

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
CAMPUS INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CIUDAD JUÁREZ
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO DE LOS FACTORES
BÁSICOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA EFICACIA DE LA CADENA DE
SUMINISTRO”**

Propuesta de Investigación que Presenta

Miguel Ángel Hernández Rivera

Como requisito parcial para obtener el grado de

DOCTOR EN CIENCIAS EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

ASESORES:

Dr. Adán Valles Chávez

Dr. Manuel Arnoldo Rodríguez Medina

Dr. Arturo Woocay Prieto

Dr. Rosa María Reyes Martínez

Dr. Salvador Noriega Morales

Cd. Juárez, Chih. Sep. del 2021

DEDICATORIA

Dedico este y trabajo primeramente a Dios todo poderoso por su infinita ayuda en los momentos más difíciles que viví en esta aventura. A mi esposa Genoveva con todo mi amor por que solamente ella sabe por todo lo que pase y por todo su apoyo incondicional. A mis Hijos Alejandra, Miguel y Aarón que siempre me tuvieron paciencia en los momentos que no pude estar con ellos. A mis padres Alejandrina y Francisco que, desde donde sea que encuentren, siempre me dieron su bendición.

AGRADECIMIENTOS

A Dios todo poderoso por permitirme llegar hasta esta etapa de mi formación profesional. A mi director de tesis el Dr. Adán Valles Chávez por guiarme y compartir sus conocimientos en esta investigación. A mis asesores por la paciencia que me tuvieron cada vez que solicitaba su apoyo. A todas las personas que de manera directa o indirecta me dieron su soporte cuando se los requerí. A mi Institución, el Tecnológico Nacional de México, Campus Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, por todo el apoyo brindado para la terminación de mi doctorado.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE TABLAS.....	v
ÍNDICE FIGURAS	vi
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	8
3. METODOLOGÍA	55
3.1 Organización y métodos de organización	55
3.2 Operacionalización de las variables	55
3.3 Primera Etapa: Población y Muestra.....	55
3.4 Segunda Etapa: diseñar y probar el instrumentode medición	60
3.5 Tercera Etapa: Identificación de los Factores Básicos	66
4. RESULTADOS.....	68
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	82
6. BIBLIOGRAFÍA	84
ANEXOS	

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1.	63
Tabla 2	68

ÍNDICE FIGURAS

Figura 2.1. La evolución de la Cadena de Suministros Integrada	11
Figura 2.2. Línea del tiempo de la evolución y surgimiento de la SCM (Habib M. M., 2011)	12
Figura 2.3. Ejemplo de una Cadena de Suministros (Stadtler, 2008)	13
Figura 2.4. Casa de la Administración de la Cadena de Suministros (Stadtler, 2008)	15
Figura 2.5. Cadena de Suministros Básica (Chopra & Meindl, 2013)	18
Figura 2.6. Marco para la Toma de Decisiones en la Cadena de Suministros. Fuente (Chopra & Meindl, 2013)	22
Figura 2.7. Matriz de datos	28
Figura 3.1. Proceso de operacionalización de conceptos. Fuente (Martínez Mediano, 2004)	57
Figura 3.2 Proceso circular del fenómeno a los índices. Fuente: (Martínez Mediano, 2004)	57
Figura 4.1 Se obtuvo un índice de 0.96, esto es, por arriba del mínimo aceptable que es 0.7, de acuerdo a George y Mallery (2003, p. 231)	68
Figura 4.2 Data.frame utilizando el lenguaje de programación R (Versión 4.0.3.)	69
Figura 4.2 a Figura agrandada del data.frame utilizando el lenguaje de programación R (Versión 4.0.3.)	70
Figura 4.3 Tabla donde se muestra la correlación entre los datos utilizando el lenguaje de programación R (Versión 4.0.3.)	70
Figura 4.3a. Figura agrandada tabla donde se muestra la correlación entre los datos utilizando el lenguaje de programación R (Versión 4.0.3.)	71
Figura 4.4 Tabla donde se muestra el resultado de la prueba de KMO donde se puede ver un valor Overall MSA = 0.84	71
Figura 4.4a Figura agrandada de la tabla donde se muestra el resultado de la prueba de KMO donde se puede ver un valor Overall MSA = 0.84	72
Figura 4.5 Prueba de Esfericidad de Bartlett	72
Figura 4.6 Tabla de resultados una vez que se hizo el análisis de componentes principales	73

Figura 4.6a	Figura agrandada de la tabla de resultados una vez que se hizo el análisis de componentes principales.....	73
Figura 4.7	Resultados de la prueba de hipótesis.	73
Figura 4.8	Carga factorial resultante del análisis de componentes principales.	74
Figura 4.9	Carga factorial por cada variable resultante del análisis de componentes principales.	72
Figura 4.10	Modelo Estructural que se utilizará para el Análisis Factorial Confirmatorio.....	75
Figura 4.11	Resultados del Análisis Factorial Confirmatorio.....	76
Figura 4.12	Residuo de la Raíz Cuadrada de la Media Estandarizada (SRMR).	77
Figura 4.13	El p-value para cada una de las tres variables latentes INS (Instalaciones), APR (Aprovisionamiento) y FIJ (Fijación de Precios) es igual a 0.	77
Figura 4.14	Valores resultantes de las covarianzas entre las variables latentes INS, APR y FIJ	78
Figura 4.15	Variación total y su p-value para cada una de las variables observables.	79
Figura 5.1	Modelo Estructural propuesto para determinar la Eficacia de la Cadena de Suministro, delimitando el giro industrial para comparar entre industrias.	83

1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se exponen los antecedentes del proyecto y se explican los factores que impulsan su desarrollo, también se menciona la descripción del problema, seguido de los objetivos, la hipótesis y la justificación del proyecto, y se termina hablando sobre la delimitación y alcance.

1.1. Antecedentes

El panorama empresarial altamente competitivo a consecuencia principalmente de la globalización obliga a los ejecutivos de las empresas a buscar soluciones a los retos que enfrentan sus empresas. Uno de estos cambios es el mejoramiento de los costos de producción y distribución de sus productos, lo que implica que no solamente hay que buscar producir artículos con bajo costo de producción y de calidad superior que la competencia, sino que además es indispensable contar con un sistema de abastecimiento de materia prima y de distribución del producto terminado que supere las expectativas de sus clientes y de su principal competidor.

De acuerdo a Sánchez (2008) las empresas son conscientes de que a medida que pasa el tiempo cada cliente individual cobra más importancia y que para tenerlo satisfecho no basta que solo algún miembro que participa en el desarrollo de los productos lo haga bien, un producto será de buena calidad y será competitivo solo si ha pasado por un proceso de excelencia a lo largo de la cadena de suministros.

Lo anterior obliga a los empresarios a enfocar su atención a mejorar la eficacia total de la cadena de suministro, revisando minuciosamente las condiciones en las que se encuentra, determinar los principales problemas a los que se enfrenta y tomar

decisiones que a corto y mediano plazo garanticen la permanencia de sus empresas en los mercados.

A lo largo de toda la cadena de suministros hay una gran variedad de factores y problemas y aunque hay algunos que no se conocen, todos afectan su eficacia, por lo que se considera que es un problema multifactorial, y, por ende, complejo.

Para mejorar la eficacia de la cadena de suministros, es relativamente importante considerar todos los factores posibles y después de hacer el análisis profundo, para enfocarse en los de mayor relevancia, por ello es pertinente realizar esta investigación, que consiste en determinar los factores que están incidiendo en la eficacia de la cadena de suministros utilizando un modelo estructural.

1.2 Planteamiento del problema

En esta sección se describe el problema, que precede a los objetivos, las hipótesis y la justificación del proyecto, para terminar, discutiendo los alcances y la delimitación.

En este proyecto se investiga sobre los dos aspectos de la cadena de suministros, el teórico y el práctico. El primero es importante porque es el propósito principal de la investigación doctoral, el segundo es importante por sus efectos económicos.

De acuerdo a Bowersox C. (1969) la cadena de suministros involucra una red efectiva y eficiente de relaciones empresariales cuya finalidad es mejorar la eficiencia al eliminar trabajo improductivo, también afirman que, se genera un valor partiendo de la sinergia entre las empresas que integran la cadena de suministro con respecto a cinco flujos fundamentales: de información, de producto, de servicio, financiero y de conocimiento. Menciona Carreño Solís (2017) que el objetivo de la cadena de suministro

es administrar integralmente los flujos de productos, información y capital que se dan a lo largo de la cadena para mejorar el servicio al cliente y aumentar los beneficios. Para Santander (2014) la cadena de suministros no solo se define en términos de los eslabones que la componen, sino que, además, se debe caracterizar de acuerdo a sus atributos de funcionamiento.

En la revisión de la literatura se encontraron muchos factores, y no se aprecia una coincidencia muy amplia en los expertos, unos hablan de ciertos factores, otros de hablan de otros que son diferentes, no están discriminados por su importancia relativa. La cadena de suministro incluye todos estos factores, convirtiéndose así en un problema de mucha relevancia porque de ella depende la competitividad de las empresas y su eficacia, por lo tanto, es un tema de importancia vital, sin embargo, para mejorar la eficacia de la cadena de suministros en la literatura se encuentran muchos factores, en un estudio de Jiménez (2004) se encontró que utilizó 25 organizaciones mexicanas (de la mediana empresa) y junto con las investigaciones similares de otros autores identifica 75 factores críticos como fuentes de la eficacia de la cadena de suministros, como se puede ver son demasiados los factores para poder explicar de manera razonable de que depende la eficacia de la cadena de suministros por lo que esto se convierte en una parte del problema teórico, los factores son muchos, por lo que la teoría está en pleno desarrollo, no está plenamente determinada y los factores tampoco están plenamente discriminados por su importancia relativa.

Tomando como referencia lo encontrado en la revisión de la literatura se decidió realizar la investigación para precisar el problema. La revisión de la literatura indica, como se puede deducir, que la teoría está en pleno desarrollo, se reporta una lista de factores muy amplia y no hay una discriminación de acuerdo a su importancia relativa. Con respecto al aspecto práctico en la región, uno de los problemas a los que se enfrentan las empresas del sector maquilador tienen que ver con la disponibilidad de materia prima de los proveedores y a cambios abruptos en la demanda tales como

aumento repentino en el volumen y mezcla de los productos, esto trae como consecuencia una baja capacidad de respuesta por qué no se cumple con las metas de producción y ventas por lo que se recurre a pago extra en la recepción de las materias primas, en la manufactura de los productos y en el envíos de los productos terminados con una repercusión directa en la eficacia de la cadena de suministro. Otro factor que afecta es la baja en la disponibilidad de algunas materias primas que se utilizan a nivel global, por factores ajenos a la región pero que afectan a las empresas de la misma manera.

La investigación pretende diseñar y probar de un modelo fundamentado en el marco para la toma de decisiones de Chopra&Meindl (2013) utilizando la herramienta de Ecuaciones Estructurales, donde se consideran como factores de la eficacia de la cadena de suministro los tres controladores logísticos y los tres controladores interfuncionales.

1.3 Objetivos

En esta sección se proponen los objetivos de la investigación, iniciando la discusión con el propósito general, luego, en el siguiente apartado, se comenta sobre los objetivos particulares.

Objetivo General

Construir un modelo de los factores que influyen de manera significativa en la eficacia de la cadena de suministro

Objetivos Específicos

1. Determinar la relación entre las instalaciones y la eficacia de la cadena de suministros en las empresas manufactureras de Ciudad Juárez Chihuahua.
2. Encontrar que vinculo existe entre el factor inventario y la eficacia de la cadena de suministros en las empresas manufactureras de Ciudad Juárez Chihuahua.
3. Definir si existe alguna relación entre el transporte y la eficacia de la cadena de suministros en las empresas manufactureras de Ciudad Juárez Chihuahua.
4. Hallar la relación entre la información y la eficacia de la cadena de suministros en las empresas manufactureras de Ciudad Juárez Chihuahua.
5. Detectar la existencia de alguna relación entre el aprovisionamiento y la eficacia de la cadena de suministros en las empresas manufactureras de Ciudad Juárez Chihuahua.
6. Buscar el vínculo entre la fijación de precios y la eficacia de la cadena de suministros en las empresas manufactureras de Ciudad Juárez Chihuahua.

1.4 Hipótesis

En esta sección se presentan los supuestos a comprobar, en primer término, la hipótesis general que precede a las particulares del segundo apartado.

1. ¿De qué manera el modelo estadístico diseñado puede mejorar la eficacia de la cadena de suministro?
2. ¿Cuál es la relación entre las instalaciones y la eficacia de la cadena de suministros?
3. ¿Qué relación hay entre los niveles de inventario y la eficacia de la cadena de suministro?
4. ¿Qué tiene que ver el transporte con la eficacia de la cadena de suministros?
5. ¿Cuál es el vínculo entre la información y la eficacia de la cadena de suministros?

6. Entre el aprovisionamiento y la eficacia de la cadena de suministros ¿existe alguna relación?
7. ¿La fijación de precios tiene alguna conexión con la eficacia de la cadena de suministros?

Hipótesis general

El modelo propuesto explica razonablemente los factores de mayor impacto en la eficacia de la cadena de suministro.

Hipótesis específicas

H₁: Las instalaciones tienen un vínculo significativo en la eficacia de la cadena de suministros en las empresas manufactureras de Ciudad Juárez Chihuahua.

H₂: El inventario tiene una relación significativa con la eficacia de la cadena de suministros en las empresas manufactureras de Ciudad Juárez Chihuahua.

H₃: Existe una relación significativa entre el transporte y la eficacia de la cadena de suministros en las empresas manufactureras de Ciudad Juárez Chihuahua.

H₄: Hay un vínculo significativo entre la información y la eficacia de la cadena de suministros en las empresas manufactureras de Ciudad Juárez Chihuahua.

H₅: El aprovisionamiento se relación significativamente con la eficacia de la cadena de suministros en las empresas manufactureras de Ciudad Juárez Chihuahua.

H₆: La fijación de precios tiene una relación significativa en la eficacia de la cadena de suministros en las empresas manufactureras de Ciudad Juárez Chihuahua.

1.5 Justificación

En esta sección se explica la aportación teórica de la investigación además se mencionan los beneficios que se pueden obtener.

En los artículos seleccionados no se encontró un modelo estructural que permita determinar los factores de la eficacia en todas las etapas de la cadena de suministro. La importancia de este trabajo radica en que, si se logran los objetivos, el primer beneficio es que la teoría tendrá mayor poder explicativo porque se conocerán los factores de los que depende la eficacia de la cadena de suministros en todas sus etapas y esto impulsará el desarrollo de una teoría sustantiva.

En cuanto a los beneficios prácticos se refiere, las empresas de la industria maquiladora de exportación contarán con una herramienta que les permitirá medir la eficacia de su cadena de suministros, actividad considerada actualmente clave y de esta forma optimizar los costos, mejorando sus ventas y ubicándola entre las mejores en su ramo a nivel mundial, lo que le garantiza la permanencia en los mercados altamente competitivos en la actualidad. Además de los beneficios mencionados, este trabajo permite ampliar las aplicaciones de la metodología de los Modelos de Ecuaciones Estructurales en problemas de naturaleza compleja.

1.6 Delimitación

En esta sección se explica en qué lugar se pretende llevar a cabo la investigación, donde se aplica las encuestas y los resultados, también se aclara que el modelo sólo aplica para las empresas encuestadas

Esta investigación se pretende llevarla a cabo en el sector maquilador de la región de Juárez, Chih., México donde se aplicarán encuestas con la finalidad de recolectar datos que serán procesado mediante el modelo estructural y los resultados que se obtengan explicarán lo que está sucediendo exclusivamente en las empresas que proporcionen los datos.

2. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se discute la teoría en la que se sustenta este proyecto de investigación, en la primera sección, la revisión de los conceptos básicos de cadena de suministro, que precede a la sección de factores de influencia, la tercera sección presenta las metodologías y técnicas para análisis de datos.

2.1. Teoría de la Cadena de Suministros

De acuerdo a Sojin (2004) antes que el término cadena de suministro fuera acuñado, el término usado para la administración y movimiento de productos y servicios fue logística. El desarrollo de la logística originalmente fue emprendido por la milicia en tiempos ancestrales Británica (1994-1999) en ese tiempo, las legiones romanas utilizaron un sistema flexible que consiste en materiales de construcción, depósitos de almacenamiento y compartimientos con suministros y armas, sistemas de carreteras excelentes, talleres de reparación móviles, cuerpo de servicio de ingenieros y armeros, y una amplia coordinación y planificación. Esto dio lugar a un ejército eficiente, rápido y formidable, que ganó muchas batallas y conquistó gran parte de Europa y Asia, y la mantuvo durante muchos cientos de años Británica (1994-1999). El vasto Imperio Romano, finalmente declino, no porque se perdió el control de su imperio debido a una mala logística, pero si debido a la decadencia moral y el despotismo (Durant, 1994).

De acuerdo Mangan (2008) la administración de la logística es la parte de la administración de la cadena de suministro que planea, implementa y controla la eficiencia, la eficacia, el flujo (hacia delante y hacia atrás) y el almacenamiento de bienes y servicios y la información referente entre el punto de origen y el punto de consumo a fin de que se cumplan los requerimientos del cliente. El Instituto de Alquiler de Logística y Transporte (por sus siglas en ingles CILT = The Chartered Institute of Logistics and Transport) en U.K. describe la logística como:

“Obtener un producto correcto, en el lugar correcto con la calidad correcta en el tiempo correcto en la mejor condición y con un costo aceptable”

En efecto, dos otros “correctos” se pueden agregar a estos. Primero, el cliente correcto, porque ahora en muchas ubicaciones industriales múltiples y diferentes compañías serán co-ubicados. Incluso en algunas líneas de producción puede haber varios subcontratistas colaborando con el dueño de la fábrica y habrá una clara línea delimitada con respecto a quien es dueño de que, donde y cuando. Por lo que, teniendo el producto en el lugar correcto quizás únicamente sea la mitad de la tarea, el reto será tenerlo en el cliente correcto en el lugar correcto. El segundo, hay ahora un interés substancial y en crecimiento referente al medio ambiente y temas relacionados. Agregando otra definición de logística a las anteriores, esto podría ser la necesidad de enviar el producto al cliente en la forma correcta, de tal forma que cause lo menos posible de daño al medio ambiente. La logística una vez fue descrita como “camiones y almacenes”. Como la discusión y la definición lo muestra, y partiendo del hecho de que camiones y almacenes son por lo tanto componentes importantes de los sistemas de logística, por lo que es obvio que logística encapsula algo más.

