer un trato con un proveedor en específico. Los costos se pueden distinguir como de pre-transacción, de transacción y de post-transacción [47], para llegar a la decisión final se hace una suma de todos los costos asociados con la elección de ese proveedor en específico y se elige la sumatoria menor.

Como varias técnicas que se han revisado, esta también tiene la opción de ser utilizada con perspectivas diferentes, ejemplo de esto es en [48], donde se utiliza un Análisis Envolvente de Datos, con la finalidad de aproximarse de manera más fácil a los resultados que se obtendrían si se utilizara el método de Costo Total de Propiedad.

Una ventaja de este método es que puede ser programado con la asistencia de un sistema operativo computacional [49], haciendo de este modelo uno extremadamente adaptable para el propósito de efectuar decisiones de manera práctica.

Según [50] los métodos de decisión tradicionales solo se basan en el costo inicial, pero no prestan atención a los costos indirectos asociados con calidad, mantenimiento, etc., es por eso por lo que se encuentra el uso a esta herramienta, ya que además de utilizar los costos directos también toma en cuenta los costos indirectos.

6.2.2 Modelos de Programación Matemática

Existen modelos de programación lineal que se pueden usar para determinar el número de proveedores a utilizar y la cantidad de material a comprar [51], como también se pueden utilizar para modelar un escenario donde existan los descuentos causados por la competencia entre los proveedores [52], en [53] se estructura un caso específico en el cual se tiene que realizar una comparación de productos y lo que se requiere es minimizar el costo total de compra o se puede hacer uso de este para cuando se encuentra frente a la decisión entre un compromiso a largo plazo o solamente una compra en un tiempo específico [54]. En [55] se utiliza una aproximación no lineal para la selección de proveedores integrando políticas de transporte.

6.2.3 Modelos basados en Inteligencia Artificial (IA)

En tiempos actuales la utilización de herramientas como sistemas computacionales o el internet han modificado la manera en que se realizan las actividades del día a día. En la selección de proveedores dentro de la cadena de suministros existen alternativas que efectivamente se apoyan en la ayuda de este tipo de mecanismos, como aproximaciones a la mejor solución. En [56] se propone la utilización de un programa inteligente mediante el cual el cliente puede acceder a las páginas de internet de los proveedores y de esta manera puede observar cuál de ellos es capaz de cumplir con sus requerimientos.

También existen programas de inteligencia artificial basados en Razonamiento Basado en Casos (CBR) por sus siglas en inglés, que según [57] muestran ser prometedores para

mejorar la efectividad y la eficiencia de la administración de los tomadores de decisiones, dentro de ese mismo trabajo se exponen los pasos para el uso efectivo de esa herramienta.

7. Conclusiones

La elección de proveedores es una decisión a la cual se le debe dar una mayor importancia dentro de cadena de suministros, ya que como se mencionó anteriormente la compra de materiales pude representar hasta un 80% de los costos totales dentro de la compañía y esto tiene repercusiones a largo plazo y afecta la posición competitiva. Es por eso por lo que gran variedad de autores, han tratado de lograr la mejor aproximación posible con diferentes métodos de selección que se aproximen lo más posible a una solución que optimice las necesidades específicas de la compañía, ya que en la industria la participación de compra en las ganancias totales oscila entre los rangos del 50-90% [31].

Una de las mejores opciones para concluir con estos procesos es la utilización de modelos de aproximación, ya que con estos se puede llegar a una aproximación de la solución ideal considerando aquellas variables de carácter cualitativo, además que se tienen en cuenta las ponderaciones de la importancia que se le da a cada variable según el propósito que se quiere alcanzar.

Varios de los trabajos revisados mencionan que un aspecto clave es la proyección de una meta, teniendo esto en cuenta se pueden elegir las dimensiones a considerar para la selección y de esta manera se puede tener una base con la que podemos sustentar el problema, ya que las dimensiones que se pueden considerar dentro del modelos son demasiadas y las que se van a elegir deben estar correlacionadas de alguna manera con las metas establecidas, esta correlación es la que causa que algunas características son utilizadas en ciertos trabajos y otras no.

La variedad de modelos que existen en la actualidad, proponen que todavía existe campo en la investigación de nuevas herramientas que puedan lograr tener un mejor acercamiento a la elección optima dentro del estudio de la selección de proveedores dentro de la cadena de suministros.

Referencias

[1] T.Y. Choi and J.L. Hartley. An exploration of supplier selection practices across the supply chain. *Journal of Operations Management*, 14(4):333–343, 1996.

[2] W.A.S. Castro, O.D.C. Gómez, and L.F.O. Franco. Selección de proveedores: Una aproximación al estado del arte. *Cuad. Adm.*, 22(38):145–167, 2009.

[3] J.L.G. Alcaráz, A.A. Iniesta, and A.A.M. Macías. Selección de proveedores basada en análisis dimensional. 2013.

[4] R.V. Rincon. *Selección y evaluación de proveedores en una industria agroalimentaria*. Universidad Politecnica de Valencia, Valencia, España, 2015.

[5] P.T. Alvarado and J.L.G. Alcaráz. *Atributos Considerados al Seleccionar Proveedores*. Juarez.AcademiaJournals, Ciudad Juárez, Chihuahua, México, 2012.

[6] S. Opricovic and T. Gwo-Hshiung. A comparative analysis of the dea-ccr model and the vikor method. *Yugoslav Journal of Operations Research*, 18(2):187–203, 2008.

[7] Francisco Rodriguez Lima. A comparison between fuzzy ahp and fuzzy topsis methods to supplier selection. *Applied Soft Computing*, 21:194–209, 2014.

[8] J.J.G. Machado. La selección de proveedores internacionales la metodología ahp. *Boletin Económico de ICE*, 2691, 2001.

[9] G.Y. Barbarosoglu. An application of the analytic hierarchy process to the supplier selection problem. *Prod. Invent. Management*, 1997.

[10] J.R. Pallarés. *Métodos de decisión multicriterio Electre y Topsis aplicados a la elección de un dispositivo móvil*. Dep. Organización Industrial y Gestión de Empresas II, Sevilla, España, 1 edition, 2015.

[11] M.J. Mellinas. *Análisis comparativo de técnicas de generación eléctrica; AHP y Topsis fuzzificado*. Universidad Politecnica de Cartagena, Cartagena, Colombia, 2012.

[12] L.D. Boer. *Past, present and future developments in purchasing provide the rationale for this thesis*. University of Twente, Enschede, Overijssel, Netherlands, 1994.

[13] W.L. Ng. An efficient and simple model for multiple criteria supplier selection problem. *European Journal of Operational Research*, 186(3):1059–1067, 2008.

[14] V.R. Kannan and K.C. Tan. Supplier selection and assessment: Their impact on business performance. *Journal of Supply Chain Management*, 38(3):11–21, 2002.

[15] F. E. Motwani. Supplier selection in developing countries: a model development. *Integrated Manufacturing Systems*, 10:154–162, 199.

[16] H. K. Samuel and H. Huang. Comprehensive and configurable metrics for supplier selection. *Int. J. Production Economics*, 105:510–523, 2007.

[17] L.V. Gallego and E. Giraldo. *Revisión de los métodos, modelos y herramientas existentes para la selección de proveedores*. 2001.

[18] L.d. Boer, E. Labro, and P. Morlacchi. A review of methods supporting supplier selection. *European Journal of Purchasing Supply Management*, 7:75–89, 2001.

[19] F.T.S. Chan and H.K. Chan. Development of the supplier selection model—a case study in the advanced technology industry. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 218(12):1807–1824, 2004.

[20] K.K.V.L.D. Voulgaridou. Supplier selection in pharmaceutical industry: An analytic network process approach.

Benchmarking: An International Journal, 15(4):494–516, 2008.

[21] G. Kannan, A.N. Haq, P. Sasikuma, and S. Arunachalam. Analysis and selection of green suppliers using interpretative structural modelling and analytic hierarchy process. *International Journal of Management and Decision Making*, 9(2), 2008.

[22] A.H.I. Lee, H.Y. Kang, C.F. Hsu, and H.C. Hung. A green supplier selection model for high-tech industry. *Expert Systems with Applications*, 36(4):7917–7927, 2009.

[23] N. Aissaoui, M. Haouaria, and E. Hassini. Supplier selection and order lot sizing modeling: A review. *Computers and Operations Research*, 34(12):3516–3540, 2007.

[24] R. Verma and M.E. Pullman. An analysis of the supplier selection process. *Omega*, 26(6):739–750, 1998.

[25] S.L.Á. Rojas and J.C.O. Gómez. Modelo de programación multi-objetivo fuzzy para la selección de proveedores. *Revista EIA*, 12(23):163–174, 2015.

[26] M. Zeydan, C. Çolpan, and C. Çobanog lu. A combined methodology for supplier selection and performance evaluation. *Expert Systems with Applications*, 38:2741–2751, 2011.

[27] C. Kahraman, U. Cebeci, and Z. Ulukan. Multi-criteria supplier selection using fuzzy ahp. *Logistics Information Management*, 16(6):382–394, 2009.

[28] J. Russo and P.J. Schoemaker. *Decision Traps: Ten Barriers to Brilliant Decision-Making and how to Overcome Them*. Doubleday/Curency, New York, United States of America, 1989.

[29] H.R. Varian. *Intermediate economics volumen 8*. W W Noton and Company, Inc., New york, United States of America, 2010.

[30] J. Sarkis and S. Talluri. A model for strategic supplier selection. *Journal of Supply Chain Management*, 38(4), 2006.

[31] L.d. Boer, E. Labro, and P. Morlacchi. A review of methods supporting supplier selection. *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 7:75–89, 2001.

[32] G. Zenz. *Purchasing and the Management of Materials*. Wiley, 1981.

[33] E. Timmerman. An approach to vendor performance evaluation. *Journal of Purchasing and Materials Management*, 1986.

[34] H.J. Zimmermann. *Fuzzy Set Theory—and Its Applications*. Kiuwer Academic Publishers, 3 edition, 1996.

[35] A. Amid, S. Ghodsypour, and C. O'Brien. Fuzzy multiobjective linear model for supplier selection in a supply chain. *International Journal of Production Economics*, 104(2):394–407, 2006.

[36] C.G. Dávalos and Y.A.T. Gómez. Cómo seleccionar y contratar empresas en el outsourcing utilizando la metodología de números borrosos. *Contaduría y administración*, 57(2):113–134, 2012.

[37] A. Charne, W. Cooper, and E. Rhodes. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 3(4):429–444, 1978.

[38] R.M. Garfamy. A data envelopment analysis approach based on total cost of ownership for supplier selection. *Journal of Enterprise Information Management*, 19(6):662–678, 2006.

[39] J. Liu. Using data envelopment analysis to compare suppliers for supplier selection and performance improvement. *Supply Chain Management: An International Journal*, 5(3):143–150, 200.

[40] F.E. Boran, S. Genç, M. Kurt, and D. Akay. A multicriteria intuitionistic fuzzy group decision making for supplier selection with topsis method. *Expert Systems with Applications*, 36(8):11363–11368, 2009.

[41] J.W. Wang, C.H. Cheng, and H. Kun-Cheng. Fuzzy hierarchical topsis for supplier selection. *Applied Soft Computing*, 9:377–386, 2009.

[42] T. Danijela, S. Miladin, and A. Aleksandar. The evaluation and ranking of medical device suppliers by using fuzzy topsis methodology. *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, 24(4):2091–2101, 2014.

[43] F.H. Liu and H.L. Hai. The voting analytic hierarchy process method for selecting supplier. *Int. J. Production Economics*, 97:308–317, 2005.

[44] F.T.S. Chan, N. Kumar, M. Tiwari, H.C.W. Lau, and K.L. Choy. Global supplier selection: a fuzzy-ahp approach. *International Journal of Production Research*, 46(14):3825–3857, 2008.

[45] M.F.H. Umaña and J.C.O. Gómez. *Modelo para la gestión de proveedores utilizando AHP difuso*. ICESI, 2006.

[46] G. Bruno, E. Esposito, A. Genoves, and RenatoPassaro. Ahp-based approaches for supplier evaluation: Problems and perspectives. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 18(3):159–172, 2012.

[47] L. Ellram. A taxonomy of total cost of ownerships models. *Journal of business Logistics*, 15(1):171–191, 1994.

[48] F. Visani. Supplier's total cost of ownership evaluation: a data envelopment analysis approach. *Omega*, 61:141–154, 2016.

[49] D.L.S.M.W. Clemens. Total cost supplier selection model: A case study. *Daniel L. Smytka Michael W. Clemens*, 29(4):42–49, 1993.

[50] G. Kanagaraj, G. Ponnambalam, and N. Jawahar. Reliability-based total cost of ownership approach for supplier selection using cuckoo-inspired hybrid algorithm.

The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 84(5-8):801–816, 2016.

[51] A.C. Pan. Allocation of order quantity among suppliers. *Journal of Supply Chain Management*, 25(3):36.39, 1989.

[52] S.S. Chaudhry, F.G. Forst, and J.L. Zydiak. Vendor selection with price breaks. *European Journal of Operational Research*, 70(1):52–66, 1993.

[53] E.C.R.J.L.Z.S.S. Chaudhry. Vendor selection with bundling. *Decision Sciences*, 26(1):35–48, 1995.

[54] Y.S.Y. Amir and A. Sadrian. A procurement decision support system in business volume discount environments. *Operations Research*, 42(1):182–196, 1994.

[55] A. Aguezzoul and P. Ladet. A nonlinear multiobjective approach for the supplier selection, integrating transportation policies. *Journal of Modelling in Management*, 2(2):157–169, 2007.

[56] L.K.S.B.T.S.S. Lee. The potential of intelligent software agents in the world wide web in automating part procurement. *International Journal of Purchasing and Materials Management*, 34(4):46–52, 2006.

[57] R.L. Cook. Case-based reasoning systems in purchasing: Applications and development. *International Journal of Purchasing and Materials Management*, 33(4):32–39, 1997.

ISBN: 978-607-8262-12-0

Red eléctrica inteligente: Controlador de potencia activa en sistema de almacenamiento de energía

Jorge Jonathan Avalos Rivera[1]*, Onofre Morfin Garduño[2], Maribel Gómez Franco[3]

Resumen

El Centro Nacional de Control de Energía en México, es la institución gubernamental que apoya la propuesta de investigación y desarrollo de una Red Eléctrica Inteligente, por el cual esta propuesta implica fortalecer la red eléctrica con la integración de nuevas tecnologías avanzadas como la integración de la interconexión de la particularidad de energías renovables como las fuentes de energía fotovoltaica y aerogeneradores (Energía eólica), y el acoplamiento de sistemas de almacenamiento de banco de baterías, aplicando un control de potencia activa para tener la controlabilidad de la red eléctrica de una manera inteligente. La estrategia para la funcionalidad de la red eléctrica inteligente es conocer los conceptos básicos para formar el sistema de la robusta red eléctrica con tecnologías avanzadas, en especial comprender cuales sistemas de energías renovables aplican en la funcionalidad de una región apropiada, y definir un sistema de control de potencia activa asequible para la controlabilidad funcional para formar la robustez innovadora para la red eléctrica.

Palabras Clave

Red Eléctrica Inteligente — Electrónica de Potencia — Sistemas de Almacenamiento con Banco de Baterías — Energías Renovables — Red Eléctrica — Despacho de Carga — Central Eléctrica

[1,2,3] *Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez, Chihuahua, México*

***Autor de correspondencia**: al171749@alumnos.uacj.mx

1. Introducción

En el uso de las tecnologías modernas dependientes de la energía eléctrica, hoy en día se utilizan los sistemas de energías renovables para satisfacer la necesidad de cuidar el medio ambiente, evitando el uso de materiales fósiles para generar energía eléctrica, mejorando la economía, e incrementando la calidad en la distribución de la energía eléctrica, lo que implica el uso de redes inteligentes. Por lo cual depende de una central eléctrica, donde un despacho de carga genera energía, abastece por medios de transmisión a subestaciones eléctricas, se establecen sistemas de control, y posteriormente se distribuye al consumidor ante un contrato rentable de cantidad de energía para el suministro [1].

El sistema de almacenamiento de energía con baterías es la clave para integrar las energías renovables, tales como los sistemas eólicos y los sistemas fotovoltaicos, en la red de distribución de energía eléctrica y tienen la capacidad de absorber y entregar principalmente potencia activa con tiempos inferiores al segundo [2].

Con esta capacidad el sistema de almacenamiento e implementado al diseño de un sistema de control en tiempo real puede mitigar tales problemas como la generación de energía renovable, la velocidad de rampa, rampa control de frecuencia, respuesta de caída de frecuencia, corrección del factor de potencia, cambio de tiempo solar y nivelación de salida.

Con esta aplicación hay un enfoque de estabilidad, y el sistema de almacenamiento se puede integrar a la red de distribución de energía eléctrica y en nuevos mercados de energía para hacer un recurso de energía eléctrica con una eficiencia inteligente y económica.

2. Red inteligente

Es un sistema de red de distribución de energía eléctrica con funciones de control avanzado, para facilitar una medición inteligente e interactuar en tiempo real en todos sus componentes para compensar la demanda del despacho de carga. La clave importante de la red inteligente es la dinámica del uso de un sistema de almacenamiento para aportar una robustez en la red eléctrica y en las fuentes de energías renovables, tales como el sistema fotovoltaico y el aerogenerador, compensan estas fuentes de energía para conservar el equilibrio y estabilidad, evitando escenarios intermitentes en la generación de energía eléctrica [3].

2.1 Despacho de carga

El despacho de carga es la asignación del nivel de generación de las unidades generadoras, tanto propias como de permisionarios, y compañías extranjeras con quienes hubiere celebrado convenios para la adquisición de energía eléctrica, considerando los flujos de potencia en líneas de transmisión, subestaciones y equipo. Esto hace referencia en la central termoeléctrica, la generación de conocimiento a la información que obtiene el despacho de carga es la necesidad y la satisfacción ante la problemática que hay en las redes de dis-

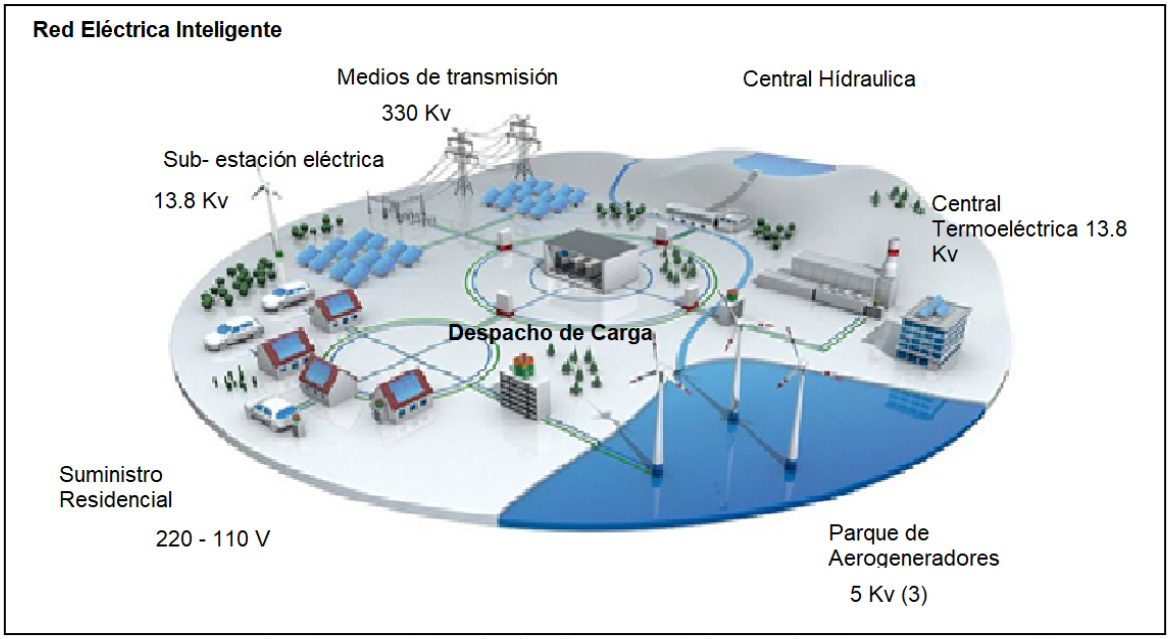

Figura 1. Prototipo de una red eléctrica inteligente con la integración de energías renovables.

tribución de energía eléctrica [4].

3. Sistema de almacenamiento

El sistema de almacenamiento de energía con baterías (BESS - Batery Energy Storage System) es la clave para integrar a la red de distribución eléctrica y en fuentes de energías renovables, tales como los sistemas eólicos y los sistemas fotovoltaicos, para aportar una robustez en la generación de la energía eléctrica y el suministro de la electricidad. Por lo tanto, el BESS tiene la capacidad de absorber y entregar principalmente potencia activa con tiempos inferiores al segundo. Con esta capacidad el sistema de almacenamiento implementando el diseño de un sistema de control en tiempo real puede mitigar tales problemas como la generación de energía renovable, la velocidad de rampa, rampa control de frecuencia, respuesta de caída de frecuencia, corrección del factor de potencia, cambios intermitentes de tiempo solar y nivelación de salida [2].

El acoplamiento de energía solar fotovoltaica y almacenamiento aumentará drásticamente la confiabilidad de la red inteligente, permite una administración más eficaz de la red y crea un producto de energía distribuible a partir de los recursos disponibles. La característica de respuesta rápida del almacenamiento hace que el almacenamiento sea especialmente valioso como un recurso de regulación y le permite compensar la variabilidad de la generación de energía solar fotovoltaica. Los sistemas de almacenamiento de energía de la batería también pueden mejorar la economía de la generación de energía solar distribuida mediante la reducción de la necesidad de activos de generación tradicionales y el aumento de la utilización de activos de la generación de energía existente, permitiendo que el sistema fotovoltaico y aplacamiento acoplados proporcionen servicios de regulación de frecuencia y voltaje [2].

4. Convertidor Buck Boost (Control)

Los sistemas electrónicos modernos requieren de fuentes de poder de alta calidad, que sean pequeñas, ligeras, ecientes y conables. Los reguladores lineales de potencia, cuyo principio de operación está basado en divisores de voltaje y corriente, son inecientes, debido a que su voltaje de salida está limitado a valores menores que su voltaje de entrada, además de las perdidas por el uso de elementos pasivos tales como son las resistencias en tales reguladores [5].

Las funciones de un convertidor CD/CD son [6]:

- Convertir un voltaje de CD de entrada a un voltaje de CD de salida.
- Regular el voltaje de CD de salida ante variaciones de la carga.
- Reducir el voltaje de rizo del voltaje de salida.

Existen cuatro topologías básicas para convertidores CD / CD, buck, boost y buck-boost. La salida de voltaje de estos convertidores se controla al ajustar el tiempo de encendido de un interruptor, el cual ajusta a su vez el ancho de un pulso en el voltaje de salida. Esta técnica de control es llamada Modulación de Ancho de Pulso o PWM (por sus siglas en ingles). A continuación, se describe de manera resumida el funcionamiento de las tres primeras conguraciones, pues el convertidor cumple con la misma función que el convertidor Buck-boost, pero con la ventaja de garantizar un nivel de corriente continuo a la salida y entrada del convertidor.

La configuración básica de un convertidor buck-boost (también llamado step-down and stepup) se muestra en la Figura 2. En ella se aprecia que este convertidor se compone de los mismos componentes que el convertidor buck y boost pero en conguración diferente.

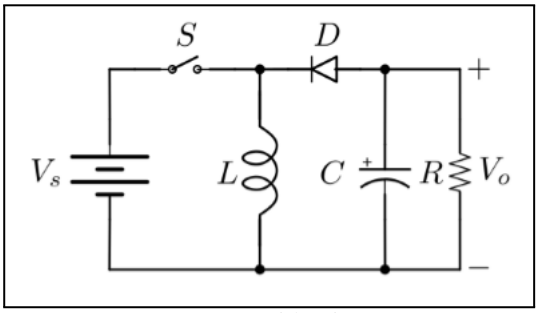

Figura 2. Wide Picture

Se puede demostrar [6] que el voltaje de salida de este convertidor es:

$$V_0 = \frac{D}{1-D} V_s \tag{1}$$

Dada la denición de D es fácil ver que el voltaje de salida de este convertidor es negativo respecto a tierra y su magnitud puede ser mayor o menor que el voltaje de entrada, según el valor del ciclo de trabajo.

$$V_0 < V_s \; si \; D < \frac{1}{2} \tag{2}$$

$$V_0 = V_s \; si \; D = \frac{1}{2} \tag{3}$$

$$V_0 > V_s \; si \; D > \frac{1}{2} \tag{4}$$

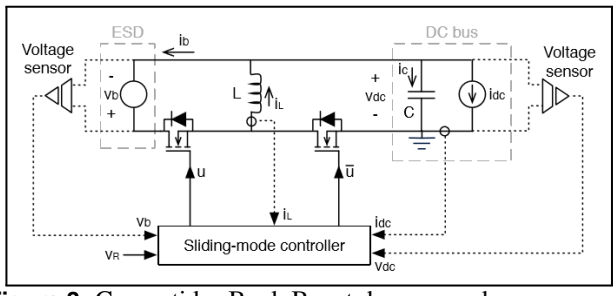

Figura 3. Convertidor Buck Boost de carga y descarga para un bus DC.

5. Inversor trifásico (Control)

Los inversores son circuitos convertidores de potencia que pasan una señal de voltaje (inversor de voltaje) o corriente (inversor de corriente) de directa a alterna (CA), con un nivel de voltaje o corriente y de frecuencia controlables. Algunas de las aplicaciones típicas más importantes son [6]:

- Control de velocidad para motores de CA.
- Calentamiento por inducción.
- Fuentes de poder ininterrumpidas para computadoras.

De manera general, como se mencionó antes, existen dos tipos de inversores: inversores de voltaje e inversores de corriente (VSI y CSI respectivamente por sus siglas en ingles), a continuación, se describe de manera simplicada el funcionamiento de un inversor de voltaje, pues es el usado para esta investigación. La entrada de un inversor de voltaje es una señal de voltaje de CD, como una batería o un bus de CD. Al ser un circuito convertidor de potencia, como un convertidor CD/CD, emplea un dispositivo de "switcheo" controlable, es decir un interruptor de estado sólido que puede ser un tiristor convencional, un transistor de potencia, un IGBT (Inversor trifásico bidireccional), etc. La topología estandard para un inversor trifásico tipo puente se muestra en la Figura 3. Donde se enumeran los interruptores de S1 a S6, los interruptores de cada rama del inversor (S1 y S4, S3 y S6 o S5 y S2) no pueden estar simultáneamente cerrados (on) pues resultaría en un corto circuito. Las secuencias de los ocho estados válidos para los interruptores, junto con los voltajes generados entre fases (vab, vbc y vca). De estos estados, dos de ellos (7 y 8) producen un voltaje CA de cero voltios. El resto de los estados (del 1 al 6) producen un voltaje CA distinto de cero en las líneas de salida. Para generar una forma de onda de voltaje deseada, un inversor cambia de un estado a otro. Entonces, el voltaje de salida resultante puede tomar niveles discretos de vi, 0 y -vi para la topología mostrada en la Figura 3. La selección de los estados con el fin de generar la forma de onda deseada depende de la técnica de modulación empleada para la activación de los interruptores.

6. Fuente de energía renovable de sistema solar fotovoltaico

En las redes de distribución de energía eléctrica en la actualidad en México, se cuenta con la interconexión de energías renovables en la red eléctrica de distribución, en particular se cuenta con fuentes de energía fotovoltaica en la región, con el propósito de dar la entrada a energías renovables para la generación de energía limpia sin el uso de combustible fósil para ayudar a la economía de la rentabilidad del suministro de energía. Por lo tanto, la interconexión de energías renovables en la red no satisface el uso de una red eficiente para el suministro de energía, ya que las fuentes de energías renovables presentan generación intermitente de energía eléctrica. Para

mejorar la generación de energía intermitente se propone el diseño de un sistema de control de potencia para integración de un sistema que logre estabilizar la generación de energía intermitente. Se plantea integrar un sistema de almacenamiento con baterías en la red interconectada a las fuentes de energías renovables para mitigar la problemática de la generación de energía intermitente. Por lo que, al integrar el sistema de almacenamiento a la red eléctrica, es el resultado de la generación de una red eléctrica inteligente (REI).

Para la conformidad e identificarse ante la realidad, con el artículo 37 de la Ley de Transición Eléctrica (LTE), la implementación de la Red Eléctrica Inteligente (REI) tiene como objetivo apoyar la modernización de la Red Nacional de Transición (RNT) y de las Redes Generales de Distribución (RGD), para mantener una infraestructura confiable y segura que satisfaga la demanda eléctrica de manera económicamente eficiente y sustentable, y que facilite la incorporación de nuevas tecnologías que promuevan la reducción de costos del sector eléctrico.

Para la implementación de una Red Eléctrica inteligente (REI), se deberá identificar, evaluar, diseñar, establecer e instrumentar estrategias, acciones y proyectos en materia de redes eléctricas, entre las que se considera [7]: El desarrollo e integración de tecnologías avanzadas para el almacenamiento de electricidad y de tecnologías para satisfacer la demanda en horas pico.

6.1 Fuente de energía solar fotovoltaica

La radiación solar es una “fuerza” crucial en la tierra, por lo que existen varios sistemas que manejan la energía solar directamente. Sistemas pasivos de calefacción solar conducen el calor del sol directamente al interior de una edición o calientan agua. Los sistemas fotovoltaicos convierten directamente la radiación solar en electricidad por medio de sistemas de estado sólido. Hoy en día la humanidad paulatinamente deja a tras el uso de combustibles fósiles, al mismo tiempo que confronta el cambio climático.

Las células solares hechas con materiales semiconductores en estado cristalino como silicio, arseniuro de galio u otros, que convierten la radiación solar directamente en electricidad; son dispositivos relativamente simples. Los semiconductores tienen la capacidad de absorber luz y de transferir una porción de la energía absorbida de los fotones a partículas portadoras de corriente eléctrico (electrones y huecos). Un diodo separa y recolecta dichos portadores y conduce la corriente eléctrica generada en una dirección especíca. Por lo tanto, una celda solar es básicamente un diodo que ha sido cuidadosamente diseñado y construido para ecientizar el proceso de absorción de la energía lumínica del sol para convertirla en energía eléctrico [8].

Se puede considerar que, según la teoría cuántica de campos, toda radiación electromagnética está compuesta por partículas subatómicas llamadas fotones; además, desde un punto de vista ondulatorio, el fotón puede considerarse como una onda cuya energía (E) queda descrita por donde h es la constante de Planck, c es la velocidad de la luz y es la longitud de onda de la luz. Solo los fotones con suciente energía, para crear pares electrón-hueco, pueden contribuir al proceso de conversión de energía [2].

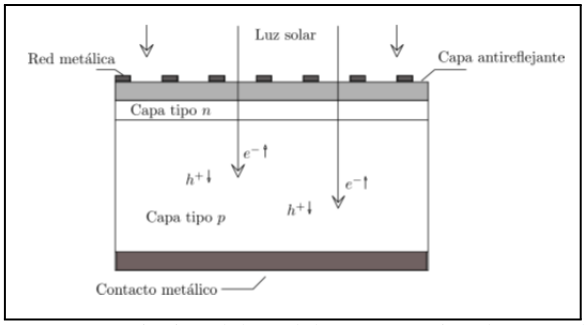

Figura 4. Descripción del modelo esquemático de una celda solar y formación de pares electrón-hueco.

6.2 Interconexión de un sistema fotovoltaico en la red eléctrica

El sistema objeto de estudio se ilustra en el diagrama esquemático, el cual es un sistema de control en lazo cerrado descentralizado y puede subdividirse en dos subsistemas en cascada: el subsistema paneles-convertidor boost y el subsistema del inversor conectado a la red eléctrico. Cada subsistema se describe a continuación.

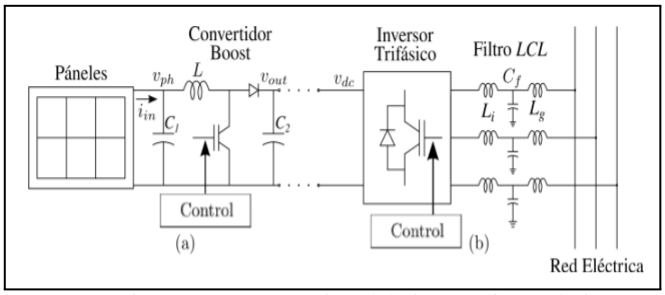

Figura 5. Diagrama esquemático del sistema fotovoltaico interconectado a la red eléctrica.

7. Aplicación en la interconexión del sistema de almacenamiento a la red de distribución de la energía

La integración de los sistemas de almacenamiento de energía en la red inteligente puede gestionar la variabilidad real de la energía de la energía solar, al proporcionar control de la variación de potencia, puede optimizar los beneficios de la energía solar fotovoltaica [9].

El uso de BESS para proporcionar estabilidad de voltaje a través del soporte dinámico y la regulación de frecuencia a través de la respuesta de control de caída reduce los desafíos de integración asociados con la energía solar fotovoltaica.

El acoplamiento de energía solar fotovoltaica y almacenamiento aumentará drásticamente la confiabilidad de la red

inteligente, permite una administración más eficaz de la red y crea un producto de energía distribuible a partir de los recursos disponibles. La característica de respuesta rápida de BESS hace que el almacenamiento sea especialmente valioso como un recurso de regulación y le permite compensar la variabilidad de la generación de energía solar fotovoltaica. En las redes de distribución de energía eléctrica en la actualidad en México, se cuenta con la interconexión de energías renovables en la red eléctrica de distribución, en particular se cuenta con fuentes de energía fotovoltaica en la región, con el propósito de dar la entrada a energías renovables para la generación de energía limpia sin el uso de combustible fósil para ayudar a la economía de la rentabilidad del suministro de energía. la interconexión de energías renovables en la red no satisface el uso de una red eficiente para el suministro de electricidad, ya que las fuentes de energías renovables presentan generación intermitente de energía eléctrica. Para mejorar la generación de energía intermitente se propone el diseño de un sistema de control de potencia para integración de un sistema que logre estabilizar la generación de energía intermitente [10].

Se plantea integrar un sistema de almacenamiento con baterías en la red interconectada a las fuentes de energías renovables para mitigar la problemática de la generación de energía intermitente. Por lo que, al integrar el sistema de almacenamiento a la red eléctrica, es el resultado de la generación de una red eléctrica inteligente (REI).

8. Aplicación en la red de distribución de la energía

La integración de los sistemas de almacenamiento de energía con baterías (BESS), en la red eléctrica tiene beneficio de gestionar la variabilidad real de la energía de las energías renovables, al proporcionar control de la variación de la potencia activa, puede optimizar los beneficios de la energía solar fotovoltaica, para un sistema de seguridad en la generación de la energía intermitente para el suministro del cliente, y para establecer una robustez en la generación de la energía en la red eléctrica, a beneficio mitigar la problemática del suministro de energía intermitente por causas del medio ambiente, mantenimiento a la red eléctrica, y para establecer una variable de estabilidad en la sobrecarga en el equipo de la centrales eléctricas [11].

En el caso de las energías renovables el acoplamiento de energía solar fotovoltaica y almacenamiento aumentará drásticamente la confiabilidad de la red inteligente, permite una administración más eficaz de la red y crea un producto de energía distribuible a partir de los recursos disponibles. La característica de respuesta rápida del BESS hace que el almacenamiento sea especialmente valioso como un recurso de regulación y le permite compensar la variabilidad de la generación de energía solar fotovoltaica. Los sistemas de almacenamiento de energía de la batería también pueden mejorar la economía de la generación de energía solar distribuida mediante la reducción de la necesidad de activos de generación tradicionales y el aumento de la utilización de activos de la generación de energía existente, permitiendo que el PV solar y BESS acoplados proporcionen servicios de regulación de frecuencia y voltaje [12].

8.1 Metodología

Para integrar el sistema de control de potencia activa, hay que analizar el sistema eléctrico de potencia, y establecer a que parámetro de estabilidad de voltaje se va a integrar para establecer el control de potencia ante la red eléctrica.

En este caso para la Figura 6, se establece la red de reparto del centro de transformación, que establece el voltaje de 13.8 Kv a 480 V, un voltaje establecido para la interconexión de energías renovables y la red eléctrica.

Estableciendo la red de uso en el sistema eléctrico de potencia para la interconexión del control de potencia activa, en la Figura 7 se representa como el sistema se proyecta de manera visual, ante la interconexión del sistema de control de potencia activa en un sistema de almacenamiento en la red eléctrica.

En la Figura 7, se sigue la estrategia de integrar los conceptos vistos en el documento, se integra un convertidor trifásico bidireccional DC-DC para integrar la fuente de energía fotovoltaica al banco de baterías, o AC-DC para la generación energía alterna (Sistema eólico) en el banco de baterías, en el primer paso para la interconexión, se utiliza un convertidor de potencia activa Buck Boost de corriente directa, para la carga y descarga ante el segundo paso, y el tercer paso es la integración de un inversor trifásico para interconectarlo ante la red eléctrica trifásica.

El factor clave para lograr la interconexión tanto en la red, y en la aplicación para energía renovables, es el sistema de control de potencia activa en el sistema de almacenamiento, requiere de establecer la estrategia del diseño de convertidor de potencia activa Buck Boost DC – DC bidireccional para establecer la entrada de voltaje de la red o de la aplicación de las energías renovables para el banco de baterías, y lograr aquella interconexión para la red eléctrica, como se representa en la Figura 8, que implica el diseño del control convertidor de potencia activa Buck Boost, para establecer un control para la interconexión en la red y en la aplicación de las energías renovables [13].

9. Conclusiones

En este documento consiste en una estrategia de conceptos clave para lograr el diseño y una integración de una red eléctrica inteligente, hay una metodología para una simulación utilizando la estrategia del diseño, en un uso del convertidor de potencia activa bidireccional Buck Boost DC -DC, para lograr una interconexión ante la red eléctrica trifásica, a este paso de la finalidad del articulo está a nivel de simulación por software en Matlab, y se está practicando simulaciones experimentales de la interconexión de la energía solar fotovoltaica y la red eléctrica trifásica, del cual se espera los resultados

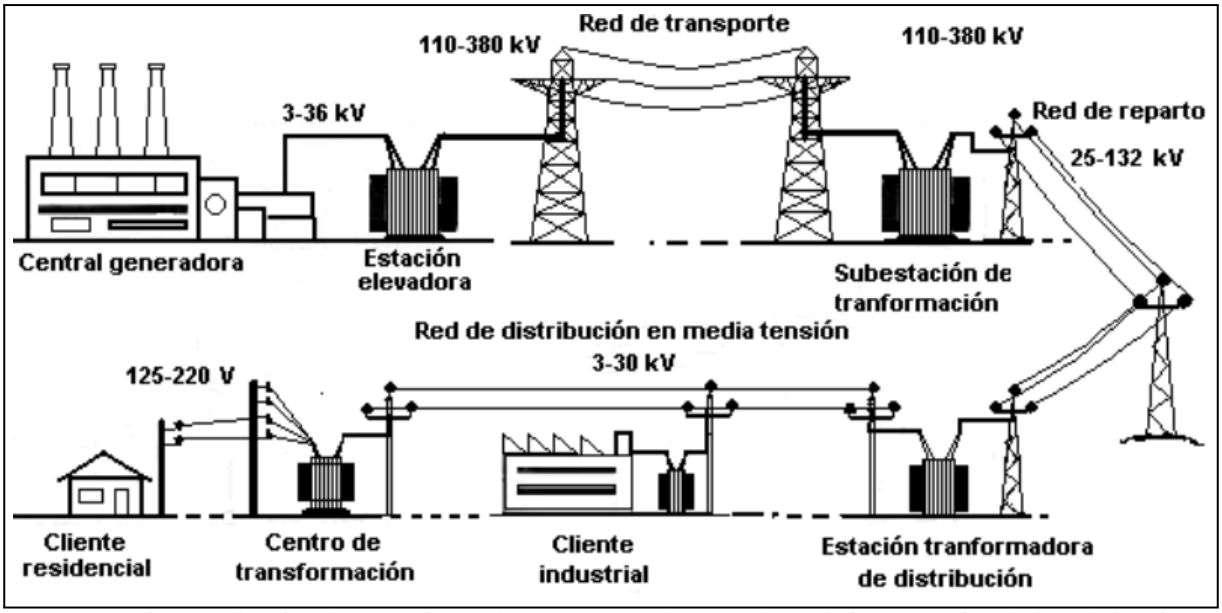

Figura 6. Sistema eléctrico de potencia con los parámetros de control para la interconexión de la red eléctrica.

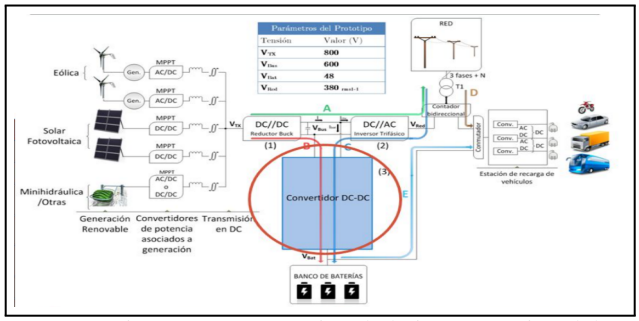

Figura 7. Diagrama esquemático de la interconexión del sistema de control de potencia activa en un sistema de almacenamiento en la red eléctrica.

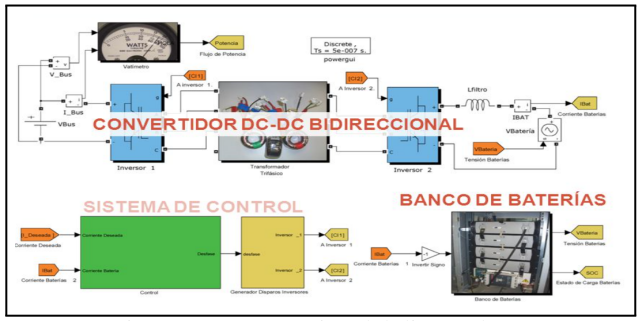

Figura 8. Diagrama esquemático del diseño de un convertidor de potencia Buck – Boost, en un diagrama de bloque en el software Matlab, en un banco de baterías.

esperados en un segundo documento en la práctica de la integración del sistema de control de potencia activa para el sistema de almacenamiento en la red eléctrica, y aplicación de energías renovables, en particular la fuente de energía fotovoltaica. La fuente de energía fotovoltaica tiene particularidad, a justificación de que en ciudad Juárez tiene una considerable radiación solar de 1,000 Wh/m2 = 3.6 MJ/m2 [7], una radiación considerable para factibilidad del uso de energía solar fotovoltaica en Ciudad Juárez como alternativa en particular de energías renovables.

Por lo tanto, si se logra establecer el diseño de un control de potencia activa para el sistema de almacenamiento en la red eléctrica, y es asequible a la necesidad del despacho de carga y en el Centro Nacional de Energía (CENACE) de México, este artículo de investigación satisface a la necesidad de la Ley de la Industria Eléctrica (LIE), que plantea fundamentar el despliegue de la Red Eléctrica Inteligente (REI), que deberá de contribuir a mejorar la eficiencia, confiabilidad, calidad y seguridad del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) con la incorporación de tecnologías avanzadas de medición, monitoreo, comunicación y operación, entre otras, que facilite el acceso abierto, y permitir la integración de las fuentes de energías limpias y renovables.

Tal como lo plantea la Ley de Transición Eléctrica (LTE) [7], en la implementación de las redes eléctricas inteligentes (REI), tienen como objetivo apoyar la modernización de la Red Nacional de Transmisión (RNT) y de las Redes Generales de Distribución (RGD) para mantener una infraestructura confiable en México y segura, que satisfaga la demanda eléctrica de manera económicamente eficiente y sustentable, y que facilite la incorporación de nuevas tecnologías que promuevan la reducción de costos del sector eléctrico.

Referencias

[1] Adel Merabet. Energy management and control system for laboratory scale microgrid based wind-pv-battery. *IEEE*, 8:145–154, 2017.

[2] F. Cody and A. Hill. Battery energy storage for enabling integration of distributed solar power generation. *IEEE*, 3:8–16, 2012.

[3] A.G. Wang. *Battery Energy Storage System: The Key of Future Smart Grid*. IEEE, United States of America, 2016.

[4] B. Pravin and P. Varaiya. Smart operation of smart grid: Risk-limiting dispatch. *IEEE*, 99:1–18, 2011.

[5] Carlos Andrés Ramos-Paja. Design and control of a buck–boost charger-discharger for dc-bus regulation in microgrids. *Energeis*, 10(1847):1–26, 2017.

[6] David Irwin. *Basic engineering circuit analysis*. Wiley, United States of America, 2011.

[7] C.N.D.C.D. Energía. *PRODESEN (Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional)*. SENER (Secretaria de energía), México, 2018.

[8] C.A. Cañizares. Trends in microgrid control. *IEEE*, 5(4):1–15, 2014.

[9] M.S. Whittingham. History, evolution, and future status of energy storage. *IEEE*, 100:17–29, 2012.

[10] Yuqing Yanga. Battery energy storage system size determination in renewable energy systems: A review. *ELSEVIER*, 91:1–17, 2018.

[11] Chao Zhang. Energy storage system: Current studies on batteries and power condition system. *ELSEVIER*, 82:1–16, 2018.

[12] Dan Wu. A control architecture to coordinate renewable energy sources and energy storage systems in islanded microgrids. *IEEE*, 6(1949-3053), 2015.

[13] Tomislav Dragicevic. Dc microgrids—part ii: A review of power architectures, applications, and standardization issues. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 31:3528–3549, 2016.

ISBN: 978-607-8262-12-0

Ciclo DMAIC en Latinoamérica: Análisis de aplicación y relación con el Producto Interno Bruto

Marina Lizeth Rojas Salazar[1]*, Ivan Juan Carlos Pérez Olguín[2]

Resumen

La mejora continua en los procesos de manufactura es uno de los principales objetivos de la industria, en particular, la industria manufacturera. Seis Sigma provee herramientas para mejorar procesos y además, conseguir que las mejoras prevalezcan a través del tiempo. Dentro de las herramientas de Seis Sigma, se encuentra el ciclo DMAIC, en este artículo se describen las principales características de cada fase y se muestra el conjunto de herramientas que permiten llevar a cabo un ciclo DMAIC exitoso. Tras una revisión de literatura, se identifican los casos de aplicación del ciclo DMAIC en Latinoamérica, mostrando una clasificación por país. Luego se realiza una breve descripción de las características económicas de 7 países latinoamericanos y una comparación de la frecuencia de aplicación del ciclo DMAIC con el Producto Interno Bruto, donde se observa una fuerte correlación positiva. Finalmente, se efectúa un análisis económico de México, así como del sector industrial dividido por subsectores, destacando la importancia de la aplicación de las herramientas de Seis Sigma, en particular, el ciclo DMAIC.

Palabras Clave

DMAIC — Mejora Continua — Sector Industrial — PIB — VAB

[1,2] *Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez, Chihuahua, México*

***Autor de correspondencia**: al175476@alumnos.uacj.mx

1. Introducción

Los procesos productivos, en la industria manufacturera, son parte esencial cuando las organizaciones pretenden ser competitivas en el mercado. Mejorar tales procesos, contribuye a reducir los costos, incrementar la eficiencia, aumentar la calidad y la productividad a largo plazo [1].

Así, la mejora continua de procesos junto con la manufactura esbelta son filosofías centradas en eliminar los desperdicios (de cualquier tipo) y las operaciones que no añaden valor. Por lo tanto, resultan esenciales para que las empresas, en particular las empresas manufactureras, se desarrollen en las mejores condiciones, optimizando sus recursos. Diariamente existen cientos de procesos, desde los más simples a los más complejos y es de vital importancia que su ejecución sea ágil y eficiente. De modo que las empresas esbeltas cuentan con un departamento enfocado a la revisión de procesos y a la mejora continua [2], [3].

Seis Sigma es un enfoque de cero defectos que cuenta con diversas herramientas para la mejora continua de procesos [4], entra las que se incluyen:

- DMAIC (Define Measure Analyze Improve Control), esta metodología es utilizada para mejoramiento de procesos ya existentes.
- DMADV (Define Measure Analyze Design Verify), se usa para el rediseño de procesos que no alcanzan los objetivos de mejora después de que ya se ha aplicado un proceso de mejoramiento continuo.
- IDOV (Identify Design Optimize Validate), se aplica a procesos o productos nuevos en los cuales no existe ningún tipo de medición disponible que pueda ser utilizada como referencia.
- CQDFSS (Commercial Quality Design For Six Sigma), se utiliza para la búsqueda y el aseguramiento en la introducción de productos o servicios al mercado.

El presente documento hace un análisis de las investigaciones recientes de la metodología DMAIC en países latinoamericanos. Se analiza de manera breve la estructura económica de cada país, luego se realiza un análisis de correlación entre el PIB de cada país y el número de artículos registrados en esta investigación. Finalmente, se da una descripción detallada de la economía de México y de la estructura del sector industrial.