Entre los años 1960 y 1970, las varias funciones que ahora comprenden la disciplina de la logística fueron consideradas distintas y separadas y administradas de acuerdo a eso. Esto comenzó a cambiar radicalmente, de cualquier manera, en 1980 y más allá con la liberación de las empresas de los beneficios de la integración y lo más reciente la colaboración. De acuerdo a Mangan (2008) el término administración de la cadena de suministro (por sus siglas en inglés SCM=SupplyChain Management) fue originalmente introducido por consultores en los comienzos del 1980 y, desde entonces, ha recibido una atención considerable. Menciona Stadtler (2008) que el término SCM fue creado por dos consultores, Oliver y Webber en el año 1982 y en su opinión, la cadena de suministro eleva la misión de la logística para convertirse en asunto de la alta dirección, debido a que solamente la alta dirección puede asegurar que los objetivos

funcionales en conflicto a lo largo de la cadena de suministro puedan ser balanceados y equilibrados y, finalmente, un sistema integrado estratégico que reduce el nivel de vulnerabilidad es desarrollado e implementado (Oliver, 1992). En su opinión, coordinar material, flujos de información y finanzas dentro de una empresa multi-nacional es un verdadero reto y una gratificante tarea.

Obviamente, formar una cadena de suministro de un grupo de compañías individuales y que actúen como una sola entidad es también difícil. Investigaciones en integración y coordinación de las diferentes unidades funcionales comenzaron antes que la creación del término SCM en 1982. Estos esfuerzos pueden ser localizados remontándose en campos como la logística, mercadeo, teoría de las organizaciones, administración e investigación de las operaciones. Algunas contribuciones seleccionadas son mostradas brevemente a continuación:

- Canal de investigación (Alderson, 1957)
- Colaboración y cooperación (Bowersox D. , 1969)
- Localización y control de inventarios en redes de distribución y producción (Hanssmann, 1959)
- Bullwipenot en sistemas de distribución y producción (Forrester, 1958)
- Planeación de la producción jerárquico (Hax, 1975)

La cadena de suministro es un concepto muy amplio que el de logística. En la figura 2.1 se ilustra la evolución y estructura de la cadena de suministro integrada.

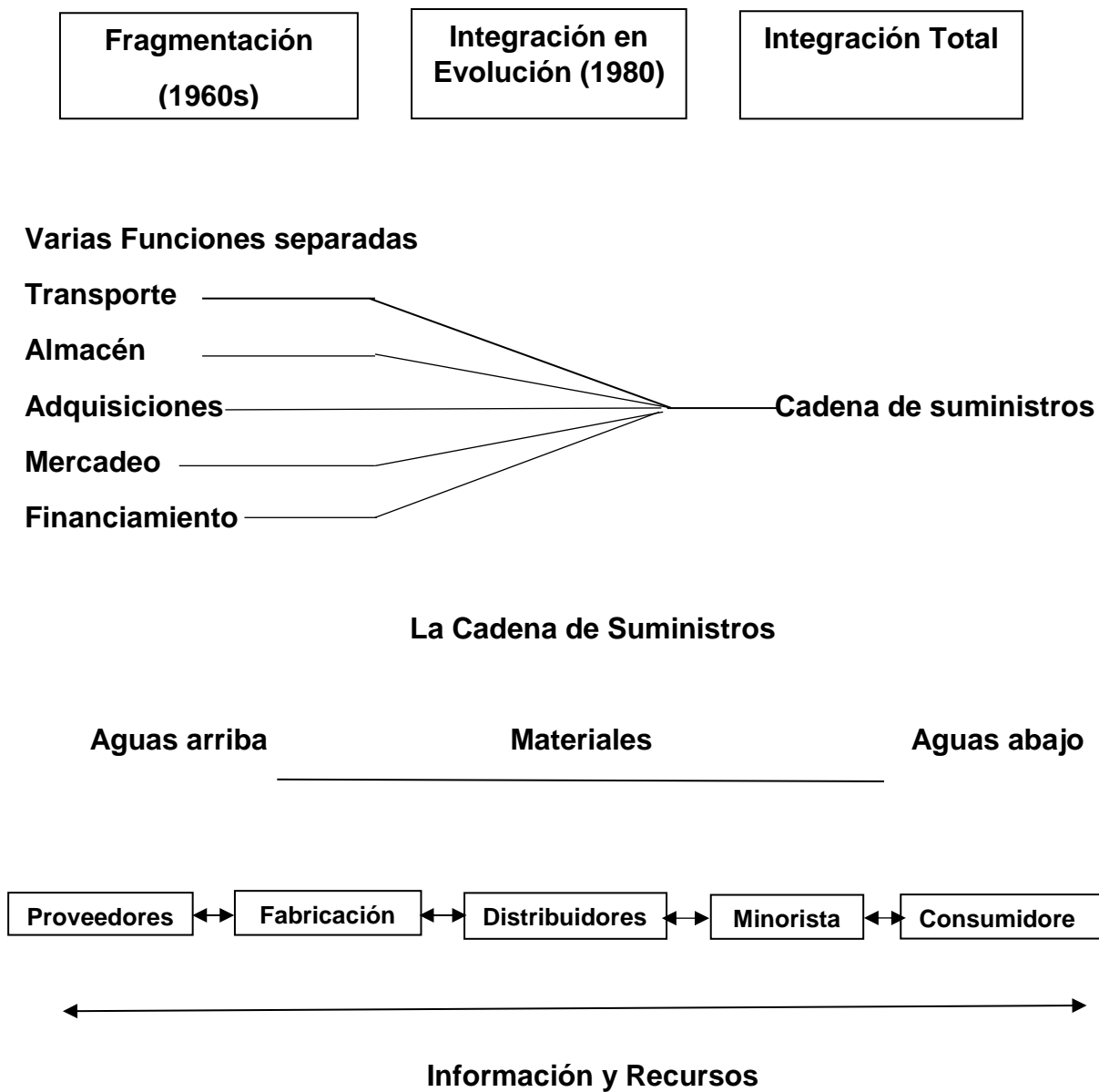


Figura 2.1. La evolución de la Cadena de Suministros Integrada (Mangan, 2008)

El surgimiento y evolución de la SCM quizás puede ser representado como una línea del tiempo como la mostrada en la figura 2.2

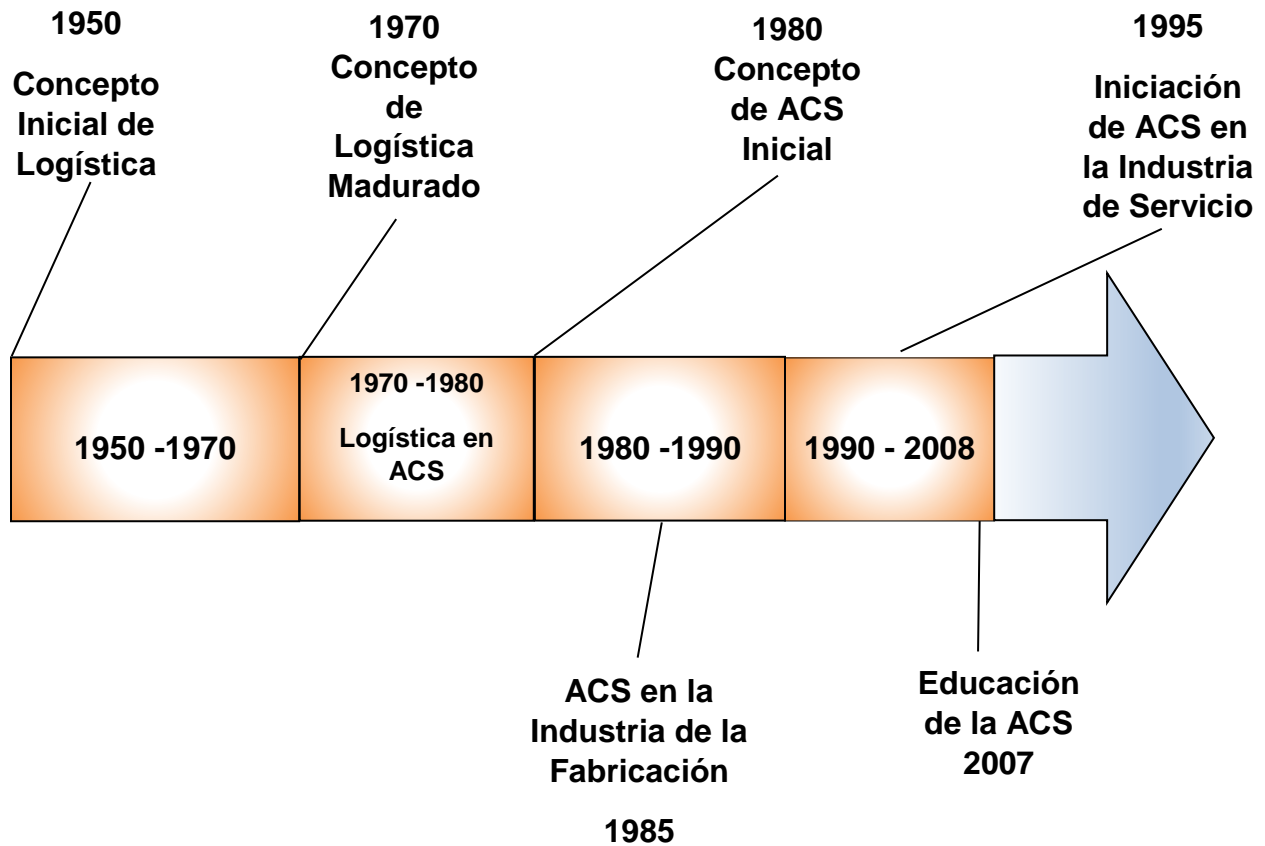


Figura 2.2. Línea del tiempo de la evolución y surgimiento de la SCM (Habib M. M., 2011)

Martin Christopher, Profesor de Logística y Mercado en la Escuela de Administración de Cranfield, sugiere que “la cadena de suministro es la red de organizaciones que están involucradas, a través redes de aguas arriba (último proveedor de la cadena de suministro) y aguas abajo (ultimo cliente de la cadena de suministro), en diferentes procesos y actividades que producen valor en forma de productos y servicios en las manos del último consumidor”. Él distingue SCM de integración vertical. El último concepto implica propiedad o al menos control en las entidades de aguas arriba y aguas

abajo, donde SCM no necesariamente implica tal propiedad o control de los socios de la cadena de suministro.

De acuerdo a Stadtler (2008) el propósito de la SCM es, la cadena de suministro misma, la cual representa una red de organizaciones que están involucradas de enlaces a través de aguas arriba y aguas abajo en los diferentes procesos y actividades que producen valor en forma de productos y servicios en las manos del último cliente (el consumidor). Como se muestra en la figura 2.3, una red usualmente no se enfoca solo en el flujo de un eslabón de la cadena, tiene que ocuparse de flujos convergentes y divergentes dentro de una red compleja, resultante de muchas órdenes de compra de diferentes clientes que tiene que ser atendidas simultáneamente.

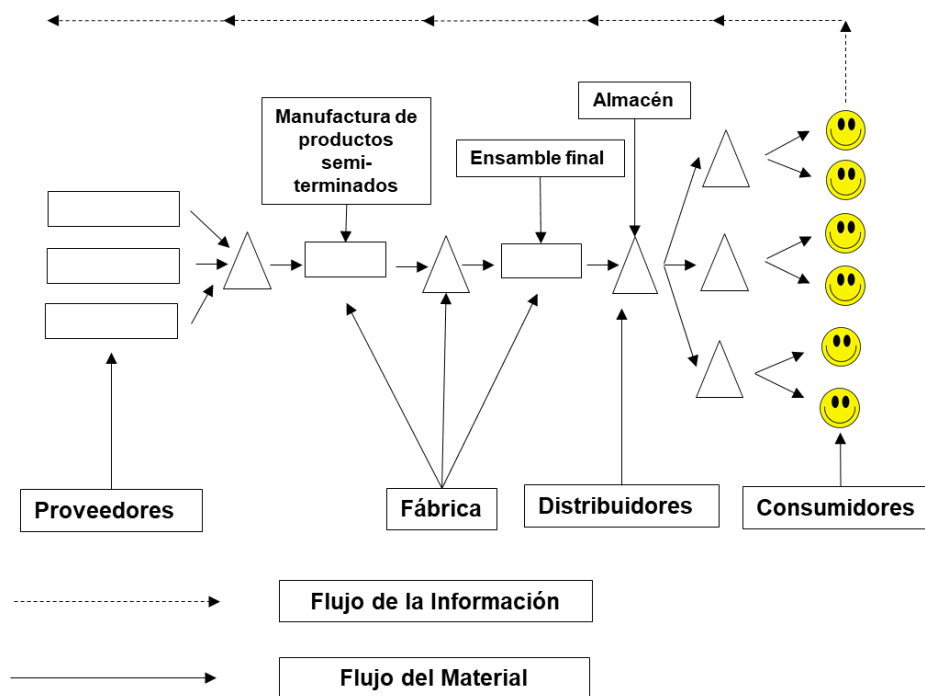


Figura 2.3. Ejemplo de una Cadena de Suministros (Stadtler, 2008)

Mencionan Stadtler (2008) que, para comprender la complejidad, una organización deberá enfocarse únicamente en una parte de la totalidad de la cadena de

suministro. Como ejemplo, vamos a centrarnos en la dirección de las aguas abajo, la visión de la organización puede limitarse por los clientes de sus clientes mientras que termina con los proveedores de sus proveedores en la dirección de aguas arriba.

También lo comentan Stadtler (2008) que, siendo estrictos, la expresión cadena de suministro es aplicado también a una gran compañía con varios lugares localizados en varios países. Coordinar material, información y flujos financieros para tal compañía multinacional de una manera eficiente continúa siendo una tarea colosal, en cambio, la toma de decisiones deberá ser fácil, ya que estos lugares son parte de una gran organización con un nivel administrativo alto. En general, una cadena de suministro se le conoce también como cadena de suministro inter organizacional, por otro lado, el termino inter organizacional se refiere estrictamente a la cadena de suministro. Independientemente de esta disparidad, es esencial una cooperación cercana entre las unidades funcionales como mercadeo, manufactura, adquisiciones, logística y finanzas.

El objetivo gobierna todos los esfuerzos dentro de una cadena de suministro y esto es visto como un aumento en la competitividad, porque a la vista del cliente no es una sola compañía responsable de la competitividad sino de la cadena de suministro como un todo, por lo que, la competitividad ha cambiado de una compañía a cadena de suministros. Es obvio que para convencer a una compañía de que forme parte de una cadena de suministro se requiere un ambiente de ganar-ganar para cada participante a largo plazo, mientras que esto quizás no sea el caso para todas las compañías a corto plazo. Un impedimento general aceptado para mejorar la competitividad es proveer servicio superior al cliente. Alternativamente, una firma puede incrementar su competitividad cumpliendo lo especificado previamente en el nivel de servicio al cliente generalmente aceptado a un mínimo costo. Stadtler (2008) explica que de acuerdo a Lee (1998) hay dos maneras generales de mejorar la competitividad de la cadena de suministro, una de ellas es la integración o cooperación de las organizaciones involucradas y otra es una mejor coordinación de los flujos de material, información y

finanzas, superando barreras organizacionales, alineando estrategias, y acelerando flujos a lo largo de la cadena de suministro es una tarea común a este respecto.

Considerando lo anterior Supply Chain Management es la tarea de integrar unidades organizacionales a lo largo de la cadena de suministro, coordinando flujos de material, de información y de finanzas con la finalidad de cumplir con las demandas del ultimo cliente con el propósito de mejorar la cadena de suministro como un todo, según (Stadtler, 2008).

La figura 2.4 muestra la casa de la SCM la cual ilustra las facetas de la SCM. El techo representa el objetivo final de la SCM y la competitividad y el servicio al cliente indican los medios para lograrlos. La competitividad se puede mejorar de varias formas, por ejemplo, reduciendo los costos, incrementando la flexibilidad con respecto a los cambios en los requerimientos del cliente o suministrando servicios y productos de calidad superior.

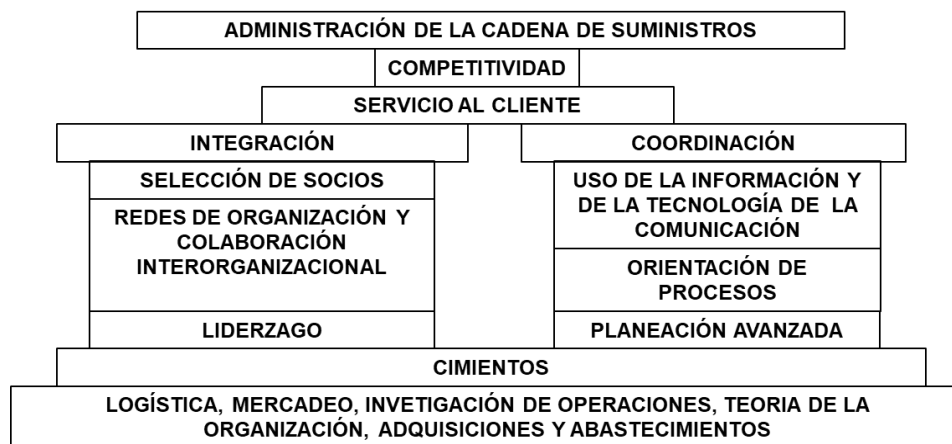


Figura 2.4. Casa de la Administración de la Cadena de Suministros (Stadtler, 2008)

De acuerdo a Stadtler (2008) el techo descansa en dos pilares que representan los dos principales componentes de la SCM, llamados integración de una red de organizaciones y la coordinación de los flujos de la información, material y finanzas. La

figura también muestra que hay varias disciplinas que fundamentan la SCM. Los dos más importantes componentes en los que incurre algún grado de innovación serán separados en sus bloques, en primer lugar, la cadena de suministro necesita seleccionar un socio pertinente para una alianza a medio plazo.

Stadtler (2008) también explica, que, en segundo lugar, ser una red de organizaciones de éxito, que consiste en organizaciones legalmente separadas llamadas en forma práctica colaboración inter organizacional y en tercer lugar, para la cadena de suministro inter organizacional, es importante los nuevos conceptos de dirección alineando estrategias de los socios involucrados. La coordinación de los flujos a lo largo de la cadena de suministro, pueden ser ejecutados eficientemente utilizando los últimos desarrollos en información y tecnología de la comunicación. Esto permite a los procesos, ejecutarlos de manera manual a automática. Para procesar las órdenes de compra, la disponibilidad de materiales, personal, maquinaria y herramientas debe ser planeada. A pesar de que producción, planeación de distribución, así como compras, se han usado por muchas décadas, pero sobre todo han aislado y limitado en su alcance. Coordinando planes sobre muchos sitios y sobre muchas organizaciones legalmente separadas que representan un nuevo reto que debe ser tomado por sistemas avanzados de planeación.

De acuerdo a la Sociedad Americana de Producción y Control de Inventarios APICS (1990) la cadena de suministro es el proceso desde la materia prima inicial hasta el consumo del producto terminado vinculados a través de industrias proveedores y usuarios. La cadena de suministro constituye todas las funciones dentro y fuera de la industria lo que habilita la cadena de valor para hacer productos y proveer servicios al cliente, (Inman, 1992).

Habib M. M. (2010) explica que Consejo de La Administración de la Cadena de Suministro Profesional ha determinado SCM como: la que comprende la planeación y la administración de todas las actividades que se involucran en las actividades de

abastecimiento y adquisiciones, transformación y todas las actividades de la administración de la logística. Fundamentalmente SCM integra la oferta y la demanda dentro y fuera de las empresas.

Según Habib M. M. (2011) el término administración de la cadena de suministro ha logrado prominencia desde los últimos 10 años. Cerca del 13.55% de los títulos de las sesiones concurrentes tienen la palabra "cadena de suministro" en la conferencia anual del 1995 del Consejo de Administración de Logística. El número de sesiones que tienen el término llegó hasta el 22.4% en la conferencia del 1997, solamente 2 años después, de la misma manera Menciona Habib M. M. (2011) que el término es comúnmente utilizado para ilustrar responsabilidades ejecutivas en las corporaciones, y que la SMC se ha convertido en un "tema candente" de tal manera que es difícil recoger un periódico en la fabricación, distribución, comercialización, gestión de clientes, o el transporte sin ver algún artículo sobre SMC o temas relacionados.

Continúa explicando Habib Md. M, (2011) también SCM en términos operacionales involucrando el flujo de materiales y productos, algunos viéndolos como una filosofía de administración y otros vistos en términos de administración de procesos (Tyndall, 1998) y otros viéndolo como un sistema integrado. Los autores han conceptualizado SMC de manera diferente dentro del mismo artículo: como filosofía de la administración por un lado y como una forma de integrar sistemas entre integración vertical y entidades separadas en el otro lado Cooper and Ellram (1993). La cadena de suministro incluye proveedores, manufactureros, distribuidores, minoristas y clientes.

Los clientes son el enfoque principal en la cadena, debido a que el primer propósito de la existencia de cualquier cadena de suministro es satisfacer las necesidades del cliente en el proceso generando ganancias a sí mismo, (Chopra & Meindl, 2013). En la figura 2.5 se muestra un ejemplo de una cadena de suministro básica.

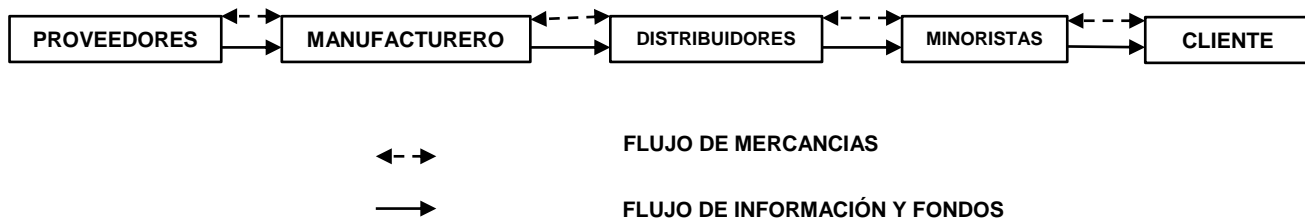


Figura 2.5. Cadena de Suministros Básica (Chopra & Meindl, 2013).

2.2. Factores de la Eficacia de la Cadena de Suministro

A continuación, se muestra la revisión de literatura acerca de los factores de la eficacia de la cadena de suministro, específicamente los de mayor importancia y también de la administración de la cadena de suministro.

De acuerdo a McCormack, Bronzo y Valadares (2008) la madurez de la cadena de suministro es un factor determinante en su eficacia, también mencionan que la madurez del proceso de enviar es el que tiene mayor impacto en la eficacia de la cadena de suministros. para Yang, (2013) compartir el conocimiento tanto el explícito como el tácito en el desarrollo de las capacidades de la cadena de suministro, y la eficiencia en costos y la capacidad de innovación son factores de su eficacia.

Wowak, Craighead, Ketchen y Hult (2013) mencionan al conocimiento que se tenga de la cadena de suministros como un factor que realza el desempeño de la empresa principalmente de sus socios y de los procesos. Kulwiec (2004) considera el tras-embarque (crossdocking) como un medio para mejorar la eficacia de la cadena de suministros por el ahorro costos en mantener y manejar los inventarios. Fawcett S, Fawcett, Watson y Magnan (2012) reportan que la habilidad para identificar y ligar las capacidades complementarias a través de la colaboración de los miembros de la cadena de suministros la llevan a un nivel superior de eficacia.

En el análisis que hacen de la cadena de suministros en el sector automotriz de la India, Saad y Patel (2006) señalan que el costo y el control de la competitividad, la reducción en el tiempo de espera y la administración de los inventarios son factores importantes de su eficacia, afirman que las relaciones entre los socios, compartir información y la integración de la cadena de suministros en el abastecimiento tiene un fuerte impacto en la eficacia de la cadena de suministros. También indican que la integración de la cadena de suministro tiene el efecto total estandarizado más alto en la eficacia de la misma.

Ramírez y Peña (2011) aplicaron la Teoría del Caos en el estudio de la cadena de suministros identificando las variables más sensibles que pueden llevarla al estado del caos, estas son: cambios en los niveles de inventario, en los pedidos y en los costos. Por su parte, Díaz y Pérez (2011) afirman que, en la gestión de la cadena de suministros, la optimización conjunta (integración) suministrador-comprador con enfoque de justo a tiempo de los inventarios es más eficiente en costos que si se realiza de la forma tradicional no colaborativa. También reportan que los costos totales disminuyen en toda la cadena de suministros considerablemente.

Lassar, Haar, Montalvo y Hulser (2010) plantean que para mantener la competitividad en las cadenas de suministros globales es necesario considerar, principalmente, los recursos que utilizan, los sistemas de interconexión y el criterio de rendimiento que emplean. Drango, Dr. Serna. Pérez y Arango (2008) mencionan que, las organizaciones tratan de alinear sus objetivos e intereses con los de otras compañías que componen la cadena de suministros, aunque no es una tarea fácil, Así surge la gerencia de la cadena de suministro que busca integrar los procesos claves de las diferentes firmas que componen la cadena de suministros y uno de estos procesos clave es la toma de decisiones tanto a nivel estratégico como operativo.

Martínez y Pérez (2006) analizan la relación entre la flexibilidad de la cadena de suministros y los resultados de la empresa en una muestra de proveedores del sector de automoción y encontraron que existe una relación positiva entre la flexibilidad y los resultados de una empresa. Correa y Gómez (2009) analizan el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC's) en la cadena de suministro, encontrando que el uso de estas TIC's en su mayoría contribuye a la reducción de costos y contribuyen a mejorar la comunicación entre los actores de la misma.

Li y O'Brien (1999) reportan cuatro factores utilidades, eficacia del tiempo de ciclo, rapidez de la entrega y eliminación del desperdicio. Lee (2002), a su vez propuso que se debe considerar la ágilidad, lo adaptable y alienable para tener éxito. Al-Hawari, T.; Ahmed, A.; Khrais, S.&Mumani, A. (2013) mencionan tres factores que afectan la eficacia de toda la cadena de suministros, estos factores son políticas de asignación, políticas de inventarios y patrones de la demanda.

Por su parte, Saygin y Hall (2012) analizan los efectos del factor compartir información entre los socios de la cadena de suministro vía simulación. De acuerdo a Donald J, Browsersox, Cosse y Cooper (2007) la cadena de suministros involucra una red eficaz y eficiente de relaciones empresariales cuya finalidad es mejorar la eficiencia al eliminar trabajo improductivo, también afirman que genera un valor partiendo de la sinergia entre las empresas que integran la cadena de suministro con respecto a cinco flujos fundamentales: de información, de producto, de servicio, financiero y de conocimiento. Menciona Carreño Solís (2018) que el objetivo de la cadena de suministro es administrar integralmente los flujos de productos, información y capital que se dan a lo largo de la cadena para mejorar el servicio al cliente y aumentar los beneficios. Para Santander, Amaya y Vilorio (2014) la cadena de suministros no solo se define en términos de los eslabones que la componen, sino que, además, se debe caracterizar de acuerdo a sus atributos de funcionamiento.

Otro aspecto del problema teórico es la estructura de la cadena, comentan Romano, Danesa y Formentini (2012) que específicamente, las prácticas de integración entre la cadena de suministros y sus socios. En el mismo sentido, Romano et al (2012) afirma que la intensificación de la competitividad y la demanda por mejorar el servicio al cliente han incrementado considerablemente la necesidad de la integración entre compañías y como consecuencia, las prácticas de integración de la cadena de suministros buscan coordinar los procesos a lo largo de toda la cadena de suministros, lo que es considerado importante para mantener la ventaja competitiva. Por lo anterior se considera que la integración de todos los miembros de la cadena de suministros es uno de los principales factores que afectan su eficacia (D.P Van Donk, 2007).

Chopra & Meindl, (2013) Mencionan que el objetivo de la estrategia de una cadena de suministro es procurar el equilibrio entre la capacidad de respuesta y la eficiencia que se ajuste a la estrategia competitiva. Explican que, para lograr este objetivo, una compañía debe estructurar la combinación correcta de los controladores logísticos y los tres controladores interfuncionales; su impacto combinado determina la capacidad de respuesta y las utilidades de toda la cadena de suministro. Continúan en su análisis comentando que la mayoría de las compañías comienzan con una estrategia competitiva y luego deciden la estrategia de su cadena de suministros, y así determinan como debe desempeñarse la cadena de suministro con respecto a eficiencia y capacidad de respuesta.

Afirman que la cadena de suministro debe utilizar los tres controladores logísticos y los tres controladores funcionales para lograr el nivel de desempeño que su estrategia dicta para maximizar sus utilidades, ver figura 2.6 la que muestra el marco para la toma de decisiones relacionadas con la cadena de suministro. Concluyen que el estudio de los seis controladores puede indicar la necesidad de cambiar la estrategia de la cadena de suministro, e incluso la estrategia competitiva.

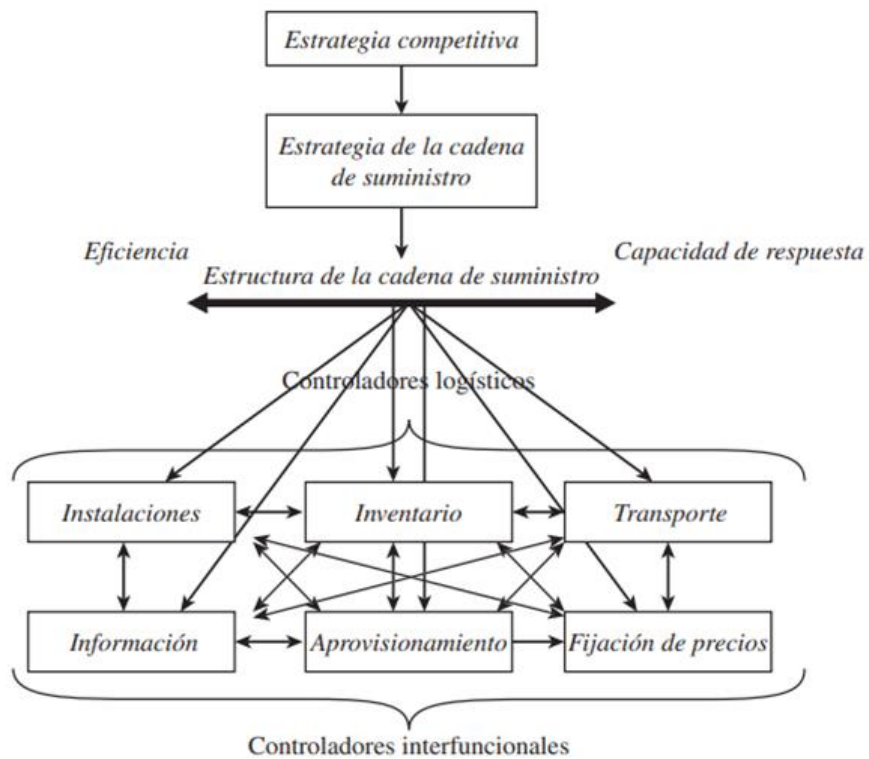


Figura 2.6. Marco para la Toma de Decisiones en la Cadena de Suministros. Fuente (Chopra & Meindl, 2013)

Vaidya y Hudnurkar (2013) proponen la productividad, el tiempo en que se recupera la inversión, la calidad, el tiempo, la innovación, el precio, la flexibilidad, la adaptabilidad, la efectividad del proveedor, la medición del mercado y las habilidades de colaboración para medir la eficacia de la cadena de suministros en la industria química de la India.

Allesina, Assi, Battini y Regattieri (2010) considera los siguientes factores: salidas totales del sistema, promedio de información mutua, influencia, capacidad de desarrollo, gastos generales de entrada y gastos generales de salida en las exportaciones, gastos generales de disipación y redundancia para medir la eficacia de la cadena de suministros en su investigación mediante un modelo entrópico llamado Índice de Entropía Ecológico.

Agarwal y Shankar (2003) en su afán por entender el comportamiento dinámico de las variables que tienen un papel fundamental en mejorar la eficacia de la cadena de suministros proponen un modelo sistemático basado en la dinámica. El modelo provee un marco para analizar las variables que están afectando la eficacia de la cadena de suministro. Las variables que emanan de esta medición son: deficiencia en la satisfacción del cliente, minimización de los costos, reducción de los tiempos de espera, mejoras en el nivel de servicio y mejoras en la calidad. Beamon (1999) menciona que tres factores generales son los que miden la eficacia de la cadena de suministros estos son recursos (altos niveles de eficiencia), salidas (alto nivel de servicio al cliente) y flexibilidad (capacidad para responder a los cambios en el ambiente), en el desarrollo del esquema que le permita seleccionar el sistema de medición del desempeño.

Gunasekaran, Patel y McGaughey (2004) mediante la revisión de la literatura, desarrollan un esquema que les permite medir la eficacia de la cadena de suministros basándose en las cuatro principales actividades que son planeación, origen, manufactura / ensamble y envío. Estos factores fueron clasificados en lo estratégico, táctico y operacional para clarificar el nivel administrativo de responsabilidad y autoridad. Adarme, Arango y Cogollo (2012) miden la eficacia de la cadena de suministros en la industria naval centrada en un astillero con un modelo que integra los fundamentos del BSC (*Balanced Scorecard*) con la teoría de conjuntos difusos para el tratamiento de la imprecisión asociada a la gestión de la cadena de suministros consideran cuatro perspectivas en el desempeño global de la cadena de suministros (clientes, finanzas, procesos y aprendizaje y conocimiento). McCormack, Ladeira y Valadares de Oliveira (2008) demuestran una fuerte y positiva relación entre la madurez de la cadena de suministro y su eficacia.

Con su herramienta de toma de decisiones, Vaidya y Hudnurkar (2013) ayudan a las organizaciones a tomar decisiones importantes referentes a las prioridades que

deben tomar y definen como factores de la eficacia de la cadena de suministros la productividad, tiempo de recuperación de la inversión, calidad, tiempo, innovación, precio, flexibilidad, adaptabilidad, efectividad del proveedor, medición del mercado y habilidad de colaboración. Por su parte, Allesina, Assi, Battini y Regattieri (2010) abordan el análisis de la complejidad de la cadena de suministro a través del análisis de redes para determinar su eficacia y definen los siguientes factores de la eficacia de la cadena de suministro: salidas totales del sistema, promedio de información mutua, influencia, capacidad de desarrollo, gastos generales de entrada y de salida en las exportaciones, gastos generales, disipación y redundancia.

Yang (2013) demuestra que hay una fuerte relación entre compartir el conocimiento explícito y tácito y las capacidades de la cadena de suministro tales como eficiencia en el costo y e innovación, las cuales ejercen efectos en el mejoramiento de la eficacia de la cadena de suministro. En su modelo basado en un sistema dinámico, Agarwal y Shankar (2003) mencionan que su modelo provee un esquema efectivo para analizar las diferentes variables que afectan la eficacia de la cadena de suministro y señalan los siguientes factores: deficiencias en la satisfacción del cliente, minimización de los costos, reducción de los tiempos de espera, mejoras en el nivel de servicio y mejoras en la calidad.

Por Meta-Análisis Wowk, Craighead, Ketchen y Hult (2013) determinan la relación existente entre el conocimiento que se tenga de la cadena de suministro y la eficacia de la empresa. Beamon (1999) Comenta que los factores que determinan la eficacia de la cadena de suministro son: Recursos (altos niveles de eficiencia), salidas (alto nivel de servicio al cliente y flexibilidad (capacidad para responder a los cambios). Kulwiec (2004) explora el trans-embarque (crossdocking) como estrategia para mejorar la cadena de suministros, promueve el flujo a través del conducto de la cadena de suministro reduciendo los pequeños acumulamientos y expidiendo órdenes de compra.

Gunasekaran, Patel y McGaughey (2004) reportan los factores que son aplicados en el contexto de las cuatro principales actividades de la cadena de suministro: planes, origen, manufactura/ensamble y envío/cliente. Mediante entrevistas y estudios empíricos Cang, Tsai y Hsu (2013) mencionan que el abastecimiento contribuye en el mejoramiento de la eficacia de la cadena de suministro a través de las relaciones entre los socios, compartiendo información y la integración de la cadena de suministro.

2.3 Análisis Factorial

Menciona Joreskog y Reymen (1993) que el análisis factorial es un término genérico que se utiliza para describir una serie de métodos diseñados para analizar las interrelaciones dentro de un conjunto de variables u objetos cuyo resultado es la construcción de algunas variables u objetos hipotéticos llamados factores, que se espera contengan la información esencial en un conjunto más grande de variables u objetos observados las cuales reducen la complejidad general de los datos al aprovechar las interdependencias inherentes y así, una pequeña cantidad de factores generalmente tomará en cuenta, para aproximadamente la misma cantidad de información que el conjunto mucho mayor de observaciones originales. Declara Morales (2011) que lo que se busca con el análisis factorial es sintetizar la información que nos proporcionan la matriz de correlaciones para que de esa manera se pueda interpretar de manera más fácil, además, busca dar respuesta a la siguiente: ¿Por qué unas variables se relacionan entre si más que otras? La respuesta hipotética esperada es por la existencia de otras variables y otras dimensiones que lo explican.

Para Sewell (2008), el análisis factorial es una técnica estadística que tiene el objetivo de simplificar un conjunto de datos complejos mediante la representación del conjunto de variables en términos de un número menor de variables hipotéticas o no observables, que son conocidas como factores o variables latentes y comenta que sus orígenes se remontan a Pearson (1901) y Spearman (1904), y fue utilizado por primera vez por Thurstone (1931). Menciona que el análisis factorial es una rama del análisis

multivariado y que las variables observables se modelan como combinaciones lineales de los factores más un error.

Sewell (2008) recomienda siete pasos para realizar un análisis factorial, estos son los siguientes:

1. Recolectar datos
2. Generar una matriz de varianza-covarianza de las variables observables
3. Seleccionar el número de factores.
4. Extraer el conjunto inicial de factores.
5. Realizar la rotación de factores a una solución final.
6. Interpretar la estructura factorial.
7. Construir puntuaciones de factores para análisis posteriores.

El Análisis Factorial puede ser exploratorio o confirmatorio. El análisis factorial exploratorio (AFE) se caracteriza porque no se conocen a priori el número de factores y es en la aplicación empírica donde se determina este número. De acuerdo a Martínez, Méndez y Rondón (2011) el AFE se originó en el siglo XX y se le conoce como un conjunto de variables en las cuales no existe una variable de respuesta ni variables independientes, como en la mayoría de los modelos de regresión, sino que todas las variables son analizadas en su conjunto y se caracteriza por su versatilidad.