2. Antecedentes: Seis Sigma y el ciclo DMAIC

La globalización, los avances tecnológicos, el incremento y variabilidad de la demanda influyen en las decisiones estratégicas de los negocios. Seis Sigma es una metodología que permite reducir los desperdicios y mejorar los procesos productivos, brindando la oportunidad a las organizaciones de mejorar su rendimiento y rentabilidad. La metodología no se

limita al sector de industrias manufactureras, sino que resulta también muy efectiva en negocios basados en servicios [5], [6], [7].

En un proceso, la variación es la diferencia entre los resultados obtenidos y los resultados que son esperados. Se debe considerar que la variación existe en todo proceso y proviene de los llamados 6Ms, los cuales intervienen en cada operación. Así, la variación no es causa de alarma siempre que el proceso se encuentra dentro de los objetivos de desempeño establecidos.

Desde el punto de vista del cliente y de la empresa misma, la presencia de una alta variación es un factor no deseado. Para reducirla, se utiliza la metodología Seis Sigma [8], que además permite a las empresas visualizar su situación actual y ofrece una guía para llevar a cabo acciones de mejora mediante el análisis de procesos a través de métodos estadísticos [9].

La metodología cuenta con un alto récord de efectividad. Por lo tanto, se argumenta que los principales beneficios que una organización puede obtener de la aplicación de Seis Sigma son [10]:

- Reducción de costos.
- Mejoras en el tiempo de ciclo.
- Reducción de la tasa de defectos.
- Aumento en la satisfacción del cliente.

Un enfoque distintivo y esencial de la metodología para mejorar el proceso y los índices de calidad es el ciclo DMAIC, que es un acrónimo en inglés de los pasos Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. Aunque la metodología en un primer plano parece lineal y explícitamente definida, en repetidas ocasiones es necesario un enfoque iterativo [11].

Así mismo, DMAIC es considerado un ciclo cerrado cuyo objetivo es eliminar pasos improductivos y se enfoca en aplicar distintas herramientas para la mejora continua y de esta manera, reducir la variación del proceso [12]. La implementación del ciclo toma lugar en 5 fases [13], tal como fue propuesto por el ingeniero Bill Smith en Motorola alrededor del año 1986. La Figura 1 presenta el objetivo general de cada una de las fases, discutiéndose a continuación cada una de ellas.

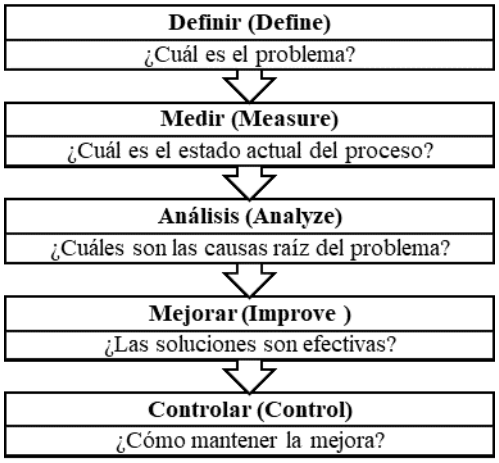

Figura 1. Fases ciclo DMAIC.

2.1 Definir

En esta fase, se identifican los clientes y los parámetros críticos de calidad [14]. Es indispensable establecer el enfoque del proyecto de manera adecuada para alcanzar el éxito del programa. Como primer paso, se realiza un análisis SIPOC del proceso para identificar a los proveedores, los insumos que proveen, un diagrama de flujo, la salida y finalmente identificar los clientes o mercado al que se dirige el producto obtenido [15].

Con lo anterior, se establecen los límites del proceso. Es dentro de éstos donde el ciclo DMAIC intervendrá, dado que, si solo se identifican y administran las variables de salida, los costos incrementan debido a actividades de retrabajo, pruebas, inspecciones y no se resuelve el problema. En cambio, si se administran las variables de entrada, entonces se obtiene información suficiente para tomar decisiones sobre el proceso, encontrar la causa raíz y eliminar el problema. Luego, los líderes del proyecto elaboran un Project Charter para visualizar las necesidades de los clientes del proceso y consolidar toda la información obtenida hasta este punto [11].

Al término de esta fase, se deben formular claramente los siguientes elementos:

- Declaración del problema.
- Alcance del proyecto.
- Variables de entrada y de salida.
- Objetivos del equipo.

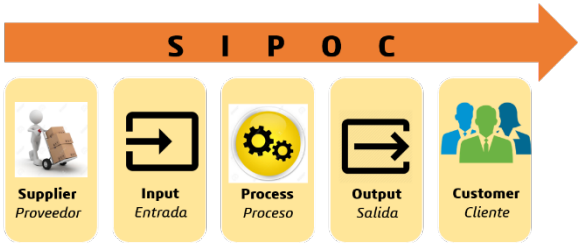

Figura 2. Análisis SIPOC.

2.2 Medir

No es posible mejorar el proceso, si no se logra medir los atributos de rendimiento y desempeño [9]. Si se desea evaluar la variación en un proceso, es necesario recolectar datos [15]. De modo que esta fase inicia con la elaboración de un mapa del proceso, un plan de recolección de datos, la recopilación de datos y un análisis de capacidad del proceso [16].

Dada la naturaleza cuantitativa de los datos recolectados, se desarrolla y establece un sistema de medición apropiado

para las variables de respuesta del proceso. Para garantizar que el sistema de medición funcione de manera apropiada, es necesario realizar un análisis y validarlo.

Algunas de las herramientas utilizadas en esta fase del ciclo, son los diagramas de Pareto y los histogramas. Ambos, tienen la capacidad de mostrar tendencias del comportamiento de los datos o bien, mostrar la fuente del problema basado en datos cuantitativos [17]. También los gráficos de control y diagramas de dispersión sirven para obtener, ya que permiten examinar si un proceso se encuentra en condiciones estables. Incluso pueden utilizarse como herramienta para detectar problemas o causas de variación.

2.3 Analizar

Es en esta fase donde se analizan los resultados obtenidos y la información generada a partir de los datos recolectados en la fase precedente. Como objetivo, se tiene identificar las posibles acciones que disminuyan y eliminen las diferencias entre el rendimiento de calidad actual del proceso y el rendimiento esperado [9]. Los resultados de esta fase ponen en evidencia las causas potenciales y la causa raíz de la variación del proceso [15].

El equipo encargado del proyecto deberá desarrollar y establecer las hipótesis causales, identificar la causa raíz del problema y validar las hipótesis. Para lo anterior se utilizan diversas técnicas de análisis como ANOVA, DOE, diagrama de Pareto, técnica de los 5 porqués, diagrama Ishikawa, entre otras [18].

La variación proviene de los elementos de 6Ms y el diagrama Ishikawa o diagrama causa-efecto, se utiliza para buscar la causa raíz del problema. El diagrama permite visualizar, procesar, organizar y priorizar la información, con el fin de determinar la verdadera causa del problema objetivo del proyecto. Además, se analiza la capacidad del proceso que se define como su ”sigma” y con ello se determina la habilidad del proceso para cumplir los requerimientos del cliente [8]. Este último análisis es un punto clave para determinar las mejoras que se van a implementar al proceso.

2.4 Mejorar

Esta fase consiste en desarrollar y seleccionar las acciones y soluciones óptimas para mejorar los resultados del proceso y lograr un rendimiento con mayor robustez [15]. Es aquí donde el equipo encargado del proyecto deberá presentar la nueva versión del mapa del proceso, caracterizado por buscar la simplicidad y reducir la burocracia [19].

Durante la fase de Mejorar se requieren cuatro pasos [15]:

- Generar alternativas o conceptos de mejora.
- Evaluar soluciones factibles.
- Realizar análisis de costo-beneficio.
- Validar las alternativas propuestas.

Al validar la mejora, se vuelven a recolectar datos. Luego, se analizan para observar los cambios en el comportamiento del proceso. De aquí que las herramientas que se utilizan son variadas y depende del equipo a cargo del proyecto determinar cuáles resultan convenientes.

Dentro de las herramientas y técnicas que se utilizan en esta fase se encuentran las herramientas y técnicas gráficas, ANOVA, DOE, mapas del proceso, FMEA, VSM, entre otras. En algunos casos, resulta conveniente utilizar software que permita la simulación del proceso, dado que esta herramienta comprende relaciones matemáticas y lógicas, las cuales son necesarias para describir el comportamiento y estructura de sistemas complejos.

Además, una vez que se han implementado las acciones de mejora, es necesario realizar un nuevo análisis de capacidad. Lo anterior con el objetivo de comparar el nuevo estado del proceso y el estado anterior, permitiendo verificar y cuantificar la mejora.

2.5 Controlar

Sin un plan de control apropiado, el proceso vuelve al estado previo [17]. De manera que, ésta última fase del ciclo DMAIC, implica la búsqueda de la estandarización de los cambios que resultaron exitosos, así como el desarrollo de un nuevo plan de proceso y su apropiada documentación. Lo anterior, con el fin de garantizar la mejora a largo plazo [14].

Para finalizar la sección, en la Figura 3, se muestran herramientas a utilizar en cada etapa del ciclo DMAIC. La decisión de utilizar una u otra, depende de las características propias del proyecto y será el equipo encargado quien decida cual resulta conveniente en su estudio.

3. DMAIC: Casos de aplicación en Latinoamérica

Tras una revisión de literatura sobre los casos de aplicación del ciclo DMAIC en Latinoamérica se determinó que el 86% de los proyectos se enfocan en industrias de manufactura, por sector industrial. La revisión se realizó en bases de datos electrónicas como Scopus, ResearchGate, entre otras. Se consideraron solo artículos publicados en revistas.

Por lo tanto, la utilización de esta herramienta se enfoca en empresas de manufactura, mismos que presentan una alta variedad en los objetivos esperados, es decir, la aplicación del ciclo DMAIC es distinta en cada caso. Sin embargo, todos los documentos coinciden en la búsqueda de la mejora continua, esto a través de la resolución de problemas, de la reducción de desperdicios, entre otros.

En un periodo comprendido del 2010 al 2018 se registran 36 documentos de 7 países diferentes; Costa Rica, Brasil, Ecuador, Chile, Perú, México y Colombia. La Tabla 1, contiene el número de estudios por país.

Se observa que existen diferencias significativas en el número de estudios entre algunos de los países, esto en parte es debido a la estructura económica de cada país. A continuación, se brinda una descripción sobre la estructura económica de cada país, así como la mención de algunos de los documentos encontrados.

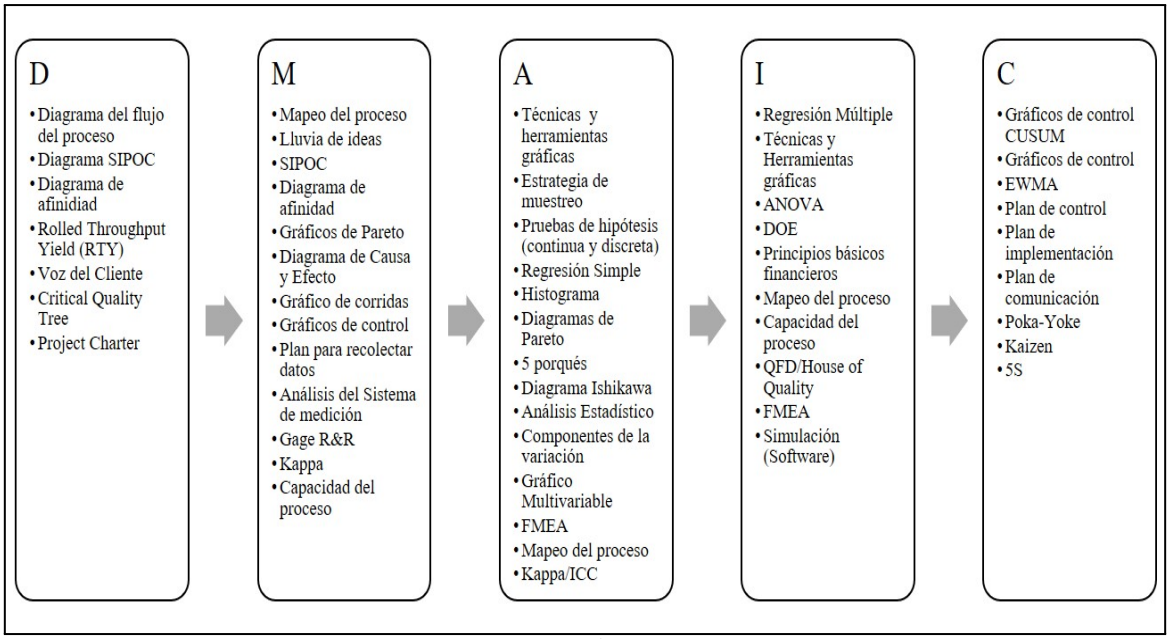

Figura 3. Herramientas DMAIC.

Tabla 1. Artículos DMAIC por país.

País	Cantidad	Porcentaje
Brasil	10	27.8
Chile	2	5.5
Colombia	7	19.5
Costa Rica	1	2.8
Ecuador	2	5.5
México	11	30.5
Perú	3	8.4
Totales	36	100

3.1 Brasil

La época de oro de la industria brasileña comenzó tras la Segunda Guerra Mundial y durante esta etapa las tasas de crecimiento de la industria estaban por encima del PIB. En el 2010 el PIB por el sector industrial representaba un 27.4% mientras que para el 2014 había disminuido un 4%, por lo que representaba un 23.4% [20]. Siguiendo la misma tendencia, en los primeros tres trimestres del 2015, el PIB tiene un decrecimiento del 5.6% del sector industrial [21].

Dentro de los casos encontrados, se documentan dos en el sector automotriz [22], [23]. En [24] se realiza la aplicación del ciclo en una empresa pequeña mediante el uso de un DOE. Un cuarto caso se registra para mejorar la logística de transporte en una empresa [25]; mientras que en [26] se encuentra un caso de optimización. Por otro lado, se registra una aplicación en una compañía de cosméticos [27] y en una empresa textil [28]. Además, existe un artículo sobre la implementación de un programa 5S a través del ciclo DMAIC [29]. Otro caso, tiene lugar en una industria dedicada al procesamiento de cocoa [30]. Finalmente, en [31] se utiliza el ciclo DMAIC para verificar el nivel sigma de una industria termoplástica. Sin duda, los ambientes son diversos, así como las necesidades de cada proyecto.

3.2 Chile

La producción chilena industrial abarca todos los rubros productivos: alimentario, siderúrgico, maquinaria, ... [32]. Respecto al PIB, se observa que en el sector industrial se acumula un 30% hasta el año 2015 [33], mismo que tan solo de actividades de manufactura y minería son el 19.9%.

A pesar de la diversidad, solo se registran dos artículos donde la primer aplicación se da en una empresa dedicada a la fabricación de vidrios [34] y el segundo es un caso de mejoramiento del proceso de galvanizado [35].

3.3 Colombia

La economía colombiana, durante el primer trimestre del 2018, tuvo un crecimiento del 2.2%. Sin embargo, la industria manufacturera disminuyó en un 1.2% [36]. Pero, para el segundo trimestre del 2018, la industria se recuperó y registró un alza del 3.7% [37]. Además, debe considerarse que, durante el primer semestre del 2018, un 43% de la inversión extranjera directa en Colombia, corresponde precisamente al sector manufacturero [38].

De los casos de estudio registrados, se encuentran aplicaciones en el sector lácteo [39], sector de alimentos y bebidas [40], sector textil [41]. Se documentan casos donde se mejora la gestión de calidad [42], y donde se consigue un aumento en el nivel de satisfacción del cliente [43]. En el caso [44] se realiza una reducción de desperdicios en una línea que produce alimentos, mientras que en [45] una empresa de ladrillos consigue disminuir la tasa de ruptura y daño de estos.

3.4 Costa Rica

De acuerdo con datos estadísticos gubernamentales, en el periodo del 2012 al 2017 se registra que las actividades relacionadas con la industria de manufactura reducen su participación en la actividad económica del país de un 13.5% a un 11.7% [46].

Ante este hecho, destaca el escaso número de casos de aplicación del ciclo DMAIC disponibles. El único caso documentado en esta investigación se relaciona con el aumento del tiempo efectivo de trabajo en una empresa de envasado de licores [47].

3.5 Ecuador

La economía de Ecuador creció 2.6% en el primer trimestre de 2017, apuntalada principalmente por las industrias no petroleras que crecieron 2.2% [48]. En el Ecuador, la economía se sostiene en seis sectores donde uno de ellos es el sector de industrias manufactureras [49].

Un primer caso de aplicación se plantea para mejorar la calidad en una industria carrocera de buses [50]. Un segundo caso se ubica dentro del sector de alimentos, específicamente en una línea de producción de queso [51].

3.6 México

Es el onceavo país con un mayor monto de comercio de manufacturas a nivel mundial. El principal sector exportador es el manufacturero con un 86.79% del total de las exportaciones; seguido del sector primario con 7.09% y el petróleo con 6.11%. Además, la inversión extranjera directa dirigida al sector de manufactura constituye un 49% [52].

Los casos documentados se encuentran en diversos sectores tales como automotriz [53], [54], [55], eléctrico y electrónico [56], [57], sector de muebles [58]. Algunos beneficios que se obtienen de casos de aplicación del ciclo DMAIC se relacionan con la reducción de costos, el control de la variabilidad en la producción [59], mejora de los procesos [60], [61], y reducción de desperdicios [62], [63].

3.7 Perú

En el segundo trimestre de 2018 el VAB, valor agregado bruto, de la actividad manufactura a precios constantes registró un crecimiento de 10.8%. Entre las industrias que aumentaron sus niveles de producción figuraron la industria alimenticia (20.4%); fabricación de productos metálicos (17.6%); la industria de madera y muebles (10.3%) y la industria de papel, imprenta y reproducción de grabaciones (9.6%) [64].

En los casos de estudio, tenemos resultados en el sector metalúrgico [65]. Luego, se registra el caso de una empresa dedicada a la fabricación de plásticos flexibles [66] donde se realiza una mejora de la calidad. En [67] se incrementa la productividad a través de la mejora continua.

4. El PIB y su relación con casos de aplicación DMAIC

El Producto Interno Bruto, PIB, es un indicador macroeconómico que representa el resultado final de la actividad productiva de las unidades de producción residentes [68]. Los valores recientes del PIB [69], se muestran en la Tabla 2, así como el ranking mundial en el que se encuentra cada país.

Al realizar un análisis de los datos, se observa la existencia de una fuerte correlación positiva entre el PIB y el número de artículos registrados bajo la revisión de literatura:

- Correlación de Pearson: 0.836 / Valor P: 0.019.
- Correlación de Spearman: 0.901 / Valor P: 0.006.

Esto es, a mayor PIB, se encuentra un número mayor de casos de aplicación del ciclo DMAIC. Lo anterior es indicativo que entre mayor madurez económica tenga un pais los sectores económicos enfocan recursos a proyectos de mejoramiento continuo y de reducción de costos.

Tabla 2. PIB por país.

País	Ranking Mundial	PIB
Brasil	8	$2,055,506
México	15	$1,149,919
Colombia	23	$309,191
Chile	41	$277,076
Perú	49	$211,389
Ecuador	63	$103,057
Costa Rica	75	$57,057

5. México: Economía e industria de manufactura

La creación de empresas es considerada un aspecto relevante en el sector comercial de cualquier región y país dado que se le atribuye un factor de crecimiento y desarrollo económico. Generalmente, las nuevas empresas suelen proyectarse con un nivel de innovación alto, con el objetivo de posicionarse en el mercado y competir con empresas consolidadas. Se ha corroborado a través de estudios, la relación que existe entre el aumento de tasas de apertura de negocios y un crecimiento económico más rápido. En el estudio y análisis realizado en 2013, México es el país con la clasificación más alta en cuanto a las tasas de nacimiento de empresas empleadoras, en el área de manufactura y servicios [70].

México está dispuesto a interactuar con el comercio y la inversión extranjeros: se han suscrito 12 acuerdos de libre comercio con 46 países. Su ubicación geográfica resulta estratégica para dichos acuerdos, además, se cuenta con costos laborales bajos, así como mano de obra cada vez más experta. Al participar en cadenas globales de valor, el país evoluciona de manera paulatina para convertirse en un centro de manufactura mundial [71].

Tabla 3. Producción industrial por actividad.

Actividad industrial	Junio 2018	Enero-Junio 2018
Industrias manufactureras	2.0	1.5
Industria alimentaria	3.7	3.0
Industria de las bebidas y del tabaco	5.0	6.8
Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles	3.3	2.9
Fabricación de productos textiles, excepto prendas de vestir	4.7	5.5
Fabricación de prendas de vestir	2.7	0.1
Curtido y acabado de cuero y piel, y fabricación de productos de cuero	2.1	(-) 2.7
Industria de la madera	(-) 8.1	(-) 2.4
Industria del papel	(-) 0.9	0.4
Impresión e industrias conexas	6.3	7.1
Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	(-) 19.8	(-) 25.6
Industria química	(-) 0.9	(-) 1.4
Industrial del plástico y del hule	2.0	(-) 0.4
Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	1.3	1.3
Industrias metálicas básicas	1.6	0.7
Fabricación de productos metálicos	8.0	2.6
Fabricación de maquinaria y equipo	2.4	3.6
Fabricación de equipo de computación, comunicación y de otros equipos electrónicos	0.0	3.9
Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica	3.3	(-) 1.2
Fabricación de equipo de transporte	2.4	2.4
Fabricación de muebles, colchones y persianas	7.2	3.2
Otras industrias manufactureras	(-) 0.1	(-) 1.0

La industria maquiladora se estableció en México a mediados de la década de 1960, con el Programa de Industrialización Fronteriza. Así, se ofrecen oportunidades para que las PYMES ingresen a las cadenas de suministro mediante vínculos con la inversión extranjera [70].

De manera que la producción del sector de manufactura en México se encuentra altamente correlacionada con la de Estados Unidos. Dicha correlación es aproximadamente de un 80 por ciento. Así, al observar la evolución de la manufactura estadounidense, es posible obtener un panorama futuro del comportamiento de la industria mexicana [72].

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI, informa que, en el país, la producción industrial del país aumentó 0.3% en términos reales en junio de 2018 respecto a la del mes precedente. Por sectores de actividad económica, las Industrias manufactureras crecieron 2.5% [73]. En la Tabla 3, se organiza la información proporcionada en junio del 2018 por el INEGI [73], de acuerdo con la producción industrial clasificada por tipo de industria dentro del sector manufacturero.

Es posible observar el gran número y la diversidad de subsectores que existen dentro de la industria manufacturera. Se identifica que, a pesar del crecimiento global en la industria, algunos subsectores sufren un decrecimiento. Tal es el caso de la industria de la madera, industria de papel, industria química. Ahora bien, el subsector encargado de la fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón sufre un decrecimiento porcentual considerable, lo cual se relación con el alto nivel de venta de petróleo crudo que tiene México y la adquisición de productos derivados del petróleo.

La diversidad de industria existente en México, así como la estructura económica del país, destaca la necesidad de intervención con técnicas de mejoramiento que permitan mantener e incrementar el crecimiento del sector. Tales técnicas de mejora continua deben basarse en el ciclo DMAIC para garantizar el permanente crecimiento industrial, así como elevar los métricos de calidad de cada subsector.

6. Conclusiones

Mediante la aplicación del ciclo DMAIC se consiguen mejoras en los procesos. Una filosofía de mejora continua dentro de una empresa deberá estar acompañada por herramientas que permitan el aumento de los valores de los parámetros de calidad. El ciclo DMAIC tiene la ventaja de ser versátil al brindar la oportunidad de implementarse en cualquier tipo de industria de manufactura y servicios.

Respecto al análisis realizado sobre la relación del PIB con los casos de aplicación del ciclo DMAIC, se infiere que existe una correlación positiva entre ambos parámetros. De manera que, ante la revisión de literatura en distintas bases de datos, se encuentra que, a mayor valor de PIB, mayor es el número de casos de aplicación del ciclo DMAIC.

El pensamiento inverso resulta pretencioso y no es el fin de este artículo. Es decir, no se asume que para que un país aumente su PIB, éste deba aumentar los casos de aplicación del ciclo DMAIC en la industria. Si bien la aplicación contribuye a mejorar y fortalecer el sector industrial, no es evidente

ni consecuente que el PIB reciba tal impacto e incremente también.

En México, ante la diversidad de industria manufacturera y las condiciones de inversión extranjera, la aplicación del ciclo DMAIC contribuye al fortalecimiento y crecimiento de la industria.

Referencias

[1] N. Figuerola. Mejora de procesos, 2014. https://articulospm.files.wordpress.com/2014/03/mejora-de-procesos.pdf; accedido en septiembre 2018.

[2] J. Montes. Lean manufacturing y seis sigma: La experiencia de enusa industrias avanzadas. *Asociación española para la calidad*, 1:22–27, 2003.

[3] A. Valles, S. Noriega, J. Sanchez, and J. Garcia. Implementation of lean- six sigma techniques in a manufacturer of binders. *International Conference on Industrial Engineering*, 1:407–413, 2009.

[4] D. Santiago, I. Pérez, M. Ruíz, and N. Guevara. Reducción de defectos por medio de seis sigma. *Ingeniería de Procesos: Casos Prácticos*, 1:76–83, 2014.

[5] Ayon Chakrabarty and Kay Chuan Tan. Applying six sigma in the service industry: A review and case study in call center services. *2006 IEEE International Conference on Management of Innovation and Technology*, 1(1), 2006.

[6] O. Aminudin and Z. Mustafa. Implementation of six sigma in service industry. *Journal of Quality Measurement and Analysis*, 10(2):77–86, 2014.

[7] R. Xinhui. The application of six sigma methodology for check-in service in airport. *8th International Conference on Service Systems and Service Management - Proceedings of ICSSSM'11*, 1(1), 2011.

[8] M. Smetkowska and B. Mrugalska. Using six sigma dmaic to improve the quality of the production process: a case study. *14th International Symposium in Management*, 1(1), 2017.

[9] V. Gupta, R. Jain, M. Meena, and G. Dangayach. Six-sigma application in tire-manufacturing company: a case. *Journal of Industrial Engineering International-Springer*, 14(13):511–520, 2017.

[10] P. Jirasukprasert, J. Garza, V. Kumar, and M. Lim. A six sigma and dmaic application for the reduction of defects in a rubber gloves manufacturing process. *International Journal of Lean Six Sigma*, 5(1):2–21, 2014.

[11] R. Krishnan and A. Prasath. Six sigma concept and dmaic implementation. *International Journal of Business Management and Research (IJBMR)*, 3(2):111–114, 2013.

[12] J. Antony and R. Banuelas. Key ingredients for the effective implementation of six sigma program. *Measuring Business Excellence*, 6(4):20–27, 2002.

[13] S. Khekale, A. Chatpalliwar, and N. Thakur. Minimization of cord wastages in belt industry using dmaic. *International Journal of Engineering Science and Technology*, 2(8):3687–3694, 2010.

[14] R. Chakrabortty, T. Biswas, and I. Ahmed. Reducing process variability by using dmaic model: A case study in bangladesh. *International Journal for Quality Research*, 7(1):127–140, 2013.

[15] H. Kaid, M. Noman, E. Nasr, and M. Alkahtani. Six sigma dmaic phases application in y company: a case study. *International Journal Collaborative Enterprise*, 2016(5):181–197, 2016.

[16] M. Arafeh, M. Barghash, and a. et all. Using six sigma dmaic methodology and discrete event simulation to reduce patient discharge time in king hussein cancer center. *Journal of Healthcare Engineering*, 2018:1–18, 2018.

[17] A. Lukitaputri and M. Dachyar. Designing jewellery manufacturing industry productivity improvement using dmaic method. *International Journal of Applied Engineering Research*, 10(13):33836–33841, 2015.

[18] N. Sindha and K. Suthar. Review on implementation of six sigma dmaic methodology in manufacturing industries. *IJSTE - International Journal of Science Technology and Engineering*, 3(8):168–171, 2017.

[19] C. Gonçalves, F. Lizarelli, and J. Carlos de Toledo. Utilização do método dmaic para melhoria dos processos de fabricação e do produto: Estudo de caso em uma empresa do ramo metalúrgico. *VI Congresso Brasileiro de Engenharia DE Producao*, 1(1), 2016.

[20] Oficina Económica y Comercial de España en Brasilia. *Informe Económico y Comercial*. Brasilia, Brasil, 2016.

[21] Comisión Económica para América Latina y el Caribe. *Balance preliminar de las economías de América Latina y el Caribe 2015*. CEPAL, México, 2015.

[22] L.C. Silva, M.C. Oliveira, and F. Aparecido Silva. Implementação da metodologia seis sigma para melhoria de processos utilizando o ciclo dmaic: um estudo de caso em uma indústria automotiva. *EXACTA*, 15(2):223–232, 2017.

[23] M.G. Cleto and L. Quintero. Management of projects through dmaic: A case study in the automotive industry. *Revista Produção Online*, 11(1):210–239, 2011.

[24] F. Amitrano, L. De Oliveira, C. Amodio, and K. Hatakeyama. Application of six sigma in small company. *2014 Proceedings of PICMET '14: Infrastructure and Service Integration*, 1(1):2354–2370, 2014.

[25] S. Tavares and F. Silva. Lean six sigma application to transportation logistics. *Produção Online*, 12(2):297–327, 2012.

[26] L. Fagundes and A. Dieguez. Optimization of nitrogen analysis by spark optical emission spectrometry at

arcelor mittal tubarão. *Yejin Fenxi/Metallurgical Analysis*, 32(7):25–31, 2012.

[27] F. Torobay, L. Costa, P. Senna, and A. Monteiro. Application of six sigma methodology in a cosmetics company in brazil. *Espacios*, 37, 2016.

[28] K. Koiti Takemoto and M.J. Loos. Melhorias no processo de recebimento de produtos acabados em uma empresa têxtil utilizando o método dmaic. *Journal of Lean Systems (JoLS)*, 3(4):38–63, 2018.

[29] B. Carvalho de Souza, G. Alcântara, P. Parreira, R. Lobo, and F. Pinto. Implantação do programa 5s através da metodologia dmaic. *Brazilian Journal of Development*, 4(5):2163–2179, 2018.

[30] M. Vinicius and D. Castro. Use of dmaic as a tool for loss reduction: An application in cocoa processing. *Journal of Lean Systems (JoLS)*, 2(1):52–67, 2017.

[31] A. De Queiroz, D. De Amorim, S. Morais, H. Neto, and I. Fontgalland. Sigma level verification of a thermoplastic industry with the support of dmaic method. *4th International Conference on Mechanics and Control Engineering*, 1(1), 2015.

[32] El Diario Exterior.com. Aspectos centrales de la economía chilena, 2018. https://www.eldiarioexterior.com/imagenes/fotosdeldia/La%20econom%C3%ADa%20de%20Chile(7).pdf; accedido en septiembre 2018.

[33] Oficina Económica y Comercial. Informe económico y comercial: Abril 2016, 2016. http://www.comercio.gob.es/tmpDocsCanalPais/1A985D7BF188DEA4289448011F1493B7.pdf; accedido en septiembre 2018.

[34] C. Torres and O. Monsalve. Aplicación de metodología seis sigma para disminuir intervenciones en proceso de fabricación de vidrios. *Revista Ingeniería Industrial*, 8(1), 2009.

[35] R. Ortiz and L. Galleguillos. Mejoramiento del servicio de galvanizado mediante seis sigma y el análisis de la información. *Ingeniería Industrial*, 10(2):81–102, 2011.

[36] C. Ortega. Portafolio: Economía colombiana creció 2.2% en el primer trimestre, 2018. http://www.portafolio.co/economia/colombiana-primer-trimestre-de-2018-517100; accedido en septiembre 2018.

[37] El Expectador. Redacción economía: Economía colombiana se expandió 2,8% en el segundo trimestre de 2018, 2014. https://www.elespectador.com/economia/economia-colombiana-se-expandio-28-en-el-segundo-trimestre-de-2018-articulo-806257; accedido en septiembre 2018.

[38] Departamento Técnico y de Información Económica del Banco de la República. Boletín de indicadores económicos, 2018. http://www.banrep.gov.co/economia/pli/bie.pdf; accedido en septiembre 2018.

[39] G. Herrera, Y. Pérez, and E. Venecia. Enfoque seis sigma y proceso analítico jerárquico en empresa del sector lácteo. *Revista Venezolana de Gerencia*, 22(80), 2017.

[40] M. Buestán. Aplicación de la metodología seis sigma para reducir la pérdida de café al granel en una planta de envasado. *Eleventh LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI'2013)*, 1(1), 2013.

[41] N. Caicedo. Aplicación de un programa seis sigma para la mejora de calidad en una empresa de confecciones. *Prospectiva*, 9(2):65–74, 2011.

[42] N. Caicedo. Optimización del consumo de disolvente lule 10 en un proceso litográfico a partir de la metodología dmamc de programas seis sigma. *Prospectiva*, 11(2):46–52, 2013.

[43] M. Arango, R. Gómez, and K. Alvarez. Identificación de oportunidades de mejora en la gestión del transporte del carbón en colombia con six sigma. *Boletín de Ciencias de la Tierra*, 30:23–37, 2011.

[44] E.A. Alvarez, J. Lozano, and E. Sampayo. Waste reduction in a toast production line using six sigma methodology. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 1(1), 2017.

[45] C. Cabrera and E. Oliveros. Decrease of the rates of rupture, in a brick company, during the transport of the product to the client, by using lean six sigma methodologies. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 1(1), 2017.

[46] Ministerio de Hacienda de Costa Rica. Compendio económico: Enero 2018, 2018. https://www.hacienda.go.cr/docs/5a905917ec3f1_Compendio%20Economico%20Republica%20de%20Costa%20Rica%20Enero%202018.pdf; accedido en septiembre 2018.

[47] E. Pérez and M. García. Implementación de la metodología dmaic-seis sigma en el envasado de licores en fanal. *Tecnología en Marcha*, 27(3):88–106, 2014.

[48] Sputniknews. Economía de ecuador creció 2,6% en primer trimestre de 2017, 2017. https://mundo.sputniknews.com/economia/201707011070415190-ecuador-economia/; accedido en septiembre 2018.

[49] Revista Líderes. En el ecuador, la economía se sostiene en seis sectores, 2018. https://www.revistalideres.ec/lideres/ecuador-economia-

sostiene-seis-sectores.html; accedido en septiembre 2018.

[50] L. Tierra, G. Novillo, and S. Aquino. Mejora de la calidad de los procesos en la sección de estructuras con metodología seis sigma: Caso aplicado a industria carrocera de buses. *Revista digital de Medio Ambiente "Ojeando la agenda"*, 52(37-56), 2018.

[51] A. Moreano and P. Cáceres. Diseño para la implementación de la metodología seis sigma en una línea de producción de queso fresco, 2010. https://core.ac.uk/download/pdf/12399425.pdf; accedido en septiembre 2018.

[52] ProChile Ministerio de Relaciones Exteriores. Guía país méxico 2018, 2018. https://www.prochile.gob.cl/wp-content/uploads/2018/05/guia_pais_mexico_2018.pdf; accedido en septiembre 2018.

[53] L. García, G. Fernández, and A. Brenis. Mejora del sistema de medición: Un caso aplicado a la industria automotriz. *Conciencia Tecnológica*, 45:41–46, 2013.

[54] J. Tolomatl, D. Gallardo, J. Varela, and E. Flores. Aplicación de seis sigma en una microempresa del ramo automotriz. *Conciencia Tecnológica*, 42:11–18, 2011.

[55] M. Baro, M. Estrada, and I. García. Una aplicación de la metodología seis sigma para la optimización de línea de producción de arneses. *Ingenierías*, 19(72):53–61, 2016.

[56] Y. Báez, T. Diego, and M. Rodríguez. Aplicación de seis sigma y los métodos taguchi para el aplicación de seis sigma y los métodos taguchi para el diodo emisor de luz. *Información Tecnológica*, 21(1):63–76, 2010.

[57] A. Valles, J. Sanchez, S. Noriega, and B. Gómez. Implementation of six sigma in a manufacturing process: A case study. *International Journal of Industrial Engineering*, 16(3):171–181, 2009.

[58] J. Varela, E. Flores, and J. Tolomatl. Disminución de la variación de un proceso de producción de muebles con seis sigma. *Conciencia Tecnológica*, 40:35–41, 2010.

[59] J. Sillero, M. Martínez, A. Maldonado, P. Carmona, and M. Fernández. A six sigma application project in an air conditioning assembly line. *Proceedings of the 2008 Industrial Engineering Research Conference*, 1(1), 2018.

[60] M. Rodriguez, J. Molina, L. Fernández, and N. Alba. Aplicación de la metodología seis sigma para controlar los parámetros significativos en la producción de un guante de nylon con recubrimiento de látex. *CULCyT*, 58(1):271–283, 2016.

[61] L. Mireles, F.J. Estrada, and F. Hermosillo. Análisis y mejora de un proceso mediante la aplicación de un enfoque lean six sigma. *CULCyT*, 57(2):220–235, 2015.

[62] M. Martínez and J. Garza. Reducción de costos asociados a los desperdicios de un producto perteneciente a una empresa manufacturera. *Innovaciones de Negocios*, 10(20):197–219, 2013.

[63] J. Pérez, M. Castillo, A. Fernández, and P. Hamelius. A six sigma application project in an air conditioning assembly line. *IIE Annual Conference and Expo 2008*, 1(1), 2008.

[64] Peru Instituto Nacional de Estadística e Informática. Comportamiento de la economía peruana, 2018. https://www.inei.gob.pe/biblioteca-virtual/boletines/pbi-trimestral/1/; accedido en septiembre 2018.

[65] L. Aragón, M. León, and K. Valdivia. Application of the dmaic methodology to improve processes in a company in the metalworking sector. *13th LACCEI Annual International Conference*, 1(1), 2015.

[66] J.E. Moscoso and A. Yalan. Mejora de la calidad en el proceso de fabricación de plasticos flexibles de la empresa marplast utilizando six sigma basado en la metodología dmaic, 2013. http://www.usmp.edu.pe/PFII/pdf/20132_7.pdf; accedido en septiembre 2018.

[67] W.A. Ramos. Incremento de la productividad a través de la mejora continua en calidad en la subunidad de procesamiento de datos en una empresa courier: el caso perú courier. *Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial*, 16(2):59–66, 2013.

[68] Departamento Administrativo Nacional de Estadística: Colombia. Producto interno bruto, 2017. https://www.dane.gov.co/files/faqs/faq_pib.pdf; accedido en septiembre 2018.

[69] World Development Indicators database World Bank. Gross domestic product 2017, 2017. http://databank.worldbank.org/data/download/GDP.pdf; accedido en septiembre 2018.

[70] Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. *Temas y políticas clave sobre PYMEs y emprendimiento en México*. OCDE, México, 2013.

[71] Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. *Estudios Económicos de la OCDE México 2017*. OCDE, México, 2017.

[72] CEFP: Centro de Estudios de las Finanzas Públicas. Boletín: Actividad industrial: Junio 2016, 2016. http://www.cefp.gob.mx/publicaciones/boleco/2016/becefp0202016.pdf; accedido en septiembre 2018.

[73] INEGI Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Información oportuna sobre la actividad industrial en méxico durante junio de 2018, 2018. http://www.beta.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2018/actind/actind2018_08.pdf; accedido en septiembre 2018.

ISBN: 978-607-8262-12-0

Factores que facilitan el financiamiento bancario en las MiPyMEs de Ciudad Juárez

Laura Judith Chávez Mireles[1]*, José Luis Anaya Carrasco[2], Francisco Zorrilla Briones[3]

Resumen
Esta investigación se realiza con el objeto de conocer y analizar los principales factores que facilitan el acceso al financiamiento bancario a las MiPyMEs. El presente estudio se realizó a 134 empresas (MiPyMEs) ubicadas en Ciudad Juárez, México, durante el periodo del 8 de septiembre al 10 de noviembre de 2015. La banca comercial resulta ser la tercera fuente de financiamiento a la que recurren las empresas. Los resultados señalan a los factores proyección, documentos y garantías como los principales factores en la obtención de crédito y el ejercicio de éste.

Palabras Clave
Financiamiento bancario — MiPyMEs

[1,2,3] *Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez, Chihuahua, México*
***Autor de correspondencia**: laura_chavez@utcj.edu.mx

1. Introducción

El desarrollo de las empresas proveedoras locales es una fuente potencial de crecimiento, empleo y estabilidad económica, debido a su flexibilidad y capacidad de adaptarse a los entornos y vicisitudes económicas de una región. Sin embargo, las virtudes que poseen, se encuentran ante innumerables obstáculos que impiden su desarrollo. Generalmente, los proveedores locales se enfrentan a importantes barreras para el acceso a recursos financieros y del mismo modo se enfrentan en condiciones desiguales con las grandes empresas a los mercados locales e internacionales para comercializar sus productos, quedando su desarrollo condicionado a estrategias provenientes de los propios clientes, particularmente en cadenas globales del producto [1].

En la apertura comercial que vive México, se hace cada vez más necesario que las empresas en general y las pequeñas y medianas empresas muy en particular, usen de manera permanente todos los avances tecnológicos que el tercer milenio pone a disposición de la mayoría de las empresas en el mundo [2].

Es por esto que es imprescindible contar con los recursos económicos suficientes para poder invertir en tecnología, innovación y calidad y así llegar a ser una empresa más competitiva.

Esta investigación contribuye a un mejor conocimiento de las restricciones a las que se enfrentan las empresas para obtener financiamiento y la relación entre las mismas para facilitar el conseguirlo.

2. Definición del problema

Determinar los principales factores que facilitan el acceso al financiamiento bancario a las MiPyMEs de Ciudad Juárez.

2.1 Objetivo general

El objetivo del presente estudio es conocer las principales fuentes de financiamiento de las MiPyMEs de Ciudad Juárez y determinar los factores que influyen en la obtención de créditos bancarios así como su relación.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar las fuentes de financiamiento que utilizan las MiPyMEs de Ciudad Juárez.
- Determinar cuáles son los principales factores que facilitan la obtención de crédito bancario en la MiPyMEs de Ciudad Juárez.

3. Hipótesis

Existen factores que facilitan la obtención de créditos bancarios en las MiPyMEs de Ciudad Juárez.

4. Revisión de la literatura

4.1 Principales teorías financieras

A través de tiempo se han intentado explicar las diversas formas como las empresas satisfacen sus demandas de capital para el financiamiento de inversiones.

La Teoría del Trade -off, también conocida como teoría estática, sugiere que las empresas se adaptan a un nivel de endeudamiento óptimo, que está determinado por un trade off

(costo de oportunidad) entre los costos y los beneficios del endeudamiento, es decir, el nivel de endeudamiento depende de un equilibrio óptimo entre las ventajas tributarias de la deuda y las desventajas derivadas del incremento de la posibilidad de quiebra. Esto quiere decir que las empresas elevan sus niveles de deuda para buscar ventajas tributarias derivadas del pago de intereses, lo que les permite, si el efecto es positivo incrementar la rentabilidad y riqueza de la empresa [3].

La Teoría de la Jerarquía de las preferencias supone que la empresa no tiene una estructura óptima de capital, contrario a lo que sugiere la teoría del Trade off. En su planteamiento, tiene en cuenta algunas imperfecciones de los mercados, en especial las relacionadas con la presencia de información asimétrica en ellos [4].

Las empresas establecen un orden de prioridades en la elección de la obtención de recursos para su financiación, que depende de las asimetrías de información y de los distintos costos de la misma. Se prefiere en primer lugar la financiación con recursos propios. Luego, está la obtención de deuda cuyo costo son los intereses y el riesgo de quiebra, y finalmente cuando las necesidades de recursos superen la disponibilidad de los mismos, la empresa elegirá la emisión de acciones. Las acciones son concebidas por los inversores como títulos riesgosos, y por ende, sobre ellas se esperará una mayor rentabilidad que compense el riesgo, es decir su costo se considera más elevado que el de la deuda [3].

En la **Teoría del ciclo de vida de Westhon y Brigham** el ciclo financiero de una empresa equivale al sendero evolutivo transitado por ella a través de su existencia. Dicha ruta inicia desde los primeros pasos de la firma y culmina con sofisticadas formas de gestión financiera empresarial [5]. Según Berger y Udell [6] Las empresas jóvenes, debido a las restricciones de financiamiento que encuentran, habrán de recurrir en sus primeras fases a los mercados privados de capital (financiación ángel, fondos aportados por los accionistas y financiación capital-riesgo).

En la **Teoría de la Agencia de Jensen y Meckling** se estudian los costes de transacción, al buscar la firma de un contrato, señalan la existencia de información asimétrica, que genera diferentes percepciones de riesgo lo que puede afectar a ambos participantes, dando como resultado altas tasas de interés, aumento en costes de monitoreo de crédito, daño moral y selección adversa. Por tanto, se asume que el financiamiento exterior es más costoso que el financiamiento interno, o debido a la asimetría de información y costes de monitoreo [7].

Bajo las premisas de la Teoría de la Agencia, es de esperar que las empresas de menor tamaño o las que las entidades financieras no conozcan previamente, presenten mayores asimetrías informativas con su entidad, especialmente si son empresas de reciente creación. Las entidades financieras no tendrán especial interés en el estudio de estas solicitudes de crédito, dado el elevado coste que les supone, frente a una rentabilidad incierta puesto que es difícil calificar crediticiamente al cliente potencial. Por el contrario, aquellas empresas de mayor tamaño, consolidadas en el mercado y con buena reputación, tienen menores costes de estudio y, por lo tanto, las entidades financieras son más proclives a su análisis para la concesión de crédito y, en su caso, para trasladar este menor coste de estudio a la aplicación de un menor coste financiero [8].

La Teoría de Racionamiento del Crédito de Stiglitz y Weiss, señala la mecánica de los bancos para otorgar préstamos en función de la tasa de interés que esperan recibir y el riesgo que implica el préstamo, dicha tasa puede ser afectada por dos aspectos: 1) el efecto de selección adversa y 2) las acciones de los prestatarios (efecto de incentivo). En el primer caso la selección adversa de la tasa de interés, se refiere a las diferentes posibilidades que tienen los prestatarios de rembolsar el préstamo, como el banco no puede saber fácilmente quienes son buenos clientes, tendrá que utilizar diversos mecanismos para identificar al mejor prestatario. Sin embargo, el banco tampoco puede controlar las acciones de los prestatarios (efecto de incentivo), por lo que tendrá que establecer formas de conducir a éstos para la toma de decisiones que protejan sus intereses, mediante las cláusulas del contrato. Por otro lado, buscará la manera de atraer a prestatarios que representen un riesgo menor, lo que afecta el contexto de la PYME, ya que ésta significa un riesgo mayor, generando la problemática que le es característica [7].

4.2 PYMES, principales fuentes de financiamiento

Existen diversas fuentes de financiamiento, se clasifican en: Internas y externas. Las internas son las que se generan dentro de la empresa, como resultado de sus operaciones, entre estas están: Aportaciones de los socios, utilidades retenidas, flujo de efectivo, venta de activos.

Dentro de las fuentes de financiamiento externas se encuentran los proveedores, la banca comercial, la banca de desarrollo, empresas de factoraje, casas de bolsa las cuales son definidas por la CONDUSEF como:

Proveedores. Se trata de una fuente de financiamiento a corto plazo, su principal característica es que su reembolso debería llevarse a cabo con los ingresos obtenidos por la empresa debido a la venta de productos o la prestación de servicios. Para la empresa que otorga el crédito, las ventas a crédito dan como resultado cuentas por cobrar y aunque todas las cuentas por cobrar no se cobran en el periodo del crédito, la mayoría de ellas se convierten en efectivo en un plazo inferior a un año por lo que son consideradas activos circulantes de la empresa.

Banca Comercial. Se denomina así a las instituciones de crédito autorizadas por el gobierno federal para captar recursos financieros del público y otorgar a su vez créditos, destinados a mantener en operación las actividades económicas. Por estas transacciones de captación y financiamiento la banca comercial establece tasas de interés activas y pasivas.

La banca comercial basa su actividad en la captación de fondos del público exigibles a la vista y a corto plazo, con el objeto de conceder créditos y préstamos, en su mayoría también con una perspectiva de corto plazo. Con esta labor

posibilita que, por un lado, se estimule el ahorro en el conjunto de la economía y que, por otro, se incentive la inversión de los empresarios que pueden acceder a los recursos que financien sus proyectos [9].

Banca de Desarrollo. Instituciones que ejercen los servicios de banca y crédito a largo plazo con sujeción a las prioridades del Plan Nacional de Desarrollo para promover y financiar sectores que le son encomendados en sus leyes orgánicas de dichas instituciones. Tienen por objeto financiar proyectos prioritarios para el país.

El objetivo de la Banca de Desarrollo es, facilitar el acceso al financiamiento a personas físicas y morales, así como proporcionarles asistencia técnica y capacitación en los términos de sus respectivas Leyes Orgánicas, aunque establece que en el desarrollo de sus funciones, las instituciones deberán preservar y mantener su capital, garantizando la sustentabilidad de su operación, mediante la canalización eficiente, prudente y transparente de sus recursos [10].

Empresas de Factoraje. El factoraje es un mecanismo de financiamiento a corto plazo que apoya el crecimiento de las empresas, obteniendo el pago anticipado de las cuentas por cobrar de ventas a crédito de los clientes.

Aquella actividad en la que mediante contrato que celebre la empresa de factoraje con sus clientes (cedentes), personas físicas o morales que realicen actividades empresariales, la primera adquiere de los segundos derechos de crédito relacionados a proveeduría de bienes, de servicios o de ambos, a un precio determinado o determinable [11].

Casas de Bolsa. Es una institución financiera que se encarga de realizar la intermediación bursátil, es decir, esta lleva a cabo operaciones de correduría, de comisión u otras tendientes a poner en contacto la oferta de valores con la demanda de los mismos. Cabe destacar que son muy pocas las PyMEs que participan en el mercado de valores.

4.3 Entidades no financieras que otorgan crédito a PyMEs

Existe un amplio número y variedad de entidades no financieras que otorgan créditos a las PyMEs; en 2013, más del 80% de estas empresas señaló contar con financiamiento de proveedores y, respecto a los micronegocios, en 2012 el 64% declaró iniciar el negocio con ahorros personales o financiamiento de familiares o amigos. La información estadística disponible para analizar estos oferentes es prácticamente inexistente. Este tipo de préstamos se asocia a las condiciones de informalidad de un segmento importante de las PYMES que no disponen de declaraciones fiscales, estados de cuenta bancarios ni historiales crediticios. Los proveedores observan ventajas respecto a otro tipo de oferentes de crédito; ya que no solamente conocen a las PYMES con las que trabajan sino que poseen mecanismos para darles incentivos al repago que no tienen los bancos comerciales [12].

4.4 Factores determinantes del racionamiento del crédito

Los bancos tratarán de elegir los mejores candidatos para otorgar dicho crédito, pero esto no es tarea fácil ya que deben estudiar y conocer lo mejor posible a los demandantes de crédito para asegurar el retorno del capital concedido en los plazos fijados.

El racionamiento de crédito se entiende, generalmente como una elevación injustificada de los tipos de interés que soporta la empresa por características ajenas al propio proyecto y que se relacionan directamente con el tamaño empresarial o la vinculación previa a la entidad. Consideramos que hay restricciones de crédito en precio cuando el tipo de interés efectivo a pagar por el capital prestado es superior al que pagarían empresas de similar riesgo por proyectos análogos [8].

En la investigación realizada por Larran, García y Giner [8] se plantea el objetivo de analizar el racionamiento de crédito desde el punto de vista de la demanda de crédito, esto es, desde la perspectiva de las empresas solicitantes de fondos. En la investigación se analiza el racionamiento del crédito en función del tamaño de la empresa, la percepción de los empresarios, la vinculación de la empresa con la entidad financiera y el número de entidades financieras con las que la empresa trabaja habitualmente.

Dentro de los resultados del estudio de Larran, García y Giner [8] encuentra que existe una relación de orden inverso entre el ratio de endeudamiento bancario y el tamaño empresarial siendo por lo tanto las empresas de menor dimensión las más dependientes de la financiación bancaria, también se afirma que las empresas no perciben correctamente el racionamiento de crédito al que se ven sometidas y las empresas más grandes tienen a su vez un mayor número de entidades financieras habituales con las que mantienen relaciones más duraderas lo cual hace que el racionamiento del crédito sea menor.

De acuerdo con Lecuona [13] desde la perspectiva de los bancos, la baja canalización del crédito a las Pymes obedece a un conjunto de factores de naturaleza estructural bien identificados en la literatura, entre los que destacan: la alta mortalidad inherente a las Pymes, insuficiente información confiable sobre las empresas, altos costos de transacción, información asimétrica y selección adversa, daño moral, dependencia de esquemas crediticios basados en garantías, entre otras.

A su vez, dentro de los resultados del estudio realizado por Vaca [14] se encuentra una relación entre el costo del crédito que se ve influenciado por la información, el tamaño de la empresa y la garantía.

En cuanto a la calidad de la información Berger y Udell [6] hacen mención a la creciente necesidad de financiamiento por parte de las empresas y como algunos elementos del sistema financiero pueden influir en limitar el crédito, Además, hacen referencia al tipo de tecnologías aplicadas para el otorgamiento de un préstamo, el cual se basa en información denominada “dura” (hard- término utilizado en inglés) y otra “suave” ”(soft-

término utilizado en inglés).

La información dura es relacionada con información cuantitativa, información que puede ser observada y verificada, lo cual se resume principalmente en los estados financieros, información obtenida de burós de crédito o cuentas por cobrar en dado caso. La información "suave" puede incluir desde la confianza y carácter que muestre el dueño de la pyme hasta el historial que se tenga en anteriores préstamos u otros servicios proporcionados por el banco, o el conocimiento que se tenga derivado de sus mismos contactos con proveedores, clientes o socios comerciales [14].

En México se puede obtener información crediticia de las personas físicas y morales por medio del buró de crédito el cual es definido por la CONDUSEF [15] como una empresa privada, independiente de las instituciones financieras, de las comerciales y de las gubernamentales, que tiene como fin concentrar y proporcionar a sus empresas afiliadas, la información referente al comportamiento que han tenido las personas físicas y morales con respecto a sus créditos.

Todas aquellas personas que hayan tenido, o que tengan actualmente algún crédito, forman parte de la base de datos del buró de crédito. Ahí se registra el historial crediticio de cada usuario.

La información del buró es solicitada por las empresas afiliadas, tales como: bancos, arrendadoras, establecimientos comerciales, servicios financieros tiendas departamentales, con el objeto de evaluar a quienes les han solicitado un crédito [16]

4.5 Obstáculos al financiamiento bancario de las MiPyMEs

Existen estudios realizados sobre los obstáculos o restricciones para acceder a financiamiento bancario enfocados a las MiPyMEs. En esta parte abordaremos algunos de ellos explicando los principales resultados de dichas investigaciones.

En Puebla, México [7] realizaron un estudio a 128 empresas del sector manufacturero y formularon hipótesis sobre cómo el tamaño, la edad, la información presentada por la PyME y las garantías constituían las principales restricciones al financiamiento bancario.

Los resultados encontrados señalan a las tasas de interés como principal restricción a la hora de solicitar un crédito bancario, seguido del exceso de trámites o burocracia bancaria, el tercer lugar, lo ocupan las garantías. Concluyen también que las empresas maduras y medianas, tienen una probabilidad más alta a la aprobación de créditos bancarios.

Por otra parte, los resultados empíricos de la tesis realizada por Vaca [14] a partir de 208 encuestas realizadas a nivel nacional en México muestran que la relación causal entre la información, la garantía, la relación de préstamo y la edad de la empresa con la obtención de crédito está confirmada, y que tienen influencia en el resultado del mismo.

La principal limitante de las PyMEs para el uso del crédito bancario según el análisis realizado por López [17], en general, lo componen las altas tasas de interés, la renuencia a la banca por parte de los empresarios y la incertidumbre sobre la económica.

Existen estudios previos [18] donde se menciona a la asimetría de la información y a la falta de garantías como principales razones por las que las PyMEs no acceden a créditos externos en México. En este sentido Bebczuck [19] afirma que es debido a la asimetría de la información contenida en el proyecto y la falta de garantías para hacer frente a los riesgos, lo que ocasiona que los acreedores se rehúsen a otorgar financiamientos.

Las limitantes para la utilización de nuevos créditos bancarios señaladas por las empresas según la Encuesta Trimestral de Evaluación Coyuntural del Mercado Crediticio realizada por [12], en orden de importancia, fueron: la situación económica general (46.1%), las tasas de interés del mercado de crédito (42.8 %), las condiciones de acceso al crédito bancario (42.6%), los montos exigidos como colateral (38.4%), la disposición de los bancos a otorgar crédito (36.5 %), las ventas y rentabilidad de la empresa (35.4%), el acceso a apoyo público (34.1%), la capitalización de la empresa (32.6%), las dificultades para pagar el servicio de la deuda vigente (28.0%) y la historia crediticia de la empresa (25.8%).

La Tabla 1, muestra un resumen de los obstáculos al financiamiento encontrados por los autores en estudios previos.

5. Metodología

La investigación es no experimental ya que de acuerdo con Hernández, Fernández, y Baptista [20] se realiza sin manipular las variables, se observan los fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para después ser analizados.

La investigación es transeccional correlacional ya que los datos se recolectarán en una sola vez en un momento dado tratando de explicar la relación entre las variables.

Para la recolección de datos se utilizó un cuestionario, el cual fue enviado de manera electrónica y aplicado a empresas registradas ante el SIEM (Sistema de Información Empresarial Mexicano).

El tipo de muestra seleccionada para la presente investigación es la muestra probabilística, donde todos los individuos tienen la misma probabilidad de ser elegidos de una base de datos proporcionada por SIEM

La población para este estudio, es de 1758 empresas incluidas en la base de datos del directorio del Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM) con ubicadas en Ciudad Juárez.

El tamaño de la muestra se determinó mediante la siguiente fórmula para poblaciones finitas.

$$n = \frac{N * Z_2^{\alpha} * p * q}{e^2(N-1) + Z_2^{\alpha} * p * q)} \quad (1)$$

Dónde, n = tamaño de la muestra; N = tamaño de la población; Z_{α} = Valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante que, si no se tiene su valor, se lo toma

Tabla 1. Obstáculos al financiamiento bancario según los Autores.

Gómez, García y Marín [7]	Vaca [14]	López [17]	Sansores y Navarrete [18]
Tasa de interés	Información presentada	Tasa de interés	Asimetría de la información
Tamaño de la empresa	Falta de garantías	Empresarios renuentes	Falta de garantías
Edad de la empresa	Edad de la empresa	Situación económica incierta	
Información			
Burocracia			
Falta de garantías			

en relación al 95% de confianza equivale a 1.96 (como más usual) o en relación al 99% de confianza equivale 2.58, valor que queda a criterio del encuestador; e = Límite aceptable de error muestral que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor que varía entre el 1% (0,01) y 9% (0,09), valor que queda a criterio del encuestador; p = Proporción esperada; $q = 1 - p$.

Se determinó que la muestra consiste en un total de 112 empresas. Para el análisis de los datos de la muestra, se utiliza un método no paramétrico. En estadística, el coeficiente de correlación de Spearman, ρ (rho) es una medida de la correlación (la asociación o interdependencia) entre dos variables aleatorias continuas. La interpretación de coeficiente de Spearman es igual que la del coeficiente de correlación de Pearson. Oscila entre -1 y $+1$, indicándonos asociaciones negativas o positivas respectivamente, 0 cero, significa no correlación pero no independencia. Para la aplicación de ésta técnica es necesario elaborar una matriz de correlación entre cada uno de los factores.

$$R = \begin{pmatrix} 1 & r_{23} & r_{24} & \dots & r_{21} \\ r_{32} & 1 & r_{34} & \dots & r_{31} \\ r_{42} & r_{43} & 1 & \dots & r_{41} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{12} & r_{13} & r_{14} & \dots & 1 \end{pmatrix} \tag{2}$$

La hipótesis se platea de la siguiente manera: $H_0 : p = 0$ y $H_i : p \neq 0$. Tomando como referencia $p \geq 0.70$ para una correlación fuerte en el coeficiente rho. Tomando el valor $P \geq 0.05$ para aceptar H_0.

6. Operacionalización de los factores

Se presentan los factores independientes, el factor dependiente de estudio y la forma en las que conceptualizan.

6.1 Variables independientes

6.1.1 Antigüedad

La antigüedad de la MiPyME es el número de años desde la constitución de la empresa. Se considera una empresa joven aquella que tiene menos de diez años de antigüedad y una empresa madura cuando la empresa tiene diez o más años de antigüedad [7].

Berguer y Udell [6] distinguen, en función de la edad, los siguientes grupos: infantes (0 a 2 años), adolescentes (3 a 4 años), mediana edad (5 a 24 años), y viejas (más de 25 años). La antigüedad de los grupos queda determinada como sigue:

- De 0 a 5 años (Reciente creación).
- De 5 a 10 años (Joven).
- Más de 10 años (Madura).

6.1.2 Tamaño de la MiPyME

Los factores a considerar en el tamaño de la empresa son el número de empleados y las ventas anuales. Existe un Acuerdo en el que se establece la estratificación de las micro, pequeñas y medianas empresas [21] publicado en el Diario Oficial de la Federación. Se establece la estratificación de las micro, pequeñas y medianas empresas, de conformidad con los criterios plasmados en la Tabla 2.

Donde el tope máximo combinado = (Trabajadores) X 10% + (Ventas Anuales) X 90%, de acuerdo a la Ley para el Desarrollo de la Competitividad de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa [22].

6.1.3 Información financiera

Esta variable engloba los siguientes factores:

Cámara. Esto es si la empresa está inscrita en alguna cámara de comercio o industrial que pueda asesorarlo en temas contables.

Contador. Es un profesional que se dedica a manejar la contabilidad de una organización, empresa o persona. Este factor es dicotómico, si la empresa cuanta o no con los servicios de un contador.

Proyección. Se refiere a la facilidad que tiene la empresa para realizar una proyección financiera de la empresa con la finalidad de pronosticar los resultados económicos-financieros futuros respecto a sus operaciones.

Documentos. La información requerida por la institución financiera abarca desde estados de cuenta de la empresa, estados financieros o contables, proyecciones y el estudio del historial de buro de crédito.

Buró de crédito. Se refiere a si la empresa ha sido objeto de verificación de historiales crediticios y su comportamiento.

6.1.4 Tasa de interés

La tasa de interés se define como aquel precio que se paga por el uso del dinero, durante un determinado período de tiempo. Dicho precio se refiere a un porcentaje de la operación de dinero que se realiza [23] y abarca los siguientes factores:

Tabla 2. Estratificación para determinar el tamaño de la empresa.

Tamaño	Sector	Número de trabajadores	Ventas anuales (mdp)	Tope máximo combinado*
Micro	Todas	Hasta 10	Hasta $4	4.6
Pequeña	Comercio	Desde 11 hasta 30	Desde $4.01 hasta $100	93
	Industria y servicios	Desde 11 hasta 50	Desde $4.01 hasta $100	95
Mediana	Comercio	Desde 31 hasta 100	Desde $100.01 hasta $250	235
	Servicios	Desde 51 hasta 100	Desde $100.01 hasta $250	235
	Industria	Desde 51 hasta 250	Desde $100.01 hasta $250	250

Tasa. Este factor mide la percepción de la empresa en cuanto si la tasa de interés es tan alta que prefiere no solicitar ningún crédito.

Interés. Esto es si la empresa considera que el interés pagado por el crédito representa un porcentaje significativo de la utilidad de operación.

Evaluación. En esta se enfoca en si la empresa utiliza técnicas financieras para evaluar en proyecto en el que se invertirá el préstamo.

Retorno. Es decir, si la empresa determina la tasa interna de retorno en función del riesgo.

6.1.5 Garantías

De acuerdo con el Diccionario de Administración y Finanzas [24] la garantía es un bono u otro valor que protege a una persona o entidad legal en caso de falta de pago de otra persona, incumplimiento de las obligaciones de un contrato, etc. y se divide en los siguientes factores:

Garantía de la empresa. Se entiende por este concepto la facilidad de otorgar una garantía de los bienes de la empresa.

Garantía personal. Se refiere a la facilidad de otorgar una garantía de los bienes personales

Garantía de operación. Esto es si el requerimiento de una garantía significaría un problema para la operación y crecimiento de la empresa.

Garantía de trámite. Es decir, si el contar con una garantía es indispensable para la tramitación de un crédito bancario. De acuerdo con lo investigado, la mayoría de los bancos exigen como garantía un aval en caso de incumplimiento en los pagos.

Las PyMEs son descartadas como sujetos de crédito al no contar con garantías para hacer frente a sus obligaciones en caso de incumplimiento en los pagos.

6.2 Variable dependiente

6.2.1 Financiamiento Bancario

Es definido por el Banco de México [25] como los créditos concedidos por el sistema bancario a las familias, empresas privadas y sector público, así como valores emitidos por empresas privadas, sector público y banco central adquiridos por el sistema bancario.

En el presente trabajo el factor de salida es Solicitud" "la cual tiene cinco categorías: No solicitaron, Solicitado y no autorizado, Solicitud en proceso de autorización, Crédito autorizado y no ejercido y Crédito solicitado y ejercido

7. Resultados generales

Fueron debidamente contestados un total 134 cuestionarios pertenecientes a 134 empresas ubicadas en Ciudad Juárez, Chihuahua. El 52% de los cuestionarios fueron contestados por el propietario de la empresa, el 30% por el gerente o administrador de la empresa, el 16% por empleados y el 2% por otra persona.

Del total de las empresas de la muestra el 74% tiene una antigüedad menor a 5 años, el 24% tiene una antigüedad entre 5 y 10 años y solo el 2% tiene más de 10 años en operación, lo que demuestra que fue contestado en su mayoría por empresas jóvenes.

Se obtiene que el 75% de las empresas emplean de 1 a 10 trabajadores (microempresas), el 19% tienen de 11 a 50 empleados (pequeñas empresas) y el 4% tienen de 51 a 250 empleados (empresas medianas).

La mayor parte de las empresas encuestadas pertenecen al sector comercio con un 54% de participación, seguida por el sector servicios con un 37% y por último por el sector industrial con un 8%.

Las empresas encuestadas registran ventas de por debajo de los 4 millones de pesos anuales, el 25% de las empresas encuestadas manejan rangos de ventas anuales de 4.01 hasta 100 millones de pesos y solo el 2% tienen ventas anuales en un rango desde 100 hasta 250 millones de pesos, lo que ubica al 73% de las empresas como microempresas según el acuerdo por el que se establece la estratificación de las micro, pequeñas y mediana empresas [21].

El 59% de las empresas encuestadas no solicitaron ningún crédito bancario, el 12% solicitaron un crédito bancario para su empresa pero éste no fue autorizado, el 5% solicitaron un crédito pero este aún se encuentra en proceso de autorización por parte de la institución bancaria, el 9% de las empresas cuentan con un crédito autorizado, el cual no ha sido ejercido y el 15% de las empresas cuenta con un crédito autorizado ya ejercido.

Por lo que respecta a la fuente de financiamiento utilizada por las empresas, se observa que el 32% se financia a través de recursos propios, el 41% de las empresas encuestadas se financia por medio de proveedores, el 17% utiliza el financiamiento de la banca comercial y el 2% se financia gracias a otras empresas que pertenecen al corporativo.

En lo que se refiere al destino de los créditos, entre los principales conceptos a los que las empresas destinan los

créditos se encuentra en primer lugar con 35% los gastos operativos, seguido de la compra de materias primas con un 25%, las opciones de inversión en instalaciones con un 16% y por ultimo están la compra de maquinaria y equipo con un 13% y equipo de transporte con un 11%.

8. Análisis de resultados

Prueba de Normalidad. Se llevó a cabo una prueba de normalidad del tipo Anderson -Darling, esta prueba compara la función de distribución acumulada empírica (ECDF) de los datos de la muestra con la distribución esperada si los datos fueran normales. Si la diferencia observada es adecuadamente grande, se rechaza la hipótesis nula de normalidad en la población. Las hipótesis se plantean de la siguiente manera.

H_0: Los datos son normales.
H_i: Los datos no son normales.

Si $p > 0.05$ se acepta H_0, de lo contrario se rechaza. A manera de ejemplo se presenta uno de los gráficos de probabilidad de uno delos factores que muestra una distribución no normal, mostrando los valor de P por debajo del 0.05 por lo que se muestra distribución no normal. Esto se observó en todos los factores y es la razón por la que se optó por un método no paramétrico.

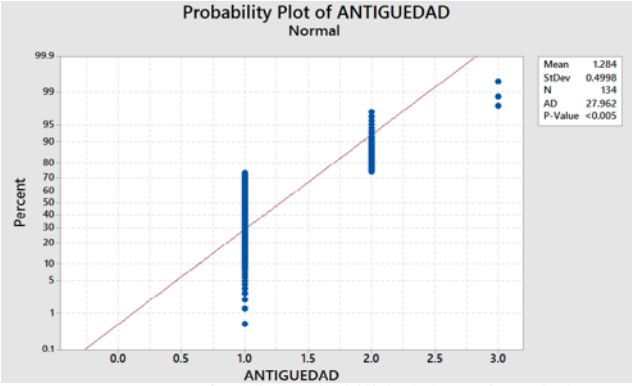

Figura 1. Gráfico de probabilidad de antigüedad.

Los Resultados de Correlación de Spearman presentan de las tablas extraídas del programa estadístico MINITAB en las que se muestra la matriz de correlación de las variables, el valor corresponde al coeficiente de valor de Spearman.

De acuerdo con los resultados del coeficiente de Spearman, existe una correlación significativa entre el contador y la proyección con un valor de 0.733, lo que nos indica que las empresas que cuentan con un contador tienen una mayor capacidad de elaborar fácilmente una proyección financiera confiable.

La figura anterior muestra la matriz los valores P entre la totalidad los factores. Las casillas sombreadas en color verde corresponden correlaciones significativas y las casillas sombreadas en color naranja no muestran correlación debido a los valores de P altos ($p > 0.05$).

	DESTINO	CAMARA	CONTADOR	PROYECCION	DOCS
CAMARA	0.02				
	0.771				
CONTADOR	0.053	0.310			
	0.541	0.000			
PROYECCION	0.014	0.304	0.733		
	0.872	0.000	0.000		
DOCS	-0.072	0.282	0.306	0.532	
	0.407	0.001	0.000	0.000	
BURO	-0.016	0.163	0.424	0.497	0.507
	0.853	0.060	0.000	0.000	0.000

Figura 2. Fragmento de matriz de correlación del coeficiente de Spearman.

Ecuación de regresión. Dado que se analizan las variables que influyen positivamente en la obtención de créditos bancarios, se seleccionó el factor "Solicitud " como la variable de salida, la cual se divide en cinco categorías en cuanto a la obtención de crédito : No solicitado, Solicitado y no autorizado, En proceso de autorización, Crédito autorizado y no ejercido y Crédito autorizado y ejercido. Se toma como una obtención de crédito exitosa a la última categoría "Crédito autorizado y ejercido".

Primeramente se realizó el análisis de regresión con todos los factores y "solicitud" como variable de salida, a continuación se muestran los Valores P de cada uno de los factores.

Tabla 3. Resultados de valores P en el análisis de regresión.

Factor	Valor P	Factor	Valor P
Antigüedad	0.839	Buró	0.68
Empleados	0.162	Tasa	0.000
Sector	0.330	Intereses	0.871
Ventas	0.822	Evaluación	0.158
Fuente	0.477	Retorno	0.660
Destino	0.872	G. Empresa	0.357
Cámara	0.586	G. Personal	0.111
Contador	0.201	G. Operación	0.817
Proyección	0.018	G. Trámite	0.000
Documentos	0.019		

Se seleccionan, por medio de un análisis de regresión, los factores significativos para solicitud de crédito con Valor P menor a 0.05 por lo que fueron elegidos los factores Empleados, Contador, Proyección, Documentos, Buró, Tasa, Evaluación, Garantía Personal, y Garantía de Trámite. Posteriormente se realizó el análisis de regresión solo con los factores seleccionados y los resultados e expresan en la Tabla 4.

Los factores seleccionados son empleados, proyección, documentos, buró de crédito, tasa de interés, evaluación y garantía. La ecuación de regresión es la siguiente:

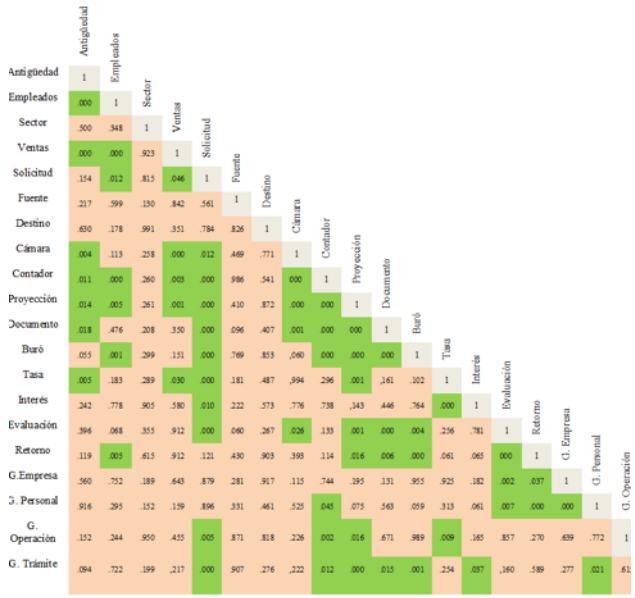

Figura 3. Matriz de correlación de valor P.

Tabla 4. Resultados de valores P en el análisis de regresión.

Factor	Valor P	Factor	Valor P
Empleados	0.076	Tarea	0.000
Contador	0.529	Evaluación	0.026
Proyección	0.000	G. Personal	0.027
Documentos	0.000	G, Trámite	0.000
Buró	0.029		

$$Solicitud = 0.836 + 0.0Empleados_1 + 0.271Empleados_2 + 0.034Empleados_3 + 0.683Empleados_4 + 0.0Proyección_1 + 0.038Proyección_2 - 0.172Proyección_3 + 0.007Proyección_4 + 0.680Proyección_5 + 0.0Docs_1 - 0.013Docs_2 - 0.003Docs_3 + 0.417Docs_4 - 1.191Docs_5 + 0.0Buró_0 + 0.266Buró_1 + 0.0Tasa_1 - 0.044Tasa_2 + 0.154Tasa_3 + 1.940Tasa_4 + 0.231Tasa_5 + 0.0Evaluación_1 + 0.036Evaluación_2 - 0.023Evaluación_3 - 0.348Evaluación_4 + 0.240Evaluación_5 + 0.0GPersonal_1 + 0.073GPersonal_2 + 0.496GPersonal_3 - 0.540GPersonal_4 - 0.178GPersonal_5 + 0.0GTrámite_1 + 0.255GTrámite_2 + 0.102GTrámite_3 + 1.972GTrámite_4 + 2.794GTrámite_5$$

Observando la ecuación de regresión se deduce que son las empresa de 11 a 50 empleados de más de 250 empleados las que tiene mayor éxito al obtener un crédito bancario. Por lo que se ve la importancia del tamaño de la empresas como factor en la obtención de crédito.

Otro factor muy importante para la obtención de un crédito bancario es la información financiera. La ecuación nos indica que la capacidad de que tiene la empresa de elaborar fácilmente proyecciones financieras, la presentación de los documentos contables, así como el historial de buró de crédito pueden ayudarnos a convertir a una empresa en sujeto de

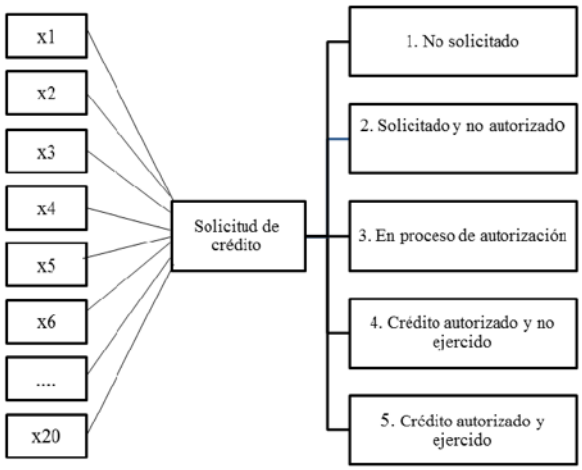

Figura 4. Construcción del análisis de regresión.

crédito.

Los bancos seleccionan a aquellas empresas que cuentan con documentos que comprueban la solvencia económica de la empresa así como la proyección en el futuro.

En cuanto a la tasa de interés, las empresas que cuentan con créditos autorizados y ejercidos utilizan técnicas financieras para la evaluación de proyectos de inversión para asegurarse de que la tasa de interés no constituya un obstáculo al ejercer el crédito.

La ecuación muestra que los sujetos de crédito deben contar con una garantía personal o con aval, el cual es generalmente un requisito establecido por el banco para poder obtener un crédito para MiPyMEs y asegurar su pago.

9. Conclusiones

Durante éste trabajo se analizan los principales factores de éxito para las MiPyMEs al momento de solicitar créditos bancarios mediante un estudio realizado a 134 empresas ubicadas en Ciudad Juárez, Chihuahua.

La mayor parte de las MiPyMEs encuestadas corresponden a empresas relativamente nuevas con una antigüedad entre los 0 y 5 años, las cuales emplean a menos de 10 empleados por lo que son conocidas como microempresas.

Las empresas destinan el 38 por ciento del financiamiento externo mantener los gastos operativos del negocio y a la compra de materias primas y esto nos habla de la necesidad de financiamiento externo para la operación principal de la empresa.

Dicho a lo anterior se hace referencia a la Teoría de la Jerarquía o Pecking Order de Myers y Majluf, debido a que los empresarios prefieren en primer lugar el financiamiento con recursos propios, seguido por el financiamiento por proveedores y en tercer lugar el financiamiento bancario.

Por otro lado se cumple también la Teoría del Ciclo de Vida de Westhon y Brigham ya que se demuestra que son las empresas maduras con más de 9 años de antigüedad las que acceden a créditos bancarios más fácilmente. Aquí cabe

destacar que según la oferta de créditos bancarios enfocados a las PyMEs estos están enfocados a empresas con mínimo 2 años de operación.

Se concluye que las empresas que poseen una mayor cantidad de información financiera o tiene un fácil acceso a ella, son más propensos a acceder a créditos bancarios que aquellos que no cuentan con información financiera disponible o no cuentan con los servicios de un contador que pueda generarla.

El estudio demuestra también que un buen historial crediticio en el Buró de Crédito es fundamental para el acceso a financiamiento bancario pues es un requisito para ser seleccionado como un sujeto de crédito confiable.

De igual manera las empresas que tienen una mejor percepción sobre la tasa de interés, que utilizan herramientas financieras para evaluaciones sobre sus proyectos de inversión, tienen mayor facilidad de acceder a créditos bancarios que aquellas empresas que consideran que las tasas de interés son muy altas y no realizan estudios de factibilidad financiera.

Existe el mismo efecto anterior con las empresas que poseen garantías ya sea personales o que no ponen en riesgo la operación de la empresa, pues son estas las que acceden con mayor facilidad a los créditos bancarios.

Referencias

[1] Jorge Carrillo and Roberto Zarate. *Proveedores en la Industria electrónica en Baja California*. Editado por Universidad de Guadalajara & Colegio de la Frontera, México, 2004.

[2] BANCOMEXT. *Guía básica del exportador*. Banco Nacional de Comercio Exterior, México, 2005.

[3] Sonia Alexandra Mondragón and Jorge Tadeo Lozano. *Una aplicación de la teoría de la jerarquía (contaduría)*. Universidad de Antioquía, Antioquía, Colombia, 2010.

[4] Carlos Alberto Moreira Da Silva and Juan Antonio Rodríguez. *Contraste de la teoría del Pecking Order versus la teoría del Trade off para una muestra de empresas portuguesas*. Universidad de Valladolid, Valladolid, Colombia, 2006.

[5] Juan Carlos Leyva Bonilla. *PYMES, ciclo de vida y etapas de su desarrollo*. Tec. Empresarial, México, 2006.

[6] A.N. Berguer and G.F. Udell. The economics of small bussines finance: The roles of private equity and debt markets in the financial growth cicle. *Journal of Banking and Finance*, 22(6-8):613–673, 1998.

[7] Alicia Gómez, Domingo García, and Salvador Marín. Restricciones a la financiación de la pyme en méxico; una aproximación empírica. *Análisis económico*, 24(57):217–238, 2009.

[8] Jorge Larran, A. García Borbolla, and Y. Giner. Factores determinantes del racionamiento del crédito a las pymes: Un estudio empírico en en andalucía. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 16(2):63–82, 2010.

[9] M. Cantalapiedra. Expansión: La banca comercial, 2016. http://www.expansion.com/diccionario-economico/banca-comercial.html; accedido en noviembre 2016.

[10] Centro de Estudios de las Finazas Públicas. Centro de estudios de las finazas públicas, 2008. http://www.cefp.gob.mx/intr/edocumentos/pdf/cefp/2008/cefp1172008.pdf; accedido en noviembre 2016.

[11] AMEFAC. Que es el factoraje financiero, 2009. http://www.factoraje.com.mx/que-es-el-factoraje/; accedido en noviembre 2016.

[12] Banco de México. Reporte sobre las condiciones de competencia en el otorgamiento de crédito a las pequenas y medianas empresas (pymes), 2015. http://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-discursos/publicaciones/informes-periodicos/reporte-sobre-las-condiciones-de-competencia-en-lo/%7BB0D52028-C9F4-9410-0DA9-AA76BD9474AB%7D.pdf; accedido en noviembre 2016.

[13] Ramón Lecuona Valenzuela. El financiamiento a las pymes en méxico: La experiencia reciente. *EconomiaUNAM*, 16(17):69–91, 2009.

[14] Juan Vaca. *Análisis de los obstáculos financieros de las Pymes para la obtención de crédito y las variables que lo facilitan*. Universidad Politecnica de Valencia, Valencia, España, 2012.

[15] CONDUSEF. Ius revista juridica, 2001. http://www.unla.mx/iusunla5/actualidad/BURO%20DE%20CREDITO.HTM; accedido en noviembre 2016.

[16] Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Buró de crédito, 2000. http://www.shcp.gob.mx/sitios/ucsv/html/doctos/buro_credito_06082012.pdf; accedido en noviembre 2016.

[17] Maria de los Angeles López. *Análisis estadístico del financiamiento a las PYMES en México (1998-2008)*. UNAM, México, 2009.

[18] Edgar Alfonso Sansores and Juana Edith Navarrete. *El impacto del financiamiento público a micro y pequeñas empresas en mercados crediticios con información asimétrica: el caso del Sistema Mexicano de Garantías 2002- 2008*. Universidad de Quintana Roo, México, Colombia, 2009.

[19] Ricardo N. Bebczuck. *Información asimétrica en mercados financieros*. Cambridge University Press, Madrid, España, 2000.

[20] Roberto Hernández, Carlos Fernández, and Pilar Baptista. *Metodología de la Investigación*. Mc. Graw Hill, México, 2006.

[21] Diario Oficial de la Federación. *Acuerdo por el que se establece la estratificación de las micro, pequenas y medianas empresas*. DOF, México, 2009.

[22] Diario Oficial de la Federación. *La Ley para el Desarrollo de la Competitividad de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa*. DOF, México, 2009.

[23] BANXICO. Evolución del financiamiento a las empresas durante el trimestre abril -junio de 2015, 2015. http://www.banxico.org.mx; accedido en noviembre 2016.

[24] Oceano. *Diccionario de Administracion y Finanzas*. Grupo Editorial Oceano, Barcelona, España, 2003.

[25] BANXICO. Glosario de divulgación, 2004. http://www.banxico.org.mx/divulgacion/glosario/glosario. html#F; accedido en noviembre 2016.

ISBN: 978-607-8262-12-0

Procedimiento para determinar la cantidad de contadores cíclicos en un centro de distribución: Revisión de literatura

Nayeli Galaviz García[1]*, Jesús Gonzalo Palacios Valerio[2]

Resumen

Toda empresa requiere abastecerse de materiales para el desarrollo de sus actividades, pues su éxito depende de ello. Para que lo anterior se pueda llevar a cabo, se debe de realizar una buena gestión de almacén, lo cual implica elaborar registros confiables de inventarios. Esta labor requiere de un gran trabajo y de recursos para su implementación, recursos tales como maquinaria y personal para efectuar los conteos. El presente artículo busca presentar los modelos ya existentes para la asignación de trabajo y hacer un análisis cuantitativo entre ellos para ver cuál pudiera determinar de la manera más adecuada la cantidad óptima de recurso humano requerido para el registro de inventarios por medio del conteo cíclico.

Palabras Clave

Almacén — Inventario — Conteo Cíclico — Recurso Humano — Centro de Distribución

[1,2] *Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez, Chihuahua, México*

***Autor de correspondencia**: al175429@alumnos.uacj.mx

1. Introducción

El almacén de una empresa es una parte importante de su cadena de suministros, y buena parte del éxito de una empresa depende de la gestión que ésta realice en sus almacenes. Para el desarrollo de dicha gestión, se llevan a cabo inventarios en los que se detallan de forma ordenada los contenidos de bienes que las empresas tienen en sus instalaciones [1].

Financieramente, los inventarios son muy importantes para las empresas; generalmente representan del 20% al 60% del total de activos [2].Toda empresa necesita saber con qué cantidad de producto cuenta su almacén, por lo cual se llevan a cabo la elaboración de inventarios, ya sea de manera manual o digital. Para efectuar los registros de dichos inventarios, son necesarios recursos, tales como maquinaria, tiempo y mano de obra para hacerlos [3]. Las organizaciones pueden mejorar la eficiencia de la ejecución de procesos a través de una correcta asignación de recursos, así como aumentar los ingresos y mejorar la satisfacción del cliente [4].

La asignación de recursos implica la distribución y utilización de los recursos disponibles en el sistema. Debido a que la disponibilidad de recursos suele ser escasa y costosa, es importante encontrar soluciones óptimas para tales problemas [5].

Es por esto que el tema principal de este trabajo se centra en el personal requerido en un almacén para llevar a cabo registros confiables de los inventarios. El objetivo es analizar algoritmos y modelos ya propuestos de asignación de trabajo y balanceo de líneas para determinar, mediante un análisis cuantitativo, el procedimiento que mejor optimice el uso del recurso humano para implementar un conteo cíclico en una bodega o en un centro de distribución, el cual está compuesto por una cadena de logística centrada en un gran almacén o almacenes que centralizan el almacenamiento de la empresa [1], lo que implica que en estos lugares se cuenta con un gran volumen de inventarios.

2. Marco teórico

2.1 Importancia de los inventarios

El inventario es todo el dinero actualmente atado en el sistema y se refiere a los equipos, accesorios, edificios y demás que posee la empresa [6]. El costo de los inventarios es un punto importante en el informe financiero anual de la mayoría de las compañías. Cualquier incorrección en el inventario afectará directamente las ganancias [7].

Los márgenes de ganancia pueden verse mejor o peor de lo que realmente son si el inventario no se ha informado de manera precisa, y si no sabes cuánto cuesta, es imposible planificar. El factor económico es decisivo en la toma de decisiones de una empresa. Y en cuestión de inventarios, los costos se pueden elevar si [3]:

- Se tienen existencias en exceso.
- Hay obsolescencia en los componentes.
- No se cumple la demanda de los artículos más esenciales, pues la orden urgente y los costos de envío expreso se agregan a sus compras.

Es por esto que es importante llevar un registro de los recursos con los que se cuentan en almacén. Sin recuentos de

inventario regulares, no hay forma de saber con certeza qué hay disponible [3]. Es por esto que se eligió el conteo cíclico como una herramienta para la elaboración de inventarios, pues con esto se programan conteos regulares para mayor certeza en los registros.

2.2 Conteo cíclico

A pesar de que una organización puede haber realizado esfuerzos sustanciales para registrar el inventario con precisión, estos registros deben verificarse mediante una auditoría continua. Estas auditorías se conocen como conteo cíclico [8].

Según el diccionario de la Sociedad Americana de Producción y Control de Inventarios (APICS, por sus siglas en inglés), el conteo cíclico es una técnica de auditoría de precisión de inventario, donde el inventario se cuenta en un cronograma de ciclo en lugar de una vez al año.

Para el recuento de inventario de ciclo generalmente se utiliza la clasificación ABC de los artículos en el inventario. El análisis ABC divide el inventario disponible en tres clasificaciones sobre la base del volumen anual en dólares. Este análisis es una aplicación de inventario de lo que se conoce como el principio de Pareto, el cual establece que hay unos pocos artículos críticos y algunos triviales [8].

El grupo A generalmente representa alrededor del 15 por ciento por cantidad de elementos y aproximadamente entre el 70 y el 80 por ciento por volumen de dólares proyectado. La siguiente agrupación B, generalmente representa alrededor del 30 por ciento de los artículos y alrededor del 15 o 20 por ciento del volumen en dólares. La clase C contiene el 55 por ciento de los artículos y representa el 5 por ciento del volumen en dólares. El principio de ABC establece que el esfuerzo y el dinero se pueden ahorrar mediante la aplicación de controles más flexibles a los artículos de clase de bajo volumen de dólares que a los de clase de alto volumen de dólares [6].

Los sistemas de conteo cíclico más efectivos requieren el conteo de un cierto número de elementos cada día de trabajo con cada artículo contado a una frecuencia prescrita. El propósito clave del recuento cíclico es identificar elementos erróneos, lo que desencadena la investigación, identificación y eliminación de la causa del error [6].

Durante el conteo cíclico, los contadores de ciclo se envían al almacén para ver físicamente y contar el material que realmente se tiene a la mano [7]. Esto, para poder comparar las cifras con el registro en las bases de datos para conciliar las diferencias [9]. Los artículos A se contarán con frecuencia, tal vez una vez al mes; los artículos B se contarán con menos frecuencia, quizás una vez por trimestre; y los artículos C se contarán quizás una vez cada 6 meses [8].

Este tipo de conteo es muy útil, pues durante el proceso se capturan y corrigen los errores de inventario, mejorando así su precisión; además de que se verifican dos veces las correcciones que resultan de errores de inventario encontrados por otros. También se valida el uso adecuado de los procedimientos para registrar y manejar transacciones de inventario y se identifican problemas de procedimiento [7].

En este proceso, existen dos tipos de conteo. El primero es un sistema basado en componentes, que cuenta cada ubicación registrada para obtener un total. Esto se compara con el inventario indicado. Si un componente termina en una ubicación que no está en el registro, se pierde definitivamente.

El segundo tipo de conteo cíclico se basa en la ubicación. Aquí, cada lugar de almacenamiento se visita cuando sea su turno del conteo. Los artículos encontrados se cuentan y se comparan con los registros de inventario. Este método finalmente encuentra piezas perdidas en el sistema basado en partes [10]. Algunas operaciones tienen únicamente una o dos ubicaciones, mientras que otras tienen miles de ellas. Pero incluso la operación más pequeña puede beneficiarse de una lista de verificación de las ubicaciones donde pueden existir artículos que necesitan ser contados [9].

2.3 Recurso humano

El elemento humano está presente en todas las actividades de la empresa [11], y para efectuar el registro de inventarios no es la excepción. Este elemento representa una inversión de la empresa, y muchas veces las personas son los recursos que necesitan ser rastreados para controlar gastos y disminuir costos [12].

La asignación de recursos humanos se considera un problema relevante en la gestión de procesos de negocios, pues implica la distribución y utilización de los recursos disponibles en el sistema. Es importante encontrar soluciones óptimas para la asignación de recursos [5], pues la asignación exitosa de recursos disponibles se da cuando se reducen costos y se obtiene una mejor productividad de los recursos [13].

Ahora bien, el incremento de carga de trabajo se traduce, entre otras cosas, en la adopción de modalidades operatorias más económicas, las que si bien permiten reducir la carga resentida, a menudo conllevan un aumento en los costos de operación [14], por lo que no es conveniente tener un número holgado de personal para la realización de cualquier tarea, incluyendo los registros de inventarios.

3. Métodos

El problema de asignar un grupo de trabajadores capacitados en varios departamentos, unidades o centros de trabajo es importante tanto para entornos de fabricación como de servicio [15]. Actualmente, no existe un modelo o algoritmo que defina con certeza la cantidad óptima de recurso humano necesario para la elaboración de inventarios en almacenes y centros de distribución, aunque existen varios modelos referentes a la asignación de recurso humano en cada trabajo de las empresas. Algunos de estos modelos son presentados a continuación:

- **Empresas/Negociación**. Este método se utiliza para considerar no solo la primera preferencia en la negociación, sino también otras opciones para quienes toman

decisiones en todas las soluciones. Por lo tanto, la decisión final puede no ser necesariamente la primera preferencia de los tomadores de decisiones [16].

$$B(i) = \sum_{j=1}^{k} B_j(i) \tag{1}$$

- **Mercado laboral**. Este modelo matemático es para investigar el problema de la asignación de recursos humanos para los agentes, por ejemplo, los graduados universitarios que buscan sus posiciones en los mercados laborales [16]. En este modelo se asume que cada n trabajadores pueden ser asignados a cualquiera de los m departamentos [17].

$$\begin{aligned} H(\sigma_1) = &-\frac{J}{N}\sum_{ij} c_{ij}\delta_{\sigma_1 t} \\ &-\gamma\sum_{i=1}^{N}\sum_{k=0}^{K-1}\beta|v_k^* - v_k(t-1)|\delta_{K,\sigma_1^t} \end{aligned} \tag{2}$$

- **Asignación de trabajadores**. En este modelo se asume que cada n trabajadores pueden ser asignados indistintamente a cualquiera de los m departamentos [15].

$$\phi(n,m) = \sum_{k=0}^{m}(-1)^k \binom{m}{n}(m-k)^n \tag{3}$$

- **Asignación de recursos laborales escasos**. El modelo de programación lineal difusa busca maximizar un índice de satisfacción; la variable λ asume valores entre 0 y 1, donde valores más altos producen niveles más altos de satisfacción [18].

$$max\lambda + \frac{1}{m}\sum_{i}^{N}\lambda_i \tag{4}$$

En el primer método presentado, se utilizaron casos reales de desarrollo de productos distribuidos para demostrar cómo funciona el mecanismo de negociación y validar la efectividad del mecanismo. En este caso, la asignación de recursos humanos en el comportamiento de toma de decisiones es un proceso de ”juegos” en varias etapas, en varios niveles y en varios participantes. Las personas en el mismo grupo funcional de diseño deben compartir recursos e información para completar el diseño de artículos para un producto [16].

El segundo modelo presentado es descrito por el llamado Potts Spin Glass, en donde cada giro de Potts representa una acción de cada estudiante, y toma una variable discreta correspondiente a la compañía para la que solicita. En este sistema modelo, las correlaciones entre estudiantes se toman en cuenta a través de las interacciones spin-spin por pares [17].

En el modelo de Brusco, se presenta una formulación bicriterio en el contexto de los servicios como la enfermería hospitalaria, ya que el problema se ha formulado comúnmente como uno de asignación no lineal con una función objetiva orientada a la maximización de la utilidad del servicio. En este modelo se incorpora el criterio de objetivos operativos y de recursos humanos [15].

En el modelo de Aviso, se utiliza el marco de entrada-salida para tener en cuenta las interdependencias organizativas que existen entre los trabajadores o las unidades departamentales, para garantizar una pérdida mínima de servicios vitales entregados a clientes externos. El modelo se demuestra que puede proporcionar apoyo a la decisión para los profesionales de la industria, a fin de mitigar los impactos de la escasez de recursos humanos en la continuidad del negocio durante una crisis [18].

Por otro lado, Wu, Jiang y Zhu proponen no un modelo, sino un mecanismo de asignación de recursos humanos en el que la asignación de recursos humanos se considera la formación de múltiples equipos [19]:

- Primero, las tareas envían las habilidades que requieren al mecanismo, y luego el mecanismo clasifica las tareas en orden descendente sobre la base de la fuerza de trabajo.
- Segundo, calcule la contribución de los agentes según el tipo de tarea y la base descendente de la contribución de los agentes.
- Finalmente, elija a los agentes, que tienen mayor contribución que otros como miembros del grupo para completar la tarea.

Bouajaja y Dridi presentan un análisis acerca del problema de la asignación de recursos humanos. El análisis fue de varios enfoques de resolución: métodos exactos, heurísticos y metaheurísticos propuestos para resolver el problema, en donde se observaron varias limitaciones, como la falta de consideración de factores humanos en la tarea, tales como la motivación del personal, el ausentismo, la salud, la fatiga, el nivel de habilidad, la experiencia, las características de la personalidad y la actitud [20].

Otro modelo presentado es el de Jieh-Haur, Shang-I y Tih-Ju, cuya aportación está orientada hacia la construcción de infraestructuras públicas que requieren mucha mano de obra. Su método utilizado para el análisis de datos fue el enfoque de conjunto aproximado y un modelo de red neuronal artificial, el cual aportó una precisión de 88.63% [21].

4. Conclusiones

Habiendo hecho la revisión de la literatura correspondiente, se puede observar que actualmente no existe un modelo preciso y general para poder determinar la cantidad óptima de recurso humano requerida en el desarrollo de tareas, pues cada trabajo tiene sus restricciones y sus particularidades propias.

Existen modelos para determinar la asignación de recursos humanos a ciertas tareas del área de la salud, también hay procedimientos en desarrollo para la optimización del recurso humano cuando hay crisis en alguna organización, e incluso hay un procedimiento para determinar la cantidad de personal necesario para llevar a cabo grandes proyectos de ingeniería

de pavimentos, además de un modelo que tiene que ver con la asignación del recurso humano en el mercado laboral.

En cuestión de almacenes y centros de distribución, podría decirse que es nula la literatura con que se cuenta en cuanto a modelos o procedimientos para determinar cuánto recurso humano se requiere para llevar a cabo las tareas propias de una almacén, incluyendo los registros de inventarios. Es por eso que se considera importante esta vertiente de investigación, ya que se podría generar un modelo o procedimiento para determinar la cantidad necesaria de personal para llevar a cabo registros de inventarios físicos por medio del conteo cíclico, y así, poder optimizar, tanto recursos humanos como recursos financieros de la empresa.