El AFE busca definir grupos de variables (más conocidas como factores) que estén altamente correlacionadas entre sí. Se usa para reducir la complejidad de un gran número de variables en un número más reducido, por lo que tiene como objetivo explicar un fenómeno de forma más minuciosa.

Por otro lado, en el análisis factorial confirmatorio (AFC) los factores están fijados a priori, utilizándose contrastes de hipótesis para su corroboración. Según Stapleton (1997) el AFC generalmente se basa en un fundamento teórico y / o empírica sólida que permite al investigador especificar un modelo factorial exacto por adelantado, en el cual se muestra qué variables se cargaran en qué factores, así como también que factores están correlacionados.

Para realizar un análisis factorial, Stapleton (1997) propone un proceso de 7 pasos:

Paso 1: Formulación del Problema. En la formulación del problema debe abordarse la selección de las variables a analizar, así como la de los elementos de la población en la que dichas variables van a ser observadas. Aunque pueden realizarse análisis factoriales con variables discretas y/o ordinales lo habitual será que las variables sean cuantitativas continuas. Es importante, en todo caso, que dichas variables recojan los aspectos más esenciales de la temática que se desea investigar. No tiene sentido incluir variables que no vengan fundamentadas por los aspectos teóricos del problema porque se corre el riesgo de que los resultados obtenidos ofrezcan una estructura factorial difícil de entender y con escaso contenido teórico relevante. Así mismo, la muestra debe ser representativa de la población objeto de estudio y del mayor tamaño posible. Como regla general deberán existir por lo menos cuatro o cinco veces más observaciones (tamaño de la muestra) que variables.

El modelo del análisis factorial. Sean X_1, X_2, \dots, X_p las p variables objeto de análisis que supondremos en todo lo que sigue, que están tipificadas. Si no lo estuvieran el análisis se realizaría de forma similar pero la matriz utilizada para calcular los factores no sería la matriz de correlación sino la de varianzas y covarianzas. El investigador mide estas variables sobre n individuos, obteniéndose la siguiente matriz de datos, ver la figura 2.7.

Sujetos	Variables			
	X ₁	X ₂	X _p
1	X ₁₁	X ₁₂	X _{1p}
2	X ₂₁	X ₂₂	X _{2p}
.
.
.
n	X _{n1}	X _{n2}	X _{np}

Figura 2.7. Matriz de datos

El modelo del Análisis Factorial viene dado habitualmente por las ecuaciones:

$$X_1 = a_{11}F_1 + a_{12}F_2 \dots + a_{1k}F_k + u_1$$

$$X_2 = a_{21}F_1 + a_{22}F_2 \dots + a_{2k}F_k + u_2$$

.....

$$X_p = a_{p1}F_1 + a_{p2}F_2 \dots + a_{pk}F_k + u_p$$

Donde F_1, \dots, F_k ($k < p$) son los factores comunes y u_1, \dots, u_k los factores únicos o específicos y los coeficientes $\{a_{ij}; i=1, \dots, p; j=1, \dots, k\}$ las cargas factoriales. Se supone, además, que los factores comunes están a su vez estandarizados DE LA FORMA ($E(F_i) = 0$; $Var(F_i) = 1$), los factores específicos tienen media 0 y están in correlacionados ($E(u_i) = 0$; $Cov(u_i, u_j) = 0$ si $i \neq j$; $j, i=1, \dots, p$) y que ambos tipos de factores están in correlacionados ($Cov(F_i, u_j) = 0$, $\forall i=1, \dots, k; j=1, \dots, p$).

Si, además, los factores están in-correlacionados ($Cov(F_i, F_j) = 0$ si $i \neq j$; $j, i=1, \dots, k$) estamos ante un modelo con factores ortogonales. En caso contrario el modelo se dice que es de factores oblicuos. Expresado en forma matricial:

$$X = Af + u \Leftrightarrow X = FA' + U$$

Utilizando las hipótesis anteriores se tiene que:

$$Var(X_i) = \sum_{j=1}^k a_{ij}^2 + \psi = h_i^2 + \psi_i; i = 1, \dots, p$$

Donde $h_j^2 = \text{Var}\left(\sum_{j=1}^k a_{ij}F_j\right)$ y $\Psi = \text{Var}(\mathbf{u}_i)$

Reciben los nombres de comunalidad y especificidad de la variable \mathbf{X}_i , respectivamente. Por lo tanto, la varianza de cada una de las variables analizadas puede descomponerse en dos partes: una, la comunalidad h_i^2 que representa la varianza explicada por los factores comunes y otra la especificidad ψ_i que representa la parte de la varianza específica de cada variable.

Además, se tiene que:

$$\text{Cov}(X_i, X_l) = \text{Cov}\left(\sum_{j=1}^k a_{ij} F_j, \sum_{j=1}^k a_{lj} F_j\right) = \sum_{j=1}^k a_{ij} a_{lj} \quad \forall i \neq l$$

Por lo que son los factores comunes los que explican las relaciones existentes entre las variables del problema. Es por esta razón que los factores que tienen interés y son susceptibles de interpretación experimental son los factores comunes. Los factores únicos se incluyen en el modelo dada la imposibilidad de expresar, en general, p variables en función de un número más reducido k de factores.

Paso 2: Análisis de la matriz de correlación. Una vez formulado el problema y obtenida la matriz de datos \mathbf{X} el siguiente paso a realizar es el examen de la matriz de correlaciones maestras $\mathbf{R} = (r_{ij})$ donde r_{ij} es la correlación muestral observada entre las variables \mathbf{X}_i y \mathbf{X}_j . La finalidad de este análisis es comprobar si sus características son las más adecuadas para realizar un Análisis Factorial. Uno de los requisitos que debe cumplirse para que el Análisis Factorial tenga sentido es que las variables estén altamente Inter correlacionadas. Por tanto, si las correlaciones entre todas las variables

son bajas, el Análisis Factorial tal vez no sea apropiado. Además, también se espera que las variables que tienen correlación muy alta entre sí la tengan con el mismo factor o factores. A continuación, presentamos diferentes indicadores del grado de asociación entre las variables.

Test de esfericidad de Barlett. Una posible forma de examinar la matriz de correlaciones es mediante el test de esfericidad de Bartlett que contrasta, bajo la hipótesis de normalidad multivariante, si la matriz de correlación de las variables observadas, \mathbf{R}_p , es la identidad. Si una matriz de correlación es la identidad significa que las inter-correlaciones entre las variables son cero. Si se confirma la **hipótesis nula ($H_0: \mathbf{R}_p = \mathbf{I}$)** significa que las variables no están inter-correlacionadas. El test de esfericidad de Bartlett se obtiene a partir de una transformación del determinante de la matriz de correlación. El estadístico de dicho test viene dado por:

$$d_R = - \left(n - 1 - \frac{1}{6}(2p + 5) \right) \log|\mathbf{R}| = - \left(n - \frac{2p + 11}{6} \right) \sum_{j=1}^p \log(\lambda_j)$$

donde n es el número de individuos de la muestra y λ_j ($j = 1, \dots, p$) son los valores propios de \mathbf{R} . Bajo la hipótesis nula este estadístico se distribuye asintóticamente según una distribución χ^2 con $p(p-1)/2$ grados de libertad. Si H_0 es cierta los valores propios valdrían uno, o equivalentemente, su logaritmo sería nulo y, por tanto, el estadístico del test valdría cero.

Por el contrario, si con el test de Bartlett se obtienen valores altos de χ^2 , o equivalentemente, un determinante bajo, esto significa que hay variables con correlaciones altas (un determinante próximo a cero indica que una o más variables podrían ser expresadas como una combinación lineal de otras variables). Así pues, si el estadístico del test toma valores grandes se rechaza la hipótesis nula con un cierto grado

de significación. En caso de no rechazarse la hipótesis nula significaría que las variables no están inter-correlacionadas y en este supuesto debería reconsiderarse la aplicación de un Análisis Factorial.

Medidas de Adecuación de la muestra. El coeficiente de correlación parcial es un indicador de la fuerza de las relaciones entre dos variables eliminando la influencia del resto. Si las variables comparten factores comunes, el coeficiente de correlación parcial entre pares de variables deberá ser bajo, puesto que se eliminan los efectos lineales de las otras variables. Las correlaciones parciales son estimaciones de las correlaciones entre los factores únicos y deberían ser próximos a cero cuando el Análisis Factorial es adecuado, ya que, estos factores se supone que están inter-correlacionados entre sí. Por lo tanto, si existe un número elevado de coeficientes de este tipo distintos de cero es señal de que las hipótesis del modelo factorial no son compatibles con los datos. Una forma de evaluar este hecho es mediante la Medida de Adecuación de la Muestra KMO propuesta por Kaiser, Meyer y Olkin. Dicha medida viene dada por

$$KMO = \frac{\sum_{j \neq i} \sum_{i \neq j} r_{ij}^2}{\sum_{j \neq i} \sum_{j \neq i} r_{ij}^2 + \sum_{j \neq i} \sum_{i \neq j} r_{ij(p)}^2}$$

donde $r_{ij(p)}$ es el coeficiente de correlación parcial entre las variables X_i y X_j eliminando la influencia del resto de las variables. KMO es un índice que toma valores entre **0** y **1** y que se utiliza para comparar las magnitudes de los coeficientes de correlación observados con las magnitudes de los coeficientes de correlación parcial de forma que, cuanto más pequeño sea su valor, mayor es el valor de los coeficientes de correlación parciales $r_{ij(p)}$ y, por lo tanto, menos deseable es realizar un Análisis Factorial. Kaise, Meyer y Olkin aconsejan que si **KMO \geq 0,75** la idea de realizar un análisis factorial es buena, **si $0,75 > KMO \geq 0,5$** la idea es aceptable y si **KMO $<$ 0,5** es inaceptable. También se puede calcular una Medida de Adecuación Muestral para

cada variable de forma similar al índice **KMO**. En esta prueba sólo se incluyen los coeficientes de la variable que se desea comprobar está dada por:

$$MSA_i = \frac{\sum_{i \neq j} r_{ij}^2}{\sum_{i \neq j} r_{ij}^2 + \sum_{i \neq j} r_{ij(p)}^2} ; i = 1, \dots, p$$

Un valor bajo de **MSAi** indica que las hipótesis hechas por el modelo del Análisis Factorial son poco compatibles para el caso de la variable **Xi**. De esta forma si el **KMO** es bajo es posible localizar las variables responsables de dichos valores y, si el Análisis Factorial resultara poco exitoso, dichas variables podrían ser eliminadas del análisis siempre y cuando su importancia teórica no lo desaconsejara. Nuestra experiencia práctica con estos índices nos indica que es peligroso tomarlos como únicas medidas de adecuación de la muestra a las hipótesis del modelo del Análisis Factorial, sobre todo si el número de variables consideradas es pequeño. Conviene complementar dicha información con otras fuentes como pueden ser las comunalidades de cada variable, los residuos del modelo y la interpretabilidad de los factores obtenidos a la hora de tomar la decisión de eliminar una variable del estudio.

Paso3: Extracción de Factores. El objetivo del Análisis Factorial consiste en determinar un número reducido de factores que puedan representar a las variables originales. Por tanto, una vez que se ha determinado que el Análisis Factorial es una técnica apropiada para analizar los datos, debe seleccionarse el método adecuado para la extracción de los factores. Existen diversos métodos cada uno de ellos con sus ventajas e inconvenientes. El modelo factorial en forma matricial viene dado por **X = FA' + U** y el problema consiste en cuantificar la matriz **A** de cargas factoriales que explica **X** en función de los factores. A partir de esta expresión se deduce la llamada identidad fundamental del Análisis Factorial:

$$\mathbf{R}_p = \mathbf{A}\mathbf{A}' + \boldsymbol{\psi} \quad (2)$$

donde \mathbf{R}_p es la matriz de correlación poblacional de las variables X_1, \dots, X_p y $\boldsymbol{\psi} = \text{diag}(\psi_i)$ es la matriz diagonal de las especificidades. En este sentido surgen dos problemas:

a) Problema de los Grados de Libertad: igualando cada elemento de la matriz \mathbf{R}_p con la combinación lineal correspondiente al 2º miembro de la ecuación resultan $p \times p$ ecuaciones, que es el número de elementos de \mathbf{R} . Ahora bien, la matriz \mathbf{R}_p es simétrica y, consecuentemente, está integrada por $p(p+1)/2$ elementos distintos, que es el número real de ecuaciones de que disponemos. En el segundo miembro los parámetros a estimar son los $p \times k$ elementos de la matriz \mathbf{A} y los p elementos de la matriz $\boldsymbol{\psi}$. En consecuencia, para que el proceso de estimación pueda efectuarse se requiere que el número de ecuaciones sea mayor o igual que el número de parámetros a estimar ($p(p+1)/2 \geq p(k+1)$) o equivalentemente $k \leq (p-1)/2$.

b) Problema de la No Unicidad de la Solución. Aún y cuando no se presente el problema anterior hay que tener en cuenta que las soluciones dadas para la matriz \mathbf{A} no son únicas, puesto que cualquier transformación ortogonal de \mathbf{A} es también una solución. Si \mathbf{T} es una matriz ortogonal, entonces $\mathbf{T}\mathbf{T}' = \mathbf{T}'\mathbf{T} = \mathbf{I}$, al aplicar una transformación ortogonal a \mathbf{A} se obtiene una solución distinta al sistema anterior. Esta es la base de los métodos de rotación de factores. Por tanto, si \mathbf{T} es una matriz ortogonal, entonces $\mathbf{A}^* = \mathbf{A}\mathbf{T}$ es solución, definimos $\mathbf{F}^* = \mathbf{F}\mathbf{T}$ otros factores (\mathbf{F}^* es el vector \mathbf{F} rotado por la matriz ortogonal \mathbf{T}). Se comprueba que \mathbf{X} y \mathbf{R}_p siguen verificando las ecuaciones del modelo, es decir:

$$\mathbf{R}_p = \mathbf{A}^*\mathbf{A}^{*'} + \boldsymbol{\psi} = (\mathbf{A}\mathbf{T})(\mathbf{T}'\mathbf{A}') + \boldsymbol{\psi} = \mathbf{A}\mathbf{A}' + \boldsymbol{\psi}$$

$$\mathbf{X} = \mathbf{F}^*\mathbf{A}^{*'} + \mathbf{U} = (\mathbf{F}\mathbf{T})(\mathbf{T}'\mathbf{A}') + \mathbf{U} = \mathbf{F}\mathbf{A}' + \mathbf{U}$$

Por lo tanto, el modelo es único salvo rotaciones ortogonales, es decir, se pueden realizar rotaciones de la matriz de ponderaciones o cargas factoriales sin alterar el modelo.

Métodos de extracción de factores. Existen muchos métodos para obtener los factores comunes. A continuación, se explican los que más comúnmente se utilizan.

Método de las Componentes Principales. Este método consiste en estimar las puntuaciones factoriales mediante las puntuaciones tipificadas de las k primeras componentes principales y la matriz de cargas factoriales mediante las correlaciones de las variables originales con dichas componentes. Este método tiene la ventaja de que siempre proporciona una solución. Tiene el inconveniente, sin embargo, de que al no estar basado en el modelo de Análisis Factorial puede llevar a estimadores muy sesgados de la matriz de cargas factoriales, particularmente, si existen variables con comunalidades bajas.

Método de los Ejes Principales. Este método está basado en la identidad fundamental del Análisis Factorial sustituyendo la matriz de correlaciones poblacionales R_p por la de correlaciones muestrales R .

$$R^* = R - \Psi = AA'$$

El método es iterativo y consiste en alternar una estimación de la matriz de especificidades Ψ , con una estimación de la matriz de cargas factoriales A respetando la identidad. Se parte de una estimación inicial de la matriz Ψ , $\Psi(0)$ y en el paso i -ésimo del algoritmo se verifica que:

$$\mathbf{R} - \Psi(i) = \mathbf{A}(i)\mathbf{A}(i)'$$

La estimación $\mathbf{A}(i)$ se obtiene aplicando el método de componentes principales a la matriz $\mathbf{R} - \Psi(i-1)$. Posteriormente se calcula $\Psi(i)$ a partir de la identidad y se itera hasta que los valores de dichas estimaciones apenas cambien. Este método tiene la ventaja de estar basado en el modelo del Análisis Factorial por lo que suele proporcionar mejores estimaciones que el método anterior. Sin embargo, no está garantizada su convergencia, sobre todo en muestras pequeñas.

Método de la Máxima Verosimilitud. Este método está basado en el modelo

$$\mathbf{x} = \mathbf{A}\mathbf{f} + \mathbf{u} \Leftrightarrow \mathbf{X} = \mathbf{F}\mathbf{A}' + \mathbf{U}$$

adoptando, además, la hipótesis de normalidad multivariante y consiste en aplicar el método de la máxima verosimilitud. El método tiene la ventaja sobre los dos anteriores de que las estimaciones obtenidas no dependen de la escala de medida de las variables. Además, al estar basado en el método de la máxima verosimilitud, tiene todas las propiedades estadísticas de éste y, en particular, es asintóticamente insesgada, eficiente y normal si las hipótesis del modelo factorial son ciertas. Permite, además, seleccionar el número de factores mediante contrastes de hipótesis. Este método también se puede utilizar en el Análisis Factorial Confirmatorio, donde el investigador puede plantear hipótesis como que algunas cargas factoriales son nulas, que algunos factores están correlacionados con determinados factores, etc. y aplicar pruebas estadísticas para determinar si los datos confirman las restricciones asumidas. Su principal inconveniente radica en que, al realizarse la optimización de la función de verosimilitud por métodos iterativos, si las variables originales no son normales, puede haber problemas de convergencia sobre todo en muestras finitas.

Otros métodos de extracción. El Método de mínimos cuadrados no ponderados que produce, para un número fijo de factores, una matriz de coeficientes que minimiza la suma de las diferencias al cuadrado entre las matrices de correlación observada, \mathbf{R} , y la reproducida, $\mathbf{R} = \mathbf{AA}'$ eliminando, en dichas diferencias, los elementos de la diagonal.

El Método de mínimos cuadrados generalizados que minimiza el mismo criterio, pero ponderando las correlaciones inversamente por la varianza del factor específico. Este método permite, además, aplicar contrastes de hipótesis para determinar el número de factores.

El Método de factorización por imágenes que consiste en aplicar el método del eje principal a la matriz de correlaciones \mathbf{R} obtenida a partir de las partes predichas de las diversas regresiones lineales de cada una de las variables sobre las demás (dicha parte recibe el nombre de imagen de la variable).

El Método Alfa que maximiza el alfa de Cronbach para los factores.

Comparación entre los distintos métodos

1) Cuando las comunalidades son altas (mayores que 0.6) todos los procedimientos tienden a dar la misma solución.

2) Cuando las comunalidades son bajas para algunas de las variables el método de componentes principales tiende a dar soluciones muy diferentes del resto de los métodos, con cargas factoriales mayores.