Referencias

[1] A. Cruz. *Gestión de inventarios COML0210*. IC Editorial, España, 2017.

[2] J.R. Arnold and S. Chapman. *Introduction to materials management*. Prentice Hall, USA, 2004.

[3] A. Gray. Inventory an effective tool for saving money and planning. *Westchester County Business Journal*, 50(16):10, 2014.

[4] Almir Djedovic, Almir Karabegovic, Zikrija Avdagic, and Samir Omanovic. Innovative approach in modeling business processes with a focus on improving the allocation of human resources. *Mathematical Problems in Engineering*, 2018(1):47–50, 2018.

[5] K. Ganesh and M. Punnymoorthy. *Resource allocation problems in supply chains*. Emerald Group, United kingdom, 2015.

[6] P. Pittman and B. Atwater. *APICS Dictionary*. APICS, USA, 2016.

[7] J. Young. *Cycle count and physical inventory design and execution*. lulu.com, USA, 2010.

[8] J. Heizer and B. Render. *Operations management*. Prentice Hall, USA, 2009.

[9] J. Rubinger. Counting techniques to improve accuracy in the warehouse. *Material handling & logistics*, 70(8):24–26, 2015.

[10] R. Schaefer. *Cycle counting is not a guessing game*. APICS Magazine, USA, 2017.

[11] A. Barquero. *Administración de recursos humanos*. Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica, 2005.

[12] M. Mullins. Pupen and paper in the past, improve process. *Plant engineering*, 2018(1):47–50, 2018.

[13] M. Arias and R. Saavedra. Human resource allocation in business process management and process mining. *Management Decision*, 56(2):376–405, 2018.

[14] C. Canepa. Dinámicas organizacionales de producción incremental de carga de trabajo: influencia de los roles, reglas y artefactos en la articulación de la actividad laboral. *Laboreal*, 7(2):25–38, 2011.

[15] M. Brusco. Discrete optimization: A bicriterion algorithm for the allocation of cross-trained workers based on operational and human resource objectives. *European Journal of Operational Research*, 247(1):46–59, 2015.

[16] T. Chien, Y. Lin, and K. Tien. Agent-based negotiation mechanism for multi-project human resource allocation. *Journal of Industrial & Production Engineering*, 30(8):518–527, 2013.

[17] J. Inoue and H. Chen. Statistical mechanics of human resourse allocation: A mathematical modeling of job-matching in labor markets, 2014. http://arxiv.org/abs/1403.7370; accedido en septiembre 2018.

[18] K. Aviso, A. Mayol, and M. Promentilla. Allocating human resources in organizations operating under crisis conditions: A fuzzy input-output optimization modeling framework. *Resources, Conservation & Recycling*, 2018(128):250–258, 2018.

[19] J. Wu, Y. Jiang, and J. Zhu. Human resource allocation combined with team formation. *International Conference on Computational Intelligence and Applications (ICCIA)*, 1(1):67–71, 2016.

[20] S. Bouajaja and N. Dridi. A survey on human resource allocation problema and its applications. *Operational Reseach*, 17(2):339–370, 2017.

[21] C. Jieh-Haur, L. Shang-I, and C. Tih-Ju. Human resource allocation model in pavement engineering. *International Journal of Pavement Research & Technology*, 6(5):643–650, 2013.

ISBN: 978-607-8262-12-0

Principales retos para obtener la certificación de centros de distribución bajo la norma ISO 9001-2015: Estudio de caso

Roma Pamela Conde Fernández[1]*, Esmirna Betsabe Domínguez Velazco[2]

Resumen

Actualmente los centros de distribución, se ha planteado un objetivo, que consiste en obtener la certificación en la norma ISO 9001:2015, con ello se busca incrementar su cartera de clientes y posicionarse como una de las mejores compañías logísticas del estado. Los clientes están conscientes de que no dejaran que cualquier compañía maneje sus mercancías, solo aquellas que demuestren calidad en sus servicios, serán las que logren obtener a un mayor número de clientes potenciales. Sin duda alguna la norma ha venido a impactar las cuestiones de calidad dentro de las empresas, debido a que el consumidor o cliente llega a tomar el papel principal con relación a cada una de las actividades que se realizan dentro de la compañía. Para cumplir con el objetivo en mente, la empresa se ha dado a la tarea de evaluar y seleccionar al equipo que conformará dicha certificación, debido a que debe ser personal capacitado y además de contar con los proceso eficaces y eficientes, para realizar las tareas con el menor recurso posible.

Palabras Clave

Certificación y Normalización — ISO9001:2015 — Sistema de Gestión de la Calidad

[1,2] *Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez, Chihuahua, México*

***Autor de correspondencia**: roma_conde@utcjedu.onmicrosoft.com

1. Introducción

Hoy en día, el almacenamiento es de suma importancia para el área de stock, ya que con ello se prepara de manera eficiente la disposición de los materiales con márgenes mínimos de error, aumentando la capacidad de almacenamiento con estructuras adecuadas, capacidad de movimiento y acceso a él a través del personal. Un centro de distribución es el espacio dinámico del almacenamiento el cual minimiza el movimiento de productos dentro del almacén [1]. Los centros de distribución cubren un punto importante dentro de la cadena logística de un proceso de producción y eso es los puntos estratégicos de su ubicación hacia las plantas de producción lo cual permite crear un eficiente flujo del proveedor, hasta el consumidor final. Ahora bien, todo centro de distribución.

Habitualmente un producto se fabrica en distancias lejanas a los lugares de su consumo, es por ello la exigencia de que la entrega de suministros sea a corto plazo. Por los tanto un centro de distribución debe diseñarse con una visión de procesos insertando en la cadena logística un valor agregado, de manera de identificar las oportunidades de lograr ventajas competitivas basadas en dicha visión [2].

Un elemento importante en la cadena logística de la red de distribución es, sus procedimientos, implementando controles exhaustivos, asegurando la calidad de los mismos y su cumplimiento, es por ello que la implementación de la Norma ISO 9001 2015 tiene la intención de alinear el Sistema de Gestión con las necesidades de un centro de distribución para ampliar el entorno de una empresa, problemas internos y externos con el objetivo de generar nuevas estrategias y ser más competitivos con las requerimientos de los clientes [3], [4].

Esta norma permite a la pequeña y mediana empresa situarse al nivel de las más grandes, equiparándose en eficiencia y compitiendo en igualdad de posibilidades. Con esta implantación de un sistema de gestión de la calidad, la organización demuestra capacidad para proporcionar de forma coherente productos o servicios que satisfacen los requisitos del cliente y los reglamentarios aplicables. Una ventaja importante con la implementación de la norma es que se tiene la posibilidad de cumplir con clientes que cada vez requieren proveedores certificados, con el objetivo de incrementar sus ventas, así como mejorar la calidad de los propios, con la documentación y el desempeño de sus proveedores, con el objetivo de generar confianza y mejorar la calidad en el ciclo de la mejora continua [5], [6].

2. Marco teórico

Actualmente en el mundo organizaciones y empresas de cualquier giro requieren normas (ISO) ya que con ellas se garantizan a través de su implementación un estricto control, en los procesos en los cuales se intervienen para la fabricación, distribución, etc., con particularidades establecidas, ya que la las normas son la base para la habilidad de obtener la calidad de-

seada y con ello poder llegar a la certificación de una empresa [7].

La Organización Internacional de Normalización (ISO), nace luego de la Segunda Guerra Mundial (creada en 1946), la cual se encarga de promover el desarrollo de normas internacionales de fabricación, comercio y comunicación para todas las ramas industriales a excepción de la eléctrica y la electrónica. Su función principal es la de buscar la estandarización de normas de productos y seguridad para las empresas u organizaciones a nivel internacional [8], [9], [10].

Debido al incremento de ramos en el ámbito comercial es vital que cada vez se tenga un mejor control sobre los productos y servicios que ofrecen. Lo anterior se puede acentuar con lo que se menciona en cuanto a la finalidad de la norma "la alta competencia internacional acentuada por los procesos globalizadores de la economía y el mercado y el poder e importancia que ha ido tomando la figura y la opinión de los consumidores, ha propiciado que dichas normas, pese a su carácter voluntario, hayan ido ganando un gran reconocimiento y aceptación internacional. Las normas ISO se han desarrollado y adoptado por multitud de empresas de muchos países por una necesidad y voluntad de homogeneizar las características y los parámetros de calidad y seguridad de los productos y servicios" [11].

De entre las muchas normas que se han creado existe una familia de normas muy reconocida, compuesta por tres principales, entre las que se destacan la norma ISO 9001, ISO 9000 e ISO 9004 [12], cada una de las normas se enfoca en un punto específico de cumplimiento por ejemplo la ISO 9001 que se basa en la comprensión, ISO 9000 va enfocada a la aplicación y la ISO 9004 está encaminada directamente a que se logre la excelencia.

Dentro de la norma ISO 9001 existe la versión 2015 [13], dicha norma funciona como base en el Sistema de Gestión de la Calidad, es decir, debido a todas las responsabilidades que se desprenden de ella, oriya a que todos los elementos con los que cuenta una empresa puedan tener un sistema efectivo tanto de administración, así como calidad en los productos y servicios que ofrecen. La norma ISO9001:2015 [13] cuenta con una estructura desglosada en diez capítulos diferentes, cada uno cuenta con los requerimientos de lo que se necesita hacer para la aplicación correcta de la norma dentro de una organización.

Dentro de la estructura de la norma uno de los términos mencionados con más frecuencia es el de un SGC, (Sistema de Gestión de Calidad) el cual es la estructura organizativa, las responsabilidades, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para llevar a cabo la gestión de la calidad. Se aplica en todas las actividades realizadas en una empresa y afecta a todas las fases, desde el estudio de las necesidades del consumidor hasta el servicio posventa [14]. Es más que un grupo de pasos que aplicados de manera correcta permitirán a la organización alcanzar la calidad ya sea en los productos o servicios que brinda a los clientes.

Cuando una empresa decide obtener la certificación en la norma ISO 9001:2015 [13], debe cumplir de igual manera con los requisitos que la norma exige, sin embargo, esta vez enfocados hacia el SGC que se desea implementar, cabe destacar que es un proceso bastante meticuloso que requiere del compromiso e involucramiento de todos los participantes, de otra manera no se podrá lograr alcanzar la certificación deseada.

3. Desarrollo

Como primer paso es importante realizar el entendimiento y análisis de la norma, ya que derivado de ello se podrá planear, evaluar y llevar a cabo cada una de las actividades que dicha norma exige. Para ello, se reunió al equipo de trabajo participante y se les explico todo en cuanto a la norma, cabe resaltar que no basta contar con el grupo de personas que conformarán el proyecto si no se cuenta con un líder, ya que es quien designará cada una de las responsabilidades que tendrán los participantes, así también, se deberá verificar el correcto cumplimiento de ellas en tiempo y forma con el fin de evitar posibles retrasos, si alguno de los involucrados no entiende cuál es su participación o su alcance, muy difícilmente podrá presentar los resultados deseados.

4. Procedimiento

4.1 Manual de calidad

Se crea un manual en el cual se elabora para cumplir con el SGC como lo marca la norma NMX-CC-9001-IMNC-2015, en este manual se muestra el cumplimiento de la empresa en cada uno de los procedimientos elaborados, describiendo cada procedimiento.

4.2 Contexto de la organización

Determina las cuestiones externas e internas que son pertinentes para la dirección estratégica, y que afectan la capacidad para lograr los resultados previstos del SGC por medio de un análisis FODA.

4.3 Sistema de gestión de la calidad y sus procesos

Se elabora los procesos necesarios y sus interacciones, así como determina los procesos necesarios para el SGC y su aplicación a través de la organización, y por medio de los diagramas.

4.4 Planificación

Determina los riesgos considerando el análisis FODA:

- Asegurar los resultados del SGC.
- Aumentar los efectos deseables.
- Prevenir o reducir efectos no deseados.
- Lograr la mejora.

4.5 Análisis de riesgos

Establecer los siguientes objetivos de calidad:

- Disminución de accidentes y actos inseguros.

- Mantener las quejas de cliente menos a 4 anuales.
- Veracidad de inventario.
- Entrega a tiempo según el requerimiento del cliente.
- Control de gasto apegado al presupuesto.
- Optimización del tiempo de recibo.
- Optimización del tiempo de embarques.

4.6 Planificación de los cambios

Como es a través de la implementación de un SGC que se busca mantener un control sobre los documentos, información y procesos con los que la empresa cuenta es de vital importancia que cualquier cambio que se desee hacer aún por más mínimo que parezca sea discutido previamente, evaluado y aprobado, de no quedar este punto bien asentado podría incurrir en el fallo del SGC. Los cambios en el SGC deben ser autorizados por la Dirección.

4.7 Recursos

De manera general la alta dirección tomando en consideración el análisis de satisfacción del cliente, los objetivos de calidad, las revisiones gerenciales, el contexto organizacional y la identificación de las partes interesadas, determinará y proporcionará los recursos necesarios para el establecimiento, implementación, mantenimiento y mejora continua del SGC.

4.8 Recursos de seguimiento y medición

De manera general el centro de distribución determina y proporciona los recursos necesarios para asegurarse de la validez y fiabilidad de los resultados del equipo de medición con los cuales verifica la conformidad de los productos y servicios.

4.9 Comunicación

El CD determina las comunicaciones internas y externas pertinentes al sistema de gestión de la calidad, que incluyan:

- Política de calidad.
- Objetivos de calidad.
- Estudio de satisfacción del cliente.
- Evaluación del desempeño de los proveedores.
- Resultados de la auditoria interna.
- Procedimientos internos de trabajo.

4.10 Información documentada

El centro de distribución deberá mantener la información documentada requerida por la norma la misma que comprende:

- Determinación del alcance del SGC.
- La necesaria para para tener confianza en que los procesos se han llevado a cabo según lo planeado.
- La política de calidad.
- Los objetivos de la calidad.
- Evidencia de que los recursos de seguimiento y medición.
- Evidencia de la competencia.
- Resultados de la revisión de los requisitos o de cualquier requisito nuevo.
- La necesaria para demostrar que se han cumplido los requisitos del diseño y desarrollo, sus entradas, actividades de control y salidas.
- Los cambios, resultados de la revisión, autorización de los cambios y acciones tomadas para evitar los resultados adversos del diseño y desarrollo.
- La evaluación, selección y desempeño de los proveedores externos y de las acciones que surjan de las evaluaciones y reevaluaciones.
- La trazabilidad de las salidas de los productos.
- Descripción de los resultados de la revisión de los cambios de la producción y prestación del servicio, las personas que autorizan el cambio y de cualquier acción necesaria que surja de la revisión.
- Trazabilidad a las personas que autorizan la liberación de productos y servicios y conformidad con los criterios de aceptación.
- Descripción de no conformidades, acciones tomadas, concesiones obtenidas y autoridad que decide la acción.
- Resultados del seguimiento y medición.
- Programa y resultados de las auditorías.
- Evidencia de los resultados de las revisiones por la dirección naturaleza de las no conformidades y acciones tomadas posteriormente, así como los resultados de las acciones correctivas pertinentes.

4.11 Control de la información documentada

La información documentada requerida por el SGC se controla por medio del documento Control de los Documentos, medio por el cual el Centro de Distribución se asegurará de que:

- Está disponible y es idónea para su uso, donde y cuando se necesite;
- Está protegida adecuadamente Se realizan actividades para la distribución, acceso, recuperación, uso, almacenamiento y preservación, incluida la preservación de la legibilidad.
- Se controlan los cambios de versión.
- Se realizan actividades sobre su conservación y disposición.

4.12 Planificación y control operacional

El centro de distribución planificará, implementará y controlará los procesos necesarios para cumplir los requisitos para la provisión de productos y servicios mediante:

- La determinación de los requisitos del servicio que proveerá a sus clientes.
- El establecimiento de criterios para: los procesos, la aceptación de los productos y servicios, la determinación de los recursos necesarios para cumplir con los requisitos de los productos y servicios solicitados por los clientes, la implementación del control de los procesos de acuerdo a las necesidades y especificaciones del cliente.

4.13 Seguimiento, medición, análisis y evaluación

De manera general la organización determina aquellos procesos necesarios de medición para evaluar el desempeño y eficacia del Sistema de gestión de la calidad:

- Resultados del proceso del conteo cíclico.
- Resultados de la medición del proceso de recibo de mercancía (Recibo y acomodo).
- Resultados de la medición del proceso de embarque de mercancía (tiempo promedio de preparación, tiempo promedio de liberación, tiempo promedio de carga).
- Errores en preparación de embarques.
- Los Objetivos de calidad.
- los métodos de seguimiento, medición, análisis y evaluación necesarios para asegurar resultados válidos.
- Cuando se deben llevar a cabo el seguimiento y la medición.
- Cuando se deben analizar y evaluar los resultados del seguimiento y la medición. La organización debe evaluar el desempeño y la eficacia del SGC. La organización debe conservar la información documentada apropiada como evidencia de los resultados.

4.14 Auditoría interna

Una vez realizadas todas las actividades en base a la norma y mencionadas con anterioridad, se procede a compendiarse toda la información dentro de la carpeta que se estará utilizando, de esta manera el Coordinador de calidad determina el momento en que todo queda listo y se procede por lo tanto a realizar una pre auditoria con la persona que será el auditor en la evaluación final, esto paso es muy importante ya que será uno de los filtros en los que él puede señalar que ajustes se pueden realizar en la información, en los procesos y en todo lo que el auditor considere necesario con el fin de que para la auditoria de certificación no se detecten fallas. Finalizada la pre auditoria, se corrigen todas y cada una de las inconformidades que el auditor señale, es importante que se corrijan a la brevedad posible, con el fin de que no se pasen por alto y lleguen a afectar después.

5. Pruebas y resultados

Durante el diseño y aplicación de los procesos para la certificación de ISO 9001:2015 [13] para el centro de distribución, se puede observar en la aplicación de todos y cada uno de ellos, se observaron las limitantes y la estrategia a seguir para identificar y aplicar la mejora necesaria para hacer más eficiente el proceso del centro de la distribución, como lo muestra la Tabla 1.

6. Resultados y conclusiones

Como se pudo analizar cada uno de los procedimientos diseñados para la ISO 9001:2015 se obtiene como conclusión los beneficios al aplicar dichos procesos, obteniendo como resultados mejoras en las áreas de oportunidad localizadas en el centro de distribución, esto con el fin de mejorar el servicio al cliente, como se puede observar en la Tabla 2, se mencionan las situaciones previas y los beneficios al certificarse.

Referencias

[1] D. Bowersox, D. Closs, and M. Cooper. *Administración y logística de la cadena de suministros*. McGraw-Hill, México, 2007.

[2] Guillermo Orsi. Diseño logístico de un centro de distribución, 2017. http://www.consultoralogistica.com; accedido en marzo de 2018.

[3] P. López Lemos. *Novedades ISO 9001:2015*. Fundación Confemetal Editorial, Madrid, España, 2016.

[4] F. Pérez Aguilera. *Manual creación y gestión de microempresas*. Editorial CEP S.L., Madrid, España, 2013.

[5] Blog de calidad ISO. Historia de la iso, 2016. http://blogdecalidadiso.es/historia-de-la-iso/; accedido en marzo de 2018.

[6] O.A. Sepúlveda. *El concepto de sistema y el sistema interamericano de información para las ciencias agrícolas*. Bib. orton IICA/CATIE, Turrialba, Costa Rica, 1973.

[7] M.U. Duran. *Gestión de calidad*. Díaz de Santos S.A., Madrid, España, 1992.

[8] J. Cortés Sánchez. *Sistemas de gestión de calidad*. ICB Editores, México, 2017.

[9] J.M. Sánchez. *Sistemas de gestión de calidad (ISO 9001:2015)*. ICB Editores, Malaga, España, 2017.

[10] Carmen Sans. Las normas iso, 2018. http://www.ub.edu/geocrit/b3w-129.htm; accedido en marzo de 2018.

[11] ISO Tools. Que son las normas iso y cual es su finalidad, 2018. https://www.isotools.org/2015/03/19/que-son-las-normas-iso-y-cual-es-su-finalidad/; accedido en marzo de 2018.

[12] normas9000.com. Que es iso, 2018. http://www.normas9000.com/content/que-es-iso.aspx/; accedido en marzo de 2018.

[13] ISO. *ISO 9001:2015*. americana.edu.co, Colombia, 2016.

[14] S.L. Rey. *Implantación de un sistema de calidad: Los diferentes sistemas de calidad existentes en la organización*. Ideas Propias Editorial S.L., Madrid, España, 2005.

Tabla 1. Limites y estrategias para la certificación ISO 9001:2015.

Limitante o problemática	**Estrategia**
Adaptación de procesos	Dar a conocer a todo el personal que trabaja en las distintas áreas que existe un proceso con el cual deben trabajar para llevar a cabo sus operaciones y que no deben dejar pasar por alto en ningún momento.
Dependencia de procesos con otras organizaciones	Los procesos del cedis que de manera indirecta se vieran afectados por externos se revisarían con antelación para ver las posibles soluciones a tomar en caso de presentarse algún evento que impactara la operación.
Capacitación	El personal fue notificado sobre el reforzamiento de este punto que les ayudaría a mejorar en cada una de sus áreas, para lo cual se necesitaba el compromiso de cada uno para poder lograrlo.
Recursos exclusivos para la operación del cedis	Se establecieron límites de tolerancia que permitieron invertir en lo que realmente era necesario para cumplir con la norma y no tuviera un impacto negativo en la empresa.
Selección de proveedores	Se les dio a conocer a los proveedores que, con el fin de cumplir con la norma de manera correcta, se trabajaría con aquellos que realmente estuvieran comprometidos en cumplir con los requisitos que esta estipulaba. Los que no estuvieron de acuerdo fueron reemplazados.
Seguridad en el inmueble	Los puntos ciegos que se encontraron en el cedis, fueron reemplazados con cámara de seguridad y corregidos con el fin de brindar una mejor vista de lo que ocurría en esas zonas.
Capacidad y condiciones en la infraestructura	Se revisó el estado actual en el que se encontraban los racks con el fin de reemplazar aquellos que no contabas con las condiciones correctas para soportar una carga de hasta 800Kg, de la misma manera se evaluó el área de rampas y fueron corregidos los detalles que a simple vista daban un mal aspecto.
Evaluación de Software	Se verificó que realmente el software funcionara de manera correcta, es decir que contara con inventarios en tiempo real, que tuviera las condiciones necesarias para actuar en caso de colapso del sistema, así como un servidor que apoyara como soporte en caso de caerse el sistema y llegara a perderse la información. También se evaluó el tiempo de respuesta por parte del equipo de sistemas para saber cuánto tiempo en caso de apagón tardarían en reanudar labores.
Evaluación de contingencia	Se puso a prueba al personal ante diferentes situaciones en que pudieran poner en riesgo su operación, de esta manera se logran prever y el personal sabe cómo deberá actuar en un futuro.
Seguros contra siniestros	Se desarrolló un procedimiento que en caso de siniestro se deberá seguir para contrarrestar los inconvenientes que se puedan causar al cliente por el daño a su material dentro del cedis.
KPI's específicos por áreas	Con el fin de contar con medibles por área se desarrollaron indicadores claves de rendimiento, para que las personas puedan estar esforzándose por dar más de sí en los procesos que desarrollan. Las áreas que se vieron más beneficiadas fueron carga, descarga, conteo cíclico y servicio al cliente.
Estructura organizacional	A través de la implementación del organigrama quedaron estipulados los puestos, así como la jerarquía en cada uno de ellos, permitiendo al personal seguir la línea de mando sin problema alguno y conocer hasta qué punto tiene participación dentro de alguna situación, proceso, etc.
Principales áreas vulnerables	Se tuvo un mayor enfoque en las áreas que son fundamentales para la operación como lo son recibos, embarques, conteo cíclico para el control de inventarios, así como discrepancias, ya que una falla en estos puntos puede desatar calamidades estratosféricas.
Control de documentos aduaneros	Los documentos que se generan a raíz de las importaciones con algún cliente son muy importantes por ello se busca contar con el mayor respaldo posible para ellos, comenzando con un buen servidor que permita tener la información de manera electrónica disponible ante cualquier situación, la nube que es una nueva tecnología que muchos cedis usan para un mejor respaldo, así como de igual manera contar con un archivo físico y reforzando el proceso enviando al cliente también la información de manera electrónica.
Gestión de clientes	Todo trato comercial nuevo con un cliente deberá llevarse a cabo siguiendo el procedimiento correspondiente de esta manera todas las personas de las distintas áreas que vayan a estar involucradas en la operación podrán tener la misma información sin la necesidad de triangularse.
Áreas de nueva creación	Antes de habilitarse una nueva área dentro del cedis se deberá evaluar si es necesaria para la operación ya que de lo contrario vendrá a perjudicarla de igual manera todo el personal deberá estar de acuerdo en la nueva apertura.

Tabla 2. Beneficios observados ISO 9001:2015.

Situación previa	**Beneficios Observados con ISO 9001:2015**	**Descripción**
Bajos niveles de stock por cliente	Gestionar más stock	Los clientes confían más en la empresa por lo que deciden aumentar sus inventarios de manera considerable.
Variaciones en los inventarios	Control de inventarios	Permite asegurar ante el cliente que la información en sistema coincide con el material que se encuentra de manera física.
Procesos no documentados	Control de procesos	Ayuda a que las personas en las distintas áreas del cedis sepan la manera correcta de llevar a cabo sus operaciones y cómo actuar ante situaciones imprevistas.
Pocas o nulas oportunidades del Cedis de sobresalir	Competitividad	Permite al cedis venderse de una mejor manera ante los clientes y dejar por debajo a la competencia.
No se medía el desempeño de los empleados	Capacitación con evaluación	A cada empleado que ingresa a los cedis se le capacita y se le evalúa con el fin de ayudarlo a alcanzar su máximo potencial en el área que desarrolla.
Se llevaba trabajando de la misma manera varios años	Mejora continua	Busca nuevas áreas de oportunidad que beneficien al cedis y lo impulse a seguir creciendo de manera constante.
No se prestaba mucha atención a este punto tan importante	Control de seguridad	Se vuelve una pieza clave a la hora de cerrar un trato comercial con el cliente debido a que tiene la noción de que estará protegido sobre cualquier percance.
La información se capturaba como se creía más conveniente, pero sin llevar algo estandarizado	Formatos	Se tiene una mejor presentación ante el cliente sobre los procesos que se realizan, de igual manera no se pierde continuidad con el tiempo.
Nunca se había hecho un análisis de la empresa anteriormente	Contar con un análisis FODA	Se obtuvo el conocimiento de las Fortalezas, oportunidades, debilidades y amenaza del cedis con el fin de buscar la mejor opción de minimizarlas.
Se trataba de atender al cliente como se podía o se creía más conveniente	Requerimientos del cliente	Logro de una mejor percepción para saber la manera adecuada de como cumplir con los requerimientos del cliente brindándole siempre la mejor satisfacción.
No se trabaja por algún objetivo en especifico	Alcance de metas	Se estableció la manera correcta de tener metas alcanzables y reales, cumpliéndolas en tiempo y forma.
No se tenía claro el alcance de los distintos puestos dentro del cedis	Responsabilidades por departamentos	Permite que el personal ejerza dominio hasta cierto punto permitiendo a cada área realizar la parte que le corresponde dentro del proceso.

ISBN: 978-607-8262-12-0

Los retos de las medianas empresas en Ciudad Juárez, Chihuahua

Priscila Sarahí Beltrán Cruz[1], Rosa Isela Núñez Morales[2], Fátima Vega Márquez[3]*

Resumen

Existen factores específicos internos y externos que contribuyen a las empresas para su permanencia en el mercado como son factores internos suministradores, empresa, terceros, competidores, intermediarios, mercado; y factores externos como son políticos, tecnológicos, medioambientales, demográficos, económicos, culturales. El objetivo principal de esta investigación es analizar los retos que enfrenta la mediana empresa en Ciudad Juárez, Chihuahua. La mayoría de las investigaciones sobre las medianas empresas enfrentan variedad de problemas que se traducen en retos para seguir operando. Es necesario el tener acceso a créditos flexibles, capacitación, innovar e invertir en tecnología que les permita estar en condiciones de poder competir a nivel internacional. Es necesario que organismos, cámaras y empresas conozcan los retos a los cuales se enfrentan las medianas empresas y así poder generar estrategias para enfrentarlos.

Palabras Clave

Medianas Empresas — Sector Industrial — Retos Económicos

[1,2,3] *Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez, Chihuahua, México*

*__Autor de correspondencia__: fatima_vega@utcj.edu.mx

1. Introducción

La Micro, Pequeña y Mediana Empresa (MiPyMEs), contribuyen de una forma importante a la economía mexicana [1].

Existen estudios sobre la corta vida en el mercado de las MiPyMEs, si los problemas que enfrentan las empresas no son manejados adecuadamente por los empresarios pueden llegar al cierre de sus negocios.

Algunas de las características que poseen las medianas empresas es un alto nivel de dificultad en cuestión de la coordinación, control y administración que llevan a cabo, ya que con normalidad es una sola persona la encargada de supervisar o desarrollar diversas actividades al mismo tiempo, en diferentes áreas o departamentos de la empresa; lo que nos da como resultado la redefinición de responsabilidades de los empleados, así como el grado de compromiso con la empresa [2].

La organización de las naciones unidas [3] nos dice que la importancia de las medianas empresas se centra en el desarrollo sostenible que estas brindan a la comunidad donde están establecidas así como a sus alrededores, ya que cuenta con la gran capacidad de generar empleos, y de esta manera ayudar a la economía de las familias. Lo cual de igual manera se refleja a grandes escalas en la economía de un país.

El propósito de la presente investigación es recabar la información existente en primer lugar, se identificarán los rasgos propios de las MiPyMEs, en segundo lugar; el trabajo se centra en la descripción de algunas de las dimensiones que se han considerado relevantes para conocer y entender la realidad de las MiPyMEs. Por último, se dan a conocer los resultados y las principales conclusiones, y los posibles tópicos para futuras investigaciones.

2. Descripción del método

El método de la investigación es un enfoque cualitativo, ya que implica la revisión de documentos y registros públicos, el diseño de investigación es no experimental, transaccional, descriptivo [4]. Ya que se busca principalmente describir los retos actuales de las medianas empresas en Ciudad Juárez, Chihuahua.

3. Clasificación de las empresas

Para hacer referencia a las medianas empresas se empezará por definir tal concepto, cabe mencionar que el tamaño de una empresa está dado por el número de empleados que esta tenga y el número de ventas que sean capaces de generar al año, en México la Secretaría de Economía, estableció de manera oficial los criterios para clasificar a las empresas de acuerdo con su tamaño (Figura 1).

Las medianas empresas en este caso dedicadas a lo Industrial que tienen desde 51 hasta 100 trabajadores, y generan anualmente ventas que van desde los 100 millones y pueden superar hasta 250 millones de pesos. Las medianas empresas son unidades económicas con la oportunidad de desarrollar su competitividad en base a la mejora de su organización y procesos, así como de mejorar sus habilidades empresariales. Entre sus características también posee un nivel de complejidad en

Estratificación				
Tamaño	**Sector**	**Rango de número de trabajadores**	**Rango de monto de ventas anuales (mdp)**	**Tope máximo combinado***
Micro	Todas	Hasta 10	Hasta $4	4.6
Pequeña	Comercio	Desde 11 hasta 30	Desde $4.01 hasta $100	93
	Industria y Servicios	Desde 11 hasta 50	Desde $4.01 hasta $100	95
Mediana	Comercio	Desde 31 hasta 100	Desde $100.01 hasta $250	235
	Servicios	Desde 51 hasta 100		
	Industria	Desde 51 hasta 250	Desde $100.01 hasta $250	250

*Tope Máximo Combinado = (Trabajadores) X 10% + (Ventas Anuales) X 90%.

Figura 1. Estratificación de empresas.

materia de coordinación y control e incorpora personas que puedan asumir funciones de coordinación, control y decisión; lo que implica redefinir el punto de equilibrio y aumentar simultáneamente el grado de compromiso de la empresa. Representa casi el 1 por ciento de las empresas del país y casi el 17 por ciento del empleo; además generan más del 22 por ciento del Producto Interno Bruto [2].

4. Importancias de las medianas empresas en la economía mexicana

Las micro, pequeñas y medianas empresas del sector industrial (MiPyMEs) a nivel internacional representan más del 90% de este tipo de empresas; las cuales generan más de la mitad de los empleos en las economías de los países; en Latinoamérica el porcentaje de MiPyMEs es superior al alcanzar una participación de estas unidades económicas entre un 95% y 99% [5]. A nivel nacional, las MiPyMEs aportan 52% al Producto Interno Bruto (PIB) del país y representan el 99% de las unidades económicas (SE, 2011); así mismo, estas empresas generan 7 de cada 10 empleos en el país (DOF, 2009). En el país existe la Ley para el Desarrollo de la Competitividad de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa tiene como objeto promover el desarrollo económico nacional a través del fomento a la creación de micro, pequeñas y medianas empresas del sector industrial y el apoyo para su viabilidad, productividad, competitividad y sustentabilidad, así como incrementar su participación en los mercados, en un marco de crecientes encadenamientos productivos que generen mayor valor agregado nacional [6].

5. Panorama de las medianas empresas a nivel estatal

Por mucho tiempo, Juárez ha sido el principal receptor de población y centro industrial del estado de Chihuahua y el más importante generador de empleos de la región binacional Juárez-El Paso-Dona Anna. No obstante, su base económica depende principalmente de la actividad industrial, lo que la hace vulnerable a factores externos, citado por Anguiano Herrera y Cuevas Contreras [7].

En el estado de Chihuahua existen 30,993 empresas, de las cuales casi el 99% son MiPyMEs de acuerdo al número de empleados inferior a 250; en relación a Cd. Juárez existen registradas 13,201 unidades económicas de las cuales el 98% son MiPyMEs. Las MiPyMEs representan el mayor porcentaje de empresas en nuestro país, sin embargo, tienen una supervivencia de 12 a 24 meses, con rentabilidad de 5 a 6 por ciento y un costo de 12 por ciento anual para adquirir capital bancario. Instituto Mexicano para la Competitividad [8].

6. Resultados

Las medianas empresas representan el 0.4% de las unidades económicas y tienen poco más del 11% de los ocupados [5].

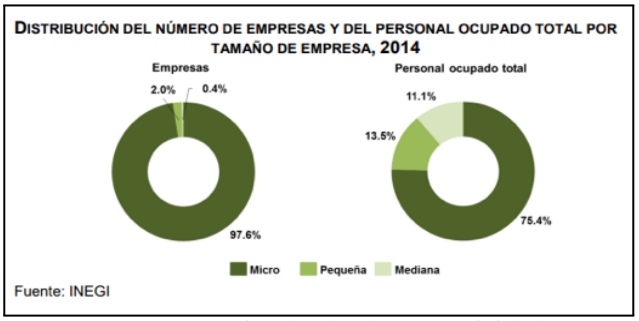

Figura 2. Encuesta nacional sobre la productividad y competitividad de las micro, pequeñas y medianas empresas [6].

En el periodo 2013-2014, 5.6% de las medianas, externó su participación en cadenas productivas de valor. Del restante que declara no participar en dicho esquema de producción, destaca como razón principal la falta de información para el 72.4% de las empresas medianas [5].

Igualmente, la Encuesta nacional sobre la productividad y competitividad de las micro, pequeñas y medianas empresas nos dice que: El 46.5% de las medianas empresas, no aceptarían un crédito bancario, tomando en consideración las condiciones promedio del mercado en 2015, externan que dicho crédito bancario es caro como la razón principal por la cual no sería aceptado [6].

El 23.6% de las empresas medianas con rechazo a los financiamientos bancarios se deben a que tenían muchas deudas como razón principal por la cual no les fue otorgado el financiamiento [6]).

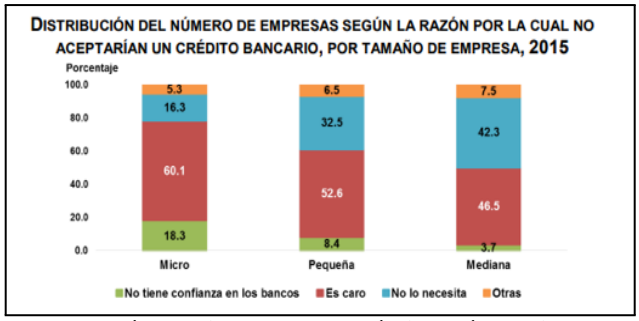

Figura 3. Número de empresas según la razón por la que no aceptarían un crédito bancario [5].

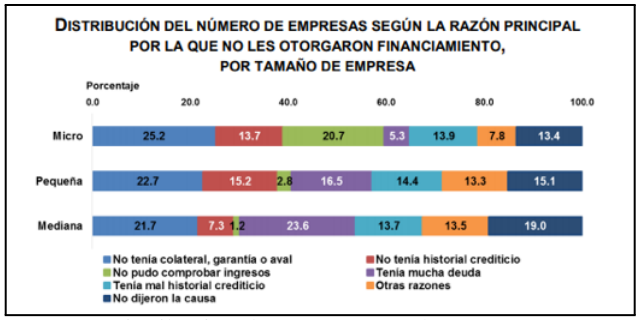

Figura 4. Distribución de empresas por las razones que no se les otorga un crédito bancario [5].

Las medianas empresas suman un 39.8% con relación a las empresas que tuvieron acceso al financiamiento. En 2014, la principal fuente de financiamiento para las unidades económicas es el sistema financiero formal, así lo resalta el 79.3% de las medianas empresas con financiamiento. Los créditos otorgados por proveedores representan la segunda fuente de financiamiento de las empresas con el 40.3% [6].)

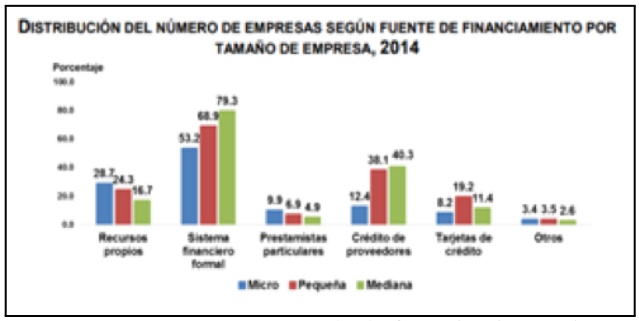

Figura 5. Empresas según la de financiamiento [5].

La causa principal que externan las micro, pequeñas y medianas empresas para no impartir capacitación es que su personal cuenta con el conocimiento y habilidades adecuados para el desempeño de sus actividades, así lo demuestra el 65.6%, 43.2% y 36.8% de las empresas, en forma respectiva [6].

También nos menciona que en cuanto a la forma de registro de la contabilidad, se tiene que el 38.4% de las empresas utilizaba un cuaderno o libreta de apuntes en el año de inicio de sus operaciones, dicho porcentaje disminuyó a 25.5% en el año 2015 [6].

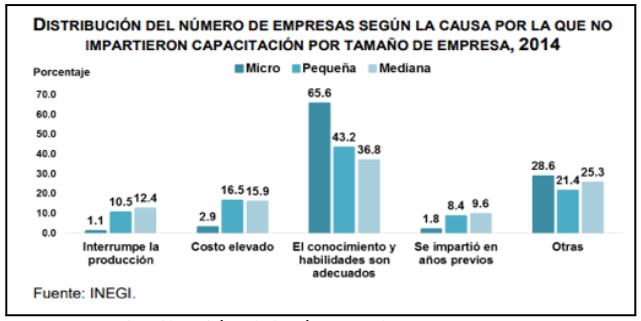

Figura 6. Distribución del número de empresas que no imparten capacitación [6].

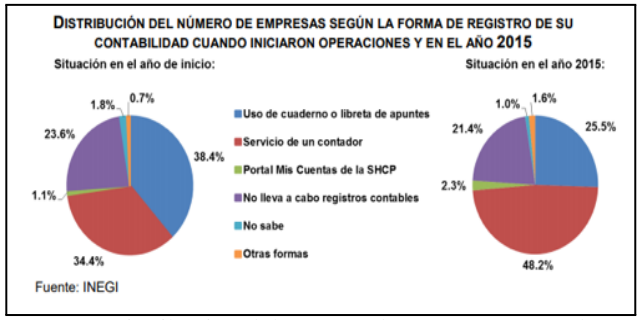

Figura 7. Distribución del número de empresas según la administración de la contabilidad [6].

7. Discusión y conclusiones

Cada vez más los gobiernos están promoviendo programas para asegurar la permanencia y crecimiento de las MiPyMEs en nuestro país, como son financiamiento, asesoría técnica, capacitaciones, entre otros, sin embargo, son muchos aun los retos que deben enfrentar las medianas empresas en Ciudad Juárez, algunos de ellos como son:

Necesidades de crédito, las instituciones bancarias otorgan créditos con altas tasas de interés y gran cantidad de requisitos y poca flexibilidad para que las MiPyMEs puedan acceder a créditos.

Falta de capital, para poder cubrir sus obligaciones a corto plazo y no perder liquidez.

Escaza inversión en tecnología y casi nula gestión de talento, al carecer de objetivos y visión de negocio la prioridad es la operación diaria, dejando de lado las actividades que pudieran tener un impacto en un largo plazo.

Integrarse a la proveeduría local significa costos para las MiPyMEs toda vez que deben tener ciertas certificaciones para sus procesos y productos, mismas que son costosas.

Uno de los retos más importantes seria generar participación en el comercio internacional, actualmente es bajo el porcentaje que logra ese nivel. Del total de exportaciones del ramo manufacturero solo el 5.4% es realizado por las empresas MiPyMEs

Referencias

[1] Finanzas Camara de Diputados. *Aspectos relevantes de la competitividad del sector industrial*. www.diputados.gob.mx, México, 2017.

[2] Secretaría de Economía. *México emprende - medianas empresas*. www.economia.gob.mx, México, 2012.

[3] Organización de las Naciones Unidas. *La ONU y las empresas*. www.un.org/es/business, México, 2017.

[4] Hernández Sampieri. *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill, México, 2010.

[5] INEGI. *Estadística de las MIPYMES*. www.inegi.org.mx, México, 2016.

[6] ENAPROCE. *Encuesta nacional sobre la productividad y compatitividad de las micro, pequeñas y medianas empresas*. www.inegi.gob.mx, México, 2015.

[7] L.E. Anguiano Herrera and T.J. Cuevas Contreras. *Agenda de competitividad de los destinos turisticos de México 2013-2018*. www.sectur.gob.mx, México, 2014.

[8] IMCO. *Instituto Mexicano para la competitividad*. imco.org.mx, México, 2012.

ISBN: 978-607-8262-12-0

Análisis comparativo sobre la logística inversa en pequeñas y medianas empresas de maquinado industrial en Ciudad Juárez, Chihuahua

Nayely Almaguer Garcia[1]*, Perla Ivette Gomez Zepeda[2]

Resumen

En esta investigación se dará a conocer al lector la competitividad para las pequeñas y medianas empresas del área de maquinados de Ciudad Juárez, Chihuahua. Dentro de misma investigación se desarrollaron temas que son de gran importancia para comprender y adentrarse en el mismo, tales como los antecedentes de lo que son las pequeñas y medianas empresas, concepto de logística inversa, que implica el área de maquinados, competitividad entre otros más. Conforme se desarrolla la investigación como parte del procedimiento para obtener resultados se realizó una encuesta a tres pequeñas empresas de la industria de maquinados. Dichas encuestas contenían información que es relevante para principalmente saber si aplican la logística inversa y conocer su procedimiento en cuanto a los materiales que manejan mismos que les dan salidas. La encuesta contenía información tal sobre la competitividad empresarial, misma que se divide en categorías por ejemplo Planeamiento estratégico, talento humano, contabilidad y finanzas entre otras más, mismas que se dividen a su vez en subcategorías y dentro de estas se divide en preguntas que nos ayudan a obtener la información que es necesaria para obtener respuestas y así mismo se graficaron los resultados para su propio análisis. El resultado del análisis según el procedimiento aplicado basado en las gráficas se observó que lo de mayor impacto hacia las empresa encuestada es la cadena de valor y el despacho y distribución de la mercancía lo que muestra que las empresas le brindan importancia a las actividades que realizan para entender el comportamiento de los costos, en lo que es la categoría de a aplicación de devoluciones y gestión ambiental si se maneja en cierto porcentaje mas no en su totalidad trabajan con la logística inversa.

Palabras Clave

Logística Inversa — Pymes — Competitividad — Maquinado

[1,2] *Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez, Chihuahua, México*

***Autor de correspondencia**: nayeli2806@gmail.com

1. Introducción

El término globalización encapsula una realidad presentada como incontenible e ingobernable en la que personas de un país o países, de manera individual y/o por medio de algún tipo de intermediario o intermediarios, interactúan, cada vez en mayores proporciones, con personas de otros países [1].

Es decir, la globalización es un cambio vertiginoso, que no se dio repentinamente, que se vive desde épocas remotas y que finalmente está basada en el comercio entre los diferentes países, no solo de mercancías, sino también de servicios, y personas; que permiten llevar ideas, diseños y nuevos conceptos a diferentes regiones del mundo, por lo cual, los países deben prepararse no solo para poder comercializar, sino para aceptar la diversidad de agentes que la globalización lleva consigo.

No solamente las empresas con un gran capital e infraestructura son las que pueden ser empresas globales o trasnacionales, cuando una empresa y en este caso una pequeña o mediana empresa, que trabaja a nivel local o nacional y tiene miras a extenderse más allá de las fronteras, es necesario considerar de los países que están en esas fronteras, la forma de pensar, de actuar y de hacer negocios de un país a otro, es diferente.

Las Pymes surgieron como fuente para suministrar el consumo de los habitantes en las pequeñas poblaciones. Actualmente no son tan competitivas debido a su estructura pequeña, la falta de capital y tecnología [2].

El proceso de globalización plantea la oportunidad de mejorar las condiciones de acceso a mercados que anteriormente se hallaban más fragmentados, también crea nuevas oportunidades en tanto incrementa la competencia, sienta las bases para el establecimiento de nuevas alianzas empresarias y sociales y contribuye a la desarticulación de los oligopolios establecidos [3]. Lo que resulta increíble, que sean las pequeñas empresas de las que depende la situación económica del país, y que sean estas las que menos apoyo tengan del gobierno mexicano. Las pequeñas y medianas empresas requieren no solo de apoyos económicos con los cuales iniciar negocios, sino programas que ayuden a mantenerlas en pie, que les per-

mita ser competitivas en el mercado y puedan sobrevivir ante las demandas de las empresas de nivel global.

2. Planteamiento de investigación

Datos del Sistema de Información Empresarial Mexicano [4], indican que en Juárez existen 14,606 empresas de las cuales, de acuerdo con la clasificación por número de trabajadores tomada de Nafin.

Lo que hace visible que el mayor porcentaje de empresas se concentra entre las Microempresas con un 92%, solo 5% para las pequeñas empresas y un 2% de empresas medianas. Por lo anterior es necesario que se realice una investigación que permita conocer cuáles son las principales estrategias que tiene que aplicar una pequeña o mediana empresas, para lograr ser competitiva en el mercado nacional e internacional, enfocados a conocer cuáles son los indicadores que las empresas de este ramo deben considerar para desarrollarse, considerando como punto clave a la logística inversa, surgiendo de esta manera la pregunta eje de la investigación:

- ¿Cuáles son los factores que intervienen en la logística Inversa en las Pequeñas y Medianas empresas del área de maquinados en Ciudad Juárez, Chihuahua?

3. Justificación

Ciudad Juárez, al igual que varias regiones del país, han atravesado por varias situaciones económicas y sociales, tales como la violencia, narcotráfico, falta de empleo y en general de oportunidades de crecimiento. Por lo que es necesario que las investigaciones que se realicen aporten a la sociedad no solo la información que les permita conocer cómo funciona y se desarrolla una empresa, o cómo lograr que exista un mayor liderazgo.

Es necesario que las empresas logren ser competitivas a nivel regional, nacional e internacional, es por eso, que esta investigación pretende que las pequeñas y medianas empresas, usen adecuadamente los instrumentos de la logística inversa para la reutilización, reparación y reciclaje de sus productos, y así poder brindar a sus clientes un servicio de post venta de mayor calidad, para esto la logística inversa permitirá desarrollar de acuerdo al tipo de empresa, la gestión que más le convenga, ya sea para reutilización o reparación de las mercancías.

Por consecuencia, el que una Pyme sea competitiva, permite que exista un mayor crecimiento económico y un mayor intercambio comercial a todos los niveles, generando empleos, infraestructura, reconocimiento comercial, etc. Cuestiones que se pretenden abordar con esta investigación.

4. Evolución de la empresa

Los diversos tipos de empresa presentados a lo largo de los siglos son resultado de las necesidades económicas y sociales de la humanidad en las diversas etapas que constituyen su ruta hacia formas de progreso más adecuadas. Las rápidas transformaciones económicas, sociales y tecnológicas, consecuencia de revoluciones o guerras, han tenido siempre influencia directa o inmediata en las empresas industriales, comerciales y de servicios, provocando importantes cambios en los conceptos de propiedad pública y privada, y de trabajo y acción estatal que se han reflejado de manera invariable en su forma de organización y constitución jurídica y económica.