3) Si el número de variables es alto (mayor que 30), las estimaciones de la comunalidad tienen menos influencia en la solución obtenida y todos los métodos tienden a dar el mismo resultado.

4) Si el número de variables es bajo todo depende del método utilizado para estimar las comunalidades y de si éstas son altas más que del método utilizado para estimarlas.

5) Es más robusto, por lo tanto, utilizar un método para el modelo de factores comunes. Su único problema puede ser la falta de convergencia del método utilizado.

Paso 4: Determinación de la cantidad de Factores. La matriz factorial puede presentar un número de factores superior al necesario para explicar la estructura de los datos originales. Generalmente, hay un conjunto reducido de factores, los primeros, que contienen casi toda la información. Los otros factores suelen contribuir relativamente poco. Uno de los problemas que se plantean consiste en determinar el número de factores que conviene conservar puesto que de lo que se trata es de cumplir el principio de parsimonia. Se han dado diversas reglas y criterios para determinar el número de factores a conservar. A continuación, listamos algunos de los más utilizados.

Determinación "a priori". Este es el criterio más fiable si los datos y las variables están bien elegidos y el investigador conoce a fondo el terreno que pisa puesto que, como ya comentamos anteriormente, lo ideal es plantear el Análisis Factorial con una idea previa de cuántos factores hay y cuáles son.

Regla de Kaiser. Consiste en calcular los valores propios de la matriz de correlaciones \mathbf{R} y tomar como número de factores el número de valores propios superiores a la unidad. Este criterio es un recordatorio del Análisis de Componentes Principales y se ha comprobado en simulaciones que, generalmente, tiende a infraestimar el número de factores por lo que se recomienda su uso para establecer un límite inferior. Un límite superior se calcularía aplicando este mismo criterio, pero tomando como límite 0.7

Criterio del porcentaje de la varianza. También es un recordatorio del Análisis de Componentes Principales y consiste en tomar como número de factores el número mínimo necesario para que el porcentaje acumulado de la varianza explicado alcance un nivel satisfactorio que suele ser del 75% o el 80%. Tiene la ventaja de poderse aplicar también cuando la matriz analizada es la de varianzas y covarianzas, pero no tiene ninguna justificación teórica ni práctica.

Gráfico de Sedimentación. Consiste en una representación gráfica donde los factores están en el eje de abscisas y los valores propios en el de ordenadas. Los factores con varianzas altas se suelen distinguir de los factores con varianzas bajas. El punto de distinción viene representado por un punto de inflexión en la gráfica. Se pueden conservar los factores situados antes de este punto de inflexión. En simulaciones este criterio ha funcionado bien, pero tiene el inconveniente de que depende del "ojo" del analista.

Criterio de división a la mitad. La muestra se divide en dos partes iguales tomadas al azar y se realiza el Análisis Factorial en cada una de ellas. Sólo se conservan los factores que tienen alta correspondencia de cargas de factores en las dos muestras. Es conveniente, sin embargo, antes de aplicarlo comprobar que no existen diferencias significativas entre las dos muestras en lo que a las variables estudiadas se refiere.

Pruebas de significación. Consiste en aplicar contrastes de hipótesis de modelos anidados para seleccionar dicho número. Este criterio se puede calcular si el método utilizado para estimar los factores es el de máxima verosimilitud. En la mayoría de los estudios exploratorios k no puede ser especificado por adelantado y, por tanto, se utilizan procedimientos secuenciales para determinar k . Se comienza con un valor pequeño para k (usualmente 1), los parámetros en el modelo factorial son estimados utilizando el método de máxima verosimilitud. Si el estadístico del test no es significativo, aceptamos el modelo con este número de factores, en otro caso, se aumenta k en uno y se repite el

proceso hasta que se alcance una solución aceptable. El principal inconveniente de este método es que está basado en resultados asintóticos y que, si el tamaño de la muestra es grande, se corre el riesgo de tomar k excesivamente grande puesto que el test detecta cualquier factor por pequeño que sea su poder explicativo.

Paso 5: Rotación de Factores. La matriz de cargas factoriales juega un papel destacado a la hora de interpretar el significado de los factores y, si éstos son ortogonales, cuantifican el grado y tipo de la relación entre éstos y las variables originales. Sin embargo, rara vez los métodos de extracción de factores proporcionan matrices de cargas factoriales adecuadas para la interpretación. Para resolver este problema están los procedimientos de Rotación de Factores que, basándose en la falta de identificabilidad del modelo por rotaciones buscan obtener, a partir de la solución inicial, unos factores cuya matriz de cargas factoriales los haga más fácilmente interpretables.

Dichos métodos intentan aproximar la solución obtenida al Principio de Estructura Simple según el cual la matriz de cargas factoriales debe reunir las siguientes características: 1) cada factor debe tener unos pocos pesos altos y los otros próximos a cero; 2) cada variable no debe estar saturada más que en un factor; 3) no deben existir factores con la misma distribución, es decir, dos factores distintos deben presentar distribuciones diferentes de cargas altas y bajas. De esta forma, y dado que hay más variables que factores comunes, cada factor tendrá una correlación alta con un grupo de variables y baja con el resto de variables. Examinando las características de las variables de un grupo asociado a un determinado factor se pueden encontrar rasgos comunes que permitan identificar el factor y darle una denominación que responda a esos rasgos comunes.

Si se consiguen identificar claramente estos rasgos, se habrá dado un paso importante, ya que con los factores comunes no sólo se reducirá la dimensión del

problema, sino que también se conseguirá desvelar la naturaleza de las interrelaciones existentes entre las variables originales. Existen dos formas básicas de realizar la rotación de factores: la Rotación Ortogonal y la Rotación Oblicua según que los factores rotados sigan siendo ortogonales o no. Conviene advertir que tanto en la rotación ortogonal, como en la rotación oblicua la comunalidad de cada variable no se modifica, es decir, la rotación no afecta a la bondad de ajuste de la solución factorial: aunque cambie la matriz factorial, las especificidades no cambian y por tanto, las comunalidades permanecen inalteradas. Sin embargo, cambia la varianza explicada por cada factor, luego los nuevos factores rotados no están ordenados de acuerdo con la información que contienen, cuantificada a través de su varianza.

Rotación Ortogonal. En la rotación ortogonal, los ejes se rotan de forma que quede preservada la in-correlación entre los factores. Dicho de otra forma, los nuevos ejes, o ejes rotados, son perpendiculares de igual forma que lo son los factores sin rotar. Como ya se ha dicho dicha rotación se apoya en el problema de la falta de identificabilidad de los factores obtenidos por rotaciones ortogonales de forma que si \mathbf{T} es una matriz ortogonal con $\mathbf{TT}' = \mathbf{T}'\mathbf{T} = \mathbf{I}$, entonces:

$$\mathbf{X} = \mathbf{FA}' + \mathbf{U} = \mathbf{FTT}'\mathbf{A}' + \mathbf{U} = \mathbf{GB}' + \mathbf{U}$$

La matriz \mathbf{G} geoméricamente es una rotación de \mathbf{F} y verifica las mismas hipótesis que ésta. Lo que realmente se realiza es un giro de ejes, de manera que cambian las cargas factoriales y los factores. Se trata de buscar una matriz \mathbf{T} tal que la nueva matriz de cargas factoriales \mathbf{B} tenga muchos valores nulos o casi nulos, y unos pocos valores cercanos a la unidad de acuerdo con el principio de estructura simple descrito anteriormente.

Método Varimax. Se trata de un método de rotación que minimiza el número de variables con cargas altas en un factor, mejorando así la capacidad de interpretación de factores. Este método considera que si se logra aumentar la varianza de las cargas factoriales al cuadrado de cada factor consiguiendo que algunas de sus cargas factoriales tiendan a acercarse a uno mientras que otras se acerquen a cero, lo que se obtiene es una pertenencia más clara e inteligible de cada variable a ese factor. Los nuevos ejes se obtienen maximizando la suma para los k factores retenidos de las varianzas de las cargas factoriales al cuadrado dentro de cada factor. Para evitar que las variables con mayores comunalidades tengan más peso en la solución final, suele efectuarse la normalización de Kaiser consistente en dividir cada carga factorial al cuadrado por la comunalidad de la variable correspondiente. En consecuencia, el método varimax determina la matriz B de forma que se maximice la suma de las varianzas:

$$V = p \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^p \left(\frac{b_{ij}}{h_j} \right)^4 - \sum_{i=1}^k \left[\sum_{j=1}^p \frac{b_{ij}^2}{h_j^2} \right]^2$$

Método Quartimax El objetivo de este método es que cada variable tenga correlaciones elevadas con un pequeño número de factores. Para ello busca maximizar la varianza de las cargas factoriales al cuadrado de cada variable en los factores, es decir, el método trata de maximizar la función:

$$s = \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^k (b_{ij}^2 - \bar{b}_i^2)^2 \quad \text{donde: } \bar{b}_i^2 = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k b_{ij}^2$$

Con ello, se logra que cada variable concentre su pertenencia en un determinado factor, es decir, presente una carga factorial alta mientras que, en los demás factores, sus cargas factoriales tiendan a ser bajas. La interpretación así gana en claridad por cuanto la comunalidad total de cada variable permanece constante, quedando más evidente de este modo hacia qué factor se inclina con más fuerza cada variable. El método es tanto más clarificador cuanto mayor número de factores se hayan calculado. Este método tiende a producir un primer factor general que se le suele dar el nombre de tamaño y el resto de factores presentan ponderaciones menores que las dadas por el método Varimax.

Método Equamax. Este método busca maximizar la media de los criterios anteriores. Suele tener un comportamiento similar a uno de los dos métodos anteriores.

Rotación oblicua. Se diferencia de la rotación ortogonal en que a la matriz **T** de rotación no se les exige ser ortogonal sino únicamente no singular. De esta forma los factores rotados no tienen por qué ser ortogonales y tener, por lo tanto, correlaciones distintas de cero entre sí. La rotación oblicua puede utilizarse cuando es probable que los factores en la población tengan una correlación muy fuerte. De esta forma el análisis gana más flexibilidad y realismo, pero a riesgo de perder robustez por lo que conviene aplicar estos métodos si el número de observaciones por factor es elevado.

Método Oblimin. Busca minimizar la siguiente expresión:

$$\sum_{s < q = 1}^k \left(\alpha \sum_{1=1}^P b_{is}^2 b_{iq}^2 + (1 - \alpha) \right) \sum_{i=1}^P (b_{is}^2 - \bar{b}_s^2)(b_{iq}^2 - \bar{b}_q^2)$$

Donde:

$$\sum_{s < q = 1}^k \sum_{i = 1}^p b_{is}^2 b_{iq}^2 \text{ controla la interpretabilidad de los factores}$$

$$\sum_{s < q = 1}^k \sum_{i = 1}^p (b_{is}^2 - \bar{b}_s^2)(b_{iq}^2 - \bar{b}_s^2) \text{ controla la ortogonalidad de los factores}$$

Para un valor $\alpha = 1$ se alcanza el máximo grado de oblicuidad y cuanto más cerca de 0 toma sus valores, más ortogonales son los factores. En la rotación oblicua las cargas factoriales no coinciden con las correlaciones entre el factor y la variable, puesto que los factores están correlacionados entre sí. Por eso, los paquetes estadísticos calculan dos matrices: la matriz de cargas factoriales que muestra la contribución única de cada variable al factor y la matriz de estructura factorial que muestra las correlaciones entre los factores y las variables y que contiene información acerca de la contribución única y de las correlaciones entre factores. Además de estas dos matrices, es interesante analizar también la matriz de correlaciones entre factores.

Si las correlaciones entre los factores son muy pequeñas es más robusto aplicar rotaciones ortogonales; por otro lado, si dos factores están muy correlacionados puede ser señal de que estén midiendo el mismo concepto y que, en consecuencia, haya que reducir el número de factores.

Método Promax. Consiste en alterar los resultados de una rotación ortogonal hasta crear una solución con cargas factoriales lo más próximas a la estructura ideal. Dicha estructura se supone que se obtiene elevando las cargas factoriales obtenidas en una rotación ortogonal, a una potencia que suele estar entre 2 y 4. Cuanto mayor es esta potencia más oblicua es la solución obtenida. Si H es la matriz de cargas buscada el

método promax busca una matriz T tal que $AT = H$. Multiplicando ambos miembros por la matriz $(A'A)^{-1}A'$ se tiene que:

$$T = (A'A)^{-1}A'H'$$

Paso 6: Cálculo de Puntuaciones Factoriales. Una vez determinados los factores rotados el siguiente paso es calcular la matriz de puntuaciones factoriales F . Las posibilidades de analizar las puntuaciones factoriales de los sujetos son muy variadas según lo que se pretenda:

- a) Conocer qué sujetos son los más raros o extremos, es decir, la representación gráfica de las puntuaciones factoriales para cada par de ejes factoriales puede ayudar a detectar casos atípicos;
- b) Conocer dónde se ubican ciertos grupos o sub-colectivos de la muestra (los jóvenes frente a los mayores, los de clase alta frente a los de baja, los más católicos frente a los no católicos, los de una provincia frente a los de otras provincias, etc.)
- c) Conocer en qué factor sobresalen unos sujetos y en qué factor no, etc.
- d) Explicar, analizando las informaciones anteriores, por qué han aparecido dichos factores en el análisis realizado.

El Análisis Factorial es en otras ocasiones un paso previo a otros análisis, como, por ejemplo, Regresión Múltiple o Análisis Cluster, en los que se sustituye el conjunto de variables originales por los factores obtenidos. Por ello, es necesario conocer los valores que toman los factores en cada observación.

Métodos de cálculo de las puntuaciones Existen diversos métodos de estimación de la matriz F . Las propiedades que sería deseable cumplieren los factores estimados son:

- a) Cada factor estimado tenga correlación alta con el verdadero factor.
- b) Cada factor estimado tenga correlación nula con los demás factores verdaderos.

- c) Los factores estimados sean in correlacionados dos a dos, es decir, mutuamente ortogonales si son ortogonales
- d) Los factores estimados sean estimadores insesgados de los verdaderos factores. Sin embargo, por la propia naturaleza de los factores comunes, el problema de su estimación es complejo.

Se puede demostrar que los factores no son, en general, combinación lineal de las variables originales. Además, en la mayoría de las situaciones, no existirá una solución exacta ni siquiera será única. Todos los métodos de obtención de puntuaciones factoriales parten de la expresión:

$$\mathbf{X} = \mathbf{FA}' + \mathbf{U} \text{ con } \mathbf{E}|\mathbf{U}| = \mathbf{0}, \quad \mathbf{Var}|\mathbf{U}| = \mathbf{\Psi}$$

A partir de la cual buscan estimar el valor de \mathbf{F} .

Tres de los métodos de estimación más utilizados son los siguientes:

Método de regresión. Estima \mathbf{F} mediante el método de los mínimos cuadrados.

$$\mathbf{F}^{\wedge} = (\mathbf{A}'\mathbf{A})^{-1}\mathbf{A}'\mathbf{X}$$

Método de Barlett Utiliza el método de los mínimos cuadrados generalizados estimando las puntuaciones factoriales mediante:

$$\mathbf{F}^{\wedge} = (\mathbf{A}'\mathbf{\Psi}^{-1}\mathbf{A})^{-1}\mathbf{A}'\mathbf{\Psi}^{-1}\mathbf{X}$$

Método de Anderson-Rubin Estima \mathbf{F} mediante el método de los mínimos cuadrados generalizados, pero imponiendo la condición adicional

$$\mathbf{F}'\mathbf{F} = \mathbf{I} \quad \hat{\mathbf{F}} = (\mathbf{A}'\Psi^{-1}\mathbf{R}\Psi^{-1}\mathbf{A})^{-1}\mathbf{A}'\Psi^{-1}\mathbf{X}$$

Comparación de los tres métodos

1) El método de regresión da lugar a puntuaciones con máxima correlación con las puntuaciones teóricas. Sin embargo, el estimador no es insesgado, ni unívoco y, en el caso de que los factores sean ortogonales, puede dar lugar a puntuaciones correlacionadas.

2) El método de Bartlett da lugar a puntuaciones correlacionadas con las puntuaciones teóricas, insesgadas y unívocas. Sin embargo, en el caso de que los factores sean ortogonales, puede dar lugar a puntuaciones correlacionadas.

3) El método de Anderson-Rubin da lugar a puntuaciones ortogonales que están correlacionadas con las puntuaciones teóricas. Sin embargo, el estimador no es insesgado ni es unívoco.

Selección de Variables. En algunas ocasiones, el investigador desea seleccionar las variables más representativas de los factores, en lugar de calcular sus puntuaciones. Así, por ejemplo, si se utiliza el Análisis Factorial para reducir el número de datos por razones de economía es más interesante, si se quieren aplicar los resultados obtenidos a objetos diferentes de los estudiados en el análisis, seleccionar algunas de las variables originalmente medidas dada la dificultad de cálculo de las puntuaciones factoriales para las que se necesitaría medir todas las variables utilizadas en el estudio. Una manera de llevar a cabo dicha selección es estudiar la matriz de correlaciones de las variables con los factores, seleccionando como representante de cada factor la variable con la correlación más elevada en éste, que sea más fácil de medir y que tenga más sentido desde un punto de vista teórico. En cualquier caso, conviene elegirlas de forma que una misma variable no se utilice para medir dos factores distintos. Una vez elegidas se les

asigna pesos basados en su correlación con el factor, y se comprueba su validez estimando su correlación con los factores que quiere estimar mediante la fórmula

$$R_{fs} = A'W\text{diag}(R_{ss})$$

donde **R_{ss}** es la matriz de correlaciones de las puntuaciones estimadas.

Paso 7: Validación del Modelo. El último paso en el Análisis Factorial es estudiar la validez del modelo. Dicha validación debe hacerse en dos direcciones: analizando la bondad de ajuste del mismo y la generabilidad de sus conclusiones.

Bondad de ajuste. Una suposición básica subyacente al Análisis Factorial es que la correlación observada entre las variables puede atribuirse a factores comunes. Por consiguiente, las correlaciones entre variables pueden deducirse o reproducirse a partir de las correlaciones estimadas entre las variables y los factores. A fin de determinar el ajuste del modelo, pueden estudiarse las diferencias entre las correlaciones observadas (como se dan en la matriz de correlación de entrada) y las correlaciones reproducidas (como se estiman a partir de la matriz factorial).

Estas diferencias se conocen como residuos. Si el modelo factorial es adecuado entonces estos residuos deben ser pequeños. Si existe un porcentaje elevado de residuos superiores a una cantidad pequeña prefijada (por ejemplo, 0.05), esto será indicativo de que el modelo factorial estimado no se ajusta a los datos. Se sabe además que hay más estabilidad en los resultados si el número de casos por variable es alto.

Generalidad de los resultados. También es adecuado refrendar los resultados del primer análisis factorial realizando nuevos análisis factoriales sobre nuevas muestras extraídas de la población objeto de estudio y, en caso de no ser posible esto último, sobre submuestras de la muestra original. En cada caso se estudiaría qué factores de los calculados son replicados en los distintos análisis llevados a cabo. Otra posibilidad es

realizar nuevos análisis factoriales modificando las variables consideradas bien sea eliminando aquellas variables que no tienen relación con ningún factor o eliminando las variables con relaciones más fuertes tratando de descubrir cómo se comporta el resto de ellas sin su presencia.

Otro de los procedimientos metodológicos y estadísticos que complementan y profundizan las interpretaciones que se deducen del análisis factorial consiste en la realización de otros análisis factoriales en base, no al conjunto total de la muestra o población, sino referido a sub-colectivos o grupos que están presentes en esa muestra y que pueden formarse utilizando las categorías de las variables primarias: sexo, clase social, tipo de centro, tipo de metodología pedagógica, tipos sociológicos, tipos de actitud, etc.

Lo que se desprende de los trabajos e investigaciones que han utilizado este procedimiento es que normalmente la interpretación que se da y que es válida para el conjunto total de sujetos debe modificarse, en algunos casos sustancialmente, cuando se refiere a esos sub-colectivos. En caso de ser así, la conclusión que se deriva es doble: por una parte, las variables se comportan en el Análisis Factorial de distinta forma según de qué muestra se trate y, por otra, que no existe el sujeto «tipo» sino que existen diferentes «tipos» de sujetos en la muestra global. Finalmente se debería plantear un Análisis Factorial Confirmatorio para comprobar los resultados obtenidos en la versión exploratoria.

2.3.1 Ecuaciones Estructurales.

Con SEM, los usuarios pueden probar varias interrelaciones en forma simultánea. Los SEM se utilizan a menudo para evaluar constructos “latentes” no observables. Invocan un modelo de medición que define variables latentes utilizando una o más variables observadas y un modelo estructural que atribuye relaciones entre variables

latentes. De acuerdo Westone&Gore (2006) SEM es una técnica estadística multivariante que puede conceptualizarse como una extensión de la regresión, o como un híbrido del análisis factorial de ruta, también comenta que, dado que SEM a menudo asume relaciones lineales, es similar a las técnicas estadísticas de varianza (MANOVA) y la regresión múltiple, sin embargo, donde SEM se aparta de lo anterior es en su capacidad para estimar y probar patrones complejos de relaciones a nivel constructo, también resaltan que a diferencia de otros modelos lineales generales donde los constructos están representados por una sola medida y el error de medición no se modela, SEM permite al investigador usar múltiples medidas para representar los constructos y aborda el problema de error específico de la medida y es esta diferencia la que permite probar validez de constructo de los factores.

Menciona Karin Shermmelleh-Engel entre otros (2003) que, respecto al error específico de medición, es decir error producido a través de múltiples evaluadores, administraciones o variaciones de prueba, el error de medición que normalmente acompaña a cada variable observada se tiene en cuenta y aparece en forma de error de medición. Por lo tanto, las conclusiones que los investigadores pueden sacar sobre las relaciones entre constructos cuando utilizan SEM no están sesgadas por errores de medición, ya que estas relaciones son equivalentes relaciones entre variables de perfecta fiabilidad.

En general SEM se aparta de otros medios estadísticos porque permite a los investigadores incluir múltiples medidas y reducir el error de medición, error inherente a cualquier dato utilizado en las ciencias sociales o disciplinas relacionadas. De acuerdo a Byrne (2016) al probar las interrelaciones entre variables y constructos, como se hace en SEM, los investigadores deben de ser conscientes de que, en esencia, están adoptando un enfoque confirmatorio, es decir, prueba de hipótesis, en lugar de un enfoque exploratorio para su análisis de datos.

Menciona Westone& Gore (2006) que un SEM generalmente consiste en un modelo de medición que es un conjunto de variables observadas que representan una pequeña cantidad de variables latentes (no observadas). El modelo de medición describe la relación entre las variables observadas (por ejemplo, instrumentos) y las variables no observadas, es decir conecta los instrumentos que se utilizan en los constructos que se hipotetizan para medir. Un modelo SEM también consiste en un modelo estructural, que es un esquema que describe las interrelaciones entre variables latentes. De acuerdo a Weston & Gore (2016), cuando los modelos de medición y estructurales se consideran juntos, el modelo se denomina modelo estructural completo. Menciona Byrne (2016), que el modelo estructural completo permite a los investigadores especificar estructuras de regresión entre las variables latentes, en el que “un modelo estructural que especifica la dirección de la causa desde una sola dirección se llama modelo recursivo, y uno que permite efectos recíprocos o de retroalimentación se denomina no recursivo”.

En la investigación de Morrison, Morrison y McCutcheon (2017) muestra un ejemplo de un modelo de medición, donde cada una de las tres variables latentes, disgusto sexual, deshumanización y homo negatividad moderna, están simbolizadas por óvalos. Las variables observadas o manifiestas, denominadas aquí indicadores, aparecen en rectángulos. La repugnancia sexual tiene siete variables observadas (medidas) (SD1–SD7), Joshua M Tybur, Liberman y Griskevicius, 2009), la deshumanización tiene ocho variables observadas (DEH1–DEH8, Bastain, Denson, y Haslam, 2013) y el homo negatividad moderna tiene 12 variables observadas (MHS1–MHS12)

Afirma Weston y Gore (2006), que las medidas que son confiables y tienen menos errores serán mejores indicadores de su respectiva variable latente, tanto como los ítems en una escala que representan con mayor precisión el constructo subyacente tienen las cargas factoriales más altas en un análisis factorial.

Fases de un modelo SEM. Menciona Ortiz y Fernández-Pera (2018) que SEM implica una serie de etapas, las cuales se muestran a continuación: especificación del modelo, estimación del modelo, evaluación de ajuste global del modelo y re-especificación del modelo.

Especificación del modelo. De acuerdo a Bentler y Weeks(1980), en esta etapa inicial, se desarrollan las hipótesis acerca de la relación entre variables. El investigador debe decidir si las relaciones son unidireccionales o bidireccionales, basándose en la teoría, en la evidencia previa o en ambas. De acuerdo a Bou y Satorra (2010) y a Byrne, (2008), estas relaciones pueden ser directas o indirectas, en la medida que en el modelo se incluyan variables que miden el efecto de una variable sobre la otra. SEM es, por lo tanto, una técnica confirmatoria más que exploratoria.

Identificación. En SEM sólo los modelos que están identificados pueden ser estimados. Para que un modelo esté identificado, el número de parámetros que será estimado no puede exceder al número de datos observados. Aplicando la siguiente fórmula se obtiene el total de data points, donde p equivale al número de variables observadas:

$$\text{Data points} = p(p+1)$$

En el caso que exista el mismo número de data points y parámetros, el modelo estará solo identificado y, por tanto, el análisis será irrelevante pues la hipótesis del ajuste del modelo a los datos no podrá ser comprobada. Pese a esto, las hipótesis sobre coeficientes de regresión pueden ser probadas. Si existieran menos data points que parámetros, el modelo estaría sub-identificado y sus parámetros no podrán ser estimados.

Estimación del modelo. De acuerdo a Hayes (2014), una vez que el modelo ha sido especificado e identificado, sus parámetros son estimados con el objetivo de minimizar la diferencia entre la matriz de covarianza observada y la matriz de covarianza poblacional. Aunque hay muchos procedimientos de estimación disponibles, aquí se muestran tres de ellos: la estimación de máxima -verosimilitud (ML). Este es el método que por defecto utilizan la mayoría de los softwares que ejecutan SEM. Esta estimación es un proceso iterativo que determina en qué medida el modelo predice los valores de la matriz de covarianza, con valores cercanos a cero indicando un mejor ajuste. Menciona Hayes y Preacher (2014) que ML requiere de tamaños muestrales grandes (generalmente $n > 300$) y ha demostrado ser robusta con datos que no están distribuidos normalmente. Otro método común de estimación es el de mínimos cuadrados (LS), es similar a ML por cuanto estima los patrones de relaciones entre variables, pero lo hace minimizando la suma de cuadrados de la desviación entre el modelo hipotetizado y el observado. De acuerdo a Kenneth A. Bollen y Long (1993) LS funciona mejor que ML con muestras pequeñas y provee una mejor estimación cuando los supuestos de distribución normal e independencia son violados. El tercer método de estimación es conocido como distribución asintótica libre (ADF). Aunque esta estimación es menos utilizada que las anteriores, funciona bien sin la distribución de datos es muy asimétrica. Este método requiere de tamaños muestrales grandes (de 200 a 500) para obtener estimadores confiables.

Evaluación del ajuste global del modelo. Típicamente el ajuste del modelo es evaluado con la chi cuadrada (X^2), el cual es muy sensible a tamaños muestrales grandes, por lo que, la evaluación global del modelo suele realizarse considerando otros indicadores de bondad y ajuste, los cuales tienen un rango que va de 0 a 1, con valores altos sugiriendo mayor varianza explicada por el modelo. En su investigación Hooper et al (2008) y Hu y Bentler (1999) que el “Comparativo FitIndex” (CFI) y el “Tucker Lewis Index” son ampliamente empleados y comparan el modelo existente con uno nulo. Valores de CFI superiores a 0.95 y TLI mayores a 0.90 son indicadores de un buen ajuste.

Menciona Fan y Sivo (2007) que un buen calce de los datos al modelo es también logrado con valores de residuos cercanos a 0, lo cual representa el porcentaje de varianza no explicada por el modelo. De estos, el “Root Mean Square Error of Aproxiamtion” (RMSEA) y el “Standarized Root Mean Residual” (SRMR) son frecuentemente reportados, con valores de RMSEA menores a 0.6 y SRMR inferiores a 0.08 considerados aceptables. Re-especificación del modelo. Una vez que se ha evaluado el ajuste del modelo a los datos, se pueden tomar dos decisiones. La primera de ellas es la interpretación y reporte de los resultados y la segunda le re-especificación del modelo. Aunque la primera opción es la deseada, la evaluación del ajuste global del modelo a los datos no es siempre óptima, necesitándose, por tanto, re-especificar el modelo, lo que requiere la reconsideración de la “identificación” del modelo, luego volver a estimar el modelo y evaluar su bondad de ajuste. Las razones para re-especificar el modelo pueden ser la búsqueda de un patrón de correlación omitido inicialmente, la detección de un residuo de gran valor o el uso de algún algoritmo estadístico, como el Test de Lagrange (LMT), el cual evalúa en forma incremental la mejora del ajuste global del modelo por cada parámetro que es restringido o liberado del modelo.

Interpretación y reporte. La principal preocupación que debe tenerse al interpretar SEM es el significado de un determinado parámetro en el modelo y el grado en el cual este da cuenta de los datos observados. No debe olvidarse que el modelo y el grado en el cual éste da cuenta de los datos observados, también no debe olvidarse que el modelo a priori refleja una teoría o un conjunto de hipótesis interrelacionadas que pueden derivarse de diversas teorías, por lo tanto, la interpretación de un parámetro es siempre teórica, sin importar cuál sea su resultado.

Menciona Hayes (2014) que usando SEM es posible hacer una interpretación causal siempre y cuando ésta sea adecuada y correctamente fundamentada, incluso en diseños correlacionados y transversales.

2. METODOLOGÍA

En este Capítulo se explica la metodología utilizada para la presente investigación, la cual divide en cuatro etapas para su mejor entendimiento. También se señala el enfoque, tipo y alcance del diseño y la operacionalización de las variables.

Primera Etapa: Se explica cómo se obtendrá la muestra

Segunda etapa: Se explica cómo va a diseñar y probar estadísticamente el instrumento de medición.

Tercera etapa: Se explica cómo se llevará a cabo la identificación de los factores que afectan el mejoramiento de la eficacia de la cadena de suministro.

Cuarta etapa: Se explica cómo será la especificación, evaluación y ajuste del modelo teórico.

3.1 Organización y métodos de organización

3.1.1 Enfoque de la investigación

El enfoque de la investigación que se usará será el cuantitativo; siguiendo un proceso secuencial y probatorio, el cual utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico para la obtención de conclusiones (Hernández Sampeiri, Fernandez, & Baptista , 2014)

3.1.2 Tipo de diseño

El diseño será de tipo no experimental cuantitativo en la que se observará la situación o fenómeno ya existente.

3.2 Operacionalización de las variables

La operacionalización de conceptos o variables es un proceso lógico de desagregación de los elementos más abstractos –los conceptos teóricos–, hasta llegar al nivel más concreto, los hechos producidos en la realidad y que representan indicios del concepto, pero que podemos observar, recoger, valorar, es decir, sus indicadores. Según Latorre, del Rincón y Arnal, (1996) este proceso “consiste en sustituir unas variables por otras más concretas que sean representativas de aquellas”

Según Sabino (1992) es un proceso que sufre un concepto, de modo tal que a él se le encuentran los correlatos empíricos que permiten evaluar su comportamiento efectivo. De modo que representa la concreción de la correspondencia entre los conceptos como cualidad “latente” y las respuestas observables que manifiestan su existencia (Cea D´Ancona, 1998). La operacionalización de variables es equivalente a su definición operacional, para manejar el concepto a nivel empírico, encontrando elementos concretos, indicadores o las operaciones que permitan medir el concepto en cuestión (Grajales Guerra, 1996). Establecer un puente entre los conceptos y las observaciones y actitudes reales. Para Kerlinger (1985) consiste en la transformación de conceptos y proposiciones teóricas en variables concretas.

Proceso. Cuando el investigador formula su problema o delimita el tema de estudio, en el centro de la delimitación surge/n el/los conceptos/s más relevantes sobre el que se trabajará durante el proceso. “En tanto los hechos o fenómenos que se investigan pertenecen a la realidad, el investigador recurre a elaborar conceptos para referirse a ella” (Núñez Flores, 2007). Una vez se han definido teóricamente los conceptos, los más complejos se desglosarán en dimensiones (áreas o aspectos específicos) que pasaremos a definir operativamente en variables. Cada una de las variables se desglosará a su vez, a través de un proceso de deducción lógica, en indicadores. Ver figura 3.1

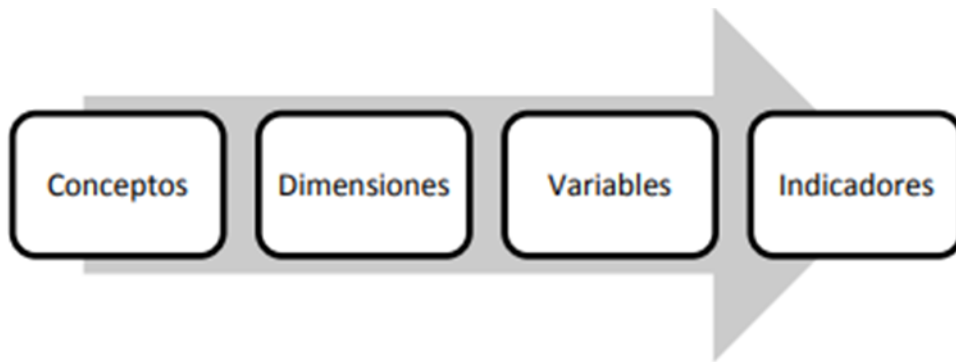


Figura 3.1. Proceso de operacionalización de conceptos. Fuente (Martínez Mediano, 2004)

El proceso lógico de operacionalización va desde el enunciado del fenómeno más general y abstracto que estudia la investigación, la definición de los conceptos que incluye ese fenómeno, la subdivisión de los conceptos más complejos en dimensiones, la definición de las variables, y finalmente la búsqueda de los indicadores o correlatos empíricos de cada variable. Por último, se pueden elaborar los índices, que permiten sintetizar los datos, produciendo nueva información que explica o da significado a la realidad. Ver figura 3.2

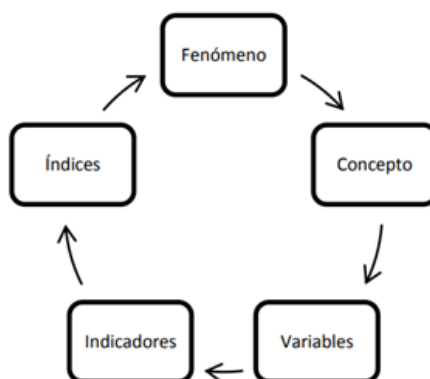


Figura 3.2 Proceso circular del fenómeno a los índices. Fuente: (Martínez Mediano, 2004)

En el **Anexo 1**, se muestra la tabla de las variables independientes y dependientes, así como su definición conceptual, y el número de indicadores o ítems el tipo de respuesta y la medición.

3.3 Primera Etapa: Población y Muestra

En esta sección se define quiénes y que características deberán tener los sujetos de estudio (Bernal, 2010).

3.3.1 Universo o población

Se considera una población 332 empresas maquiladoras de exportación que estén localizadas geográficamente en la localidad de Ciudad Juárez Chih. según (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2020) y que sean de cualquier tamaño y cualquier ramo.

3.3.2 Tamaño de la muestra

Será una muestra representativa de la población de las 332 empresas de sector Maquilador en Ciudad Juárez Chihuahua.

En el caso que se conozca el total de la población (N) para estimar el tamaño de la muestra se utilizará la fórmula de aleatorio simple, como se muestra (Bernal, 2010):

$$n = \frac{s^2}{\frac{\varepsilon^2}{Z^2} + \frac{s^2}{N}}$$

Donde:

$S^2 = p(1-p)$ p y q serán del 50% (0.50)

N: número total de empresas que

n: tamaño necesario de la muestra de empresas.

Z: nivel de confianza o margen de confiabilidad (Se sugiere utilizar un margen de confianza alto: 95 % de confianza, para un valor de $Z = 1.96$).

S: desviación estándar de la población (estimada mediante una muestra piloto determinar tamaño de la piloto). $S^2 = p(1-p)$ p y q serán del 50% (0.50).

p: Esta probabilidad se estima sobre marcos de muestreo previos o se define. La certeza total siempre es igual a uno, las posibilidades a partir de esto son “p” de que si ocurra y “q” de que no ocurra ($p + q = 1$). Cuando no tenemos marcos de muestreo previos, usamos un porcentaje estimado de 50%, es decir asumimos que p y q serán del 50% (0.50), y que resulta lo más común, particularmente cuando seleccionamos por primera vez una muestra en una población (Hernández Sampeiri, Fernandez, & Baptista , 2014).

ϵ : El error máximo aceptable se refiere a un porcentaje de error potencial que admitimos tolerar de que nuestra muestra no sea representativa de la población (de equivocarnos). Los niveles de error pueden ir de 20 a 1%. Los más comunes son 5% y 1% (uno implica tolerar muy poco error, 1 en 100, por así decirlo; mientras que 5%, es aceptar en 100, 5 posibilidades de equivocarnos) (Hernández Sampeiri, Fernandez, & Baptista , 2014).

$$S^2 = p(1-p) = .50(50) = .25$$

Tamaño del universo = 300

Error máximo aceptable $\epsilon = 5\%$

Porcentaje estimado de la muestra = 50%

Nivel deseado de confianza = 95%

Por lo tanto, el tamaño de la muestra calculado será:

$$n = .25 / (.05^2 / 1.96^2 + .25 / 300) = 178 \text{ empresas tamaño de muestra.}$$

3.4 Segunda Etapa: diseñar y probar estadísticamente el instrumento de medición.

3.4.1 Método de recolección de los datos

En la técnica de recolección de datos se utiliza un cuestionario que será aplicado mediante una liga de internet usando la herramienta llamada *Google formularios* y está dirigido a los gerentes de planta, gerentes y supervisores de materiales. También será aplicado en forma impresa para su distribución en algunas empresas maquiladoras

3.4.2 Instrumentos de investigación

En este apartado se encuentra la descripción del instrumento de investigación, y la validación necesaria para su uso en la presente investigación.