Los descubrimientos científicos incluyen de modo importante en las grandes empresas. De las pequeñas factorías (domésticas y fabriles sostenidas por el trabajo manual) en la Edad Media hasta las grandes empresas actuales (que operan casi todas bajo el apoyo de los adelantados tecnológicos), el camino es inconmensurable y el gran desarrollo de estas ha hecho que los avances de en la tecnología busquen y encuentren nuevas formas de organización jurídica, administrativa y financiera [2].

Las empresas representan el principal factor dinámico de la economía de una nación y, a la vez, constituyen un medio de distribución que influye directamente en la vida privada de sus habitantes. Esta influencia económica-social justifica la transformación actual, más o menos rápida, a la que tienden los países según el carácter y eficiencia de sus organizaciones; fenómeno que no es la primera vez que repite en la historia, ya que en todo tiempo hubo pueblos en los que el espíritu emprendedor tuvo más intervención en la evolución y la expansión que los desbordamientos políticos y militares [5].

La empresa es una realidad socioeconómica que mantiene una dialéctica permanente con su ambiente y es estudiada por varias ramas del conocimiento. Diversos autores al analizar la empresa como objeto material de investigación de la Economía Empresarial la han conceptualizado de diversas formas. La empresa es: Una unidad económica de producción y decisión que, mediante la organización y coordinación de una serie de factores (capital y trabajo), persigue obtener un beneficio produciendo y comercializando productos prestando servicios en el mercado [2].

5. Pequeña y mediana empresa

El papel que la pequeña y mediana empresa juegan en el proceso de desarrollo de un país es básico, no solo por su importante participación en el Producto Interno Bruto (PIB) y el empleo nacional, más por su rol de agente motivador del crecimiento. En la mayoría de los países desarrollados o en proceso de desarrollo, las Pymes generan más de la mitad del PIB, del empleo, de los ingresos a la hacienda pública y todo esto a pesar de las dificultades financieras [2].

Para México constituyen la columna vertebral de la economía nacional por los acuerdos comerciales que ha tenido México en los últimos años y asimismo por su alto impacto en la generación de empleos y en la producción nacional. De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, en México existen aproximadamente 4 millones de 15 mil unidades empresariales, de las cuales el 98% son PYMES

Tabla 1. Clasificación de las Pymes.

Tamaño	Empleados	
	Entre	y
Micro	1	10
Pequeña	11	50
Mediana	51	200
Grande	201	o más

que generan 52% del Producto Interno Bruto (PIB) y 72% del empleo en el país [1]. De acuerdo con Nacional Financiera [6].

5.1 Clasificación y criterios

Está condicionado por factores como el nivel de integración interna (que varía no solo entre países y ciudades sino también entre ramos de producción), y no deja de estar mediado por consideraciones de tipo monetario que dificultan el tratamiento de series históricas o comparaciones internacionales; en especial si se considera que la gran mayoría de estudios analizados presenta diferencias importantes en el rango asignado a pequeñas y medianas empresas.

- Mediana empresa:
  - Planta de personal entre 51 y 200 trabajadores.
  - Activos totales por valor entre 5.001 y 15,000 salarios mínimos mensuales legales vigentes.
- Pequeña empresa:
  - Planta de personal entre 11 y 50 trabajadores.
  - Activos totales por valor entre 501 y menos de 5,001 salarios mínimos mensuales legales vigentes [7].

5.2 Ventajas

- Flexibilidad. Su organización pequeña y dinámica les otorga elasticidad para amoldarse al actual ambiente incierto y cambiante.
- Carácter Pionero. Revitalizan la sociedad con sus emprendimientos novedosos: se inician con una idea, producto o forma de hacer las cosas.
- Proveedores de bienes y servicios para el consumidor, pero también para Ges, que logran mayor eficiencia a través de la delegación de aspectos sensibles o no manejables de su proceso productivo.
- Innovadoras y creativas. Alimentan la especialización y diferencia de productos acordes a las exigencias. Muchas creaciones innovadoras nacen en pequeños talleres y laboratorios. De esta forma, las Pymes dinamizan la economía.
- Principales empleadores de mano de obra. Son el más potente agente de contratación laboral que existe en la sociedad. Todos los países descansan en la fuerza de trabajo de las organizaciones pequeñas [5].

5.3 Desventajas

- Volatilidad. Presentan una alta tasa de mortalidad, que se explica por su debilidad constitutiva. Al nacer de una idea nueva (no probada), tienen una alta posibilidad de fracaso, especialmente en su etapa principal.
- Falta de información. La información es fuente de negocio, Si bien internet ha contribuido a la socialización, la revelación disponible no siempre se adapta a las necesidades y a veces produce el fenómeno inverso.
- Problemas de volumen. Operan con volúmenes limitados, lejos de la economía de escala, de la mayor productividad.
- Productos excesivamente diversificados. Muchas Pymes se enorgullecen de tener una oferta amplia que termina constituyendo una flagrante debilidad operativa. Es mejor dedicarse a pocos productos con volúmenes adecuados, que a muchos cuando la falta de escala impide competir.
- Retraso tecnológico. Desarrolla un producto, una nueva manera de fabricarlo, utilizar el más sofisticado y reciente equipamiento, no es barato. La necesidad de disponer de fondos importantes y tener asegurado un volumen de mercado suficientemente grande para recuperar la inversión aleja a las Pymes de la mejor practica tecnológica.
- Baja productividad. Por volumen y atraso tecnológico tienen, naturalmente, menor productividad que las Ges.
- Dificultades de acceso al financiamiento. En la mayoría de los casos, las firmas pequeñas son consecuencia de una idea brillante y poca plata en el bolsillo. La debilidad financiera es cierta, pero no necesariamente grave, por lo menos en los países en que las pequeñas empresas son tomadas en serio [5].

6. Globalización

Las Pymes son las primeras afectadas por la globalización y el sector de la economía que más rápido siente su efecto. Por lo tanto, las Pymes, especialmente en economías en desarrollo, deben estar preparadas para los cambios producidos por el desarrollo del comercio internacional.

La globalización es un proceso continuo que presenta oportunidades, riesgos y desafíos. Gracias a la globalización, las Pymes y, en general, las empresas de todo el mundo han accedido a los avances de la tecnología de la información, las mejoras en las comunicaciones, la integración de los mercados y, en algunos casos, el desarrollo de mercados financieros más transparentes. Sin lugar a duda, este proceso ha ayudado a una mayor prosperidad y ha aumentado el potencial de los países para beneficiarse de este mayor crecimiento. Sin embargo, la globalización también eleva el riesgo de marginalización de algunas economías, sobre todo de las menos desarrolladas, lo que eleva a su vez el riesgo de brechas en el ingreso entre países y el aumento de la pobreza.

Otra consecuencia no deseada de esta globalización es la inestabilidad todavía existente en el mercado financiero

internacional. La mayoría de las asociaciones de desarrollo, agencias gubernamentales e instituciones académicas alrededor del mundo han enfatizado la significativa contribución que un sector Pyme dinámico y la actividad emprendedora tienen en la reestructuración económica y el alivio de la pobreza. La globalización y la mejora de los cambios tecnológicos crean nuevos desafíos para las Pymes, aunque también pueden contribuir a mayores costos de transición. La globalización debe ser considerada como un proceso importante que impacta en el desarrollo individual de las economías, contribuyendo de esa manera en un nivel de vida más alto para todos los participantes [8].

7. Competitividad

Se refiere a la capacidad que tienen estos agentes económicos para permanecer vendiendo bienes o servicios en un mercado [9]. Competitividad es la capacidad de las empresas de vender productos y/o servicios y de mantener –o aumentar- su participación en el mercado, sin necesidad de sacrificar utilidades. Para que realmente sea competitiva una empresa, el mercado en que mantiene o fortalece su posición tiene que ser abierto y razonable competido [10].

A nivel nacional, el concepto de competitividad se refiere a las empresas que exportan productos y compiten en el mercado internacional. En el mercado interno, una empresa es competitiva cuando cuenta con herramientas que les ofrecen una ventaja frente a sus competidores. Cuando más empresas compiten, su esfuerzo es mayor, por esta razón implementan planes de innovación, mejoran la eficiencia de sus procesos, producen a un costo menor y venden a mayores volúmenes. Por otro lado, deben ofrecer precios bajos y una mejora continua en la calidad de bienes y servicios [11].

8. Logística

La logística es parte del proceso de la Gestión de Suministro encargada de planificar, implementar y controlar de forma eficiente y efectiva el almacenaje y flujo directo e inverso de los bienes, servicios y toda la información relacionada con estos, entre el punto de origen y el punto de consumo o demanda, con el propósito de cumplir con las expectativas del consumidor [12].

La logística no es simplemente llevar las cosas donde necesitan estar, sino hacerlo en un ambiente de mercado competitivo donde otras compañías buscan atraer a los clientes de sus competidores. De acuerdo con Bowersox [13].

La meta general de la logística es alcanzar un nivel deseado de servicio al consumidor, al costo más bajo posible. Existen unos pocos estándares por medio de los cuales juzgamos la efectividad y la eficiencia, incluyendo la confiabilidad, velocidad, flujo de información, costo y control.

El alcance del término “Logística” es hoy en día amplio. Del original “logos” del griego, calculo o pensamiento, se ha ido avanzando a su aplicación como arma de apoyo histórico en las fuerzas militares del mundo, llegando a su reconocimiento más acabado como herramienta estratégica militar de primer orden en la última Guerra del Golfo. En otros campos del conocimiento humano, como el del desarrollo y gestión de sistemas aeronáuticos-vinculados también en sus orígenes con la fuerza Aérea de los E.E.U.U- el desarrollo de la llamada “Logística de Ingeniería” ha brindado pautas de trabajo crecientemente adaptadas por el sector empresario.

8.1 Objetivo

Es conseguir que los productos y los servicios adecuados estén en los lugares apropiados en el momento preciso y en las condiciones exigidas. Esto supone una nueva clave competitiva de los mercados (clientes y consumidores). En los últimos años, la función clave de la logística se está incorporando rápidamente en las empresas, considerando como una coordinación y un enlace entre:

- Mercado (una vez más clientes y consumidores).
- Canales de distribución.
- Actividades operativas de la propia empresa.
- Proveedores.

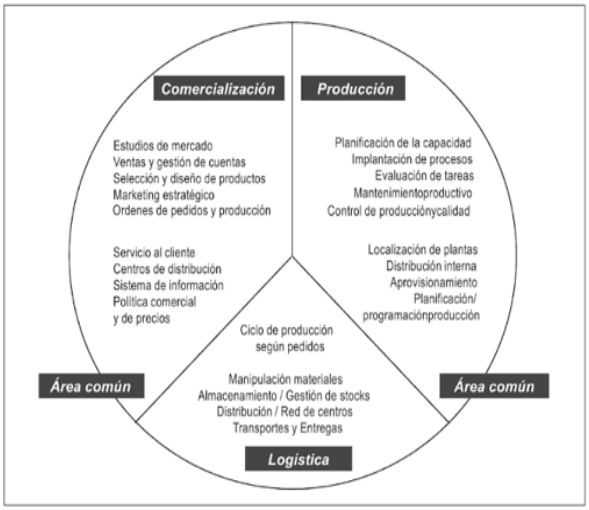

Figura 1. Asignación de actividades por áreas de gestión empresarial.

Las actividades de logística dentro de la empresa se centran en tres áreas básicas:

- Proceso de aprovisionamiento, gestión de materiales entre los puntos de adquisición y las plantas de procesado que posea.
- Proceso de producción, gestión de las operaciones productivas de las diferentes plantas.

9. Logística inversa

El proceso de planificación, implantación y control eficiente del flujo efectivo de costos y almacenaje de materiales, inventarios en curso y productos terminados, así como de la información relacionada, desde el punto de consumo al punto

de origen, con el fin de recuperar valor o asegurar su correcta eliminación. Esta logística es la que se gestiona el regreso de las mercancías dentro de la cadena de suministro, buscando que se lleve a cabo de la forma más efectiva y adecuada posible.

En el funcionamiento de las empresas se debe contar con un programa para la recuperación y reciclaje de los envases, embalajes, los residuos peligrosos; de igual forma, se deben tener delineados los elementos necesarios para programar el retorno de excedentes de inventarios, devoluciones de clientes, productos obsoletos e inventarios estacionales (Castellanos Ramírez, 2015). Es el proceso de proyectar, implementar y controlar un flujo de materia prima, inventario en proceso, productos terminados e información relacionada desde el punto de consumo hasta el punto de origen de una forma eficiente y lo más económica posible con el propósito de recuperar su valor o el de la propia devolución [14].

El gran consumo de bienes precisa de los productores la decisión de considerar la viabilidad de los proyectos de recuperación de productos y materiales ya usados mediante algún tipo de relación cliente-productor. Esto se puede lograr mediante la implementación de una novedosa herramienta conocida como: Logística Inversa [15]. La logística inversa es un concepto relativamente nuevo, la define como "la gestión del flujo de productos destinados al reprocesamiento, reciclado, reutilización o destrucción, incluyendo para ello las correspondientes actividades de recogida, acondicionamiento y desensamblado".

Según Autry [16]. La logística inversa no es opcional sino obligatoria para las empresas exitosas. A pesar de esto, muy pocas empresas han implementado políticas para tratar los materiales que fluyen de atrás hacia adelante en la cadena de suministros. A decir de Blanco [9]. Los gerentes deben comprender y ser eficaces manejando la logística inversa ya que puede traer beneficios económicos y estratégicos para la empresa a través de la reutilización y la valorización de los materiales analizando todo el proceso productivo de un producto en particular.

9.1 Procesos

Entre los procesos principales de la logística inversa tenemos el remanufacturado, el reciclado y la reutilización. También existen otros procesos como son la restauración, la reparación y la canibalización. Lund y Rolland [17] aseveran que el objetivo de estos procesos es transformar los productos devueltos en unidades con exactamente la misma calidad y especificaciones que unidades nuevas.

El remanufacturado se basa en la recolección de un producto usado o algún componente del mismo, evaluando su condición y sustituyendo las partes rotas u obsoletas con partes nuevas o restauradas [18].

Los procesos de logística inversa se enfocan en cuatro objetivos clave:

1. Reducción de insumos vírgenes.
2. Reciclado.
3. Sustitución de materiales.
4. Gestión de residuos.

10. Resultados y conclusiones

10.1 Empresa # 1

La Empresa 1 se enfoca primordialmente en la cadena de valor, tiene una buena planificación de sus recursos, un control de inventario, esto para que todos los procesos que sustentan el suministro, el almacenamiento y la accesibilidad de los artículos aseguren la disponibilidad de los mismos al tiempo que se minimizan los costos, aseguran que el comprador reciba los servicios al mejor precio posible, cuando se comparan aspectos como calidad, cantidad, plazo.

Esta empresa tiene una buena ubicación ya que cuenta con varios accesos disponibles hacia avenidas principales, su única debilidad es que dentro de la colonia existes otras Pymes que se dedican a lo mismo para ser más exactos al frente se encuentra la Empresa 2.

Seguido de la cadena de valor está el talento humano, contando con capacitaciones para seguir mejorando y para aquel nuevo personal, una cultura de respeto entre los trabajadores lo que permite que el trabajo sea más agradable y así la producción sea más flexible esto permite que los clientes permanezcan por la calidad del producto su desventaja es que si se trata de mejorar productos no toma opiniones tratando de mantener sus productos, carece de mercadotecnia lo que no permite que expanda su cartera de clientes.

Las personas y organizaciones realizan mejor sus actividades a medida que las repiten. El aprendizaje y su consecuencia, la experiencia, son medidas como competencia en cualquier sector (Figura 2 y Figura 3).

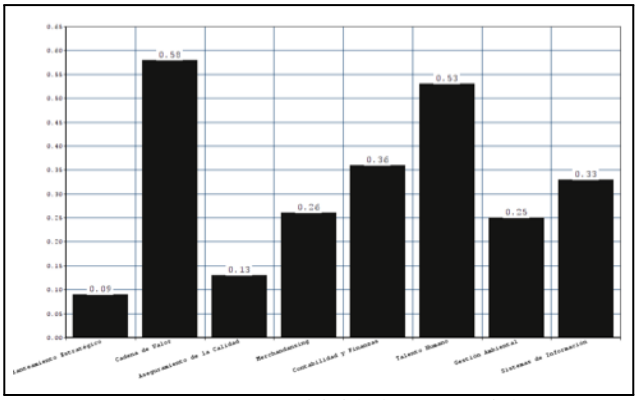

Figura 2. Competitividad empresarial.

10.2 Empresa # 2

La empresa se enfoca primordialmente en la cadena de valor, al igual que la Empresa 2, tiene una buena planificación de sus recursos, un control de inventario esto para que todos los procesos que sustentan el suministro, el almacenamiento y la accesibilidad de los artículos aseguren la disponibilidad de los mismos al tiempo que se minimizan los costos, aseguran

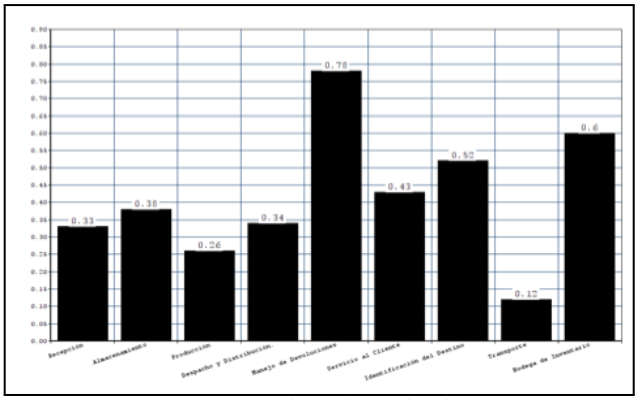

Figura 3. Logística y logística inversa.

que el comprador reciba los servicios al mejor precio posible, cuando se comparan aspectos como calidad, cantidad, plazo.

A diferencia de la Empresa 1, esta lleva un buen control de sus finanzas y contabilidad lo que significa que es más amplia en cuanto a el área de producción y almacenamiento en bodegas lo que significa que tienen inventario más grande de materia prima y producto terminado, tiene stock de productos más frecuentes que realizan sus clientes y esto una mejor atención a los clientes, no tiene relevancia en las devoluciones ya que los productos se realizan específicamente como el cliente lo necesita.

Aplica la logística y logística inversa reutilizando material, llevando una buena distribución y almacenamiento en la empresa, esto conlleva un ahorro hacia la empresa en cuanto a tiempo y costes, mantiene y procurando ampliar su cartera de clientes, ya que los clientes le dan una gran importancia a la ayuda al medio ambiente (Figura 4 y Figura 5).

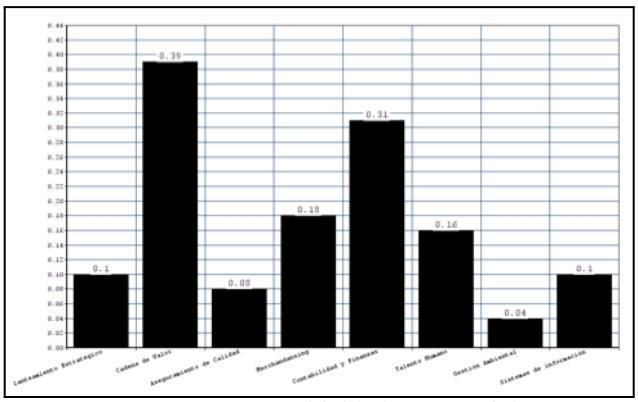

Figura 4. Competitividad empresarial.

10.3 Empresa # 3

La Empresa 2 se enfoca en la cadena de valor, tiene una buena planificación de sus recursos, un control de inventario esto para que todos los procesos que sustentan el suministro, el almacenamiento y la accesibilidad de los artículos aseguren la disponibilidad de los mismos al tiempo que se minimizan los costos, aseguran que el comprador reciba los servicios

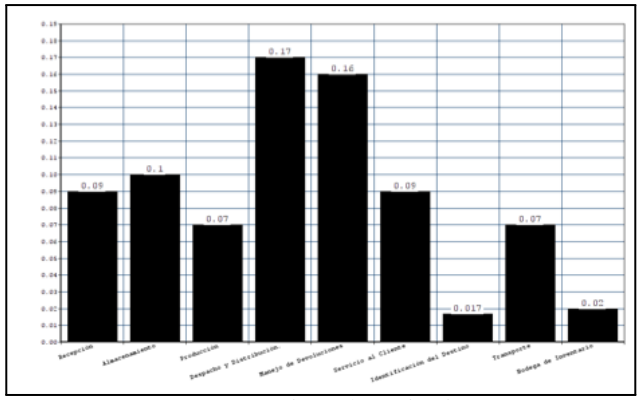

Figura 5. Logística y logística inversa.

al mejor precio posible, cuando se comparan aspectos como calidad, cantidad, plazo. Pero es el único punto en el que realmente podemos ver relevancia.

Esta es una empresa más pequeña que las anteriores, la cual tuvo que cerrar un tiempo por problemas de violencia y dinero, desde entonces no se ha podido levantar como lo que era realmente, esto tiene mucho que ver en que su cartera de clientes disminuyó y no cuenta con una buena mercadotecnia, las finanzas y contabilidad tampoco son un tema de importancia para ellos al no tener un control los ingresos que tiene la empresa se utilizan para seguir realizando productos y la empresa no tenga que cerrar (Figura 6 y Figura 7).

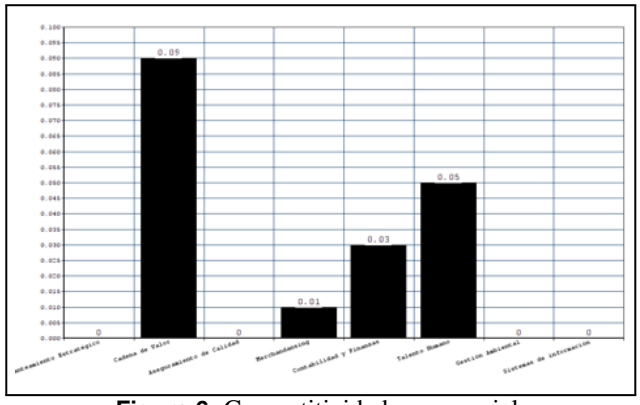

Figura 6. Competitividad empresarial.

11. Conclusión general

En la Figura 8 se puede observar que a pesar de que la Empresa 2 (que se encuentra en barras rojas) es una empresa más grande y con más personal debe enfocarse en todos los aspectos generales de la empresa ya que la Empresa 1 (que se encuentra en tablas color azul) está por encima en la mayoría de los temas, a pesar de ser una empresa un poco más pequeña pero esto nos indica que es más organizada y como ejemplo también está la Empresa 3, esta no lleva control a pesar de ser una empresa que pudiera competir con las demás ya que es la que tiene más tiempo en el mercado, a lo que se ha enfocado

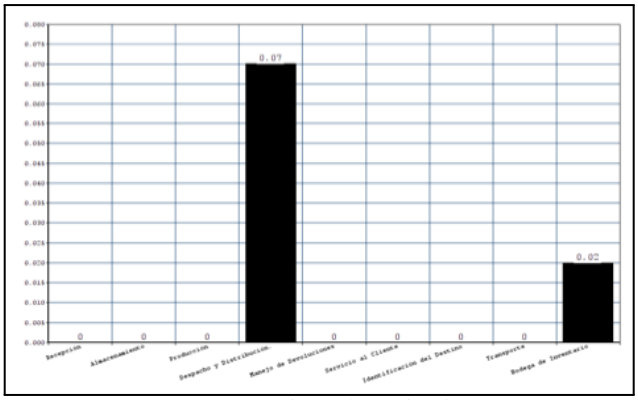

Figura 7. Logística y logística inversa.

es a subsistir y no en las ganancias que pudiera tener, de las tres esta es la más pequeña pero más antigua.

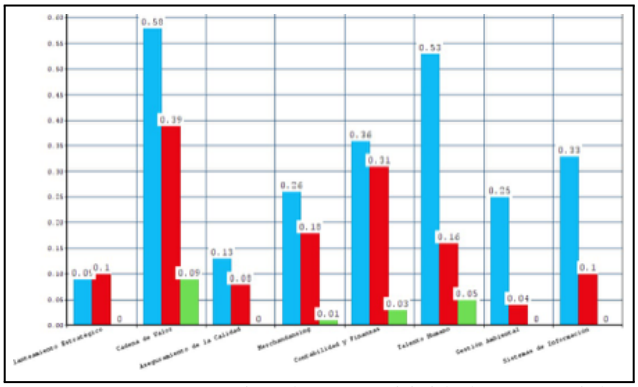

Figura 8. Comparación de competitividad empresarial.

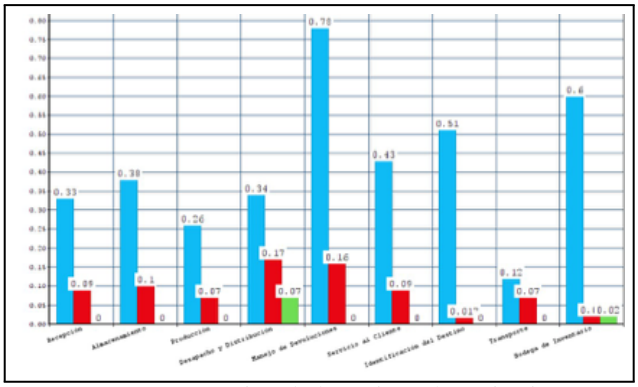

Figura 9. Comparación de logística y logística inversa.

En la Figura 9 podemos observar que la importancia de la logística y la Logística inversa hace que el trabajo sea más fluido, con menos errores y pudiendo ayudar al ecosistema, ya que en la actualidad con la ayuda de programas, las empresas de la industria maquiladora se enfocan mucho en que sus proveedores tengan tomen en cuenta la ayuda al medio ambiente, tomando estos puntos una empresa puede generar más ganancias no por el tamaño o la antigüedad de esta, si no, por la organización que tengan en todos los aspectos, sabiendo ponerlos en una balanza.

Referencias

[1] PROMEXICO. Informe de promexico, 2014. https://www.gob.mx/promexico; accedido en julio de 2018.

[2] J. Rodríguez Valencia. *Administración de pequeñas y medianas empresas*. CENGAGE Learning, México, 2010.

[3] J. Rojas Alva. Boletín gestiones de la facultad de negocios, 2007. http://ols.uas.mx; accedido en julio de 2018.

[4] SIEM. Sistema de información empresarial mexicano, 2010. http://www.economia.gob.mx; accedido en julio de 2018.

[5] C. Cleri. *El libro de las PYMES*. Granica S.A., Argentina, 2007.

[6] NAFIN. Informe de nacional financiera, 2013. http://www.nafin.com; accedido en julio de 2018.

[7] F. López. *La empresa, explicada de forma sencilla*. Libros de Cabecera, Barcelona, España, 2009.

[8] M.D. González, A. Rodríguez, and A. Sánchez. Pequeñas y medianas empresas en méxico. evolución, funcionamiento y problemática, 2018. http://bibliodigitalibd.senado.gob.mx; accedido en julio de 2018.

[9] E. Blanco. *Las organizaciones están empezando a escuchar ideas innovadoras en sus cadenas de suministro y eso es consecuencia de mirar a través de la lente de la sostenibilidad*. Harvard Deusto, México, 2010.

[10] E. Hernández Laos. *La competitividad Industrial en México*. Plaza y Valdes, México, 2000.

[11] Secretaría de Economía. Abc de la economía, 2010. http://www.economia.gob.mx; accedido en julio de 2018.

[12] D. Long. *Logística Internacional: Administracion de la cadena de abastecimiento global*. Limusa, México, 2008.

[13] D.J. Bowersox. *Administración y logística en la cadena de suministros*. McGraw Hill, México, 2007.

[14] J.P. Antún Callaba. *Logística Inversa*. Universidad Nacional Autónoma de México, México, 2004.

[15] I. Fernández. *Análisis de la logística inversa en el entorno empresarial*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Oviedo, España, 2005.

[16] C. Autry. *Formalización de programas de logística inversa: A estrategia para gestionar los retornos liberalizados*. Industrial Marketing, México, 2005.

[17] Lund Jayarama and P.Rolland. *The design of reverse distribution networks: Models and solution procedures*. Redalyc, México, 2003.

[18] S. Kumar and P. Malegeant. Strategic alliance in a closeploop supply chain, a case of manufacturer and eco-nonprofit organization. *Technovation*, 26:1127–1135, 2006.

ISBN: 978-607-8262-12-0

Proceso de logística inversa en la industria manufacturera: Estudio sustentable y económico

Julio Cesar Briones Benavete[1]*, Jaime Alexander Martínez Castruita[2], Consuelo Catalina Fernández Gaxiola[3], Javier Zepeda Miranda[4]

Resumen

El presente proyecto de investigación consiste en describir de forma general uno de los procedimientos que se llevan a cabo en la empresa Lexmark Internacional Inc. Campus Juárez, el cual se conoce como proceso de logística inversa, además de analizar los factores que motivan a la empresa objeto de estudio para gestionar esos flujos en sus diversas aplicaciones. Una vez hecho lo anterior, se resaltaran las áreas sustentables en las que Lexmark forma parte de su entorno, como lo es hecho de fomentar mejores practicas que benefician al medio ambiente, tal es el caso de un programa de reciclaje de cartuchos. Dicho programa de recolección consiste en que una vez que el cliente se haya terminado el tóner del dispositivo de imagen (cartucho), lo devuelva a Lexmark para que la compañía lo incorpore nuevamente a sus procesos de fabricación. No obstante, en el proyecto se analizan ciertos flujos que se llevan a acabo en Lexmark, como parte de la logística inversa, en los que se encuentran áreas de oportunidad, para lo cual se propone una mejora que va ligada a las cuestiones tecnológicas que permite optimizar el método actual. De manera que, la propuesta de mejora además de agilizar el procedimiento actual, permitirá obtener beneficios sustentables, como la reducción del uso de papel que se utiliza en la empresa, así como, mayor precisión e innovación en la metodología de trabajo.

Palabras Clave

Logística Inversa — Sustentabilidad — Página Web — Listado de Materiales — SAP — Desperdicio

[1,2,3,4] *Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez, Chihuahua, México*

***Autor de correspondencia**: julio_briones@@utcj.edu.mx

1. Introducción

En la actualidad, las empresas que buscan incorporar en su gestión consideraciones medioambientales van en ascendencia. Por lo que, los aspectos socio-ecológicos son el margen para que una empresa sea más competitiva en su respectivo ramo. Es por esto que debe haber un equilibrio entre el proceso de fabricación, la calidad del producto, la innovación y por supuesto el medio ambiente [1].

Los posibles factores a tomar en cuenta por parte de las organizaciones, son la concientización medioambiental, así también, el posicionamiento como una empresa confiable y responsable, debido a que al contribuir con la sociedad y el ambiente, se logran mejoras considerables, lo que generará a un determinado lapso de tiempo, una mejor calidad de vida, por lo que se crea un círculo benéfico en pro del desarrollo ambiental, social y corporativo [2].

Es por ello, que la presente investigación tiene como finalidad realizar un estudio sobre el sistema de logística inversa, que es llevado a cabo en la empresa Lexmark Internacional Inc., así como, el hecho de proponer un proyecto que permita mejorar los tiempos y la precisión en uno de los procesos que se llevan a cabo en la compañía, con la ayuda de la tecnología digital. De esta manera lograr beneficios sustentables con la disminución del uso del papel que se emplea de manera interna.

Esto a través de analizar los diversos factores detonantes que influyen en buenas practicas sustentables por parte de la organización, y como dichas acciones impactan favorablemente en un rendimiento económico-ambiental para la compañía y su entorno.

Así mismo, se describe el proceso de Logística Inversa que se emplea en las áreas relacionadas con este término, el cual se explica de manera clara y concisa, de igual manera, contempla imágenes que ayudan a interpretar mejor la idea central del desarrollo. Además, se introduce a detalle el proceso sobre el cual se estará trabajando en la mejora, con respecto a la disminución del uso de papel [3].

El estudio esta basado en investigaciones realizadas con los procesos actuales que se desarrollan en la compañía, de igual manera se hace algunas citas por parte de autores expertos en el área de análisis en cuestión.

2. Lexmark International Inc.

Lexmark Internacional Inc. inicia operaciones en ciudad Juárez en 1996 con una planta de ensamble de botellas de inyección, así como, los circuitos que contiene el dispositivo de imagen. No fue hasta el 2007, en que Lexmark creó una planta de reciclaje en dicha ciudad, con el fin de proporcionar

a los clientes un lugar para devolver sus cartuchos vacíos para la reutilización o el reciclaje de los mismos [4].

En este sentido, la empresa con el pasar de los años sigue innovando en cada uno de sus procesos con el objetivo de agregar valor a cada uno de sus productos y/o servicios que ofrece al cliente, mientras favorece al medio ambiente.

No obstante, en la actualidad aún existen oportunidades de mejora en una de las áreas que se tiene en dicha empresa. Tal es el caso del área de Scrap, en donde el procedimiento contempla que se tengan que imprimir en cantidades considerables BOM'S (Bill Off Material), según la planeación de producción, y esto origina un requerimiento de espacio para almacenar la mencionada documentación [5].

La recopilación de información sustraída de la empresa objeto de estudio, constituye el escenario ideal para el desarrollo de propuestas que permitan tener un proceso más óptimo.

Figura 1. Logo de la empresa Lexmark Internacional.

3. Área de oportunidad

En una de las áreas de la compañía, se imprimen en cantidades considerables cierta documentación denominada BOM'S Bill of Material por sus siglas en inglés, con el objetivo de dar disposición al material scrap que se genera en la Planta de Ensamble de la empresa Lexmark.

La documentación, una vez utilizada con fines de captura, es archivada en un área donde el procedimiento establece la permanencia de 1 año inmediato anterior, de dicha papelería. Esto implica que se genere en grandes volúmenes la recopilación de impresiones de los documentos mencionados, por ende, contemplar un área para archivo, que bien se pudiera utilizar para otras actividades de la compañía [6].

Además de lo ya mencionado, surge cierto inconveniente con el llenado de los formatos, puesto que, lo hacen de manera manual y en ocasiones no esta debidamente legible, lo que implica tener problemas al querer capturarlo en sistema.

4. Descripción de la aplicación del proceso de logística inversa en la empresa Lexmark (planta de ensamble y planta de recolección)

Lexmark cuenta actualmente con cinco plantas diferentes, en las cuales se emplean diferentes procesos novedosos para la impresión láser. Para efectos de estudio, solo se contemplaran 2 plantas, debido a que las mismas, son las que tienen un mayor impacto económico, social y sustentable.

4.1 Planta de ensamble

La Planta de Ensamble Inició en el 2004 y en esta planta se realiza la manufactura de cartuchos para impresoras del tipo monocromáticas y de color. Es además, el edificio donde se concentra la mayor parte de los trabajadores, tanto operativos, técnicos y a nivel administrativo.

Producen una gran variedad de modelos distintos, para cumplir satisfactoriamente con los requerimientos del cliente, de los cuales, un porcentaje considerable entra en el Programa de Devolución de Cartuchos Lexmark (dicho programa se describe más adelante).

Los cartuchos que entran en dicho programa, se venden con un descuento a comparación del precio de los cartuchos normales, a cambio de que el cliente acepte usar el cartucho una sola vez y luego se lo devuelva a Lexmark exclusivamente para que sea reconstruido o reciclado.

En la Figura 2 se muestra el ciclo de vida de los productos que se fabrican en Lexmark, resaltando la responsabilidad que tiene la compañía con el medio ambiente y sus clientes [7].

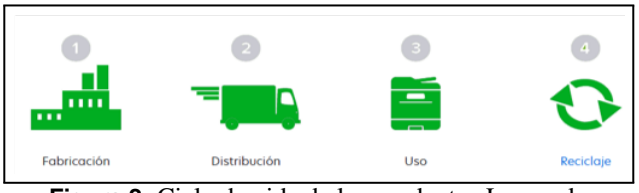

Figura 2. Ciclo de vida de los productos Lexmark.

4.2 Planta de recolección

La Planta de Recolección, inicia sus procesos de recuperación y reciclaje de materiales así como componentes de tecnología (provenientes de los cartuchos) en el año 2007, en esta planta se llevan a cabo los métodos de sustentabilidad mencionados.

La extensa red de recolección de cartuchos ha convertido a la compañía en un líder de la industria en la recuperación, re-manufactura y reciclaje de cartuchos de tóner usados. En los últimos años, a través de los esfuerzos de los clientes un porcentaje significativo sobre el total de cartuchos de tóner enviados en todo el mundo fueron devueltos a través de la Planta de Recolección [8].

Las instalaciones de esta planta cumplen con las más altas normas y mejores prácticas en materia de medio ambiente, mediante un sistema de rastreo y rendición de cuentas para gestionar todos los materiales recuperados.

Esta planta cumple con el programa de Reciclaje Responsable (R2) de igual manera ha logrado otras certificaciones tales como ISO 14001 para la gestión ambiental, OHSAS 18001 para la Seguridad y Salud Ocupacional e ISO 9001 para gestión de la calidad [9].

4.3 Programa de recolección de cartuchos laser Lexmark

Este programa consiste en el reciclaje de cartuchos, para la recuperación total o parcial de los materiales con los que el dispositivo de imagen está fabricado. Se lleva a cabo en más

de 60 países y es completamente gratuito desde 1991 hasta la fecha.

Esta iniciativa surge como una medida en pro del medio ambiente, además de crear lasos más sólidos con los clientes, así como el aumento estratégico de la rentabilidad en los componentes fuera de uso que se producen en la compañía.

Parte fundamental de la política de Lexmark en la Planta de Recolección, es de cero vertederos y cero incineraciones, en donde se aseguran de que todos los cartuchos vacíos que hayan devuelto los clientes sean reutilizados o reciclados para su mayor beneficio ambiental.

En la Figura 3 se muestran los pasos a seguir por parte de los clientes para reciclar los cartuchos de tóner que ya se encuentran vacíos [10].

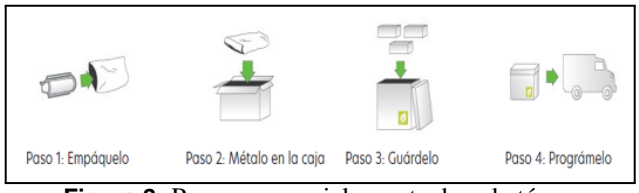

Figura 3. Pasos para reciclar cartuchos de tóner.

En base al análisis sobre el programa en cuestión, se obtiene como resultado un claro ejemplo de logística inversa que la compañía Lexmark lleva a cabo de forma exitosa, debido a que, contempla el uso que se dará al producto terminado después de su vida útil. De modo que gestionan el flujo inverso de los cartuchos de manera óptima, pensando en los aspectos sustentables y mejores prácticas con clientes y empleados Lexmark.

Para clarificar los puntos sobre el proceso de logística inversa que se lleva a cabo en la compañía Lexmark se ilustra de manera gráfica in diagrama de flujo en donde se muestra la forma en que se lleva a cabo el ya mencionado proceso, ver Figura 4 [11].

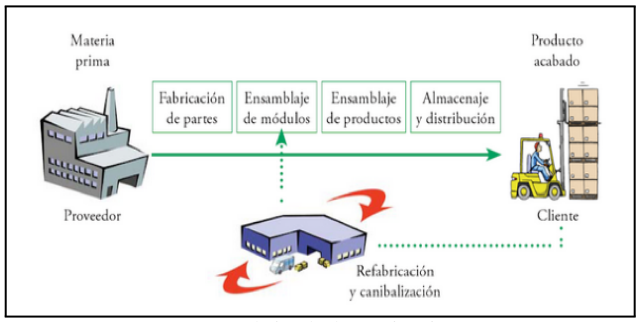

Figura 4. Flujo de logística inversa.

Si bien se puede apreciar en el diagrama de la Figura 4, Lexmark emplea un proceso de logística inversa utilizando el sistema de Refabricación y Canibalización, en donde gestionan los productos fuera de uso (en el fin de su vida útil) y se recupera una parte de los componentes que posteriormente se utilizaran en el proceso de fabricación [12].

Dicho lo anterior, Lexmark obtiene un beneficio significativo en cuestiones económicas al emplear componentes recuperados en la re-manufactura de cartuchos, además de lograr un mejor beneficio al medio ambiente, así como a la sociedad.

5. Proceso general de disposición de scrap, en la planta de ensamble actualmente

A continuación se describe de forma general el procedimiento que se emplea en la compañía Lexmark, para el proceso de Disposición de Material Scrap en la Planta de Ensamble:

1. Al inicio de turno el Encargado de la línea de Producción imprime cada uno de los BOM'S, correspondiente a los modelos que van a producir durante el día, esto en base al plan de producción.
2. Personal de Producción se encarga de recabar el material discrepante generado durante el turno de trabajo, luego anota la cantidad y el defecto del material scrap en el BOM [13].
3. Personal de producción segrega el material scrap de acuerdo a sus características constitutivas (papel, cartón, entre otros), ver Figura 5.

Figura 5. Segregación de materiales.

4. Personal de producción lleva físicamente el material discrepante, así como el BOM donde trae anotado cada uno de los componentes y/o materiales para disponer en el Área de Scrap.
5. El Encargado del Área de Scrap recibe y coteja la información declarada en el BOM para asegurarse que coincida con el material Scrap físico, después captura en sistema SAP dicho material.

5.1 Métricos cuantificables en cantidades y peso referentes a la documentación (BOM's) que se archiva en el área de scrap, comprendido un año

Cabe destacar, que el protocolo de trabajo del Área de Scrap contempla que se tenga que guardar la documentación (BOM) por un periodo de un año inmediato anterior, es decir, si actualmente estamos en el año 2018, tiene que estar lo del año 2017 en el área de archivo.

5.2 Cantidades de BOM'S por semana, mes y año

La cantidad y recepción de material Scrap varia de un día a otro, así como, la suma de modelos que producirán durante

los turnos (1er y 2do), debido a esto existe una variación en la documentación (BOM) que se recibe en el Área de Scrap.

Por consiguiente se realizara un conteo físico, con el fin de obtener un promedio que abarque tres semanas, las cuales son: Semana número 9, 10 y 11 del mes de Febrero a Marzo, del presente año (2018), ver Figura 6.

CANTIDAD DE BOM'S RECIBIDOS POR SEMANA			
NO. DE SEMANA	PERIODO	CANTIDAD DE HOJAS	PROMEDIO
SEMANA #9	DEL 26 DE FEBRERO AL 2 DE MARZO	283 hojas	
SEMANA #10	DEL 5 AL 9 DE MARZO	277 Hojas	285 Hojas
SEMANA #11	DEL 12 AL 16 DE MARZO	295 Hojas	

Figura 6. BOM'S recibidos por semana.

Como resultado obtenido después del conteo físico de los documentos (BOM'S), fue arrojado un promedio de 285 hojas por semana, dicho dato se empleara para realizar la proyección a un mes y un año, así también, se utilizará este factor para el peso. En la Figura 7, se muestran los resultados obtenidos en los periodos comprendidos.

CANTIDAD DE BOM'S RECIBIDOS POR SEMANA, MES Y AÑO	
TEMPORALIDAD	CANTIDAD DE HOJAS
SEMANA	285
MES	1140
AÑO	13680

Figura 7. BOM'S recibidos por semana.

5.3 Peso en kilogramos del BOM, contemplados a una semana, un mes y un año

El peso para una cantidad de 285 hojas es de 1.22 kg, en base a esto se realizara una tabla con las cantidades y el peso correspondiente. En la Figura 8 se desglosa dicha información.

CANTIDAD Y PESO DE BOM'S RECIBIDOS POR SEMANA, MES Y AÑO		
TEMPORALIDAD	CANTIDAD DE HOJAS	PESO (KG)
SEMANA	285	1.22
MES	1140	4.88
AÑO	13680	58.56

Figura 8. Cantidad y peso de BOM'S.

5.4 Capacidad del archivero en el área de scrap

El archivero con el que se cuenta en el Área de Scrap, tiene determinada capacidad para almacenar gran cantidad de documentos (BOM'S), sin embargo, no la suficiente para contemplar la de un año inmediato anterior (2017) y los meces del año en curso (2018). Por lo que, la documentación excedente tiene que ser archivada en un área designada. En la Figura 9 (lado izquierdo) se muestra el archivero del Área de Scrap y en el lado derecho la forma en que se archiva la documentación excedente.

Figura 9. Archivero del Área de scrap (lado izquierdo) y forma de archivar la documentación excedente (lado derecho).

Una vez que el archivero se encuentra a su máxima capacidad, se empieza a abrir espacio quitándole los documentos (BOM'S) más antiguos, mismos que son almacenados en cajas debidamente identificadas con los meces que contiene dentro. Posteriormente son llevados al Área de Archivo. Esto con la finalidad de tener en el archivero del Área de Scrap, los documentos más actuales. En la Figura 9 se muestra un ejemplo de cómo se archiva en cajas.

5.5 Uso del papel (documentos BOM'S) después de pasar la temporalidad de un año

Una vez que la documentación BOM cumple con el almacenamiento de un año inmediato anterior en el Área de archivo, este se pasa a un contenedor de hojas, en el cual vienen integradas otras hojas de papel que se usan en el campus de la Planta de Ensamble para efectos de muestras de impresión, de uso administrativo, entre otros.

Posteriormente venden el contendor de hojas recicladas a un proveedor que fabrica insertos con ese mismo material, los cuales se usan en el empaque de ciertos cartuchos que se fabrican en Lexmark. En la Figura 10 se muestran los insertos de pulpa de papel que son producidos a partir del material (hojas de papel recicladas) que Lexmark utiliza en sus diferentes procesos.

5.6 Tiempo de captura en programa Excel y SAP

Uno de los procesos que se realizan en el Área de Scrap, es capturar en el programa de Excel, los materiales que se cotejaron físicamente declarados como material discrepante, posteriormente, se transfieren a SAP, con el fin de dar de baja ese material en sistema en la localidad de la compañía [14].

Figura 10. Insertos de pulpa de papel.

5.7 Herramienta utilizada para medir el tiempo de captura

Se utilizó un cronometro digital que fue proporcionado por el personal de entrenamiento de la compañía Lexmark, en el cual se puede medir con precisión, los minutos, segundos y milésimas de segundos, ver Figura 11.

Figura 11. Cronometro digital.

5.8 Tiempo de capturar la información de los BOM'S a Excel

Se llevaron a cabo 5 pruebas piloto, en días diferentes, con la finalidad de encontrar un rango promedio de tiempo al momento de capturar la información de los BOM'S a Excel. En la siguiente tabla se muestran los resultados, así como, el promedio obtenido en las pruebas, ver Figura 12.

TIEMPO DE CAPTURA EN EXCEL		
PRUEBA PILOTO	TIEMPO: MINUTOS C/SEGUNDOS	CANT. N/P
DÍA 1	40.19	180
DÍA 2	38.22	177
DÍA 3	42.27	192
DÍA 4	41.07	186
DÍA 5	41.21	189
TOTAL TIEMPO	203.0	
PROMEDIO	40.6	

Figura 12. Tiempo de captura en Excel.

Una vez realizadas las pruebas, se obtuvo un promedio de 40 minutos con 6 segundos para capturar de forma manual la información recabada de la documentación (BOM). Las diferencias de tiempo, son dependiendo de la cantidad de números de parte que se van a anotar en Excel.

5.9 Tiempo de transferencia de Excel a SAP

De igual manera, se realizaron 5 pruebas piloto, para la transferencia de datos de Excel a SAP. En este paso es evidente que es más rápido hacer el traslado de información, puesto que solo hay que copiar lo que se tiene en Excel a SAP. En la Figura 13 se muestran los respectivos resultados.

TIEMPO DE TRANSFERENCIA DE EXCEL A SAP		
PRUEBA PILOTO	TIEMPO: MINUTOS C/SEGUNDOS	CANT. N/P
DÍA 1	3.58	180
DÍA 2	3.21	177
DÍA 3	4.17	192
DÍA 4	4.09	186
DÍA 5	4.13	189
TOTAL TIEMPO	19.2	
PROMEDIO	3.8	

Figura 13. Tiempo de transferencia de Excel a SAP.

Una vez efectuadas las pruebas, se obtuvo un promedio de 3 minutos con 8 segundos para transferir los datos de Excel a sistema SAP. Este tiempo incluye los ajustes en sistema, sobre el material que se encuentra en déficit, para lo cual requiere una respectiva modificación.

5.10 Tiempo promedio total de transferencia

Ahora se tienen los tiempos que conlleva el proceso de captura de manera individual, es decir, desde que se empieza a capturar la información en Excel proveniente de los BOM'S, hasta la transferencia en Sistema SAP. En la Figura 14 se muestra el tiempo promedio total.

TIEMPO PROMEDIO TOTAL DE CAPTURA		
PROGRAMA O SISTEMA	TIEMPO (MINUTOS C/ SEGUNDOS)	TIEMPO PROMEDIO TOTAL
EXCEL	40.6	44.4
SAP	3.8	

Figura 14. Tiempo promedio total.

Con esta última información se obtiene como resultado final un tiempo de 44 minutos con 4 segundos, para el proceso de captura completo.

6. Oportunidades de mejora para las áreas de producción y scrap, referentes a la reducción del tiempo de captura, espacio y del uso de papel

Analizando el método de disposición de scrap, se pueden percibir ciertas áreas de mejora en los procesos, respecto a la reducción de papel, en el tiempo de captura así como del espacio que se utiliza para archivar. A continuación se mencionan las áreas de oportunidad para cada rubro en cuestión.

6.1 Área de oportunidad en el uso de papel

En base a los antecedentes que se tienen en cuanto a la cantidad de documentos (BOM'S) que se reciben por parte del personal de producción, se analiza que se puede disminuir de manera considerable el uso de papel, si se cambia el método actual, para lo cual se necesitara el soporte de la tecnología digital [15].

6.2 Área de oportunidad en el tiempo de captura

Como dato cuantificable se tiene un tiempo promedio total de 44 minutos con 4 segundos, para el proceso de captura de material discrepante, el cual se puede agilizar con un programa que permita transferir números de parte al sistema SAP [2].

6.3 Área de oportunidad en espacio

En el Área de Scrap se encuentra un archivero para almacenar la documentación (BOM) que se recibe del área de producción, sin embrago, la capacidad del archivero no es suficiente, por ende se tiene contemplada un área de archivo para el excedente de la documentación. En este punto, empleando otras alternativas se puede incluso eliminar el uso del área de archivo [16].

7. Propuesta para un proyecto que optimice el tiempo de captura y reduzca el uso de papel

El uso adecuado de tecnologías es importante para alcanzar objetivos sustentables, económicos y sociales, por lo que, a continuación se propone el uso de las mismas para alcanzar objetivos de optimización en uno de los procesos de la compañía Lexmark [17].

7.1 Plataforma digital de captura (página web)

Crear una plataforma digital (página web), en la que interactúen tanto personal de producción como el encargado del Área de Scrap. En dicho programa, personal de producción podrá capturar el material discrepante que se vaya generando durante el turno, en las pantallas que tienen en cada línea de producción. Para esto también será requerido un hardware en el Área de Scrap, el cual será una tablet en la que se visualice el material discrepante reportado por personal de producción.

Así mismo, conforme el personal de producción este anotando el material scrap en dicho programa, y una vez que haya terminado de hacer las anotaciones correspondientes, que por lo regular son 30 minutos antes de finalizar el turno, estos datos pueda utilizarlos el encargado del área de scrap para transferirlos a SAP y agilizar el proceso de captura [18].

Empleando el proceso de esta forma, ya no será requerido el uso de BOM'S, puesto que esas cantidades escritas en dicho documento, podrán ser visualizadas y cotejadas de forma digital en la tablet.

En la Figura 15 se muestra el icono propuesto para la plataforma digital el cual consiste en una combinación de letras verdes y un fondo gris, además de contar con una imagen que haga referencia a los aspectos sustentables. El icono se propone que sea nombrado como G.M.S, por sus abreviaturas que quiere decir **Gestión de Material Scrap** [19].

Figura 15. Icono de plataforma digital.

8. Resultados y conclusiones

Una vez implementado el programa digital de captura en la compañía Lexmark, se obtendrán como resultados: una reducción considerable sobre el uso de papel (documentación BOM'S) que se emplea para el proceso de disposición de scrap, también la eliminación de un Área de archivo, así como un método mas rápido y preciso para transferir la información relacionada con el material scrap en sistema SAP.

Para concluir de forma general con el presente trabajo de investigación, se puede decir que los distintos procesos sustentables así como tecnologías de la información y comunicación, que se llevan a cabo en Lexmark, forman una parte vital en sus procedimientos actuales para seguir siendo competitiva en el mercado global.

Es por ello que la propuesta de mejora (plataforma de captura digital), propone obtener resultados óptimos, y para medir su efectividad se investigaron datos cuantificables que fueron presentados en la parte de desarrollo del presente proyecto.

Respecto a los procesos sustentables, es importante mencionar que existe una gran responsabilidad por parte de la organización Lexmark, ya que contempla en cada fase de operaciones, un equilibrio sustancial para tener un mayor beneficio ambiental.

Para finalizar, la compañía en cuestión, es una empresa abierta a las posibilidades de cambio y de mejora continua, prueba de ello es su permanencia y liderazgo en el mercado internacional, en su respectivo giro comercial (Figura 7 y la Figura 5.

Referencias

[1] SPC Consulting Group. Statistical process control, 2014. https://spcgroup.com.mx; accedido en febrero de 2018.

[2] P.G. Ángel Cobo, D. Perez, and R. Rocha. *PHP y MySql Tecnologías para el desarrollo de aplicaciones WEB*. Editorial Diaz de Santos, España, 2005.

[3] Manufacturing terms. Terminos de manufactura, 2008. https://www.manufacturingterms.com/Spanish; accedido en marzo de 2018.

[4] Lexmark Internacional Inc. Generalidades de la empresa, 2018. https://www.lexmark.com; accedido en marzo de 2018.

[5] Universidad Politécnica de Valencia. Manejo de materiales, 2018. https://riunet.upv.es/bitstream/handle.pdf; accedido en marzo de 2018.

[6] Aprender a Programar. Aprende a programar, 2016. https://www.aprenderaprogramar.com; accedido en marzo de 2018.

[7] MySQL. Mysql server, 20018. https://www.mysql.com; accedido en marzo de 2018.

[8] J. Benítez. Desarrollo web, wordpress, 2017. https://jaime421.wordpress.com; accedido en marzo de 2018.

[9] J.J. Tejero. *Logística Integral, la gestión operativa de la empresa*. Grupo Editorial Alfaomega, Madrid, España, 2013.

[10] Wiboo Desarrollo de Apps. Wiboo media, agencia de desarrollo de apps, web y marketing online, 2002. https://wiboomedia.com; accedido en marzo de 2018.

[11] R.H. Ballou. *Logística, Administración de la Cadena de Suministro*. Pearson Education, México, 2004.

[12] D. Cabeza. *Logística inversa, en la gestión de la cadena de suministro*. Grupo Editorial Alfaomega, México, 2015.

[13] CeroScrap. Reciclado indistrial, 2014. http://www.recicladoindustrial.com; accedido en marzo de 2018.

[14] Consultoría-SAP. Ser consultor sap, 2014. http://www.consultoria-sap.com; accedido en mayo de 2018.

[15] CódigoData. Código data, desarrolladoras, 2015. https://codigodata.wordpress.com; accedido en marzo de 2018.

[16] Cvosoft. Cvosoft it academy, 2011. http://www.cvosoft.com/sistemas_sap_abap; accedido en febrero de 2018.

[17] A. Vázquez Figueroa. *Gran parada*. Plaze y Janes, USA, 2011.

[18] Mundo SAP. Mundo sap, 2016. http://www.mundosap.com/Spanish; accedido en mayo de 2018.

[19] A.A. Olivares. Implementar un programa de logística inversa, 2013. http://www.redusers.com; accedido en marzo de 2018.

ISBN: 978-607-8262-12-0

Competitividad de las pequeñas y medianas empresas de la industria de maquinados en Ciudad Juárez, Chihuahua

Perla Ivette Gómez Zepeda[1]*, René Meléndez Sepúlveda[2], Jorge Armando Cárdenas Morales[3], Domingo Salcido Ornelas[4]

Resumen

Las empresas independientemente del tamaño que sean, cuentan con recursos que necesitan administrar para poder sobrevivir, pero no solamente son los recursos técnicos, económicos y humanos, sino las estrategias que permitan a estos recursos trabajar en armonía logrando así que la empresa pueda tener distinción en el mercado sobre sus competidores, ya sea con el producto o servicio que ofrece a sus clientes. El objetivo de esta investigación es conocer de las pequeñas y medianas empresas de maquinados de Ciudad Juárez, Chihuahua, cual es el nivel de competitividad de las mismas, cuales son los indicadores que más trabajan para poder sobresalir y cuáles son los puntos que es necesario desarrollar. Que una empresa sea competitiva es indispensable, sin embargo, para poder lograrlo necesita conocer cuáles son las áreas en las que está trabajando y así poder generar más ventajas y cambios para competir de una manera más efectiva. La evaluación de la competitividad de estas empresas se realiza con un muestreo total y mediante el análisis de competitividad del BID.

Palabras Clave

Pymes — Competitividad — Maquinados

[1,2,3] *Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez, Chihuahua, México*

[4] *Universidad Autónoma de Chihuahua, Chihuahua, Chihuahua, México*

***Autor de correspondencia**: perla_gomez@utcj.edu.mx

1. Introducción

Las pequeñas y medianas empresas (PYMES), constituyen en cualquier país, el grupo predominante de empresas, en algunos casos superan el 99% de unidades económicas, contribuyen significativamente a la creación de empleo, a la generación de riqueza y además satisfacen necesidades en ciertos mercados que son poco atractivos para las grandes empresas. Son además el crisol en el que se forman grandes empresarios y el vehículo para el autodesarrollo de millones de personas [1].

El papel que la pequeña y mediana empresa juegan en el proceso de desarrollo de un país, es básico, no solo por su importante participación en el Producto Interno Bruto (PIB) y el empleo nacional, más por su rol de agente motivador del crecimiento. En la mayoría de los países desarrollados o en proceso de desarrollo, las Pymes generan más de la mitad del PIB, del empleo, de los ingresos a la hacienda pública y todo esto a pesar de las dificultades financieras [2].

Para México constituyen la columna vertebral del motor de la economía nacional por los acuerdos comerciales que ha tenido México en los últimos años y asimismo por su alto impacto en la generación de empleos y en la producción nacional. De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, en México existen aproximadamente 4 millones de 15 mil unidades empresariales, de las cuales el 98% son PYMES que generan 52% del Producto Interno Bruto (PIB) y 72% del empleo en el país [3]. De acuerdo con Nacional Financiera [4] en la Figura 1, se muestra la clasificación de las PYMES.

Tamaño	Sector	Rango de número de trabajadores	Rango de monto de ventas anuales (mdp)
Micro	Todas	Hasta 10	Hasta $4
Pequeña	Comercio	Desde 11 hasta 30	Desde $4.01 hasta $100
	Industria y servicios	Desde 11 hasta 50	Desde $4.01 hasta $100
Mediana	Comercio	Desde 31 hasta 50	Desde $100.1 hasta $250
	Servicios	Desde 51 hasta 100	Desde $100.1 hasta $250
	Industria	Desde 51 hasta 250	Desde $100.1 hasta $250

Figura 1. Clasificación de las Pymes en México.

2. Pequeña y mediana empresa

El origen de una pequeña empresa generalmente está asociado con la detección de una necesidad u oportunidad de negocio, buscando la independencia en términos laborales y económicos. Decidir comprar o crear una empresa propia requiere considerar factores legales, económicos, familiares, materiales, humanos y financieros.

La ubicación de la empresa es un aspecto fundamental para el desarrollo de un plan. Una vez que se está convencido de poner en marcha una empresa propia o de adquirir una en operación, el siguiente paso es realizar un estudio con la finalidad de determinar si es factible establecerla y de averiguar cuáles serían las condiciones favorables para ello.

El estudio deberá cubrir aspectos como: ubicación de la empresa, instalaciones físicas internas [5].

Las empresas se entienden como unidades técnico y como unidades económicas por que transforman un conjunto de recursos, mediante el uso de determinada tecnología, en un conjunto de productos y/o servicios que tiene valor económico. Las empresas, organizan y estructuran sus recursos y el trabajo de sus empleados con el fin de obtener bienes y servicios que aporten valor añadido.

A través de las actividades de transformación realizadas con estos recursos, las empresas obtienen productos o servicios que vendan a sus clientes [6].

La evaluación de consistencia y resultados del fondo Pyme en el año 2007 se encontró que el problema central de las pymes en México es su baja competitividad. Al identificar las principales causas de esta condición, se encontró que inciden en ella la baja formación de empresas, la insuficiente capacidad empresarial, el bajo número de organizaciones que realicen funciones de promotores o ejecutores de proyectos para el desarrollo empresarial, la escasez de financiamiento, el bajo nivel de desarrollo tecnológico y la dificultad para acceder a mercados [7].

3. Competitivad

El termino competitividad se utiliza sin reflexión sobre su significado [8], sin embargo, la competitividad tiene varias definiciones, como el proceso de integración dinámica de países y productos a mercados internacionales, dependiendo tanto de las condiciones de oferta como de la de demanda [9].

La competitividad es un concepto universal utilizado como fórmula para el crecimiento económica de los países y como condición necesaria cuando se trata de ganar participación en los mercados internacionales [10].

En la investigación realizada por Maria Luisa Saaveedra García, Sindy Orieta Milla Toro, Blanca Tapia Sánchez en el artículo Determinación de la competitividad de la PYME en el nivel micro: El caso del Distrito Federal. México [11].

El Mapa de Competitividad fue desarrollado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y adaptado por la Cámara de Comercio de Medellín y Antioquia para ser utilizado en el diagnóstico organizacional de la pyme; visualiza a la organización como un sistema integrado por nueve áreas que al interconectarse entre sí mejoran el desempeño de la organización de acuerdo con Martínez y Álvarez en su artículo mapa de competitividad para el diagnóstico de PYMES citado por los autores [11], estas áreas son:

- Planeación Estratégica: es la que permite establecer la orientación y actividades futuras de las empresas, se encuentra ligada al rol y al trabajo de los altos directivos. Es un proceso continuo de análisis de objetivos y resultados y la adopción continua de medidas correctivas, considerando las fortalezas y debilidades hacia el interior de la empresa y las amenazas y oportunidades del entorno.

- Producción y operaciones: la producción es la creación de bienes o servicios, mientras que la administración de operaciones es el conjunto de actividades que crean valor en forma de bienes y servicios al transformar los insumos en productos terminados.

- Aseguramiento de la calidad: Son todas las actividades que se llevan a cabo con el fin de ofrecer un producto o servicio libre de defectos y que a la vez satisfaga las necesidades del consumidor.

- Comercialización: Es el proceso que se lleva a cabo con el fin de que el producto o servicio llegue del productor al consumidor final, teniendo como premisa el incrementar la participación en el mercado.

- Contabilidad y finanzas: Permite la generación de información para la toma de decisiones, siendo una valiosa herramienta cuando es utilizada para visualizar el futuro de la empresa a través de las proyecciones financieras.

- Recursos humanos: El manejo de los recursos humanos puede ser concebido como una estrategia empresarial que manifiesta la importancia de la relación individual frente a las relaciones colectivas entre gestores, directivos o trabajadores, propiciando una participación activa de todos los trabajadores de la empresa.

- Gestión ambiental: La responsabilidad social de la empresa ante el cuidado del medio ambiente, la coloca en una situación en la que puede mejorar su imagen ante la sociedad.

- Sistemas de información: El apoyo a las funciones operativas a través de las tecnologías de información, resulta de vital importancia para desarrollar una estructura competitiva del negocio [12].

4. Metodología

La investigación es de tipo aplicada, ya que de acuerdo a la problemática de las empresas, se pretende la aplicación de los

conocimientos necesarios al tema, es con enfoque cuantitativo, no experimental, de carácter descriptivo y transeccional. Dirigido a las Pequeñas y medianas empresas de Ciudad Juárez, Chihuahua, cuya actividad económica sea de industrias manufactureras del sector de maquinados, aplicando para las 21 empresas detectadas un muestreo total.

De primera instancia se realizará un cuestionario a las empresas del sector manufacturero del área de maquinados utilizando como base el Mapa de Competitividad de Bid, esta medición se toma de la investigación denominada "Aplicación del mapa de competitividad del BID a empresas del fondo emprendedor" desarrollada por Lina Marcela Montoya Henao y Jorge Eduardo Silvestre Porras en el año 2008 para la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira [13].

Para la evaluación se toma como referencias la investigación denominada "Propuesta de Medición de la Competitividad de las PyMES radicadas en la provincia de Córdoba. Aplicación práctica a cámaras empresariales" desarrollada por Laura Marin en el año 2015 para la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Córdoba y en donde la metodología aplicada permite conocer el grado de competencia en los diferentes factores para las pequeñas y medianas empresas [14].

5. Resultados

Para conocer las características de las empresas de maquinados en Ciudad Juárez, Chihuahua el estudio realizado en análisis descriptivo arroja la siguiente información:

La Figura 2, permite conocer que de las 21 empresas encuestadas el 67% corresponde a la clasificación de medianas empresas y el 33% a pequeñas empresas, por lo cual de estas su mayoría cuenta con más personal para poder laborar en ellas.

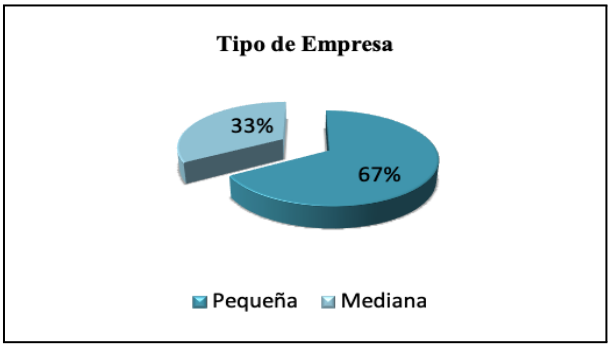

Figura 2. Tipos de empresa.

La antigüedad de las empresas es muy variada, al considerar para esto que la de más antigüedad tiene 44 años en el mercado, siendo 3 años el tiempo de menor vida en el mercado para estas empresas (ver Figura 3).

De los cuestionarios aplicados a las pequeñas y medianas empresas del área de maquinados, se obtiene de acuerdo al

Empresas	Años de operación
1	16
2	24
3	44
4	19
5	32
6	21
7	15
8	14
9	14
10	13
11	22
12	9
13	3
14	5
15	8
16	7
17	11
18	18
19	3
20	7
21	17

Figura 3. Antigüedad de las empresas.

análisis de competitividad del BID, los siguientes resultados expresados en la Figura 4:

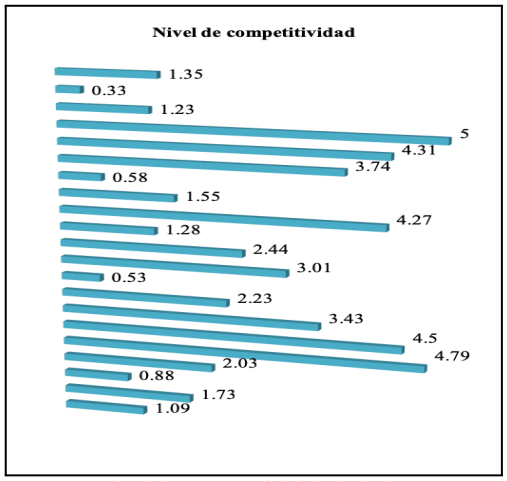

Figura 4. Nivel de competitividad de las empresas.

De lo anterior y utilizando como referencia el trabajo de Laura Marín [14], se determinan tres intervalos para realizar la clasificación de las empresas en Bajo, Mediano y Alto nivel de competitividad y así determinar el posicionamiento que tiene cada empresa de acuerdo a su promedio de competitividad obtenido, se muestra en la Figura 5, los promedios que se asignan para cada nivel con un ancho de 1.66 para cada intervalo.

Obteniendo así para cada una de las empresas de acuerdo a su nivel de competitividad las clasificaciones de acuerdo a la Figura 6.

Competitividad	Nivel
Alto	3.34-5.00
Mediano	1.67-3.33
Bajo	0.00-1.66

Figura 5. Clasificaciones de niveles de competitividad.

Empresas	Nivel de competitividad	Posición
1	1.09	Bajo
2	1.73	Mediano
3	0.88	Bajo
4	2.03	Mediano
5	4.79	Alto
6	4.5	Alto
7	3.43	Alto
8	2.23	Mediano
9	0.53	Bajo
10	3.01	Mediano
11	2.44	Mediano
12	1.28	Bajo
13	4.27	Alto
14	1.55	Bajo
15	0.58	Bajo
16	3.74	Alto
17	4.31	Alto
18	5.00	Alto
19	1.23	Bajo
20	0.33	Bajo
21	1.35	Bajo

Figura 6. Nivel de competitividad de las empresas.

Por lo cual, una vez posicionadas las 21 empresas de manera general se obtiene Figura 7, en el cual se observa que de las pequeñas y medianas empresas analizadas, el 43% que representa para esto la mayoría de las empresas, se encuentra en un bajo nivel de competitividad, un 24% tiene un nivel medio de competitividad y solamente el 33% cuenta con un alto nivel de competitividad.

Específicamente para las pequeñas empresas se desprende mediante la Figura 8, que de las 14 empresas dentro del análisis, el 50% se encuentra en un nivel bajo de competitividad, el 29% en un nivel medio de competitividad y solamente un 21% en un nivel alto de competitividad.

Para la Figura 9, donde se permite observar solamente

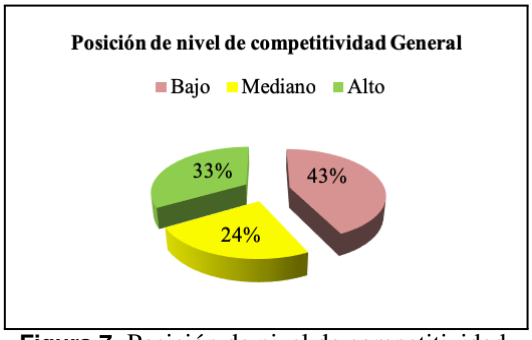

Figura 7. Posición de nivel de competitividad.

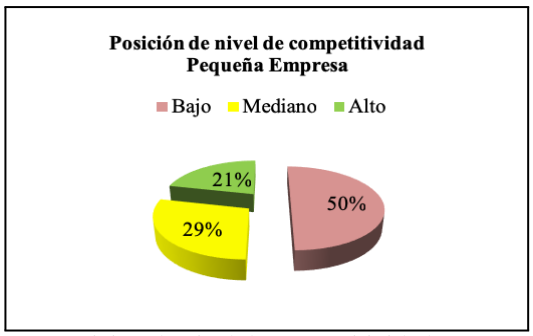

Figura 8. Posición de nivel de competitividad pequeña empresa.

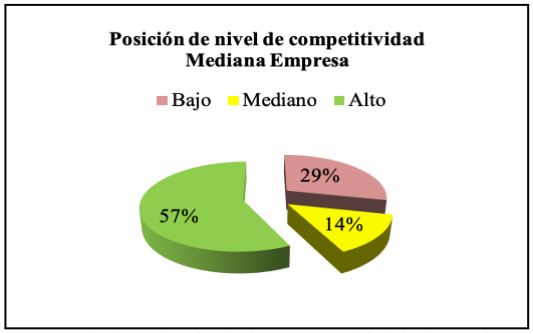

Figura 9. Posición de nivel de competitividad mediana empresa.

las 7 medianas empresas analizadas dentro del total de la población, se obtiene mediante que el 29% tiene un bajo nivel de competitividad, el 14% un mediano nivel y un 54% de alto nivel de competitividad.

6. Conclusiones

Concluyendo para el análisis de competitividad para las empresas de maquinado de Ciudad Juárez, Chihuahua en la tabla a continuación de análisis, se detecta que:

Las empresas tienen un interés primordial en la cadena de valor, demostrando que el aseguramiento de la calidad y la gestión ambiental son factores poco importantes a considerar para el crecimiento de sus empresas, por lo cual es necesario que las empresas puedan empezar a generar estrategias para que todas las categorías tengan un nivel de importancia, que permita a la empresas aumentar su nivel de competitividad en el mercado.

Categorías	Competitividad promedio
Planeación Estratégica	0.218
Cadena de Valor	0.6145
Aseguramiento de la Calidad	0.17
Mercadeo	0.382
Contabilidad y Finanzas	0.319
Talento Humano	0.328
Gestión Ambiental	0.1885
Sistemas de Información	0.252
Nivel de competitividad	**2.4475**

Figura 10. Competitividad promedio.

Referencias

[1] C.S. Andriani, R.E. Biasca, and M. Rodríguez Martínez. *El nuevo sistema de Gestión para las PYMES de Clase Mundial*. CEPAL ECLAC, México, 2001.

[2] J. Rodríguez Valencia. *Administración de pequeñas y medianas empresas*. Cencage Learning, México, 2010.

[3] ProMéxico. Proméxico inversión y comercio, 2014. http://www.promexico.gob.mx; accedido en agosto 2018.

[4] Nafin. Clasificación pymes, 2013. http://www.nafin.com.mx; accedido en agosto de 2018.

[5] L. Jacques Filion, L.F. Cisneros Martínes, and J.H. Mejía Morelos. *Administración de PyMES*. Pearson, México, 2011.

[6] M. Iborra, A. Dasí, C. Dolz, and C. Ferrer. *Fundamentos de dirección de empresas*. Paraninfo, Madrid, España, 2014.

[7] F.J. Segura Mojica. *El mapa de las Pymes*. Alfaomega, México, 2014.

[8] P. Krugman. Competitiveness: A dangerous obsession, foreign affair, 73(2), 1994. Obtenido de Documents on Mexican Politics Marzo/Abril de 1994.

[9] E. Dussel. *Un análisis de la competitividad de las exportaciones de prendas de vestir de Centroamérica utilizando los programas y la metodología CAN y MAGIC*. Universidad Politecnica de Valencia, Valencia, España, 2015.

[10] T. Flores Méndez. *El papel de la inversión extranjera directa en el desarrollo de la competitividad en México. El caso de la industria del tequila en Jalisco (1988-2005)*. UNAM, Facultad de Economía, México, 2008.

[11] M.L. Saavedra García, S.O. Milla Toro, and B. Tapia Sánchez. Determinación de la competitividad de la pyme en el nivel micro: El caso del distrito federal. *FIR, FAED-PYME International Review*, 2(4):38–52, 2013.

[12] M.L. Saavedra García. *Hacia la determinación de la competitividad de la Pyme Latinoamericana*. Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Administrativas, Boca del Río Veracruz, México, 2011.

[13] L.M. Montoya Henao and J.E. Silvestre Porras. *Aplicación del mapa de Competitividad del BID a empresas del fondo emprender*. Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia, 2008.

[14] L. Marín. *Propuesta de medición de la competitividad de las PyMES radicadas en la provincia de Córdoba, aplicación práctica a cámaras empresariales*. Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina, 2015.

ISBN: 978-607-8262-12-0

La erradicación de la diarrea epidémica porcina en México y el análisis de su intercambio comercial en el TLCAN de la carne de cerdo de la fracción arancelaria 0203.22.01

Luis Alonso de Santiago Romero[1]*

Resumen

La diarrea epidémica porcina y las mediciones realizadas en el presente documento son un análisis de los brotes que se presenten en territorio mexicano, las cuales tienen como medición la producción en territorio nacional y la afectación en el comercio internacional en los países en los que México tiene parte como integrante del comercio global.

La presente es una investigación de carácter cuanti-cualitativo determinando las entidades mexicanas que producen este bien, la aportación en porcentajes de acuerdo a las regiones que lo producen , así como la contrastación contra lo que se importa desde los Estados Unidos de América y Canadá sus dos socios comerciales en el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) y las exportaciones hacia estos mismos países, determinando la importancia de la medición en cuestiones de esta enfermedad en los cerdos, lo que afecta la producción nacional y la dependencia económica en cuestiones de déficit comercial.

La finalidad del presente artículo pretende ser una herramienta de control para la enfermedad y además ser una manera de medir las necesidades de desarrollo regional como parte para la creación de más producción nacional y la disminución en las importaciones mexicanas.

Palabras Clave

TLCAN — Diarrea Epidémica Porcina — Fracción Arancelaria

[1] *Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez, Chihuahua, México*

***Autor de correspondencia**: luis_desantiago@utcj.edu.mx

1. Introducción

La diarrea epidémica porcina (DEP), a veces designada como "síndrome de la diarrea epidémica porcina", es una enfermedad viral no zoonótica de los cerdos, causada por un coronavirus, y caracterizada por diarrea acuosa y pérdida de peso. Pese a que la enfermedad se identificó y notificó por primera vez en 1971, recientemente se ha diagnosticado en poblaciones porcinas en países no afectados anteriormente.

La enfermedad afecta a cerdos de todas las edades, pero de forma más severa a los lechones neonatos, alcanzando una morbilidad y mortalidad de hasta el 100%, con una mortalidad que disminuye a medida en que aumenta la edad. Se trata de una enfermedad contagiosa que se transmite principalmente por ruta fecal y oral. En términos clínicos, se asemeja a otras formas de gastroenteritis porcina con signos como anorexia, vómito, diarrea y deshidratación. La prevención y el control se centran en una bioseguridad estricta y en la detección temprana. No existe tratamiento específico para la enfermedad [1].

El virus de la diarrea epidémica porcina. Fue descrito en el año 2014 en los Estados Unidos de América. Actualmente, se sabe que el virus de la diarrea epidémica porcina fue reconocido por primera vez en el Reino Unido en 1971 y en la última década se ha reportado en Europa, Asia, Estados Unidos, Centroamérica y Suramérica como causante de brotes en cerdos, caracterizados por síntomas como el vómito y la diarrea, así como por la alta mortalidad en animales jóvenes [2]. La diarrea epidémica porcina es una enfermedad epizoótica.

Epizootia. Enfermedad que acomete a una o varias especies de animales por una causa general y transitoria y, que equivale a la epidemia en el ser humano [3].

De la Figura 1 se observa dónde se determina la producción de carne de cerdo en canal y en base a cifras oficiales, y contrastado con las importaciones y exportaciones se obtiene la Figura 2.

De la Figura 2 se puede ver claramente cómo la balanza comercial registra un déficit en el comercio internacional del producto de la carne de cerdo de la fracción arancelaria 02032201, en la importación de los países que integran el TLCAN, la alta dependencia del comercio exterior, los costos

Producción de carne en canal de porcino
Toneladas

Entidad	Septiembre	Acumulado a septiembre		Variación	
		2018	2017	Absoluta	%
Nacional	**129,421**	**1,096,779**	**1,053,319**	**43,460**	**4.1**
Jalisco	28,606	234,680	223,653	11,027	4.9
Sonora	25,564	201,085	184,743	16,342	8.8
Puebla	14,016	123,948	121,704	2,244	1.8
Yucatán	11,966	107,754	103,917	3,837	3.7
Veracruz	11,603	97,515	92,965	4,550	4.9
Guanajuato	9,494	87,480	84,067	3,413	4.1
Michoacán	3,667	33,327	33,080	247	0.7
Chiapas	2,365	21,139	20,870	269	1.3
Oaxaca	2,588	19,700	19,451	249	1.3
Querétaro	2,093	17,850	16,548	1,302	7.9
Guerrero	1,695	15,648	15,636	12	0.1
México	1,871	15,177	15,437	-260	-1.7
Sinaloa	1,852	14,948	14,573	375	2.6
Nuevo León	1,441	13,279	15,017	-1,738	-11.6
Aguascalientes	1,286	11,587	11,472	115	1.0
Resto	9,314	81,662	80,186	1,476	1.8

Nota: Las entidades se encuentran ordenadas por el volumen acumulado a septiembre 2018.

Figura 1. Producción de carne en canal de porcino.

de producción, la disminución en la producción mexicana por cuestiones de la emergencia sanitaria han hecho que el desbalance en el comercio internacional sea así como se presentó anteriormente, lo que resulta en analizar las causas para mejorar la producción de la carne de cerdo y evitar la mortandad por esta enfermedad.

2. Metodología

Se usa un método cualitativo cuantitativo para de acuerdo a la clasificación arancelaria de la fracción 0203.22.01 la cual especifica en base a la base de datos de SIICEX-CAAAREM [4], Figura 3.

Posteriormente se contrasta con la balanza comercial en la página de la Secretaría de Economía [5], Figura 4.

Posteriormente se contrastan las cantidades del producto en base a su clasificación arancelaria por año y país de los que integran el TLCAN y se aplica la fórmula de restar las exportaciones a las importaciones. Es decir:

- Balanza comercial = (total de exportaciones – Total de importaciones)

El resultante que se expresa en números positivos refleja un superávit, pero por el lado contrario si se refleja en números negativos arrojará un déficit en la balanza de pagos, cuenta corriente [6].

El control de la enfermedad de la DEP en México permitió que en este 2018 los Estados Unidos de América a través de su de pendencia oficial el USDA (United States Department of Agriculture) y su sub dependencia el APHIS (Animal and Plant Health Inspection Servicie) declaran que el país liberó la emergencia por lo que las exportaciones mexicanas se reanudan en este 2018. Todo lo anterior resulta de una cooperación de acuerdo a lo que indica el artículo VII del TLCAN, el cual se cita textualmente.

Año	Exportaciones	País	Cantidad (Kgs.	resultado
2003	901,045	EUA	7,561,674	´- 6,660,629
	0	CAN	1,699,625	´- 1,699,625
2004	155,675	EUA	7,313,138	´- 7,157,463
	0	CAN	1,404,951	´- 1,404,951
2005	473,209	EUA	5,056,925	´- 4,583,716
	0	CAN	1,102,045	´- 1,102,045
2006	307,744	EUA	9,107,456	´- 8,799,712
	0	CAN	331,896	´- 331,896
2007	977,640	EUA	7,034,930	´- 6,057,290
	0	CAN	431,314	´- 431,314
2008	824,244	EUA	6,239,606	´- 5,415,362
	0	CAN	210,910	´- 210,910
2009	225,276	EUA	7,256,018	´- 7,030,742
	0	CAN	665,127	´- 665,127
2010	356,913	EUA	5,522,527	´- 5,165,614
	0	CAN	810,341	´- 810,341
2011	144,692	EUA	1,428,650	´- 1,283,958
	0	CAN	936,205	´- 936,205
2012	15,000	EUA	3,527,060	´- 3,512,060
	0	CAN	492,206	´- 492,206
2013	16,000	EUA	7,178,683	´- 7,162,683
	0	CAN	621,924	´- 621,924
2014	1,846	EUA	6,218,782	´- 6,216,936
	0	CAN	878,106	´- 878,106
2015	0	EUA	5,756,757	´- 5,756,757
	0	CAN	1,361,960	´. 1,361,960
2016	0	EUA	4,292,515	´- 4,292,515
	0	CAN	2,576,665	´- 2,576,665
2017	0	EUA	3,083,130	´- 3,083,130
	0	CAN	361,466	´- 361,466

Figura 2. Balance comercial de producción de carne de cerdo entre paises que integran el TLCAN.

Sección:	I	Animales vivos y productos del reino animal
Capítulo:	02	Carne y despojos comestibles
Partida:	0203	Carne de animales de la especie porcina, fresca, refrigerada o congelada.
		- Congelada:
SubPartida:	020322	-- Piernas, paletas, y sus trozos, sin deshuesar.
Fracción:	**02032201**	Piernas, paletas, y sus trozos, sin deshuesar.

Figura 3. Base de datos de SIICEX-CAAAREM.

3. El TLCAN y las emergencias sanitarias

El capítulo VII del TLCAN refiere a “medidas adoptadas o mantenidas por una parte relacionadas con el comercio agropecuario” por lo que es vital el cumplimiento a la presente legislación para dar cumplimiento a los compromisos adquiridos cuando se realizaron las negociaciones [7].

Capítulo VII sector agropecuario y medidas sanitarias y fitosanitarias.

- Sección A - Sector agropecuario:
  - Artículo 701: Ámbito de aplicación y extensión de las obligaciones.
  - Artículo 702: Obligaciones internacionales.
- Sección B - Medidas sanitarias y fitosanitarias:
  - Artículo 711: Apoyo en organismos no gubernamentales.
  - Artículo 712: Principales derechos y obligaciones.
    - Derecho a adoptar medidas sanitarias y fitosanitarias.
  - Artículo 713: Normas internacionales y organismos de normalización.
  - Artículo 714: Equivalencia.

Figura 4. Página web de la Secretaría de Economía.

  - ∗ Sin reducir el nivel de protección de la vida y la salud humana, animal y vegetal, las Partes buscarán, en el mayor grado posible y de conformidad con esta sección, la equivalencia de sus respectivas medidas sanitarias o fitosanitarias.
  - ∗ Cada Parte importadora: a) tratará una medida sanitaria o fitosanitaria adoptada o mantenida por una Parte exportadora como equivalente a una propia cuando la Parte exportadora, en cooperación con la Parte importadora, le proporcione información científica o de otra clase, de conformidad con métodos de evaluación de riesgo convenidos por esas Partes, para demostrar objetivamente, con apego al inciso b), que la medida de la Parte exportadora alcanza el nivel apropiado de protección de la Parte importadora.
  - Artículo 715: Evaluación de riesgo y nivel de protección apropiado.
  - Artículo 717: Procedimientos de control, inspección y aprobación.
  - Artículo 718: Notificación, publicación y suministro de información.
  - Artículo 720: Cooperación técnica.
  - Artículo 722: Establecimiento de medidas sanitarias y fitosanitarias.
  - Artículo 723: Consultas técnicas.

Capítulo VIII Medidas de emergencia, en específico el artículo 801: Medidas bilaterales [7]. En la sección siguiente se presenta el marco jurídico mexicano.

4. Marco jurídico nacional

La Ley Federal de Sanidad Animal establece:

- Artículo 1. La presente Ley es de observancia general en todo el territorio nacional y tiene por objeto fijar las bases para: el diagnóstico, prevención, control y erradicación de las enfermedades y plagas que afectan a los animales; procurar el bienestar animal; regular las buenas prácticas pecuarias aplicables en la producción primaria, en los establecimientos dedicados al procesamiento de bienes de origen animal para consumo humano, tales como rastros y unidades de sacrificio y en los establecimientos Tipo Inspección Federal; fomentar la certificación en establecimientos dedicados al sacrificio de animales y procesamiento de bienes de origen animal para consumo humano, coordinadamente con la Secretaría de Salud de acuerdo al ámbito de competencia de cada secretaría; regular los establecimientos, productos y el desarrollo de actividades de sanidad animal y prestación de servicios veterinarios; regular los productos químicos, farmacéuticos, biológicos y alimenticios para uso en animales o consumo por éstos. Sus disposiciones son de orden público e interés social [8].

5. Conclusión

El control de las enfermedades zoonóticas o epizoóticas por parte de las autoridades mexicanas responsables de la prevención, control y erradicación de las diferentes enfermedades que afectan a la producción de animales para el abasto del consumo de la población mexicana deben estar preparadas para evitar el contagio y su siguiente disminución de los hatos ganaderos, al evitar el brote y la propagación de enfermedades que afectan la producción de éstos se puede corregir la balanza comercial, reduciendo o eliminando la dependencia extranjera, logrando con lo anterior, el desarrollo y el crecimiento regional, de los estados dónde se produce aumentando con esto los ingresos creando y desarrollando empleos directos.

El impacto económico en base a la producción del producto se traduce en que al controlar los brotes por esta enfermedad, o cualquier otra, se refleja en el balance de la balanza de pagos, reflejando con esto, una mayor exportación a los países con los que México tiene firmado el TLCAN, al retomar la exportación a los Estados Unidos, se disminuye el déficit entre este y el nuestro. Como impacto técnico es el conocer la enfermedad, de manera de realizar cercos sanitarios que impedirán la propagación de manera oportuna disminuyendo las afectaciones en territorio nacional, fortaleciendo la producción de ésta especia y disminuyendo la dependencia extranjera.

Referencias

[1] Organización Mundial de Sanidad Animal. Oie, 2014. http://www.oie.int; accedido en mayo de 2018.

[2] R. Piñeros and J. Mogollón. Coronavirus en animales porcinos: Importancia y presentación del virus de la diarrea epidémica porcina en colombia. *Revista del Instituto Nacional de Salud*, 24(57):132–133, 2015.

[3] RAE. Rae, 2018. http://dle.rae.es; accedido en mayo de 2018.

[4] SIICEX-CAAAREM. Documentos de siicex-caaarem, 2018. http://www.siicex-caaarem.org.mx; accedido en noviembre de 2018.

[5] Secretaría de Economía. Sistema siavi, 2018. http://www.economia-snci.gob.mx; accedido en mayo de 2018.

[6] G. Baca. *Ingeniería Económica*. McGraw-Hill, México, 2015.

[7] Cámara de Diputados. Tlcan, diario oficial de la federación, 1993. http://www.mundosap.com/Spanish; accedido en mayo de 2018.

[8] Cámara de Diputados. Ley federal de sanidad animal, 2018. http://www.diputados.gob.mx; accedido en mayo de 2018.

Camino hacia la internacionalización: Logística internacional
ISBN: 978-607-8262-12-0

Super resolución y Tomografía de Emisión de Positrones (PET), historia, actualidad y perspectiva

Leandro José Rodríguez Hernández[1]*,Erick Toledo Gómez[2], Humberto Ochoa Domínguez[3]

Resumen
El Tomógrafo de Emisión de Positrones (PET) es un dispositivo utilizado para obtener imágenes que muestran el comportamiento metabólico de un ser vivo. Estas imágenes son de gran utilidad para el diagnóstico de enfermedades como el cáncer y Alzheimer. Es deseable que las imágenes producidas por estos aparatos posean la mejor resolución posible, con el menor tiempo de exposición al paciente, debido a cuestiones como la pequeña dosis de material radioactivo que tolera el cuerpo humano, limitaciones físicas del equipamiento, entre otras; sin embargo las imágenes obtenidas son de baja resolución. En este artículo se realiza una revisión de literatura de la técnica conocida como super resolución, aplicada al procesamiento de imágenes PET con el objetivo de mejorar la resolución de las mismas.

Palabras Clave
PET — Super Resolución — Procesamiento de Imágenes

[1,2,3] *Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez, Chihuahua, México*
***Autor de correspondencia**: al171971@alumnos.uacj.mx

1. Introducción

Un Tomógrafo de Emisión de Positrones, en adelante PET, basa su funcionamiento en la detección de fotones que se producen como consecuencia de la aniquilación de un positrón y un electrón [1]. Las imágenes obtenidas son útiles para el diagnóstico de enfermedades como el cáncer, la epilepsia y el Alzheimer [2] [3] debido a la capacidad del tomógrafo PET de detectar la actividad metabólica presente en este tipo de lesiones [4].

Es interés actual mejorar cada vez más la resolución de las imágenes que se obtienen como resultado de una adquisición PET. Varios son los enfoques y los autores que tratan esta temática quienes han obtenido resultados en este sentido mediante la mejora de los instrumentos en el scanner, pero estas soluciones son caras y específicas para cada modelo. Otra forma de mejora es aplicar super resolución a estas imágenes de baja calidad. Existen varios autores que han tratado dicha temática.

El principal objetivo de este trabajo es revisar las principales técnicas de super resolución existentes, analizar las principales fortalezas e ilustrar ejemplos de su aplicación en la obtención de imágenes PET.

Algunos algoritmos incluyen la super resolución en el proceso de reconstrucción de las imágenes. Otro enfoque es aplicarla a imágenes PET ya reconstruidas. El resto del artículo está organizado de la siguiente forma. En la Sección 2 se revisan los PET y su funcionamiento. En la Sección 3 se describe la super resolución y sus principales métodos. En la Sección 4 se analizan trabajos previos que abordan esta temática. En la Sección 5 se revisan patentes relacionadas con el tema y en la Sección 6 se presentan conclusiones.

2. Tomografía de Emisión de Positrones

Un Tomógrafo de Emisión de Positrones PET está formado por varios anillos (Figura 1 y Figura 2), cada uno de estos anillos contiene cristales capaces de detectar la interacción con los fotones que se producen en la aniquilación. Estos detectores consisten en un material cristalino centelleador que sirve como un medio de interacción para los fotones de alta energía y que emite luz visible cuando se deposita la energía dentro de ellos. Esta luz luego es detectada por un detector de fotones de luz visible y convertida en corriente eléctrica [4].

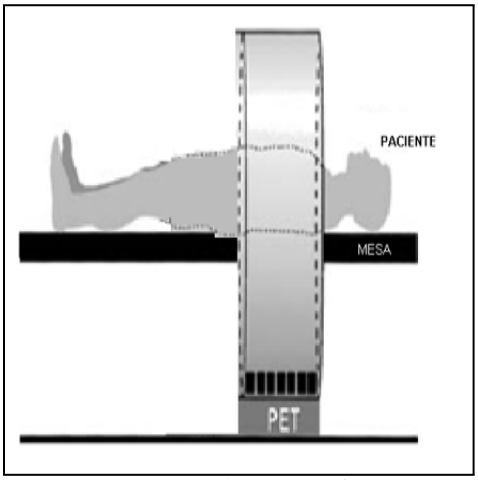

Figura 1. Modelo de tomógrafo PET [1].

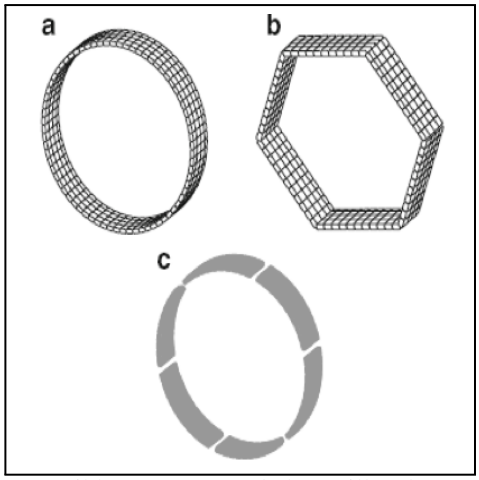

Figura 2. Posibles estructuras de los anillos detectores [1].

Para la lectura adecuada de imágenes a los pacientes se les inyectan dosis permisibles de sustancias radioactivas. Cuando se produce la descomposición de estas sustancias se producen positrones, estos positrones a su vez interactúan con electrones existentes en el cuerpo humano, produciéndose un fenómeno conocido como aniquilación. En este proceso se producen dos fotones que viajan en una misma dirección pero en sentido contrario. Es precisamente en la detección de estos fotones donde está el fundamento básico del funcionamiento de estos equipos [1].

Como anteriormente se menciona un PET está basado en la detección de dos fotones que arriben coincidentemente a los anillos detectores. Ambos fotones son detectados dentro de un intervalo de tiempo pequeño ($\approx$ 10 ns) y ubicados en una misma línea que conecta el centro de ambos detectores llamada línea de respuesta (Line of Reponse - LOR) [4]. Vea Figura 3.

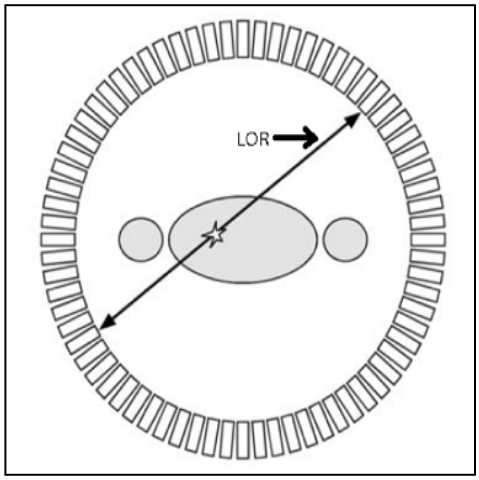

Figura 3. Línea de respuesta (LOR) [4].

El último paso en la adquisición de los datos es almacenar esa información en la computadora. Los eventos coincidentes son registrados en un sinograma. El evento es detectado a lo largo del LOR. No se conoce donde a lo largo del LOR ocurre el evento. Varios eventos ocurridos en un mismo LOR son guardados en el mismo pixel en el sinograma.

Para la reconstrucción de las imágenes finales a partir de los sinogramas existen dos algoritmos fundamentales: algoritmos analíticos como el filtered backprojection y algoritmos iterativos.

2.1 Filtered backprojection

En la adquisición 2D, la actividad a través de un LOR en un sinograma es la suma de todas las actividades detectadas por un par detector [1]. El filtered backprojection se emplea para reconstruir las imágenes de estos LOR, la matriz de reconstrucción se selecciona de un tamaño definido. Mientras que la matriz de imagen está en coordenadas cartesianas, los datos del sinograma están en coordenadas polares [1] [5]. Una imagen en (x, y) está relacionada con las coordenadas polares (r, ϕ) por la siguiente ecuación:

$$r = xsin\phi + ycos\phi \tag{1}$$

La Figura 4 despliega la relación descrita por la ecuación anterior [6].

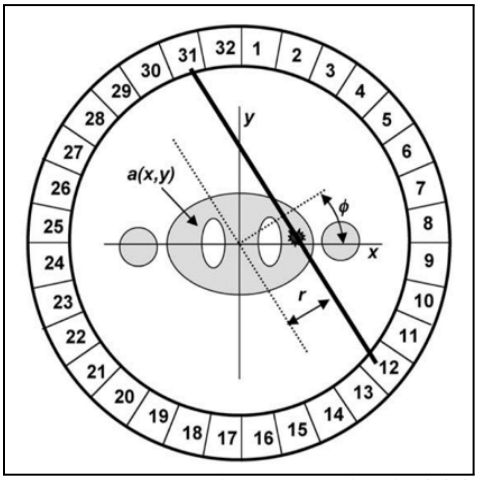

Figura 4. Corte transversal y proceso de adquisición [4].