3.4.2.1 Descripción del instrumento de investigación

Fue necesario diseñar el instrumento de medición que será utilizado y está constituido por un total de 43 ítems organizado en función de sus variables y dimensiones y responde a una escala tipo Likert de 7 escalas. Las dimensiones y los ítems están fundamentados en las seis directrices que definen el desempeño de la cadena de suministro, (Chopra & Meindl, 2013). Ver la figura 1.1 Marco para la toma de decisiones relacionadas con la cadena de suministros (Chopra & Meindl, 2013). A continuación se explican en detalle los ítems que conforman el cuestionario.

- Los primeros 10 ítems se utilizarán para medir la variable independiente INSTALACIONES, La escala de dimensión es la escala de intervalos, utilizando el escalamiento de Likert de 7 puntos que va desde totalmente de acuerdo a totalmente en desacuerdo.

- Los siguientes 9 ítems se utilizarán para medir la variable independiente INVENTARIO y también utilizarán la escala Likert de 7 puntos que va desde totalmente de acuerdo a totalmente en desacuerdo.
- Los siguientes 5 ítems se utilizarán para medir la variable independiente TRANSPORTE y también utiliza el escalonamiento tipo Likert de 7 puntos que va desde totalmente de acuerdo a totalmente en desacuerdo.
- Los siguientes 4 ítems se utilizarán para medir la variable independiente INFORMACIÓN y también utiliza el escalonamiento tipo Likert de 7 puntos que va desde totalmente de acuerdo a totalmente en desacuerdo.
- Los siguientes 7 ítems se utilizarán para medir la variable independiente APROVISIONAMIENTO y también utiliza el escalonamiento tipo Likert de 7 puntos que va desde totalmente de acuerdo a totalmente en desacuerdo.
- Los siguientes 8 ítems se utilizarán para medir la variable independiente FIJACIÓN DE PRECIOS y también utiliza el escalonamiento tipo Likert de 7 puntos que va desde totalmente de acuerdo a totalmente en desacuerdo.
- También, incluirá las preguntas demográficas para conocer las características generales de la muestra.

3.4.2.2 Validación del instrumento de medición

El instrumento de medición será sometido a las siguientes pruebas antes de utilizarlo:

- a) Validez de contenido y juicio por un experto
- b) Fiabilidad
- c) Validez de constructo

a) **La validez de contenido** se refiere al grado en que un instrumento refleja un dominio específico de contenido de lo que se mide (Hernández Sampeiri, Fernandez, & Baptista , 2014). En este sentido corresponderá proporcionar evidencias de que los ítems son representativos y comprendidos en cada uno de los componentes propuestos en la definición y si estos están redactados de manera clara Carretero-Dios y Pérez, (2005). El estudio contempla el proceso de validación por un experto, en el cual participaron 4 expertos en la cadena de suministro. Para llevar a cabo la validación por un experto se utilizó la planilla de calificación con indicadores, ver el **Anexo 2** que se menciona en Escobar-Pérez y Cuervo-Martínez (2008). Se utilizaron los estadísticos de Kaapa y Kendall como índices de concordancia y para llevar a cabo sus cálculos se utilizará el Programa Estadístico para las Ciencias Sociales IBM SPSS Statistics versión 25 (Statistical Package for the Social Science por sus siglas en inglés).

b) **La fiabilidad** de instrumento de medición se refiere al grado en que la aplicación repetida al mismo individuo objeto produce resultados iguales Hernández et al. 2014). La fiabilidad se evaluará por razones prácticas a partir de una única administración del instrumento, determinando el índice del coeficiente alfa de Cronbach con los resultados de la prueba piloto de aplicación del instrumento, utilizando el lenguaje de programación R Versión 4.0.3 (2020-10-10).

c) **La validez de constructo** explica cómo las mediciones de la variable se vinculan de manera congruente con las dimensiones de otros conceptos correlacionados teóricamente (Hernández Sampeiri, Fernandez, & Baptista , 2014). Para ello se determinará la estructura factorial del cuestionario que incluye las siguientes dimensiones por variable, ver tabla 3.1

Tabla 1.
Estructura de las dimensiones o factores del cuestionario

Dimensión o Factor	Variable Observable
Instalaciones	Item del cuestionario 1 al 10
Inventario	Item del cuestionario 11 al 19
Transportación	Item del cuestionario 20 al 24
Información	Item del cuestionario 25 al 28
Aprovisionamiento	Item del cuestionario 29 al 35
Fijación de Precios	Item del cuestionario 35 al 43

Fuente: Elaboración propia

La validez del constructo se llevará a cabo mediante el análisis factorial exploratorio (AFE) como lo menciona Costello y Osborne (2005) que en las ciencias sociales modernas se utiliza a menudo para explorar las propiedades psicométricas de un instrumento o escala. El análisis factorial exploratorio examina todas las relaciones por pares entre variables individuales (por ejemplo, elementos en una escala) y busca extraer factores latentes de las variables medidas.

3.4.2.3 Aplicación del instrumento de medición

Para aplicación del instrumento de medición, se enviará por correo electrónico la liga obtenida mediante el internet de la plataforma Google formularios y también se enviará en formato de words mediante el correo electrónico. El instrumento de medición utilizado se encuentra en el **Anexo 3**.

3.5 Tercera Etapa: Identificación de los Factores Básicos para el Mejoramiento de la Eficacia

3.5.1 Procedimiento de análisis de datos

En el modelo se analiza la influencia de los factores Instalaciones, Inventario, Transportación, Información, Aprovisionamiento y Fijación de precios (variables latentes) sobre las variables observables en el mejoramiento de la eficacia de la cadena de suministro. Se utiliza el lenguaje de programación R Versión 4.0.3 porque permite de una manera muy práctica hacer análisis completos desde la utilización de componentes principales, ejes principales para la extracción de factores, análisis factorial exploratorio, análisis factorial confirmatorio, ajuste del modelo, hasta la validación del instrumento de medición.

En esta etapa, la información será analizada con el lenguaje de programación R Versión 4.0.3. Se comenzará con el tratamiento de los datos, de acuerdo a Costello&Osborne (2005), que incluye pruebas de detección de datos extremos para descartar posibles errores en el llenado de los cuestionarios, además se utiliza la Prueba de Mardia para demostrar si los datos siguen una distribución multivariada y la prueba Shapiro-Wilk para verificar si cada una de las variables sigue una distribución normal univariada. También se utilizarán las pruebas de Kaiser-Meyer-Olkin y de esfericidad de Barlett para asegurarse que la muestra es adecuada para el análisis factorial.

3.5.2 Medida de Adecuación Muestral de Kaiser-Meyer-Olkin

Aldás & Uriel (2017) mencionan que un coeficiente de correlación parcial mide la correlación existente entre las variables cuando se han descontado los efectos lineales de otras variables. Aquí, el coeficiente de correlación parcial entre dos variables es equivalente al coeficiente de correlación entre los factores únicos de dos variables. En el modelo de análisis factorial, los coeficientes de correlación calculados entre cada par de

factores únicos son nulos por hipótesis. Si los coeficientes de correlación parcial son una aproximación a dichos coeficientes teóricos deben estar próximos a cero.

La medida KMO es definida como sigue:

$$\mathbf{KMO} = \frac{\sum_{h=1}^p \sum_{j=1}^p \rho_{jh}^2}{\sum_{h=1}^p \sum_{j=1}^p \rho_{jh}^2 + a_{jh}^2}$$

Si en la ecuación anterior los $a_{jh}^2 \rightarrow 0$, $\mathbf{KMO} \rightarrow 1$.

3.5.3 Contraste de Esfericidad de Bartlett

Prueba la hipótesis nula de que todos los coeficientes de correlación teóricos entre cada par de variables son nulos, es decir, se prueba si las variables originales están correlacionadas entre sí. En este caso, la \mathbf{H}_0 de la matriz de correlaciones es la matriz identidad puede ser rechazada a cualquier nivel de significancia

Para la extracción de los factores significativos, se eligió el método del Análisis Factorial Exploratorio usando la técnica de componentes principales, tomando como criterio de extracción los componentes con eigenvalores superiores a la unidad, contenidos en la matriz de correlaciones de las variables (ítems) analizadas

3.5.4 Extracción de Factores

Una vez demostrado que la matriz de correlaciones difiere de la matriz identidad y de que los datos son adecuados para el análisis factorial confirmatorio, el problema consistirá en calcular las matrices Λ y Ψ dadas en la matriz de correlación poblacional

$$R_p = \Lambda \Lambda' + \Psi$$

Los métodos para la extracción de factores que se basan en la obtención de estas matrices se presentan enseguida:

3.5.5 Método de Componentes Principales El Análisis de Componentes Principales en R es un análisis estadístico multivariable que consiste en construir nuevas variables resultantes de la combinación lineal de las variables originales, buscando agrupar y explicar la mayor cantidad de variación posible en los datos observados reduciendo su número, generalmente entre dos y tres componentes.

3.6 Cuarta Etapa: Especificación, evaluación y Ajuste del Modelo Teórico.

Se llevará a cabo el Análisis Factorial Exploratorio (AFE) con la finalidad de encontrar el modelo conformado por los factores y variables observables, luego para evaluar la validez de constructo y el ajuste del modelo explicativo a los datos se aplicará la técnica estadística a los datos, aplicando la técnica estadística del Análisis Factorial Confirmatorio (AFC) a la información recolectada en los cuestionarios de la investigación. Las propiedades psicométricas del modelo se evaluarán con una AFC de primer orden, utilizando el método de Máxima Verosimilitud. Menciona Aldás y Uriel (2017) que la estimación por máxima verosimilitud ML busca minimizar la siguiente función:

$$F_{ML}(\mathbf{S}, \mathbf{\Sigma}^*) = \text{tr}(\mathbf{S}\mathbf{\Sigma}^{*-1}) + [\log|\mathbf{\Sigma}^*| - \log|\mathbf{S}|] - \mathbf{q}$$

Mientras más se aproximan las matrices \mathbf{S} y $\mathbf{\Sigma}^*$, más se aproximará el producto $\mathbf{S}\mathbf{\Sigma}^{*-1}$ a la matriz identidad. Como la matriz identidad tiene rango $\mathbf{q} \times \mathbf{q}$, entonces, ya que la traza de esa matriz identidad es la suma de los \mathbf{q} unos de la diagonal, el término $\text{tr}(\mathbf{S}\mathbf{\Sigma}^{*-1})$ se aproximará a \mathbf{q} cuando las matrices están próximas, compensándose con el término $-\mathbf{q}$. Además, la diferencia de los logaritmos de los determinantes de \mathbf{S} y $\mathbf{\Sigma}^*$

tenderá a cero, dado que, cuando las matrices estén próximas también lo estarán sus determinantes. Así, cuando las matrices sean iguales, la función de ajuste será 0.

4. RESULTADOS

Validez de contenido y juicio del instrumento de medición por un experto

Tabla 2.

ÍTEM	ÍNDICE DE KENDALL	OBSERVACIONES
Suficiencia	0.775 *	
Coherencia	0.783	
Relevancia	0.745	
Claridad	0.741	

* Se obtuvo un valor de 0.7 es el mínimo aceptable, Pérez&Cuervo-Martínez (2008), Fuente: Elaboración propia.

Fiabilidad del instrumento de medición.

lower	alpha	upper	95% confidence boundaries
0.94	0.96	0.98	

Figura No. 4.1 Se obtuvo un índice de 0.96, esto es, por arriba del mínimo aceptable que es 0.7, de acuerdo a George y Mallery (2003, p. 231)

Resultados del análisis de los datos

Elaboración del data.frame

Se recabaron un total de 84 encuestas y lo primero que se hizo con los datos fue elaborar el data.frame, utilizando el lenguaje de programación R (Versión 4.0.3.) , el cual se muestra en la figura 4.2 y 4.2a

```
> datos84<-read_excel(rutaexcel)
> datos84
# A tibble: 84 x 43
  INS1  INS2  INS3  INS4  INS5  INS6  INS7  INS8  INS9  INS10  INV1  INV2  INV3  INV4  INV5  INV6  INV7  INV8  INV9  TRA1  TRA2  TRA3  TRA4  TRA5  INF1  INF2  INF3
  <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl>
1     5     3     6     6     6     6     6     6     6     6     6     3     2     2     3     7     6     2     5     2     4     4     3     3     5     1     5
2     4     3     5     3     2     4     3     2     2     4     4     2     1     4     2     3     3     3     3     2     2     3     2     2     4     2     3
3     5     6     7     4     6     5     4     2     6     5     6     5     6     4     6     4     5     6     4     5     4     5     5     4     5     3     5
4     1     1     3     2     4     5     5     7     6     6     5     6     3     7     6     6     5     4     6     5     6     6     7     7     3     4     7
5     1     4     3     5     6     5     3     2     5     7     7     7     5     6     6     5     6     6     1     4     1     3     7     7     2     6     4
6     2     2     6     5     6     6     6     6     6     6     6     6     6     6     6     6     6     6     6     6     6     6     6     6     6     6     6
7     4     4     3     5     4     3     3     4     5     4     4     4     3     5     3     4     4     3     3     3     3     3     3     4     4     4     3     3
8     6     6     5     5     3     6     6     5     5     6     5     6     2     5     3     5     3     5     6     3     2     4     5     3     3     6     6
9     1     6     1     7     5     3     5     4     5     1     7     7     7     7     7     2     3     5     2     5     7     3     7     1     4     7     7
10    1     7     7     7     6     3     7     7     7     7     5     7     6     5     5     4     7     6     7     5     4     7     7     7     7     7     6     2
# ... with 74 more rows, and 16 more variables: INF4 <dbl>, APR1 <dbl>, APR2 <dbl>, APR3 <dbl>, APR4 <dbl>, APR5 <dbl>, APR6 <dbl>, APR7 <dbl>,
#   FIJ2 <dbl>, FIJ3 <dbl>, FIJ4 <dbl>, FIJ5 <dbl>, FIJ6 <dbl>, FIJ7 <dbl>, FIJ8 <dbl>
```

Figura 4.2 Data.frame utilizando el lenguaje de programación R (Versión 4.0.3.)

```

> datos84<-read_excel(rutaexcel)
> datos84
# A tibble: 84 x 43
  INS1  INS2  INS3  INS4  INS5  INS6  INS7  INS8  INS9  INS10  IN
<dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <db
1     5     3     6     6     6     6     6     6     6     6
2     4     3     5     3     2     4     3     2     2     4
3     5     6     7     4     6     5     4     2     6     5
4     1     1     3     2     4     5     5     7     6     6
5     1     4     3     5     6     5     3     2     5     7
6     2     2     6     5     6     6     6     6     6     6
7     4     4     3     5     4     3     3     4     5     4
8     6     6     5     5     3     6     6     5     5     6
9     1     6     1     7     5     3     5     4     5     1
10    1     7     7     7     6     3     7     7     7     5
# ... with 74 more rows, and 16 more variables: INF4 <dbl>, APR1 <
#   FIJ2 <dbl>, FIJ3 <dbl>, FIJ4 <dbl>, FIJ5 <dbl>, FIJ6 <dbl>, FI

```

Figura 4.2 a Figura agrandada del data.frame utilizando el lenguaje de programación R (Versión 4.0.3.)

Cálculo de Correlación de los datos

Se obtuvo una correlación por arriba de 3.0 en la mayoría de los datos, la cual se considera buena. En la figura 4.3 y 4.3a se muestra parte de la tabla de la correlación de los datos.

```

> mat_cor<-cor(datos84)
> mat_cor
  INS1    INS2    INS3    INS4    INS5    INS6    INS7    INS8    INS9    INS10  INV1  INV2  INV3  INV4
INS1  1.00000000 0.61130129 0.421775235 0.2068594 0.13248523 0.35558307 0.3612362 0.35683584 0.3153055 0.33419497 0.3785510 0.2408039 0.19082894 0.10091023
INS2  0.61130129 1.00000000 0.580146270 0.4465396 0.32973353 0.37051097 0.4347391 0.34965035 0.5304899 0.37806846 0.5485567 0.4336411 0.40478816 0.26098725
INS3  0.42177524 0.58014627 1.000000000 0.4111206 0.36511619 0.35707808 0.3435485 0.37167320 0.4712271 0.46388299 0.4206483 0.3473877 0.27435084 0.09425706
INS4  0.20685940 0.44653958 0.411120642 1.0000000 0.35607820 0.44416708 0.4057918 0.43919664 0.2967013 0.30969451 0.5058221 0.3962953 0.20524162 0.37391420
INS5  0.13248523 0.32973353 0.365116193 0.3560782 1.000000000 0.38879785 0.3318718 0.25968350 0.2756177 0.30968091 0.3057214 0.3396796 -0.02985769 0.12896727
INS6  0.35558307 0.37051097 0.357078077 0.4441671 0.38879785 1.000000000 0.3541523 0.50346530 0.3230000 0.46589508 0.4953222 0.2426887 0.07328797 0.28647490

```

Figura 4.3 Tabla donde se muestra la correlación entre los datos utilizando el lenguaje de programación R (Versión 4.0.3.)

```

> mat_cor<-cor(datos84)
> mat_cor

```

	INS1	INS2	INS3	INS4
INS1	1.00000000	0.61130129	0.421775235	0.2068594
INS2	0.61130129	1.00000000	0.580146270	0.4465396
INS3	0.42177524	0.58014627	1.000000000	0.4111206
INS4	0.20685940	0.44653958	0.411120642	1.0000000
INS5	0.13248523	0.32973353	0.365116193	0.3560782
INS6	0.35558307	0.37051097	0.357078077	0.4441671

Figura 4.3a. Figura agrandada tabla donde se muestra la correlación entre los datos utilizando el lenguaje de programación R (Versión 4.0.3.)

Cálculo de la Medida de Adecuación de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO).