Para cada pixel de imagen (x, y) en cada ángulo de proyección (ϕ, r) se calcula por la ecuación (1). Los recuentos medidos en el sinograma de proyección correspondiente al r calculado se añaden al pixel (x, y) en la matriz de reconstrucción. Esto se repite para todos los ángulos de proyección. Por lo tanto, la imagen de la forma A(x,y) en la matriz de reconstrucción está dada por:

$$A(x,y) = \frac{1}{N}\sum_{N=1}^{N} p(r,\phi) \tag{2}$$

Donde p (r, ϕ) es la densidad de conteo en el sinograma y N es el número de ángulos de proyección. Cuando todos los píxeles han sido computados, se obtiene como resultado una imagen reconstruida.

2.2 Métodos iterativos

Otra línea más novedosa en las técnicas de reconstrucción de imágenes de tomografía son los llamados métodos iterativos. El auge de la capacidad computacional en la actualidad ha permitido la adopción de este tipo de algoritmos de elevada complejidad algorítmica.

Existen dos vertientes principales: los algoritmos de interpretación determinista y los de interpretación estocástica.

En la interpretación determinista, que reciben el nombre genérico de métodos de reconstrucción algebraicos (ART - Algebraic Reconstruction Techniques) se utiliza un método iterativo para resolver el sistema de ecuaciones lineales (Ax=b), los valores de los pixeles son considerados como variables recolectadas en el vector x y el proceso de formación de la imagen se describe como la matriz A. Las adquisiciones de las proyecciones son almacenadas en el vector b [7].

La interpretación estocástica resuelve el sistema de ecuaciones Ax=b, siendo b el conjunto de datos, A una matriz conocida y x las incógnitas. El método habitual es el de máxima verosimilitud (MLE - Maximux Likelihood Estimator), que estima la imagen con mayor probabilidad de generar las proyecciones obtenidas [8].

Una variante del método anterior es el Ordered Subset Expectation Maximization (OSEM) que agrupa los detectores en subconjuntos (o bloques) y hace el procesamiento de cada subconjunto en iteraciones, haciendo un bloque cada vez [9] [10].

A continuación se muestra el pseudo código para el algoritmo OSEM (Figura 5):

m=0,x^m initialised,positive
while no convergence of x^m **do**
  $x^1 = x^m$, m=m+1
  for subsets i=1,...,n **do**
    i. project
    Calculate expected values for cumulative counts y as
    $\mu_i^t = \sum_{j=1}^{J} a_{tj} x_j^i$
  end for
  for detectors $t \in S_i$ **do**
    ii. backprojected. Calculate
    $x_j^{i+1} = x_j^i \sum_{t \in S_i} \frac{y_t a_{tj}}{\mu_t^i} / \sum_{t \in S_i} a_t^j$
    for pixels j = 1,...., J
  end for
  $x^m = x^{n+1}$
end while

Figura 5. Algoritmo OSEM [9].

En [11] se propone un algoritmo bayesiano de reconstrucción de imágenes para la tomografía PET. Incorpora la naturaleza de Poisson del ruido en los datos de proyección y utiliza una entropía no uniforme como una distribución de probabilidad a priori de la imagen en un enfoque máximo a posteriori (MAP – Maximun a Posteriori). El método de maximización de expectativa (EM – Expectation Maximization) se aplicó para encontrar el estimador de MAP. El método numérico Newton-Raphson, cuya convergencia y soluciones positivas están comprobadas, se utilizó para resolver el problema EM.

En [12] proponen un algoritmo de EM ponderado para la reconstrucción de imágenes en tomografía de rayos X. En estos casos, las imágenes reconstruidas mediante el uso del algoritmo de EM convencional pueden contener artefactos de tipo anillo y estriado que son atribuibles a una combinación de inconsistencias de datos y truncamiento de los datos de proyección. Los autores demostraron que el algoritmo EM ponderado propuesto mitiga efectivamente tales artefactos de imagen.

Entre las ventajas de los enfoques iterativos se puede mencionar una mayor corrección de los niveles de ruido en las imágenes lo que permite una reconstrucción más fiel de la imagen.

Los algoritmos estadísticos basados en la máxima verosimilitud son actualmente el método preferido de reconstrucción.

3. Super Resolución

En la mayoría de las aplicaciones de imágenes electrónicas, imágenes con alta resolución (HR – High Resolution) son deseadas y frecuentemente requeridas, debido a que muestran un mayor nivel de detalles en la información que muestran. Una imagen de alta resolución puede ofrecer más detalles críticos que son útiles en varias aplicaciones.

En las imágenes médicas es de vital importancia para el diagnóstico correcto. En las imágenes satelitales para distinguir un objeto de los similares y para obtener un mayor rendimiento en los programas de reconocimiento de patrones. En la visión computacional también es útil contar con imágenes de alta resolución para reconocimiento de objetos y características específicas [13].

El objetivo central de la super resolución de múltiples cuadros es obtener una imagen de alta resolución utilizando para ello múltiples imágenes de baja resolución.

La premisa básica para incrementar la resolución es la de disponer de un grupo de imágenes de baja resolución de la misma escena que tengan desplazamientos entre ellas a nivel de subpixel. La información contenida en cada una de las imágenes de baja resolución puede ser reunida para conformar la imagen de alta resolución.

A continuación se menciona lo que la literatura define como Modelo de Observación, el cual relaciona la imagen de alta definición original con las imágenes de baja resolución observadas. La ecuación siguiente describe esta relación:

$$y_k = DB_k M_k + n_k \tag{3}$$

Donde y_k son las imágenes de baja resolución, x es la imagen de alta resolución, D es la matriz de desplazamientos relativos, B_k representa la matriz borrosa y M_k la matriz de deformación [13].

Algunos de los principales enfoques de la super resolución, son mencionados a continuación.

3.1 Enfoque de interpolación no uniforme

Este enfoque plantea tres etapas para procesar la imagen (Figura 6): i) estimación de movimiento relativo, ii) inter-

polación no uniforme para producir una imagen de resolución mejorada, y iii) proceso de deblurring [6].

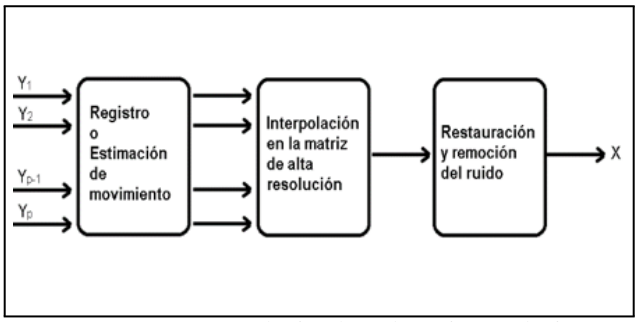

Figura 6. Super resolución basada en interpolación.

3.2 Enfoque de dominio de frecuencia

Hace un uso explícito de la distorsión que existe en cada imagen de baja resolución (LR - Low Resolution) para reconstruir una imagen de alta resolución. En [14] derivan un sistema ecuaciones que describen la relación entre las imágenes de baja resolución y la imagen de alta resolución deseada utilizando el movimiento relativo entre las imágenes de baja resolución.

3.3 Enfoque de super resolución regularizada

3.3.1 Variante determinista

Este enfoque resuelve el problema planteado en la ecuación (3) utilizando información previa sobre la solución. Una solución propuesta en [15] resulta en la ecuación iterativa siguiente:

$$\hat{x}^{n+1} = \hat{x}^n + \beta \left[\sum_{k=1}^{P} W_k^T (y_k - W_k \hat{x}^n) - \alpha C^T C \hat{x}^n \right] \qquad (4)$$

3.3.2 Variante estocástica

Típicamente presenta un enfoque bayesiano, que proporciona una manera flexible y conveniente del modelo de conocimiento a priori sobre la solución.

Los métodos de estimación bayesiana se usan cuando se puede establecer la función de densidad de probabilidad (PDF – Probability Density Function) de la imagen original.

Enfoque Proyecciones en Conjuntos Convexos (POCS – Projection onto Convex Sets). El método POCS de reconstrucción resuelve el problema de restauración e interpolación para estimar la imagen de alta resolución [16].

La formulación del POCS fue sugerida por [17] y posteriormente ampliada en [18]. Según el método, incorporar un conocimiento previo a la solución puede ser interpretado como restringir la solución para que sea miembro de un conjunto cerrado C_i que es definido como un conjunto de vectores que satisfacen una propiedad particular. Si los conjuntos tienen una intersección no vacía, entonces la solución pertenece a la intersección. Toda solución dentro de este conjunto intersección es una solución factible [13].

También existe un enfoque que aborda la super resolución a partir de una sola imagen. Varios son los métodos que dan una solución desde la perspectiva de una única imagen.

En el año 2010 los autores de [18] plantean un algoritmo cuyo objetivo es recuperar una imagen original a partir de su versión ruidosa borrosa y reducida. Dicho algoritmo, asume un modelo local de Sparse-Land [19] en la imagen, sirviendo como regularización.

En el 2014 en [20] se aborda la super resolución de una única imagen utilizando un modelo de predicción estadística basado en representaciones dispersas de parches de imágenes de baja y alta resolución. La predicción de parches de alta resolución se obtiene a través de la estimación error cuadrático medio (MMSE - Minimum Mean Square Error).

En [21] se propone mapear directamente desde parches de baja a alta resolución usando bosques aleatorios. Durante el entrenamiento de los árboles, optimizan un objetivo regularizado que no solo opera en el espacio de salida sino también en el espacio de entrada, que se adapta especialmente a la tarea de regresión.

En [22] se propone un método de superresolución de imágenes utilizando una red convolucional profunda recursiva. La red tiene una capa recursiva muy profunda (hasta 16 recurrencias). El aumento de la profundidad de recursión puede mejorar el rendimiento sin introducir nuevos parámetros para convoluciones adicionales.

La idea planteada en [23] puede manejar múltiples variantes de degradación espacial, lo que mejora significativamente la viabilidad del método. Amplios resultados experimentales en imágenes LR sintéticas y reales muestran que la red de super resolución convolucional propuesta no solo puede producir resultados favorables en degradaciones múltiples sino que también es computacionalmente eficiente, proporcionando una solución altamente efectiva y escalable para aplicaciones prácticas.

El artículo [24] presenta un nuevo enfoque a la superresolución de una sola imagen, basada en una representación de señal dispersa. La investigación sobre estadísticas de imágenes sugiere que los parches de imágenes pueden estar bien representados como una combinación lineal dispersa de elementos de un diccionario de sobre-completo elegido apropiadamente.

En [25] tratan el problema de escalado de una sola imagen utilizando modelado de representación dispersa. El objetivo es recuperar una imagen original de su versión ruidosa borrosa y reducida. Como este problema está muy mal planteado, se utilizan conocimiento a priori para regularizarlo.

El enfoque en [26] se basa en la observación de que los parches en una imagen natural tienden a repetirse de forma redundante muchas veces dentro de la imagen, tanto dentro de la misma escala como a través de diferentes escalas. La recurrencia de parches dentro de la misma escala de imagen da lugar a la súper resolución clásica, mientras que la repetición de parches en diferentes escalas de la misma imagen da lugar a superresolución basada en ejemplos.

En [27] se extiende la SR basado en la auto-similitud. Expanden el espacio de búsqueda de parche interno al permitir variaciones geométricas. Lo hacen al localizar explícitamente

planos en la escena y utilizando la geometría de perspectiva detectada para guiar el proceso de búsqueda de parches. Se incorporan transformaciones adicionales afines para adaptarse a las variaciones de formas locales.Se propone un modelo de composición que permita manejar a la vez ambos tipos de transformaciones.

Los autores de [28] proponen un método de super resolución basado en la regresión lineal en diferentes frecuencias medias.

En [29] se propone un método de súper resolución sin comprometer la calidad. En primer lugar, apoyan el uso de diccionarios aprendidos escasos en combinación con métodos de incrustación vecinos. En este caso, los vecinos más cercanos se calculan utilizando la correlación con los átomos del diccionario en lugar de la distancia euclidiana.

En [30] se presenta un método rápido y de alto rendimiento para super resolución con aprendizaje externo. Utilizan un árbol bimodal para la agrupación, que explota con éxito la invariancia del mapeo de alto a grueso de los parches de imagen y proporciona escalabilidad a particiones más finas del espacio.

En [31] presentan una red neuronal convolucional capaz de realizar la SR en tiempo real de videos 1080p en un solo GPU. Para lograr esto, proponemos una nueva arquitectura de red neuronal convolucional donde se extraen los mapas de características en el espacio LR.

En [32] proponen una red neuronal convolucional compacta en forma de reloj de arena para realizar una SR más rápida y rediseñan la estructura red neuronal convolucional compacta para super resolución.

4. SR+PET

Como se mencionó anteriormente diversos autores han tratado el tema de la super resolución y como aplicarla a imágenes formadas en un PET. En [33] se mencionan las principales características de la super resolución, así como las principales aplicaciones que tiene en diferentes campos. En [34] se propone un nuevo algoritmo de visualización de imágenes progresivas basado en la transformada de coseno discreta (DCT - Discrete Cosine Transform), haciendo hincapié en el proceso de codificación y decodificación. En el codificador se considera un conjunto de imágenes de baja resolución que están corrompidas por ruido gaussiano blanco aditivo y el desenfoque debido al movimiento. Las imágenes de baja resolución se comprimen utilizando bloques de 8x8 pixeles. La fusión se realiza para obtener una única imagen libre de ruido. En el decodificador, la imagen se reconstruye progresivamente transmitiendo primero la imagen más gruesa seguida por los detalles de la imagen, para obtener, finalmente, la imagen en super resolución.

En [35] presentan un marco innovador para reconstruir imágenes de resonancia magnética de difusión de alta resolución espacial (dMRI – Magnetic Resonance Imaging) a partir de múltiples imágenes de LR. Ahí combinan los conceptos de sensado compresivo (CS – Compressed Sensing) y super-resolución clásica para reducir el tiempo de adquisición al tiempo que aumenta la resolución espacial. Utilizan imágenes de LR desplazadas por subpíxeles con direcciones de difusión reducidas y no superpuestas para reducir el tiempo de adquisición.

En [36] se describe el uso de la super resolución aplicada a las imágenes de PET, tal estudio se basa en el enfoque de [37], donde una imagen de alta resolución se estima mediante la proyección de varias imágenes de LR observadas, este estudio demostró la viabilidad de aplicar técnicas de SR a la imagenología PET. El trabajo en [38] introdujo un esquema de mejora de la resolución en el dominio sinograma, en el que los datos se obtienen a través de movimiento relativo. El algoritmo descrito obtiene una estimación del sinograma HR mediante interpolación seguida por la reconstrucción utilizando EM).

Los autores de [39] introdujeron un algoritmo modificado de EM para reconstruir imágenes de HR a partir de sinogramas LR, reportando alta calidad de las imágenes a un tiempo de procesamiento razonable.

Se puede agregar que el área de la calidad de las imágenes médicas puede ser aún mejorada, además de que resulta necesario. Para ello es factible utilizar técnicas de procesamiento de imágenes como la super resolución, con el objetivo de mejorar la resolución de las imágenes y contribuir con la certeza de los diagnósticos médicos.

5. Desarrollos tecnológicos

A continuación se muestran aplicaciones de la transferencia tecnológica de la SR aplicada a dispositivos de adquisición de imágenes médicas.

- US20110268334A1, apparatus for Improving Image Resolution and Apparatus for Super-Resolution Photography Using Wobble Motion and Point Spread Function (PSF), in Positron Emission Tomography [40].
- WO2013162172A1, method for obtain PET images with super resolution using a movement of PET device [41].
- KR101493683B1, super resolution apparatus and methods using LOR reconstruction based cone-beam in PET image [42].
- US20140328528A1, super-Resolution Apparatus and Method [43].
- KR20110121536A, method and apparatus for super-resolution using wobble motion and psf in positron emission tomography [44].
- JP2017113182A, super-resolution system of mr image [45].
- US20150125059 A1, fast iterative algorithm for superresolving computed tomography with missing data [46].
- US20110319752 A1, image super enhancement [47].
- US2014/010307, system and method for ultra-high resolution tomographic imaging [48].

- WO2013121312, high resolution volumetric image generation based on super resolution post-processing and point spread function [49].
- US20160078606 A1, super-resolution apparatus and method [50].

De la revisión tecnológica anterior se pueden destacar los trabajos siguientes, En [40], los autores proporcionan un aparato y método para mejorar la resolución de la imagen en una tomografía de emisión de positrones (PET), pueden reconstruir una imagen de alta resolución en un sistema PET utilizando un movimiento de un detector completo o un movimiento de cama aplicando un algoritmo de super resolución.

En [41] la invención proporciona un método para obtener imágenes de PET de resolución ultra alta usando un dispositivo de accionamiento del aparato de PET. Además, es posible aumentar la sensibilidad del PET para un detector más grande sin pérdida de resolución y por lo tanto es posible obtener una imagen de mayor calidad.

En [43] se proporciona un método de super resolución basado en imágenes que utiliza una reconfiguración de línea de respuesta (LOR – Line of Response) basada en un cono en una imagen de tomografía por emisión de positrones (PET). Es decir, se proporciona un aparato y un método para reconfigurar una imagen PET de súper resolución utilizando una reconfiguración LOR basada en un cono.

En [44] se proporciona un dispositivo de súper resolución y un método de super resolución que utiliza un movimiento de oscilación en la tomografía de emisión de positrones para obtener una imagen con mejor resolución. Una unidad clasificadora de señal clasifica la señal de entrada aplicada a través del movimiento de acuerdo con la posición de los detectores del tomógrafo PET. Un primer generador de imágenes genera un primer conjunto de imágenes de baja resolución mediante la recomposición de la señal de entrada clasificada. Un segundo generador de imágenes genera una segunda información de imagen aplicando un algoritmo de super resolución.

6. Conclusiones

Como se puede apreciar en la revisión tecnológica la super resolución de múltiples imágenes es la que mayormente ha sido utilizada en los desarrollos tecnológicos. La necesidad de contar con diferentes imágenes desplazadas a nivel de subpixel para aplicar la técnica de super resolución plantea una dificultad en el proceso de adquirir las imágenes, ya que se necesita implementar soluciones que “desplacen” o muevan ya sea el objetivo o el dispositivo para adquirir las imágenes. Esto generalmente conlleva a un gasto extra en el proceso de manufactura, debido a que los equipos de adquisición de imágenes no se encuentran diseñados para este fin.

Sin embargo, la super resolución de una sola imagen cuenta ya con sólidas bases teóricas y con una probada eficiencia. Esta solución no necesita de múltiples vistas para aplicar la super resolución, por lo que es factible de ser implementada sin necesidad de hacer cambios en el equipamiento actual.

Aplicar este tipo de solución puede mejorar la calidad visual de las imágenes y por lo tanto facilitar el diagnóstico médico. En futuros trabajos se pudieran explorar opciones para aplicar esta última en técnicas de imagenología PET.

Referencias

[1] Gopal B. Saha. *Chapter 1 - PET Scanning Systems*. Springer-Verlag New York, 2010.

[2] W. Van Paesschen, P. Dupont, S. Sunaert, K. Goffin, and K. Van Laere. The use of spect and pet in routine clinical practice in epilepsy. *Current opinion in neurology*, 2007.

[3] T. DeGrado, B. Kemp, M. Pandey, H. Jiang, T. Gunderson, L. Linscheid, A. Woodwick, D. McConnell, J. Fletcher, G. Johnson, R. Petersen, D. Knopman, and V. Lowe. First-in-human pet imaging of 63zn-zinc citrate in healthy elderly subjects and patients with alzheimer’s disease. *The Journal of Nuclear Medicine*, 52(2), 2016.

[4] M. E. Phelps. *PET Physics, Instrumentation and Scanners*. 2006.

[5] G. J. Gang, J. W. Stayman, W. Zbijewski, and J. H. Siewerdsen. Task-based detectability in ct image reconstruction by filtered backprojection and penalized likelihood estimation. *Med. Phys*, 2016.

[6] J. J. Clark, M. R. Palmer, and P. Laurence. A transformation method for the reconstruction of functions from nonuniformly spaced samples. *IEEE Trans. Acoust., Speech, Signal Processing*, 1985.

[7] A. C. Kak and M. Slaney. *Principles of Computerized Tomographic Imaging*. 1988.

[8] L. A. Shepp and Y. Vardi. Maximum likelihood reconstruction for emission tomography. *IEEE TRANSACTIONS ON MEDICAL IMAGING*, 1(2), 1982.

[9] H. M. Hudson and R. S. Larkin. Accelerated image reconstruction using ordered subsets of projection data. *IEEE TRANSACTIONS ON MEDICAL IMAGING*, 20, 1994.

[10] L. A. Shepp and Y. Vardi. Preserving poisson characteristics of pet data with weighted osem reconstruction. *IEEE Nuclear Science Symposium Conference Record*, 1998.

[11] R. Noumeir, G. E. Mailloux, and R. Lemieux. An expectation maximization reconstruction algorithm for emission tomography with non-uniform entropy prior. *International Journal of Bio-Medical Computing*, 39(3):299–310, 1995.

[12] J. Zhang, D. Shi, M. A. Anastasio, J. Sillanpaa, and J. Chang. Weighted expectation maximization reconstruction algorithms with application to gated megavoltage tomography. *Physics in Medicine & Biology*, 50(21), 2005.

[13] Sung Cheol Park, Min Kyu Park, and Moon Gi Kang. Super-resolution image reconstruction: A technical overview. *IEEE Signal Processing Magazine*, 2003.

[14] R. Tsai and T. Huang. Multipleframe image restoration and registration. *Advances in Computer Vision and Image Processing*, 1984.

[15] A. K. Katsaggelos. *Digital Image Restoration*. Springer-Verlag Heidelberg, Germany, 1991.

[16] C. Fan, J. Zhu, J. Gong, and C. Kuang. Pocs super-resolution sequence image reconstruction based on improvement approach of keren registration method. *Sixth International Conference on Intelligent Systems Design and Applications*, 2006.

[17] H. Stark and P. Oskoui. High resolution image recovery from image-plane arrays, using convex projections. *J. Opt. Soc. Am. A*, 6:1715–1726, 1989.

[18] R. Zeyde, M. Elad, and M. Protter. Single image scale-up using sparse-representations. *International Conference on Curves and Surfaces*, 2010.

[19] R. Rubinstein, T. Peleg, and M. Elad. Analysis k-svd: A dictionary-learning algorithm for the analysis sparse model. *IEEE Transactions on Signal Processing*, 61(3):661–677, 2013.

[20] T. Peleg and M. Elad. A statistical prediction model based on sparse representations for single image super-resolution. *IEEE Transactions on Image Processing*, 23(6), 2014.

[21] S. Schulter, C. Leistner, and H. Bischof. Fast and accurate image upscaling with super-resolution forests. *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 2015.

[22] J. Kim, J. Kwon Lee, and K. Mu Lee. Deeply-recursive convolutional network for image super-resolution. *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 2016.

[23] K. Zhang, W. Zuo, and L. Zhang. Learning a single convolutional super-resolution network for multiple degradations. *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 2018.

[24] J. Yang, J. Wright, T. Huang, and Y. Ma. Image super-resolution via sparse representation. *IEEE Transactions on Image Processing*, 19(11):2861–2873, 2010.

[25] R. Zeyde, M. Elad, and M. Protter. Single image scale-up using sparse representations. *Curves and Surfaces*, 2010.

[26] D. Glasner, S. Bagon, and M. Irani. Super-resolution from a single image. *Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision*, pages 349–356, 2009.

[27] J.-B. Huang, A. Singh, and N. Ahuja. Single image super-resolution from transformed self-exemplars. *Computer Vision and Pattern Recognition*, 2015.

[28] S. Gu, N. Sang, and F. Ma. Single image super-resolution from transformed self-exemplars. *21st International Conference on Pattern Recognition*, 2012.

[29] R. Timofte, V. De, and L. Van Gool. Anchored neighborhood regression for fast example-based super-resolution. *IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV)*, page 1920–1927, 2013.

[30] J. Salvador and E. Perez-Pellitero. Naive bayes super-resolution forest. *IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV)*, 2013.

[31] W. Shi, J. Caballero, F. Huszar, J. Totz, A. P. Aitken, R. Bishop, D. Rueckert, and Z. Wang. Real-time single image and video super-resolution using an efficient. *Computer Vision and Pattern Recognition*, 2016.

[32] C. Dong, C. C. Loy, and X. Tang. Accelerating the super-resolution convolutional neural network. *European Conference on Computer Vision, Springer*, page 391–407, 2016.

[33] A. Singh and J. Singh Sidhu. Super resolution applications in modern digital image processing. *International Journal of Computer Applications*, 150(2), 2016.

[34] R. K. Liyakathunisa. A novel super resolution reconstruction of low resolution images progressively using dct and zonal filter based denoising. *International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT)*, 3(1), 2011.

[35] L. Ning, K. Setsompop, O. Michailovich, N. Makris, C.-F. Westin, and Y. Rathi. A compressed-sensing approach for super-resolution reconstruction of diffusion mri. *Inf Process Med Imaging*, 2015.

[36] J. Kennedy, O. Israel, A. Frenkel, R. Bar-Shalom, and H. Azhari. Super-resolution in pet imaging. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 25(2):137–147, 2006.

[37] M. Irani and S. Peleg. Motion analysis for image enhancement: Resolution, occlusion, and transparency. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 4(4):324–335, 1993.

[38] K. Y. Jeong, J. H. Kim, K. M. Kim, and J. B. Ra. Sinogram super-resolution using a space-variant blur matrix in pet. *IEEE Transactions on Nuclear Science*, 60(1):158–165, 2013.

[39] Y. Li, S. Matej, and S. D. Metzler. Image reconstructions from super-sampled data sets with resolution modeling in pet imaging. *Medical physics*, 41(12), 2014.

[40] J. Beom Ra, K. Young Jeong, W. Hyun Nam, and J. Hye Kim. Apparatus for improving image resolution and apparatus for super-resolution photography using wobble motion and point spread function (psf), in positron emission tomography. *Patente US20110268334A1*, 2011.

[41] H. Keun Kim, Y. Don Son, Z. Hee Cho, and Y. Bo Kim. Method for acquiring pet image with ultra high

resolution using movement of pet device. *Patente WO2013162172A1*, 2012.

[42] Na Jong Beom, An Il Joon, Kim Ji Hye Nam Woo Hyun, and Yong Jin Jang. Super-resolution apparatus and method using lor reconstruction based cone-beam in pet image. *Patente KR101493683B1*, 2013.

[43] J. Beom Ra, Jun AHN, J. Hye Kim, and Y. Jin Chang. Super-resolution apparatus and method. *Patente US20140328528A1*, 2013.

[44] Kim Ji-hye, Na Jung-bum, Nam Woo-hyun, and Jeong Geun-young. Method and apparatus for super-resolution using wobble motion and psf in positron emission tomography. *Patente KR20110121536A*, 2010.

[45] M. Iwata, K. Matsuzaki, K. Nakahara, S. Yoshida, H. Shigemasu, H. Kadota, T. Kimura, R. Aoki, K. Boku, and S. Morinobu. Super-resolution system of mr image. *Patente JP2017113182A*, 2015.

[46] T. J. Holmes and S. M. Larkin. Fast iterative algorithm for superresolving computed tomography with missing data. *Patente US20150125059A1*, 2015.

[47] A. Steinberg, S. Philipp, R. Cohen, and D. Tolkowsky. Image super enhancement. *Patente US20110319752A1*, 2011.

[48] S. Do, T. Brady, and R. Gupta. System and method for ultra-high resolution tomographic imaging. *Patente US2014010307*, 2014.

[49] L. Yechiel and L. Goshen. High resolution volumetric image generation based on super resolution post-processing and point spread function. *Patente WO2013121312*, 2013.

[50] J. B. Ra, I. J. Ahn, J. H. Kim, and Y. J. Chang. Super-resolution apparatus and method. *Patente US20160078606A1*, 2016.

Camino hacia la internacionalización: Logística internacional
ISBN: 978-607-8262-12-0

Vehículos de tres ruedas con vista hacia la movilidad urbana: Una revisión del estado del arte

Alejandro Omar Guzmán Ríos[1]*, Manuel de Jesús Nandayapa Alfaro[2]

Resumen
Un desafío de las grandes ciudades es el problema en la movilidad urbana, debido al crecimiento acelerado de la población. Para contrarrestar el problema del tráfico vehicular, se han encontrado diversas soluciones, entre las que se incluyen el desarrollo de estructuras vehiculares ligeras y compactas. El trabajo consiste en una revisión del estado del arte respecto a vehículos de tres ruedas (TWV's), desarrollados con el propósito de reducir el consumo de energía lo que disminuirá el impacto ambiental. La investigación se divide en una descripción general de los tipos de TWV's, resaltando las ventajas entre las diferentes disposiciones de las ruedas. Posteriormente, se menciona la mejora en el consumo de energía de los TWV's mediante la integración de motores eléctricos y materiales ligeros. Por último, se describe la integración de los TWV's en algunas ciudades.

Palabras Clave
Vehículo de Tres Ruedas — Configuración Delta — Configuración Tadpole — Movilidad Urbana

[1,2] *Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez, Chihuahua, México*
***Autor de correspondencia**: al171476@alumnos.uacj.mx

1. Introducción

Las actividades de transporte son la razón principal de inestabilidad característica de las ciudades urbanas y aunque los sistemas de transporte impulsan el desarrollo social y económico por otro lado, tienen diversos impactos negativos: congestión vehicular, contaminación, accidentes mortales, consumo de energía, entre otros más. El mundo está volviéndose más dinámico en cuestiones de desplazamiento poblacional, de aquí que el término de movilidad urbana adquiera importancia [1].

El enfoque de movilidad urbana podría acercarse hacia la definición del derecho al libre tránsito, una sinergia entre el medio ambiente, el espacio público, la tecnología y la infraestructura. Sin embargo, la movilidad puede entenderse como la suma de los desplazamientos individuales, caracterizado por el aumento en el número de viajes, la distancia y el tiempo de traslado [2].

Las estrategias de movilidad urbana pueden implicar objetivos específicos como ampliar el espacio de las vialidades o manufacturar vehículos más eficientes. Los beneficios obtenidos pueden corresponder con el confort, zonas libres de tráfico, reducción en el consumo de energía, ahorro en tiempo y dinero, disminuir los accidentes en tráfico y reducir la contaminación [2], [3] y [4]. En años recientes, países desarrollados y en vías de desarrollo, han creado políticas para gestionar la movilidad con el fin de reducir los viajes en automóvil y optar por el uso de otros medios de transporte.

En éste sentido, los TWV's son uno de los principales transportes utilizados en los países desarrollados, su reducido espacio y la facilidad de conducción son aptos para la movilidad urbana [5]. En las últimas décadas, diversos diseños de TWV's han sido propuestos por empresas automotrices, como el Ford Gyron, el Lean Machine de GM [6] y recientemente el i-ROAD de Toyota.

2. El CO_2

Las emisiones de escape provenientes de la emisión evaporativa de los vehículos automotores están formadas por diferentes contaminantes. El monóxido de carbono (CO) es un gas incoloro e inodoro que resulta de la combustión incompleta de combustibles fósiles.

La gasolina obtenida por destilación del petróleo, al quemarse produce dióxido de carbono (CO_2), agua (H_2O), óxidos de nitrógeno (NOX) y energía. El diésel por su parte, también genera diversos contaminantes como óxidos de azufre (SO_2) y más de 400 partículas finas diferentes [7].

Información estadística recopilada en [8] muestra que más del 54% de la población mundial reside en áreas urbanas, lugares donde se genera más del 70% de las emisiones de CO_2. En la región de Latinoamérica y el Caribe, el 80% de la población reside en áreas urbanas [9], mientras que en Europa el 75% reside en áreas urbanas [1]. En la Figura 1 se observan los 10 principales países generadores de CO_2.

Datos de la Agencia Internacional de Energía (AIE), muestran que durante el año 2011 las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero (GEI) alcanzaron 22% pertenecientes al sector transporte, un 42% atribuibles al sector de energía y el 21% a la industria [10].

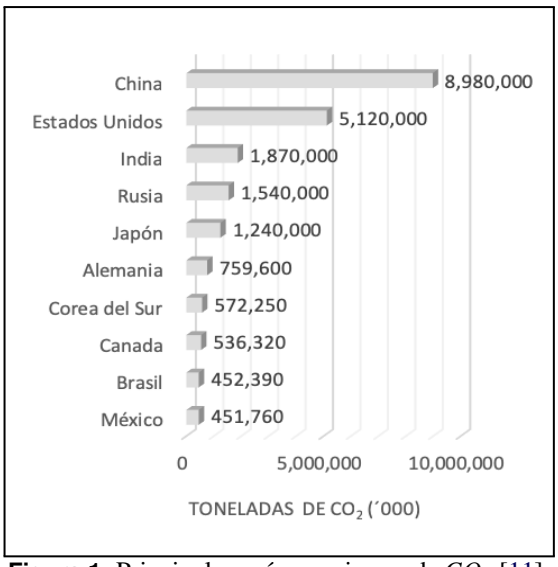

Figura 1. Principales países emisores de CO_2 [11].

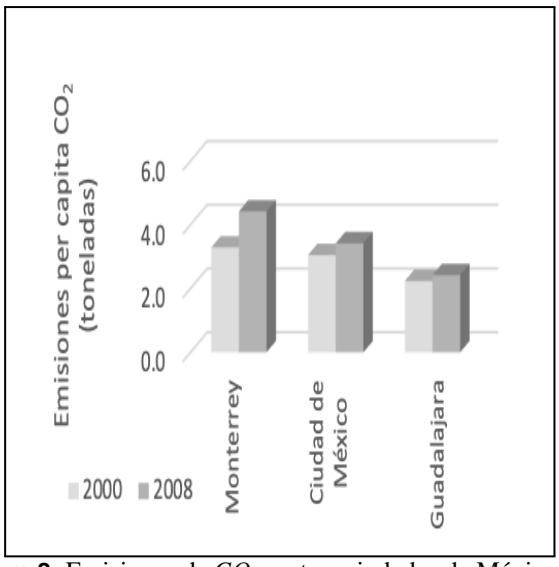

Figura 2. Emisiones de CO_2 en tres ciudades de México [8].

Utilizar entonces menos gasolina o diésel, se traduce en reducir la emisión de GEI, si se considera que las emisiones promedio de CO_2 de un vehículo es de aproximadamente 125 g/Km [12]. Dada la diversidad en tamaño de vehículos en circulación, así como los hábitos de manejo entre otros factores, se ha determinado matemáticamente el cálculo de emisiones de CO_2 mediante la siguiente ecuación (1):

$$CO_2 = \sum E_{sjt} F_{jt} \tag{1}$$

Donde E es el consumo energético en el año t del sector s que usa combustible j y F es el factor de emisión por unidad energética. De la ecuación (1), se obtiene el modelo para el cálculo del consumo energético en cualquier año:

$$E_t = \sum V_{ijkt} D_{ijkt} I_{ijkt} Pc_{ijkt} \tag{2}$$

donde E_t es el consumo energético total del autotransporte en el año t, V_{ijkt} es la cantidad de vehículos i del año modelo k que usan combustible j, D_{ijkt} es la distancia anual recorrida en Km, I_{ijtk} es la intensidad de combustible del vehículo, V_{ijkt} y Pc_{ijkt} es el poder calorífico [10].

2.1 El sector transporte en México

El sector transporte es uno de los principales generadores de contaminación especialmente en las áreas urbanas [1] y [4], por ello resulta importante realizar acciones que impliquen reducir las emisiones contaminantes. Los problemas de tráfico vehicular pueden ocasionar problemas como el deterioro de la calidad del aire, contaminación auditiva y visual, perdidas en la productividad de la economía y el uso ineficiente del espacio público [13].

En México, dentro de las 15 principales zonas metropolitanas se pueden contabilizar aproximadamente 24 millones de vehículos privados, en los cuales se realizan el 28% de los viajes totales invadiendo el 85% del área vial disponible [9].

En la Figura 2, las tres ciudades metropolitanas que principalmente contribuyen a la generación de CO_2 en México.

De acuerdo a [11], durante el año 2012 el 49.32% de las emisiones de GEI en la Ciudad de México (CDMX) fueron asociadas al sector transporte, como se puede apreciar en la Figura 3.

Tipo de Fuente de emisión.	Toneladas de CO_2 e.	Porcentaje de emisiones
Fuentes puntuales (Industrias)	10,708,786	21.63%
Fuentes de área (Comercio, sector residencial, rellenos sanitarios, aeropuerto)	14,369,344	29.01%
Fuentes móviles (Vehículos)	24,424,880	49.32%
Total	49,503,010	100%

Figura 3. Emisiones totales de GEI, CDMX (2012)[11].

2.2 Definición de un TWV

El siglo XIX está marcado por el desarrollo del primer vehículo capaz de alcanzar una velocidad de 16 Km/hr. Desde 1886, Carl Benz aportó una nueva dimensión a la movilidad.

La movilidad urbana está creciendo aceleradamente y con ello el número de vehículos en circulación. Los TWV's se han propuesto como diseño de vehículos urbanos y un claro ejemplo es su importancia como vehículo de transporte en los países asiáticos [14]. El contexto de uso de este tipo de vehículos ha cambiado respecto a tareas como la entrega de bienes o la prestación de algún servicio. En primer lugar, por los problemas de contaminación y la falta de fuentes de energía renovables. En segundo lugar, debido al desarrollo tecnológico de vehículos eléctricos (EV) e híbridos eléctricos (HEV) enfocados cada vez más a la movilidad urbana. Reducir el flujo vehicular y el consumo de energía implica el desarrollo de vehículos compactos como los vehículos eléctricos de tres ruedas (TWEV's) [15].

Existen diversas denominaciones para identificar a los TWV's incluyendo trike, reverse trike, sidecar motorcycle, entre otros. Sin embargo, La National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) a través de la American National Standars Institute (ANSI) define los siguientes dos conceptos [16]:

- Motocicleta de tres ruedas: es cualquier vehículo de motor que tiene un asiento o silla de montar para el uso del operador y que tiene tres ruedas en contacto con el suelo.
- Autociclo: una motocicleta con una rueda trasera y dos delanteras ya sea con una silla de montar y un manubrio o un asiento y un volante, el cual puede ser completamente cerrado, parcialmente cerrado o no cerrado.

Según la Oficina de Información y Asuntos Regulatorios de EU y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en México, los vehículos de tres ruedas se identifican como motocicletas [17] y [18]. Sin embargo, ya que dichas motocicletas viajan en tres ruedas en lugar de cuatro, no están obligadas a cumplir con normas federales de seguridad para automóviles, pero si deben cumplir con las normas de seguridad de motocicletas.

Una clasificación en relación con la comercialización de este tipo de vehículos los divide en dos categorías. Donde L2 son vehículos de tres ruedas que no exceden los 50 cc y una velocidad máxima que no supera los 40 Km/hr. La categoría L5 se refiere a vehículos de tres ruedas con una cilindrada mayor a los 50 cc, un peso máximo de una tonelada y una velocidad superior a los 40 Km/hr [19].

Para fines didácticos y de la propia investigación, se usará el término TWV para referirse a las motocicletas y autociclos de tres ruedas.

2.3 Características de los TWV's

En los vehículos de cuatro ruedas (FWV's o 4W), la reducción del consumo de combustible es relativamente más complejo en comparación con los vehículos de dos ruedas, donde el factor seguridad es menor. En el diseño de un TWV se combinan las ventajas de la eficiencia de combustible y la seguridad del pasajero [20].

Dentro de la configuración en la disposición de las ruedas, podemos encontrar la configuración delta y la tadpole [14]. El primero posee una rueda en la parte frontal y dos en la parte trasera. En el segundo diseño, el vehículo posee dos ruedas en la parte frontal y una en la parte trasera, como se aprecia en la Figura 4.

Aunque el diseño primordialmente obedece a la necesidad de reducir el peso y tamaño, un punto crítico a considerar es la estabilidad del vehículo en condiciones de manejo.

Los autores del trabajo desarrollado en [14] concluyen que la configuración tadpole y delta, poseen un comportamiento más estable si el centro de masa está más cercana hacia las dos ruedas. Pero se debe considerar la masa del pasajero (o del vehículo) dado que afecta la posición del centro de masa.

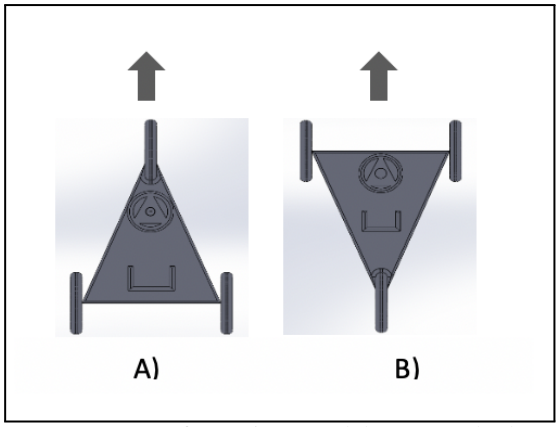

Figura 4. Configuración: A) delta y B) tadpole.

Se concluye también que el modelo delta presenta mayor estabilidad cuando se acelera en una curva, mientras que la configuración tadpole es más estable cuando se frena en una curva.

En la Figura 5, se muestran algunos de los elementos principales de un TWV. Aunque existen diversos sistemas que los constituyen, pueden diferir entre algunos elementos y otros, debido a la variedad de marcas automotrices que los fabrican.

De acuerdo a los resultados obtenidos en [21], un comportamiento más estable en la dirección de un TWV, se obtiene mediante la localización de la rueda única en la parte delantera del vehículo (Delta).

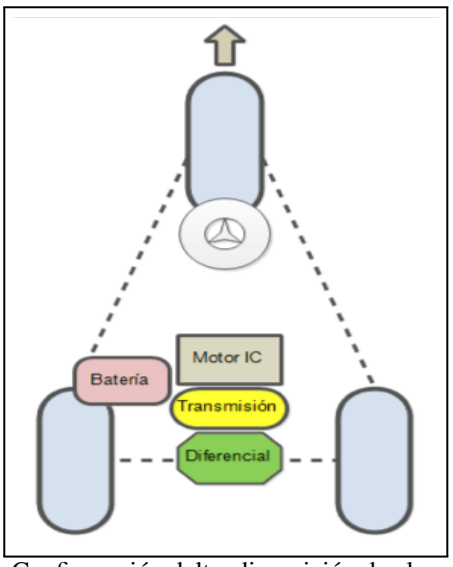

Figura 5. Configuración delta, disposición de elementos principales [22].

Sin embargo, el problema principal de los TWV's es la reducida estabilidad al vuelco, resultante en la escasa compensación sobre el momento de giro, en comparación con los vehículos FWV's [14] y [5]. Para mejorar la estabilidad lateral del vehículo en condiciones críticas de giro, se han

desarrollado sistemas como el control dinámico del vehículo (VDC) el cual distribuye equitativamente fuerzas de frenado en las ruedas.

Los autores en [23] indican que un TWV con dos ruedas en el eje trasero es más estable en las curvas que un FWV, el cual es más estable en las curvas que un TWV con dos ruedas en el eje delantero. Algunas otras características que pueden diferenciar entre un TWV y los FWV se pueden apreciar en la Figura 6. Aunque claro está, que la configuración estructural de los TWV puede variar dependiendo del propósito final del vehículo.

Para contrarrestar el problema de la estabilidad, el trabajo desarrollado en [24] presenta una estructura de control unificada, la cual es capaz de reconfigurarse para el control de estabilidad en TWV's y FWV's. Dicho controlador puede adaptarse a múltiples objetivos de estabilidad como mejorar la conducción, la estabilidad lateral, el control de deslizamiento en el frenado y la tracción, y la prevención de vuelco.

Característica	TWV	FWV baja potencia	FWV alta potencia
Peso (Kg)	500	898	1493
Potencia máxima del motor (kW)	5.46	19	80
Capacidad de batería disponible (kWh)	4.25	6.54	16.7
Distancia estimada en ciudad (Km)	60-80	70-95	123-138
Velocidad máxima (Km/hr)	73	117	120
Tamaño de rueda	10"x4.5"	P155/70R13	PP205/55R16

Figura 6. Comparación entre un TWV y un FWV [25].

2.4 Los TWEV's

El desarrollo de TWV eléctricos obedece al desarrollo de nuevas tecnologías y a la adopción de nuevas políticas ambientales, es por ello el creciente interés en la adopción de nuevas formas de transporte.

Si se toma en cuenta que la mayoría de la población en las áreas urbanas, no supera los 40 km en desplazamiento diario [4], se puede mencionar que la distancia de traslado está dentro de la distancia de conducción de un EV (considerando los vehículos tradicionales de cuatro ruedas).

A pesar de los beneficios que representan en movilidad urbana, los TWV's de combustión interna son un problema de contaminación en grandes ciudades de la India. En éste sentido, para reducir las emisiones contaminantes y al mismo tiempo contrarrestar los altos precios de los combustibles fósiles, diversos países se han comprometido en desarrollar EV's como una alternativa [26]. De hecho, en países como la India y Nepal, los TWV de motor diésel están siendo reemplazados por TWEV [27].

En general, los EV se pueden clasificar en: vehículos

Tipo de EV	Batería	Máxima distancia de manejo (Km)	Emisiones de CO_2 (g CO_2/Km)
Híbrido	NiMH	900-1200	109
Enchufable	NiMH, Li-ion	20-60, 900	132
Totalmente Eléctrico	Li-ion	120-390	88

Figura 7. Características entre los diferentes tipos de EV [28].

eléctricos de baterías (BEV), vehículos eléctricos híbridos (HEV's), vehículos eléctricos híbridos enchufables (PHEV's), los totalmente eléctricos (FCEV's) y los extensores de rango (REX) [4]. Cada uno con diferente nivel de electrificación que contribuye en la reducción de emisiones. Una descripción detallada de las configuraciones y control de tracción de los motores en un EV se encuentran en [29]. La Figura 7 muestra algunas características de los EV antes mencionados.

En general, los elementos distintivos que integran un TWEV son: la batería y el sistema que lo administra, el motor eléctrico y los controladores, el sistema de frenos, el sistema de enfriamiento y el sistema electrónico [30]. La disposición de los elementos que componen un TWEV se observan en la Figura 8.

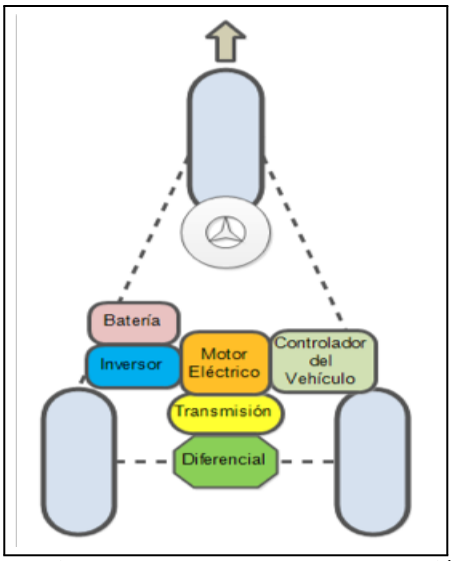

Figura 8. Elementos que componen un TWV eléctrico.

2.5 Baterías

Existen diversas fuentes de hibridación para los TWEV's como los super capacitores (SC), los volantes de inercia y las celdas de combustible (FC)[31].

La característica de los SC es que la energía puede ser almacenada y liberada sin ningún tipo de reacción química en el proceso, de ahí que sean ideales para vehículos recreativos que requieren alta potencia y poseen variaciones de carga. Actualmente, la tecnología de las baterías se encuentra en estado

de desarrollo, por lo que se espera que la tecnología continúe en la fase de madurez, reduciendo el tamaño y aumentando la capacidad de estas [32].

Las baterías pueden clasificarse dependiendo de los elementos que las componen: de ion-litio (Li-ion), polímero-litio (Li-polímero), níquel-cadmio (NiCd), Níquel-hidruro de metal (Ni-MH), plomo-ácido, aire zinc (Zn-air) y de sal fundida.

Especificación	Acido-plomo	NiMH	Super-capacitor	LiNi-MnCo
Potencia específica (W/Kg)	700	80-400	500-100,000	500-2,400
Costo ($/kWh)	100-150	150-250	300-2,000	300-600
Ciclos de vida	500-1,000	1,200-2,000	>100,000	1,200-1,950
Temperatura operación (°C)	60-100	100-175	---	168

Figura 9. Algunas diferencias entre los tipos de baterías (costo en dólares) [33]

De todos los tipos de baterías existentes, las basadas en litio poseen un rango de potencia y energía específica muy alto [34]. Sin embargo, las características de las baterías pueden variar dependiendo del vehículo en el que se encuentren, como se observa en la Figura 9 donde algunas características pueden estar entre ciertos límites.

2.6 Motores eléctricos

El motor eléctrico es el elemento central de un TWEV. Dependiendo del tipo de motor eléctrico, éste puede desarrollar una eficiencia entre el 80% y 93% en contraste con el vehículo de combustión interna con un 15% a 20% de eficiencia energética [35]. Además, el costo es relativamente proporcional a la eficiencia proporcionada.

Algunos de los tipos de motor utilizados son: motor de corriente directa con escobillas, motor de corriente continua sin escobillas (BLDC) y el motor de inducción.

Modelo	Potencia (Kw)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Velocidad (rpm)
ZC4-48	4.0	48	104	2800
ZC8.5-96	8.5	96	104	2800

Figura 10. Especificaciones de dos motores de corriente directa (DC).

El costo promedio puede variar dependiendo del tipo de motor, por mencionar el modelo ZC8.5-96 tiene un costo aproximado de $615 dólares y una relación costo-potencia (US$/kW) de 76.88 [36]. En la Figura 10 se muestran algunas características que diferencian dos motores utilizados en un TWEV.

2.7 Frenos

La mayoría de los EV utilizan frenos regenerativos, los cuales ayudan a guardar energía que posteriormente se puede utilizar.

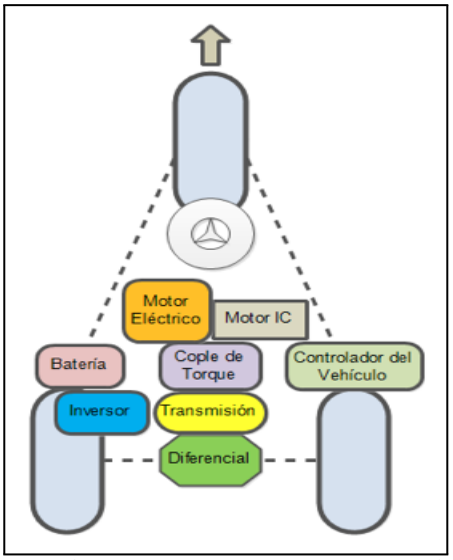

Figura 11. Elementos que componen un TWV híbrido.

2.8 Sistema de enfriamiento

Debido a que un EV requiere de un alto torque por parte de los motores eléctricos, el consumo de corriente aumenta y con ello la temperatura del sistema de alimentación de energía. Un sistema de enfriamiento por líquido puede estar conformado como una especie de red de tubería que pasa a través de las baterías, extrayendo el calor generado.

2.9 El sistema electrónico

Diversos sistemas dentro del EV dependen del suministro de energía eléctrica. El sistema de monitoreo en tiempo real, el controlador de velocidad del vehículo, sistemas de confort y tecnología, sistema de frenos antibloqueo (ABS) entre otros. El inversor tiene la función de convertir la corriente continua (DC) a corriente alterna (AC) dependiendo del tipo de motor instalado, al mismo tiempo que la suministra a cada sistema del automóvil.

En el documento [37], los autores describen la disposición de un TWV híbrido, como se observa en la Figura 11. En esta configuración la trasmisión puede ser de fricción o del tipo continuamente variable (CVT) utilizada en vehículos todo terreno (ATV's) para reducir el peso.

Dentro de los TWEV existe otra configuración relativamente más compacta: los vehículos eléctricos con motor incorporado en las ruedas (IWM-EV), como se observa en la Figura 12. Dependiendo del número de ruedas del vehículo, puede ser el número de motores que se le puedan integrar. Los IWM-EV tienen la ventaja sobre la transmisión, el diferencial y el sistema de soporte, lo que se traduce en una optimización del peso vehicular [5]. Sin embargo, dichos vehículos tienen una desventaja respecto a la fuerza radial que desarrolla el motor (en cada rueda) de forma independiente [38].

Algunos sistemas electrónicos desarrollados para mejorar la estabilidad de un TWEV híbrido, es el sistema antibloqueo

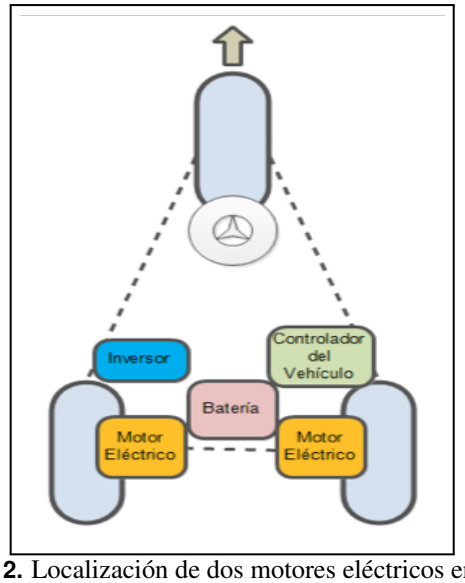

Figura 12. Localización de dos motores eléctricos en un IWM-EV.

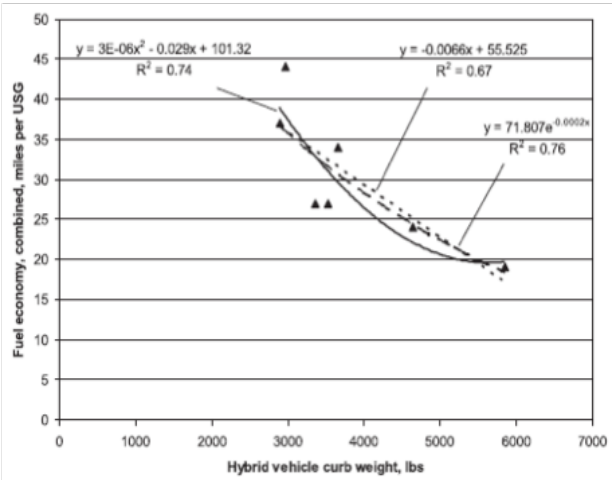

Figura 13. Relación entre el ahorro de combustible y el peso de un vehículo híbrido [35].

de frenos (ABS), el control de estabilidad del vehículo (VSC) y la regulación de deslizamiento en aceleración (ASR) [39].

2.10 Perspectivas en el uso de un TWEV

Las ventajas de los TWEV's como cualquier otro EV son la cero emisión de gases contaminantes y la reducida contaminación auditiva que generan [5]. Datos recabados en [25] indican que el promedio de consumo eléctrico de los TWEV's es de 61 Wh/Km en ciudad y de 85 Wh/Km en autopista, considerando un peso vehicular entre 500 y 800 Kg. Los autores concluyen que el consumo eléctrico por kilómetro tiene un comportamiento incremental lineal al aumentar la masa del vehículo (más pasajeros o carga), dependiendo de las diferentes condiciones de manejo y el tipo de EV.

Sin embargo, algunos de los problemas relacionados con los EV son la distancia de conducción, el tiempo de recarga, el costo de la batería y el peso [31]. Aunque, el problema principal es la energía disponible para la carga de las baterías. Si se compara la energía contenida de la gasolina, que es de aproximadamente 12.2 KWh/Kg contra la densidad de energía de las baterías ion-litio que están clasificadas en menos de 0.2 KWh/Kg.

Los beneficios que compromete el uso de los EV, sólo pueden ser comparables si la electricidad generada proviene de alguna fuente de energía renovable [4]. Incluso, en el trabajo realizado en [40], menciona que las emisiones del ciclo de vida vehicular son más altas para los BEV's que las emisiones de vehículos de combustión interna, debido a la manufactura de las propias baterías.

2.11 Optimización del peso vehicular en los EV

Hoy en día, se utilizan vehículos eléctricos para reducir el consumo de combustible y las emisiones de escape. Sin embargo, existe la incertidumbre de como aumentar la capacidad de la batería para incrementar la distancia de manejo.

Un problema de los EV es el propio peso del vehículo, debido en parte a componentes como la batería y la estructura del cuerpo, lo que disminuye la vida útil en kilometraje del vehículo [41].

En los vehículos de combustión interna, más del 85% de la energía del combustible es desperdiciada por ineficiencia térmica y mecánica del tren motriz, mientras que el 15% restante en utilizado para superar la fuerza de tracción (el peso del vehículo afecta de forma más significativa en la resistencia inercial y a la rodadura) [42]. Un estudio que utilizó modelos complejos muestra el desempeño del vehículo en función de la masa y a través de varios ciclos de conducción muestra una mejora del 6.8% en la economía de combustible debido a una reducción del 10% del peso vehicular. La reducción del peso en un 10% puede mejorar la autonomía en un 13.7% en los EV's y 5.1% en los HEV's [42]. El comportamiento en el consumo de combustible modificando el peso de un HEV, puede observarse en la Figura 13.

Existe una variedad de materiales ideales para reducir el peso del vehículo, clasificados en 5 categorías: aceros avanzados de alta resistencia (AHSS), aleaciones de aluminio y de magnesio, compuestos de polímeros reforzados con fibras (carbono y vidrio), polímeros avanzados, compuestos de matriz metálica, aleaciones de titanio, aleaciones de níquel, policarbonato, entre otros [42].

2.12 Materiales ligeros

Reducir el peso de un vehículo requiere de la aplicación de nuevos materiales ligeros, que usualmente son más caros y relativamente más complejos. El objetivo central en el desarrollo de estructuras automotrices, es el diseño de estructuras ligeras, debido a la influencia de la masa en el consumo de energía (en vehículos de gasolina/diésel) y en la correlación de ella con el rango de distancia de los EV [43] y [44].

Un objetivo primordial en la optimización en términos de seguridad y peso de un vehículo, es la combinación de nuevos grados de aceros o materiales compuestos de fibra de alto

desempeño con estructuras vehiculares diseñadas para éstos materiales [43].

Los compuestos de fibra de vidrio han extendido su aplicación reemplazando a los aceros en la industria automotriz [45]. Mientras que la adopción de compuestos de fibra de carbono (los cuales son más ligeros, resistentes y rígidos) es relativamente baja, debido al alto costo. Es por ello la amplia aplicación dentro de la industria aeroespacial y en vehículos de lujo.

Entre los materiales con mayor presencia en la industria automotriz se encuentra el hierro, aluminio, acero, vidrio, caucho, productos derivados de petróleo, cobre, entre otros [44]. Dichos materiales se han utilizado ampliamente por décadas, mejorando continuamente sus características físicas y mecánicas. El aluminio y el magnesio, son los metales ligeros más importantes utilizados por las armadoras automotrices [46].

Los requerimientos para los materiales en la manufactura del chasis automotriz son: alta resistencia, intensidad de energía, factibilidad de manufactura, peso mínimo en chasis, resistencia a la corrosión y facilidad de mantenimiento [44]. Fabricar piezas comunes automotrices en aluminio, puede reducir de un 30% a 40% el peso vehicular. En este sentido, si se reduce hasta 100 Kg el peso de un vehículo de CI las emisiones de CO_2 pueden disminuir cerca de 5g/Km.

Aunque existe el interés de utilizar materiales ligeros, esto no será posible hasta que los costos de éstos sean similares a los materiales tradicionales [41].

2.13 Materiales utilizados en competencias Formula SAE

El desarrollo de los TWV's no está limitado a grandes compañías automotrices como Polaris y Can Am, sino también dentro de instituciones educativas dando lugar a competencias internacionales entre diversas universidades. Algunas competencias son el Certamen Provincial de Autos Eléctricos, el Desafío ECO realizado a nivel nacional en Argentina y el Shell Eco-Marathon que se realiza en diferentes países de América, Asia y Europa [47].

En la competencia de Shell Eco Marathon, no se especifica algún material en particular para el diseño del vehículo en la categoría de prototipo. Lo que si especifica es el peso total del vehículo, el cual no debe pasar de 140 Kg. De ahí que los materiales comúnmente utilizados en el diseño, sean fibra de carbono, aluminio, fibra de vidrio, madera y polímeros ligeros [48].

Las propiedades mínimas requeridas de los aceros utilizados comúnmente en competencias de Formula SAE para FWV's son: Módulo de Young (E) de 200 GPa, esfuerzo de cedencia (Sy) de 305 MPa y un esfuerzo ultimo a la tensión (Su) de 365 MPa [49].

En la Figura 14, se comparan los diferentes tipos de materiales propuestos para la fabricación de un chasis de Formula SAE [49] y [50], los cuales pueden ser aceros suaves o de aleación.

El acero Dúplex 2205 es un acero inoxidable austenita-ferrita, por lo que posee buena soldabilidad en presencia de nitrógeno. El trabajo desarrollado en [51], determinó mediante el análisis de elemento finito, que el acero AISI 4130 cumple con las características mecánicas estructurales para el diseño de un chasis Formula SAE.

No sólo el tipo de material influye en el peso del vehículo, una parte importante es el diseño estructural del mismo. El trabajo desarrollado en [52] compara tres diferentes tipos de estructuras ligeras para FWV's, así mismo sugiere una estructura tubular de acero dulce, debido a la facilidad para acoplar componentes y al proceso de manufactura.

Material	AISI 1018	AISI 4130	DUPLEX 2205
Peso/metro	1.6615 Kg/m	1.244 kg/m	1.1475 Kg/m
Rigidez a la flexión	2791 Nm²	2791 Nm²	2171 Nm²
Resistencia a la flexión	390 Nm	382 Nm	454 Nm

Figura 14. Materiales utilizados en competencias Formula SAE.

2.14 TWV's en la movilidad urbana

Los TWV's forman parte del transporte público en muchos países alrededor del mundo [53]. La región de Asia Sudoriental identificada por la Organización Mundial de la Salud (OMS), registró un crecimiento de vehículos motorizados de dos y tres ruedas, en casi un 39% sólo en el 2013. Según información recabada en [27], en el año 2013 existían cerca de 516 millones de vehículos motorizados registrados en el mundo, considerando sólo vehículos de dos y tres ruedas.

En Vietnam, los vehículos de dos y tres ruedas, representan aproximadamente el 95% de todo el parque vehicular [27] mientras que en la India existen aproximadamente 3,5 millones de TWV's de los 4.5 millones que existen en el mundo.

En algunos países de África, las motocicletas (de dos y tres ruedas) constituyen parte fundamental de la movilidad en áreas rurales. Debido en parte a un débil desarrollo en materia de servicios de transporte, por lo que dichos vehículos se destinan a actividades de transporte y de emergencia [54].

En Brasil, el crecimiento de la industria de producción de motocicletas ha favorecido una tendencia en el crecimiento de usuarios de este tipo de vehículos.

En China, la manufactura de motocicletas de dos y tres ruedas alcanzó entre 2007 y 2013 la cifra de 109 millones de unidades.

2.15 Vehículos de dos y tres ruedas en México

De acuerdo con datos recopilados en [18] existe un crecimiento acelerado de la población vehicular mexicana, específicamente en el parque vehicular de las motocicletas como se observa en la Figura 15.

Especialmente en la Ciudad de México, se han formulado estrategias para agilizar la movilidad enfocadas principal-

	Año				
	2013	2014	2015	2016	2017
Número de unidades en circulación.	1.87	2.27	2.63	3.03	3.57

Figura 15. Crecimiento en el número de motocicletas en México (Millones de unidades) [18].

mente en mejorar la calidad de vida. Algunas de las estrategias en materia de transporte, están relacionadas a concesiones de minibús, taxis, motocicletas y el sistema ECOBICI [2]. Algunos otros vehículos que han impactado la movilidad en la Cd. de México son las motocicletas y bicicletas, en donde sólo las motocicletas alcanzaron la cifra de 28,959 unidades registradas en el 2013.

En la ciudad de Guadalajara, se han hecho esfuerzos por mejorar la movilidad, sin embargo, existen factores que influyen en el logro: la existencia de un amplio número de vehículos privados, los vehículos de transporte público y el crecimiento de la ciudad hacia caminos y rutas con falta de planeación [2]. Algunos vehículos que han contribuido en la mejora de la movilidad son las motocicletas (recreacionales y de trabajo) con 72,386 unidades registradas en 2012.

En Monterrey, entre los años 2004 y 2012 el crecimiento vehicular alcanzó un 40% sólo en vehículos privados. Como en las ciudades mencionadas, las motocicletas han contribuido a la movilidad con 22,062 unidades registradas en 2012 [2].

Considerando los datos históricos recopilados en [18], en Ciudad Juárez, el crecimiento poblacional de motocicletas ha mostrado un crecimiento más acentuado a partir del año 2011, Como se observa en la Figura 16. Los datos recopilados incluyen los vehículos de dos y tres ruedas.

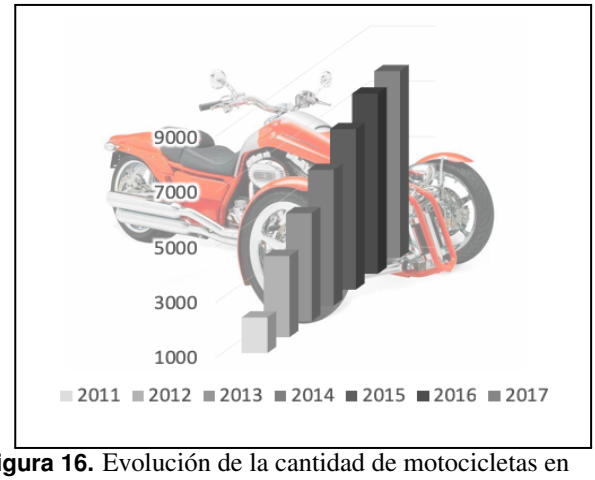

Figura 16. Evolución de la cantidad de motocicletas en circulación en Ciudad Juárez [18].

3. Patentes

Sobre el registro de propiedad intelectual, existen diversos diseños sobre los TWV registradas por grandes compañías manufactureras, como la que pertenece a Polaris Industries Inc, registrada desde octubre de 2013. La patente US8544587-B2 describe la estructura de un vehículo de tres ruedas, haciendo énfasis en los elementos pivotantes del vehículo. Menciona también la disposición de las ruedas, la suspensión y localización del motor [55].

4. Conclusiones

Los TWV's pueden ser una opción para mitigar los problemas de tráfico y de contaminación, aunque no es propia de ciudades urbanas y claro está el caso de África. En algunas ciudades de México, el uso de motocicletas en general, muestran un crecimiento acentuado en la última década. En parte debido a cuestiones derivadas como el consecuente aumento en el precio de las gasolinas. Si bien, los TWV pueden resultar importantes en lo que a movilidad se refiere, existe un espacio entre las regulaciones sobre la seguridad del conductor/pasajero y la vulnerabilidad frente a los FWV.

Cabe señalar que los datos recopilados en algunos documentos estén sobre estimados, debido en parte a que en algunos países miembros de la OCDE son inexistentes los sistemas de registro.

Referencias

[1] A. Moradi and E. Vagnoni. *A multi-level perspective analysis of urban mobility system dynamics: What are the future transition pathways?* Technol. Forecast. Soc. Change, USA, 2018.

[2] A. Leo, D. Morillón, and R. Silva. *Review and analysis of urban mobility strategies in Mexico*. Case Stud. Transp. Policy, USA, 2017.

[3] V.M. Perra, A. Sdoukopoulos, and M. Pitsiava-Latinopoulou. *Evaluation of sustainable urban mobility in the city of Thessaloniki*. Transp. Res. Procedia, USA, 2017.

[4] A. Ajanovic and R. Haas. *Dissemination of electric vehicles in urban areas: Major factors for success*. Energy, USA, 2016.

[5] G.S.G. Ravikanth and C. Sujatha. *Dynamic modeling and simulation of a three-wheeled hub motor vehicle*. IEEE Transportation Electrification Conference, ITEC-India, 2017.

[6] H. Furuichi, J. Huang, T. Fukuda, and T. Matsuno. *Switching dynamic modeling and driving stability analysis of three-wheeled narrow tilting vehicle*. IEEE/ASME Trans. Mechatronics, USA, 2014.

[7] P.C. Castro Peña, E. Winston, and L. Margarita. *Estimación de las emisiones contaminantes por fuentes móviles a nivel nacional y formulación de lineamientos técnicos para el ajuste de las normas de emisión*. Banco Interamericano de Desarrollo, México, 2006.

[8] UN Habitat. *World Cities Report 2016 - Urbanization and Development: Emerging Futures*. United Nations, Nairobi, Kenia, 2016.

[9] A. Crotte Alvarado and C. Arvizu. *Proyectos de movilidad y transporte del BID en México*. Banco Interamericano de Desarrollo, México, 2017.

[10] J.C. Solís Ávila and C. Sheinbaum Pardo. Consumo de energía y emisiones de co 2 del autotransporte en méxico y escenarios de mitigación. *Rev. Int. Contam. Ambient.*, 32(1):7–23, 2016.

[11] L. Güereca Hernández, A. Padilla Rivera, H. Herrera Paz, and C. Carius Estrada. *Evaluación de la Huella de Carbono con enfoque de Análisis de Ciclo de Vida para 12 Sistemas Constructivos*. Banco Interamericano de Desarrollo, México, 2016.

[12] V. Senthil, A. Patel, and M. Hariharan. *Indian Market Analysis and Sales Strategy for potential Sports Electric Vehicle Segment*. IEEE Transportation Electrification Conference, ITEC-India, 2018.

[13] A. Crotte, C. Arvizu, C. Mojica, and I. Granada. *Apoyo al desarrollo de Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS)*. Banco Interamericano de Desarrollo, México, 2017.

[14] M. Ataei, A. Khajepour, and S. Jeon. *Rollover stabilities of three-wheeled vehicles including road configuration effects*. Proc. Inst. Mech. Eng. Part D J. Automob. Eng., USA, 2017.

[15] V. Cossalter, A. Doria, and M. Ferrari. *Potentialities of a Light Three-Wheeled Vehicle for Sustainable Mobility*. 1st Biennial International Conference on Dynamics for Design; 14th International Conference on Advanced Vehicle Technologies, USA, 2012.

[16] A. of T.S.I. Professionals. Manual on classification of motor vehicle traffic crashes, 2017. https://www.nhtsa.gov; accedido en septiembre de 2018.

[17] U.S.G.S. Administration. Amend definition of 3-wheeled vehicles, 2018. https://www.reginfo.gov; accedido en septiembre de 2018.

[18] INEGI. Reporte por áreas geográficas, instituto nacional de estadística y geografía, 2018. http://www.beta.inegi.org.mx; accedido en octubre de 2018.

[19] Organización de los Estados Americanos. Sistema de información sobre comercio exterior, 2018. http://www.sice.oas.org; accedido en octubre de 2018.

[20] J.J. Antony and K. Jayabal. Rollover dynamics of a narrow tilting three-wheeled vehicle. *MATEC Web of Conferences*, 51(1):1002–1016, 2016.

[21] S.A. Milani and S. Azadi. *Fuzzy Vehicle Dynamic Control for a Three-Wheeled Vehicle Using Tilt Mechanism*. Int. J. Automot. Eng., USA, 2014.

[22] P. Mulhall, S.M. Lukic, S.G. Wirasingha, Y.J. Lee, and A. Emadi. *Solar-assisted electric auto rickshaw three-wheeler*. IEEE Trans. Veh. Technol., USA, 2010.

[23] Saeedi and Kazemi. *Stability of Three-Wheeled Vehicles with and without Control System*. Int. J. Automot. Eng., USA, 2013.

[24] M. Ataei, A. Khajepour, , and S. Jeon. *Reconfigurable Integrated Stability Control for Four- and Three-wheeled Urban Vehicles with Flexible Combinations of Actuation Systems*. IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, USA, 2018.

[25] S. Saxena, A. Gopal, and A. Phadke. *Electrical consumption of two-, three- and four-wheel light-duty electric vehicles in India*. IEEE Transportation Electrification Conference, ITEC-India, 2014.

[26] S. Habib, M.M. Khan, F. Abbas, L. Sang, M.U. Shahid, and H. Tang. *A Comprehensive Study of Implemented International Standards, Technical Challenges, Impacts and Prospects for Electric Vehicles*. IEEE Access, USA, 2018.

[27] Organización Mundial de la Salud. El estrés según la organización mundial de la salud, seguridad de los vehículos de motor de dos y tres ruedas, 2018. http://www.who.int; accedido en septiembre de 2018.

[28] A. Poullikkas. *Sustainable options for electric vehicle technologies*. Renew. Sustain. Energy Rev., USA, 2015.

[29] S.J. Rind, Y. Ren, Y. Hu, J. Wang, and L. Jiang. *Configurations and control of traction motors for electric vehicles: a review*. Chinese J. Electr. Eng., China, 2017.

[30] D. Patel and T. Patel. *Technology used in electric vehicle*. IEEE Explore, USA, 2018.

[31] J.P.F. Trovao, M.A. Roux, E. Menard, and M.R. Dubois. *Energy- and power-split management of dual energy storage system for a three-wheel electric vehicle*. IEEE Trans. Veh. Technol., USA, 2017.

[32] B. Sarlioglu, C.T. Morris, D. Han, and S. Li. *Driving Toward Accessibility: A Review of Technological Improvements for Electric Machines, Power Electronics, and Batteries for Electric and Hybrid Vehicles*. IEEE Industry Applications Magazine, USA, 2017.

[33] E. Chemali, M. Preindl, P. Malysz, and A. Emadi. *Electrochemical and Electrostatic Energy Storage and Management Systems for Electric Drive Vehicles: State-of-the-Art Review and Future Trends*. IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics, USA, 2016.

[34] R.T. Doucette and M.D. McCulloch. *Modeling the CO2 emissions from battery electric vehicles given the power generation mixes of different countries*. Energy Policy, USA, 2011.

[35] A. Wong. *Some less-discussed externalities of contemporary electric vehicle mania in Canada*. Energy, USA, 2017.

[36] P. Panmuang, T. Thongsan, N. Suwapaet, J. Laohavanich, and C. Photong. *A novel dual motor drive system for three wheel electric vehicles*. AIP Conference Proceedings, USA, 2018.

[37] N. Denis, M.R. Dubois, K.A. Gil, T. Driant, and A. Desrochers. *Range prediction for a three-wheel plug-in hybrid electric vehicle*. 2012 IEEE Transportation Electrification Conference and Expo, USA, 2012.

[38] Y. Wang and F. Yang. *The new structure effect on in-wheel motored vehicle performance*. IEEE International Conference in Intelligent Transportation Engineering (ICITE), USA, 2017.

[39] M. Boisvert, P. Micheau, and J. Nadeau. *Nonlinear LQG slip controller based on an empirical model for a three wheel hybrid vehicle*. 2014 IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference, USA, 2014.

[40] H. Ma, F. Balthasar, N. Tait, X. Riera-Palou, and A. Harrison. *A new comparison between the life cycle greenhouse gas emissions of battery electric vehicles and internal combustion vehicles*. Energy Policy, USA, 2012.

[41] S. Wenlong, C. Xiaokai, and W. Lu. *Analysis of energy saving and emission reduction of vehicles using light weight materials*. Energy Procedia, USA, 2016.

[42] W.J. Joost. *Reducing vehicle weight and improving U.S. energy efficiency using integrated computational materials engineering*. JOM, USA, 2012.

[43] G. Kopp, E. Beeh, R. Schšll, A. Kobilke, P. Stra§burger, and M. Krieschera. *New Lightweight Structures for Advanced Automotive Vehicles–Safe and Modular*. Procedia - Soc. Behav. Sci., USA, 2012.

[44] T.P. Hovorun, K.V. Berladir, V.I. Pererva, S.G. Rudenko, and A.I. Martynov. *Modern materials for automotive industry*. Energy, USA, 2017.

[45] J. Zhang, K. Chaisombat, S. He, and C.H. Wang. *Hybrid composite laminates reinforced with glass/carbon woven fabrics for lightweight load bearing structures*. Mater. Des., USA, 2012.

[46] J. Hirsch and T. Al-Samman. *Superior light metals by texture engineering: Optimized aluminum and magnesium alloys for automotive applications*. Acta Mater., USA, 2013.

[47] Shell Global. Shell global eco-marathon, 2018. https://www.shell.com/energy-and-innovation/shell-ecomarathon.html; accedido en octubre de 2018.

[48] P. Manzaneque Pradales. *Estudio y diseño del carrozado de un prototipo para competir en Shell Eco-marathon*. Shell, USA, 2015.

[49] SAE. Sae international student events, 2018. https://www.sae.org/attend/student-events; accedido en septiembre de 2018.

[50] R. Nagubandi. *Baja SAE UTEP 2014 Design Report-Team Jaabaz, VIT University*. UTEP, USA, 2017.

[51] R. Alberto. *Diseño de chasis para un monoplaza formula SAE*. SAE, México, 2013.

[52] M.H. Mat and A.R.A. Ghani. *Design and analysis of eco car chassis*. Procedia Engineering, USA, 2012.

[53] R.V. Patil, P.R. Lande, Y.P. Reddy, and A.V. Sahasrabudhe. *Optimization of Three Wheeler Chassis by Linear Static Analysis*. Materials Today: Proceedings, USA, 2017.

[54] T. Bishop, C. Barber, S. Charman, and G. Porter. Enhancing understanding on safe motorcycle and three-wheeler use for rural transport, 2018. http//www.res.org; accedido en mayo de 2018.

[55] J.A.J. Holroyd, G.A. Aramayo, B.T. Utter, J.J. Hohenstein, V. Tomolillo, and M. A. Ziliak. Us8544587b2 - three wheeled vehicle, 2013. https://patents.google.com/patent/US8544587; accedido en septiembre de 2018.

ISBN: 978-607-8262-12-0

Operador económico autorizado - OEA

Alan Eduardo Ruiz Ruiz[1]*, Jorge Miguel Reynaga Contreras[2]

Resumen

El programa de Operador Económico Autorizado es un programa que se desarrolló dentro del marco normativo SAFE cobijado por la organización mundial de aduanas, se creó con la finalidad de obtener una seguridad en el proceso operativo logístico de las empresas y evitar entre otras cosas, actos de terrorismo, por lo que a las empresas que demuestren que cuentan con los requisitos que el programa señale, según la normatividad del país en el que se encuentre la empresa, puede gozar de beneficios principalmente de ventajas competitivas de negocios con otras empresas, sin embargo, se obliga a seguir una serie de lineamientos para mantener su certificación desde procedimientos escritos hasta modificación en la infraestructura de su planta con tal de garantizar la integridad de la empresa y de su operación, con el objetivo de que los datos manejados entre cliente y proveedor sean lo más seguros posibles evitando que terceras personas se relacionen con la operación y puedan hacer un mal uso de ella.

Palabras Clave

Certificación — Seguridad — Cadena de Suministro — Logística — Comercio Exterior

[1,2] *Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez, Chihuahua, México*

*__Autor de correspondencia__: alan_ruiz@utcj.edu.mx

1. Introducción

A partir del 11 de septiembre del 2001 cuando los Estados Unidos de América fueron atacados por terroristas pertenecientes a la organización extremista "Al Qaeda" se formó una serie de programas y de certificaciones fundamentales para la protección de los actores que intervienen en la cadena de suministro de los sectores industriales, agrícolas e incluso de servicios, que permitieran blindar de cualquier ataque terrorista a la nación norte americana, tal como lo es el Custom-Trade Partnership against terorism (C-TPAT) Sociedad Aduana-Comercio en contra del terrorismo, traducido al español literalmente y posteriormente se adoptó en el 2005 el marco SAFE dentro de la Organización Mundial de Aduanas que persigue la gestión integral del tráfico transfronterizo de mercaderías.

El marco SAFE es en sí, el elemento más importante para la creación del Operador Económico Autorizado (OEA) ya que intenta integrar a la aduana con todos los operadores económicos [1] incluyendo en el caso de México, Empresas importadoras y exportadoras, comercializadoras, transportistas, régimen de recinto fiscalizado estratégico, Aeronaves, Controladora de empresas, SECIIT, textil, entre otros.

En el caso de Europa, quien secundó a Estados Unidos a implementar programas de seguridad en la cadena de suministro, publicó para tal efecto, el "reglamento No. 648/2008 del parlamento europeo y del consejo", en donde "...se establecen las normas relativas al tratamiento aduanero de las mercancías importadas o destinadas a la exportación" según este mismo ordenamiento.

La Unión Europea en el reglamento 648/2005 dejó en claro que sus miembros deben de otorgar el estatus de operador económico autorizado a todos aquellos asociados de negocios que cumplan con los criterios comunes establecidos, sin embargo, no forma parte de una obligatoriedad para ninguna empresa el cumplir con los diversos requisitos, aunque con el paso del tiempo, la Unión Europea además de conceder beneficios ha interpuesto una serie de trabas para aquellas empresas que no son OEA como el hecho de que una empresa OEA no puede comerciar ni asociarse a negocio con otra empresa que no cuente con la certificación OEA correspondiente.

Para el año 2012 existían 45 países con programas OEA en el mundo, al 2017 se incrementó a 73 con perfeccionamientos en su estructura [2] para este 2018, según datos de la dirección nacional de Aduanas de Chile y Dirección de impuestos y aduanas nacionales de Colombia, se cuenta con un total de 77 programas implementados, alrededor del mundo.

En el marco normativo de Operador Económico Autorizado, realizado por la OMA, [1] se enlistan una serie de objetivos comunes, estandarizados para la aplicación internacional, sin embargo, se deja abierta la posibilidad de que cada país conforme a su reglamento interno pueda legislarlo y adecuarlo.

2. C-TPAT y su relación estandarizada con los procesos de seguridad OEA

Los principios de seguridad que evalúan C-TPAT y por consiguiente OEA para asegurarse de que las empresas certificadas cumplen o que deben de cumplir aquellas que solicitan su certificación son:

1. **Seguridad Física de las instalaciones:** Se debe de

asegurar que en los interiores y exteriores se cuente con monitoreo de seguridad tales como cámaras de circuito cerrado de televisión, que las bardas perimetrales de la empresa se encuentran fortificadas y contengan en sus bases superiores algún elemento de prevención para evitar que personas ajenas puedan trepar y entrar a la empresa, entre otras cosas.

2. Requisitos de los asociados de Negocios: Debido a que C-TPAT se encuentra diseñado para ser estandarizados y de hecho fue tomado como base para la elaboración del marco normativo internacional SAFE en 2005,[3] busca crear una red de empresas que se auditen entre sí y que preferentemente realicen negocios solamente con aquellas que cumplan con los requisitos establecidos en el programa, de tal manera, que las empresas certificadas deben de realizar un cuestionario e incluso, si es necesario, realizar visitas a sus proveedores o clientes potenciales para asegurarse de que ellos se encuentran aptos para tener una operación segura.

3. Seguridad de Contenedores y Remolques: Dependiendo de la empresa y su equipo de transporte, la empresa, se debe de asegurar de que su carga no hubiese sido contaminada o bien, dependiendo del análisis de riesgo de la empresa, tomar las medidas necesarias para que los contenedores y remolques no sean abiertos a la fuerza o minimizar riesgos de robo, ya que el transportista es el responsable de vigilar la integridad del medio de transporte.

4. Controles de Acceso Físico: Normalmente las empresas reciben visitas cotidianas de clientes y proveedores, por lo que deben de implementar controles de registro y de identificación de cada persona que entre a las instalaciones y que no pertenezca a la empresa sin excluir aquellas personas de **confianza** simplemente, si son ajenos a la empresa, deberán mostrar su identificación y seguir las indicaciones de seguridad establecidos dentro del programa C-TPAT de la empresa.

5. Seguridad del Personal: Pudiera parecer en un principio que se refiere a la seguridad física de la integridad del personal que labora en la empresa, sin embargo, no debemos confundir la seguridad física del empleado al realizar una actividad propia de su trabajo, que puede ser regulado por algún organismo de gobierno como la secretaría del trabajo y previsión social en el caso de México, sino que éste punto se tiene la finalidad de investigar al trabajador y prospectos a trabajadores de la empresa, contar con información sobre sus trabajos anteriores y obtener suficiente información como para confiar en que el trabajador contratado no muestra un perfil que pudiera perjudicar la seguridad de la empresa.

6. Seguridad de Procesos: Para el manejo, transporte y almacenamiento de la carga en la cadena de suministro, la empresa debe de tener procedimientos por escritos que garanticen la integridad y seguridad de ello, estos procedimientos deben de incluir, control de documentación, que solo las personas autorizadas o involucradas directamente con el trámite sean quienes tengan accesos a los documentos, de igual manera, los envíos y recibos que deben de llevar un registro de movimiento según sea el caso y por último la notificación y compartimiento de información con la aduana sobre discrepancias en la caja o situaciones extrañas que puedan llevar a suponer que la carga se encuentra contaminada.

7. Seguridad de la Tecnología de la Informática: Con el fin de que los mismos trabajadores tengan conciencia de que la propagación de datos, desde la empresa hacia terceros no relacionados con los asuntos del negocio, puede generarla comisión de actos ilícitos que ponen en riesgo la seguridad de la operación logística, por lo cual, se debe de tener un control adecuado sobre el manejo de los sistemas de cómputo, cumplir con contraseñas en los mismos y que solo los trabajadores asignados tengan acceso a los datos y manipulación del equipo, de igual manera, es muy importante tener una base de datos resguardada fuera del alcance de cualquier persona no autorizada dentro y fuera de la empresa.

8. Capacitación sobre seguridad y concientización sobre amenazas: Las empresas deben obligarse a contar con un programa de trabajo de concientización y capacitación a los empleados sobre la importancia del seguimiento de las reglas de seguridad en los programas C-TPAT y OEA para lo cual, es conveniente realizar un cronograma de actividades anual, preferentemente, en donde ya sea el mismo personal de la empresa prepare cursos relativos para sus propios compañeros o bien, la empresa contrate expertos en la materia para la capacitación de sus empleados.

Cronograma Anual de Capacitaciones (Mes de Mayo)				
MES DE CAPACITACION	MAYO			
SEMANA DE CAPACITACION	1	2	3	4
DOCUMENTADORES/GERENTES	3 de Mayo Análisis de Riesgo			28 de Mayo, Control de acceso a las instalaciones.
CONTABILIDAD/RECURSOS HUMANOS		13 de Mayo, Control Documental		28 de Mayo, Control de acceso a las instalaciones.
TRAMITADORES			22 de Mayo, Revisión de contenedores.	28 de Mayo, Control de acceso a las instalaciones.

Figura 1. Ejempo de cronograma de capacitación OEA.

3. La implementación del programa en México

En México, el programa de Operador Económico Autorizado ha sido mezclado con normatividad aduanera, basta con analizar y revisar el título 7 de las reglas generales de comercio exterior en donde reúne bajo un esquema integral las condicionantes, beneficios y obligaciones, entre otras cosas, para la operación OEA, esto tiene sentido, debido a la gran afluencia de movimientos terrestres de intercambio de mercancías de México hacia Estados Unidos.

El programa de Operador Económico Autorizado se diseñó para garantizar la seguridad de la operación de las empresas maquiladoras, manufactureras, transportistas, agente aduanal, transportista ferroviario, parque industrial, recinto fiscalizado e incluso mensajería y paquetería, tal como lo estipula la regla general en comercio exterior para 2018 7.1.5.

La fiscalización del programa en México es único, pues se elaboró un híbrido entre seguridad y cumplimiento fiscal, las empresas que se encuentran interesadas en obtener el pro-

Número de Cruces Transfronterizos del Autotransporte de Carga por Aduana Mexicana										
Aduana	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2017*	2018*
Agua Prieta, Son.	31,461	37,017	39,014	41,663	42,633	38,365	36,924	36,144	21,796	19,795
Cd. Acuña, Coah.	81,641	91,988	94,026	99,563	103,241	103,734	106,111	106,823	61,985	64,106
Cd. Camargo, Tamps.	27,010	28,415	33,489	31,977	36,911	35,376	41,270	43,297	26,199	27,200
Cd. Juárez, Chih.	1,052,513	1,064,615	1,080,726	1,159,294	1,145,729	1,107,165	1,138,342	1,155,254	668,153	696,087
Cd. Miguel Alemán, Tamps.	7,193	6,668	6,230	5,711	6,498	5,803	5,107	5,112	3,050	2,964
Cd. Reynosa, Tamps.	648,509	661,821	685,007	709,963	719,815	714,936	741,810	796,831	466,822	488,955
Colombia, N.L.	459,817	503,406	499,690	485,635	491,427	467,535	523,689	560,699	340,184	317,217
Matamoros, Tamps.	351,448	348,876	357,097	356,884	355,781	333,553	350,153	358,593	206,128	220,776
Mexicali, B.C.	396,923	423,429	422,210	422,653	423,726	424,629	432,553	427,158	247,409	260,082
Naco, Son.	2,963	3,801	3,734	3,429	4,112	2,988	3,177	2,837	1,752	1,369
Nogales, Son.	424,734	417,668	433,650	467,223	459,248	429,502	445,716	435,502	277,306	279,840
Nuevo Laredo, Tamps.	1,968,419	2,109,922	2,210,476	2,290,535	2,447,377	2,538,381	2,564,317	2,662,623	1,511,468	1,663,588
Ojinaga, Chih.	11,486	11,493	13,243	20,271	20,866	9,289	9,011	9,915	5,214	5,765
Piedras Negras, Coah.	235,499	258,207	235,267	244,465	296,178	297,846	339,667	338,639	195,850	216,993
Puerto Palomas, Chih.	7,890	8,732	9,842	12,201	14,806	13,214	15,034	14,017	4,039	5,476
San Luis Río Colorado, Son.	66,093	61,666	70,968	72,030	58,313	41,607	37,917	37,820	24,596	20,589
Sonoyta, Son.	2,122	1,453	1,029	892	357	302	327	361	214	237
Tecate, B.C.	58,111	57,604	47,892	60,240	55,142	48,483	51,565	52,584	30,051	30,646
Tijuana, B.C.	947,734	986,903	1,024,452	1,064,624	1,105,210	1,109,003	1,151,098	1,181,684	669,735	714,514
Total	6,781,566	7,083,684	7,268,042	7,549,253	7,787,370	7,721,711	7,993,788	8,225,913	4,761,951	5,036,199

Figura 2. Cruces Transfronterizos del autotransporte de carga por aduana mexicana [4].

grama deben de cumplir con requisitos referidos en la regla 7.1.1 mismos que fueron diseñados en un principio para la certificación de empresas en materia de I.V.A./I.E.P.S.

Al analizar los requisitos de la regla 7.1.1 se puede observar que no basta con cumplir con lineamientos de seguridad de operación de la empresa, sino que también se debe de comprobar que la empresa se encuentra al corriente de sus obligaciones fiscales y aduaneras, así como hacer pública su opinión positiva, lo que funciona en México como un medio de presión para en un largo plazo, obligar a las empresas OEA a comerciar con otras OEA, incluso, el mismo Servicio de Administración Tributaria, enlaza los beneficios con situaciones fiscales y primordialmente aduaneras tal como se muestra en la regla 7.3.3.

4. Beneficios del programa OEA en México

Con motivo de incentivar a las empresas que cumplen con los requisitos en materia de seguridad y con el objetivo de que esto conlleve a que cada más empresas se animen a certificarse como Operador Económico Autorizado, el gobierno mexicano ha creado una serie de beneficios, a continuación se explican algunos de ellos que tienen importancia en la operación aduanera:

1. Contar con la facilidad de no anotar los números de serie en el pedimento, en la factura y otros documentos de comercio exterior siempre y cuando la empresa lleve un registro de dicha información de manera actualizada en su sistema de control de inventarios (Anexo 24) esto permite una facilidad operativa, incluso para la elaboración de pedimentos de cambios de régimen de maquinaria y equipo, que a la práctica, pueden llegar a ser bastante extensos y agobiantes de realizar.

2. Actualmente, para realizar una rectificación al pedimento y conforme al artículo 89, y de manera general, se debe de pedir autorización a la Administración Central de Apoyo Jurídico de Auditoría de Comercio Exterior (ACAJACE) en algunos casos especiales, tales como:

   - Haber generado un pago de lo indebido y que haga constar el pago en efectivo.
   - Se afecten cantidades de mercancías autorizadas en materia de regulaciones y de restricciones no arancelarias, programs de empresas IMMEX o NOM's.
   - Se solicite cambiar el régimen aduanero de las mercancías, para este efecto en específico se debe entender que se solicita la autorización de cambio de régimen de mercancías por que el régimen declarado en el pedimento de importación o exportación fue incorrecto, por lo que, no se debe de confundir con el cambio de régimen de una mercancía previamente importada de manera temporal, tal como se realiza con las importaciones con clave de pedimento IN que se cambian de régimen a definitivas con un pedimento clave F4 sin necesidad de pedir autorización a la autoridad correspondiente.
   - Datos de identificación de vehículos con número de identificación vehicular, que se clasifiquen en las subpartidas 8703.31, 8703.22, 8703.23, 8703.24, 8703.31, 8703.32, 8703.33 y 8703.90. esto debido a la importación de vehículos y que una rectificación sin autorización pudiera levantar sospechas de complicidad de fraude.

   Aquellas empresas que logren obtener su registro OEA no tendrán que presentar escrito de autorización para rectificar lo establecido en los cuatro puntos anteriores, ya que, se considera que una empresa OEA cuenta con estándares de seguridad que la convierten ante los ojos de la autoridad en una empresa confiable.

3. En caso de que la autoridad detecte mercancías excedentes o no declaradas en el pedimento con motivo del reconocimiento aduanero, las empresas OEA tendrán la facilidad de en un plazo de 10 días tramitar un pedimento de importación o exportación definitiva que ampare las mercancías omitidas, mientras tanto, la autoridad procederá a un embargo precautorio de las mercancías hasta que se pague la multa correspondiente de $3340.00 hasta $5010.00 MXP. Evitándose así un embargo permanente o imposición de multas extras según sea el caso, todo lo anterior, siempre y cuando el valor total de la mercancía excedente o no declarada, no supere el equivalente en moneda nacional los $15,000.00 Dólares (USD) o el 20% del valor total de la operación y no sea mercancía sujeta a regulación de importación o exportación conforme el anexo 10 de las reglas generales de comercio exterior referente al padrón de im-

portadores de sectores específicos y el padrón de exportadores sectorial.

4. Podrán efectuar el despacho aduanero de las mercancías en los carriles **express** o **FAST** con la finalidad de agilizar tiempos en el cruce de los puentes fronterizos.

5. Podrán transferir a empresas residentes en territorio nacional las mercancías importadas temporalmente tales como insumos o maquinaria y equipo o las que fueron transformadas o elaboradas con mercancía importada temporalmente, así como también los desperdicios, para su importación definitiva, Este beneficio en específico es uno de los más remarcables ya que se establece que solo las empresas OEA tienen la facilidad de realizar pedimentos de transferencia virtual con clave V5.

Si bien la totalidad de beneficios puede ser observada en la regla general de comercio exterior 7.3.3. los beneficios listados anteriormente se comprometen con la operación aduanera cotidiana, por lo que se busca que las empresas certificadas OEA tengan ventajas competitivas y logren atraer mayor inversión.

5. Conclusión

Si bien el programa de Operador Económico Autorizado en México tiene escasos 8 años, considerando como inicio el Nuevo Esquema de Empresas Certificadas NEEC desde el 2011, se encuentra organizado y estandarizado de manera adecuada para su aplicación y homologación con otros países del mundo, como prueba, México tiene firmados acuerdos de reconocimiento mutuo en materia aduanera con sus principales socios comerciales Estados Unidos y Canadá e incluso con países que empiezan a cobrar relevancia en la economía de la nación como es el caso de Corea del Sur.

Por lo cual, se augura que México cuente con el paso del tiempo con cada vez más empresas que sigan la práctica de la certificación y lograr de una vez por todas que las empresas se obliguen a certificarse para ampliar su captación de clientes y expandan su mercado hacia un comercio seguro, que evite actos terroristas o minimice los crímenes que afectan el comercio internacional actual.

México ya empezó a actuar conforme a las normas internacionales de seguridad e incluso obliga a las empresas aspirantes a la certificación a que si se encuentran certificadas por C-TPAT autoricen a la aduna Estadounidense (Custom Border Patrol, CBP por sus siglas en inglés) a intercambiar información con las autoridades mexicanas, por lo que sin duda, OEA en México es un gran avance hacia la vanguardia aduanera, logística y de comercio exterior que sin duda hará al país más competitivo y confiable para los negocios internacionales.

Referencias

[1] Mikuriya Kunio. *Marco Normativo SAFE de la OMA*. Organización Mundial de Aduanas, Bruselas, Bélgica, 2012.

[2] Menon Asha. Wco glogbal aeo conference: a focal point for security and facilitation discussions. *WCO news*, Junio 2017(83):56–58, 2017.

[3] Álvarez Mariano. C-tpat y aeo: las nuevas vías del comercio internacional. *Boletín Facilitación del comercio y el transporte en américa latina y el caribe, CEPAL*, Febrero 2008(258):1–11, 2017.

[4] CANACAR. Cámara nacional de autotransporte de carga, indicadores económicos internacionales, 2017. https://canacar.com.mx/servicios/estadistica/indicadores-economicos-internacionales/; accedido en septiembre de 2018.

CAMINO HACIA LA INTERNACIONALIZACIÓN:
LOGÍSTICA INTERNACIONAL
Director de obra: Consuelo Catalina Fernández Gaxiola
Se terminó de imprimir el 01 de abril de 2019
Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez
Avenida Universidad Tecnológica # 3051
Colonia Lote Bravo II, C.P. 32695
Ciudad Juárez, Chihuahua, México

El tiraje fue de 300 ejemplares

CAMINO HACIA LA INTERNACIONALIZACIÓN: LOGÍSTICA INTERNACIONAL

ISBN: 978-607-8262-12-0