Se obtuvo un KMO Over-all MSA de 0.84, el cual se considera bueno pues el mínimo aceptable es de 0.7 En la figura 4.4 y 4.4a se muestra la tabla con los resultados obtenidos en la prueba de KMO

```

> KMO(datos84)
Kaiser-Meyer-Olkin factor adequacy
Call: KMO(r = datos84)
Overall MSA = 0.84
MSA for each item =

```

INS1	INS2	INS3	INS4	INS5	INS6	INS7	INS8	INS9	INS10	INV1	INV2	INV3	INV4	INV5	INV6	INV7	INV8	INV9	TRA1	TRA2	TRA3	TRA4	TRA5	INF1	INF2	INF3
0.80	0.83	0.80	0.77	0.74	0.84	0.86	0.81	0.83	0.77	0.83	0.89	0.77	0.80	0.84	0.86	0.89	0.78	0.76	0.89	0.89	0.88	0.83	0.90	0.78	0.88	0.83
INF4	APR1	APR2	APR3	APR4	APR5	APR6	APR7	FIJ1	FIJ2	FIJ3	FIJ4	FIJ5	FIJ6	FIJ7	FIJ8											
0.84	0.88	0.87	0.81	0.86	0.84	0.75	0.78	0.87	0.91	0.86	0.82	0.81	0.88	0.90	0.82											

Figura 4.4 Tabla donde se muestra el resultado de la prueba de KMO donde se puede ver un valor Overall MSA = 0.84

```

> KMO(datos84)
Kaiser-Meyer-Olkin factor adequacy
Call: KMO(r = datos84)
Overall MSA = 0.84
MSA for each item =
INS1  INS2  INS3  INS4  INS5  INS6  INS7  INS8  INS9  INS10  INV
0.80  0.83  0.80  0.77  0.74  0.84  0.86  0.81  0.83  0.77  0.8
INF4  APR1  APR2  APR3  APR4  APR5  APR6  APR7  FIJ1  FIJ2  FIJ
0.84  0.88  0.87  0.81  0.86  0.84  0.75  0.78  0.87  0.91  0.8

```

Figura 4.4a Figura agrandada de la tabla donde se muestra el resultado de la prueba de KMO donde se puede ver un valor Overall MSA = 0.84

Contraste de Esfericidad de Bartlett.

En la figura 4.5 se puede ver el resultado de la Prueba de Esfericidad de Bartlett el cual fue de $6.409708 \times 10^{-113}$ lo que indica un p-value < 0.05, lo cual prueba que las variables originales están correlacionadas entre sí.

```

> cortest.bartlett(mat_cor,n=84)
$chisq
[1] 2225.447

$ p.value
[1] 6.409708e-113

$df
[1] 903

```

Figura 4.5 Prueba de Esfericidad de Bartlett

Análisis de Componentes Principales para la extracción de los factores

Se llevó a cabo el análisis de componentes principales utilizando 3 factores con la rotación de los ejes principales para una mejor vista de las cargas factoriales. En la figura 5.6 y 5.6a se puede ver la tabla con los resultados obtenidos una vez que se hizo el análisis de componentes principales.

```
> factanal(x = datos84, factors = 3, rotation = "varimax")

Call:
factanal(x = datos84, factors = 3, rotation = "varimax")

Uniquenesses:
  INS1  INS2  INS3  INS4  INS5  INS6  INS7  INS8  INS9  INS10  INV1  INV2  INV3  INV4  INV5  INV6  INV7  INV8  INV9  TRA1  TRA2  TRA3  TRA4  TRA5  INF1  INF2  INF3
  0.658 0.312 0.434 0.645 0.787 0.598 0.679 0.641 0.569 0.594 0.500 0.584 0.669 0.587 0.506 0.444 0.505 0.584 0.650 0.635 0.562 0.460 0.511 0.562 0.726 0.434 0.501
  INF4  APR1  APR2  APR3  APR4  APR5  APR6  APR7  FIJ1  FIJ2  FIJ3  FIJ4  FIJ5  FIJ6  FIJ7  FIJ8
  0.665 0.611 0.531 0.489 0.537 0.578 0.515 0.665 0.574 0.547 0.541 0.576 0.560 0.562 0.637 0.514
```

Figura 4.6 Tabla de resultados una vez que se hizo el análisis de componentes principales

```
> factanal(x = datos84, factors = 3, rotation = "varimax")

Call:
factanal(x = datos84, factors = 3, rotation = "varimax")

Uniquenesses:
  INS1  INS2  INS3  INS4  INS5  INS6  INS7  INS8  INS9  INS10
  0.658 0.312 0.434 0.645 0.787 0.598 0.679 0.641 0.569 0.594
  INF4  APR1  APR2  APR3  APR4  APR5  APR6  APR7  FIJ1  FIJ2
  0.665 0.611 0.531 0.489 0.537 0.578 0.515 0.665 0.574 0.547

Loadings:
```

Figura 4.6a Figura agrandada de la tabla de resultados una vez que se hizo el análisis de componentes principales

Después de llevarse a cabo la prueba de componentes principales, la prueba de la hipótesis muestra que 3 factores son suficientes con un valor de la Chi cuadrada de 947.96 y 777 grados de libertad y un p-value de .00023, es decir p-value < 0.05. Los resultados se pueden ver en la figura 4.7

```
Test of the hypothesis that 3 factors are sufficient.
The chi square statistic is 947.96 on 777 degrees of freedom.
The p-value is 2.34e-05
```

Figura 4.7 Resultados de la prueba de hipótesis.

Como resultado del análisis de componentes principales, se puede observar en la figura 4.8 la carga factorial correspondiente a cada uno de los tres factores y que juntos explican hasta el 43.2% de la variación total

	Factor1	Factor2	Factor3
SS loadings	7.047	5.768	5.746
Proportion Var	0.164	0.134	0.134
Cumulative Var	0.164	0.298	0.432

Figura 4.8 Carga factorial resultante del análisis de componentes principales.

En la figura 4.9 se muestra la variación total obtenida por cada uno de las variables, y también la correspondiente a cada uno de los tres factores con su carga factorial correspondiente. Estos tres factores son los que se utilizarán para llevar a cabo la especificación del modelo estructural, tal y como se muestra en la figura 4.10

Loadings:

	Factor1	Factor2	Factor3				
INS1	0.181	0.115	0.544	TRA1	0.314	0.414	0.309
INS2		0.327	0.759	TRA2	0.462	0.322	0.347
INS3			0.749	TRA3	0.633	0.143	0.346
INS4	0.208	0.228	0.509	TRA4	0.527	0.418	0.190
INS5	0.216	0.110	0.393	TRA5	0.553	0.319	0.175
INS6	0.394	0.221	0.444	INF1	0.203	0.431	0.218
INS7	0.282		0.484	INF2	0.232	0.679	0.228
INS8	0.293	0.179	0.491	INF3	0.451	0.532	0.116
INS9		0.179	0.624	INF4	0.415	0.305	0.264
INS10	0.299		0.562	APR1	0.419	0.325	0.329
INV1	0.205	0.199	0.647	APR2	0.535	0.390	0.174
INV2	0.378	0.355	0.383	APR3	0.313	0.643	
INV3		0.515	0.254	APR4	0.537	0.390	0.150
INV4	0.270	0.573	0.105	APR5	0.280	0.536	0.237
INV5	0.435	0.481	0.272	APR6	0.184	0.646	0.184
INV6	0.677		0.306	APR7	0.204	0.523	0.144
INV7	0.509	0.318	0.368	FIJ1	0.418	0.308	0.395
INV8	0.469	0.384	0.220	FIJ2	0.390	0.501	0.224
INV9	0.251	0.279	0.457	FIJ3	0.577	0.226	0.274
				FIJ4	0.587	0.176	0.222
				FIJ5	0.541	0.216	0.317
				FIJ6	0.549	0.324	0.180
				FIJ7	0.511	0.319	
				FIJ8	0.651	0.248	

Figura 4.9 Carga factorial por cada variable resultante del análisis de componentes principales.

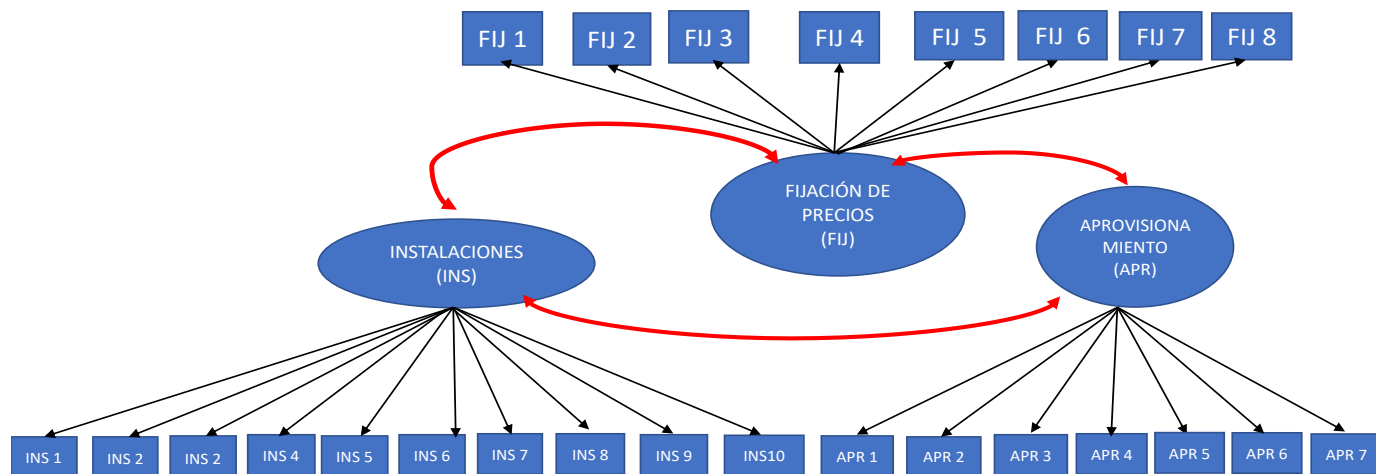


Figura 4.10 Modelo Estructural que se utilizará para el Análisis Factorial Confirmatorio.

La figura 4.11 muestra los resultados del Análisis Factorial Confirmatorio utilizando el Método de Máxima Verosimilitud, donde se puede ver que el programa termino en 45 iteraciones, con un Índice de Ajuste Comparativo (CFI) de 0.859 (se esperaba 0.9 o más) y Índice de Tucker-Lewis de 0.844 (se esperaba 0.9 o más) indicadores de un buen ajuste.

```

lavaan 0.6-9 ended normally after 45 iterations

Estimator ML
Optimization method NLMINB
Number of model parameters 51

Number of observations 84

Model Test User Model:

Test statistic 354.445
Degrees of freedom 249
P-value (Chi-square) 0.000

Model Test Baseline Model:

Test statistic 1025.360
Degrees of freedom 276
P-value 0.000

User Model versus Baseline Model:

Comparative Fit Index (CFI) 0.859
Tucker-Lewis Index (TLI) 0.844

Loglikelihood and Information Criteria:

Loglikelihood user model (H0) -3435.569
Loglikelihood unrestricted model (H1) -3258.346

Akaike (AIC) 6973.138
Bayesian (BIC) 7097.110
Sample-size adjusted Bayesian (BIC) 6936.229

```

Figura 4.11 Resultados del Análisis Factorial Confirmatorio.

En la figura 4.12 se puede ver que el RMSEA (Error de Aproximación de la Raíz Cuadrada d las Medias) fue de 0.07 (se esperaba < 0.06) por lo que se considera un buen número, pues el p-value fue de 0.027, (se esperaba que fuera < 0.05)

```

Root Mean Square Error of Approximation:

RMSEA                                0.071
90 Percent confidence interval - lower 0.053
90 Percent confidence interval - upper 0.087
P-value RMSEA <= 0.05                 0.027

```

```

Standardized Root Mean Square Residual:

SRMR                                0.080

```

```

Parameter Estimates:

Standard errors                      Standard
Information                          Expected
Information saturated (hl) model     Structured

```

Figura 4.12 Residuo de la Raíz Cuadrada de la Media Estandarizada (SRMR).

En la figura 4.13 se puede ver que el p-value para cada una de las tres variables latentes (factores 1,2 y 3) es igual a 0.

```

Parameter Estimates:

Standard errors                      Standard
Information                          Expected
Information saturated (hl) model     Structured

```

```

Latent Variables:

Estimate  Std.Err  z-value  P(>|z|)
INS =~
INS1      1.000
INS2      1.134    0.230    4.932    0.000
INS3      1.016    0.216    4.716    0.000
INS4      1.002    0.224    4.466    0.000
INS5      0.805    0.214    3.760    0.000
INS6      1.010    0.213    4.733    0.000
INS7      0.835    0.190    4.393    0.000
INS8      0.986    0.216    4.569    0.000
INS9      0.964    0.216    4.464    0.000
INS10     0.892    0.202    4.414    0.000
APR =~
APR1      1.000
APR2      1.006    0.196    5.141    0.000
APR3      0.912    0.176    5.197    0.000
APR4      1.037    0.198    5.227    0.000
APR5      1.090    0.205    5.324    0.000
APR6      0.971    0.184    5.269    0.000
APR7      0.812    0.181    4.494    0.000
FIJ =~
FIJ1      1.000
FIJ2      0.946    0.186    5.093    0.000
FIJ3      0.968    0.186    5.215    0.000
FIJ4      1.054    0.220    4.785    0.000
FIJ5      1.043    0.202    5.155    0.000
FIJ6      1.059    0.203    5.213    0.000
FIJ7      0.902    0.206    4.375    0.000

```

Figura 4.13 El p-value para cada una de las tres variables latentes INS (Instalaciones), APR (Aprovisionamiento) y FIJ (Fijación de Precios) es igual a 0.

En la figura 4.14 se pueden ver los valores resultantes de las covarianzas entre las variables latentes INS, APR y FIJ, con un p-value menor de 0.05, casi igual a 0, lo cual es un indicador de que si hay una variación significativa entre 0.6 hasta 0.9

```
Covariances:
              Estimate Std.Err z-value P(>|z|)
INS ~~
  APR          0.641    0.195   3.282   0.001
  FIJ          0.721    0.214   3.377   0.001
APR ~~
  FIJ          0.906    0.228   3.967   0.000
```

Figura 4.14 Valores resultantes de las covarianzas entre las variables latentes INS, APR y FIJ

En la figura 4.15 se muestra la variación total y su p-value para cada una de las variables observables.

Variances:				
	Estimate	Std.Err	z-value	P(> z)
.INS1	2.073	0.345	6.016	0.000
.INS2	1.350	0.243	5.560	0.000
.INS3	1.399	0.243	5.768	0.000
.INS4	1.769	0.298	5.933	0.000
.INS5	2.190	0.354	6.196	0.000
.INS6	1.356	0.236	5.755	0.000
.INS7	1.319	0.221	5.972	0.000
.INS8	1.543	0.263	5.873	0.000
.INS9	1.641	0.277	5.935	0.000
.INS10	1.477	0.248	5.961	0.000
.APR1	1.168	0.205	5.710	0.000
.APR2	1.512	0.257	5.881	0.000
.APR3	1.194	0.204	5.856	0.000
.APR4	1.510	0.259	5.842	0.000
.APR5	1.553	0.268	5.794	0.000
.APR6	1.284	0.221	5.822	0.000
.APR7	1.545	0.253	6.101	0.000
.FIJ1	1.455	0.246	5.917	0.000
.FIJ2	1.194	0.204	5.864	0.000
.FIJ3	1.125	0.194	5.794	0.000
.FIJ4	1.907	0.318	6.004	0.000
.FIJ5	1.374	0.236	5.829	0.000
.FIJ6	1.348	0.233	5.795	0.000
.FIJ7	1.912	0.312	6.134	0.000
INS	1.061	0.385	2.758	0.006
APR	0.983	0.295	3.333	0.001
FIJ	0.992	0.320	3.103	0.002

Figura 4.15 Variación total y su p-value para cada una de las variables observables.

Resultados de la prueba de Hipótesis

Hipótesis General

El modelo propuesto explica razonablemente los factores de mayor impacto en la eficacia de la cadena de suministro. Una vez que se terminó el análisis factorial exploratorio se puede ver que solamente 3 de los 6 factores explican la varianza del modelo equivalente al 43.2 % de la varianza total, por lo tanto, se concluye que si explica razonablemente el modelo propuesto los factores de mayor impacto en la eficacia de la cadena de suministros.

Hipótesis Específicas.

H₁: Las instalaciones tienen una relación significativa en la eficacia de la Cadena de Suministro en las plantas de la Industria Maquiladora de Exportación de la muestra. Esta hipótesis si se verificó, como se puede apreciar después del análisis factorial exploratorio y confirmatorio donde se muestra como las instalaciones explican las variables observables mediante la varianza mostrada.

H₂: El inventario tiene una relación significativa con la eficacia de la Cadena de Suministro en las plantas de la Industria Maquiladora de Exportación de la muestra. La evidencia no es suficiente para aceptarla, como se puede apreciar después del análisis factorial exploratorio, no hay evidencia de que los inventarios explican a las variables observables por la baja varianza mostrada.

H₃: Existe una relación significativa entre el transporte y la eficacia de la cadena de suministros en las empresas manufactureras de Ciudad Juárez Chihuahua. La evidencia no es suficiente para aceptarla, como se puede apreciar después del análisis factorial exploratorio, donde se muestra como el transporte no explica a las variables observables por la baja varianza mostrada.

H₄: Hay un vínculo significativo entre la información y la eficacia de la cadena de suministros en las empresas manufactureras de Ciudad Juárez Chihuahua. Esta hipótesis no se acepta, como se puede apreciar después del análisis factorial exploratorio, donde se muestra como la información no explica a las variables observables por la baja varianza mostrada.

H₅: El aprovisionamiento se relaciona significativamente con la eficacia de la cadena de suministros en las empresas manufactureras de Ciudad Juárez Chihuahua. Esta hipótesis si se acepta, como se puede apreciar después del análisis factorial exploratorio y confirmatorio donde se muestra como el aprovisionamiento explica a las variables observables mediante la varianza mostrada.

H₆: La fijación de precios tiene una relación significativa en la eficacia de la cadena de suministros en las empresas manufactureras de Ciudad Juárez Chihuahua. Esta hipótesis si se verificó, como se puede apreciar después del análisis factorial exploratorio

y confirmatorio donde se muestra como la fijación de precios explica a las variables observables mediante la varianza mostrada.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Objetivo General

Construir un modelo de los factores que influyen de manera significativa en la eficacia de la cadena de suministro: después de llevar a cabo el análisis factorial exploratorio se obtuvo el modelo estructural formado por las variables latentes: Instalaciones (INS), Aprovisionamiento (APR) y Fijación de Precios (FIJ), las cuales explican el 43.2 % de la variación.

Objetivo Específicos

1. Determinar la relación entre las instalaciones y la eficacia de la Cadena de Suministro en las varias plantas de la Industria Maquiladora de Exportación: este objetivo si se logró, puesto que el factor instalaciones afecta considerablemente la eficacia de la cadena de suministro al resultar una de las variables latentes después del análisis factorial exploratorio y confirmatorio.

2. Determinar relación entre el factor inventario y la eficacia de la Cadena de Suministro en plantas de la Industria Maquiladora de Exportación. Este objetivo no se logró, debido a que el factor inventario no afecta considerablemente la eficacia de la cadena de suministro al no resultar una de las variables latentes después del análisis factorial exploratorio y confirmatorio.

3. Determinar la relación entre el transporte y la eficacia de la Cadena de Suministro en plantas de la Industria Maquiladora de Exportación: este objetivo no se logró, en virtud de que el factor transporte no afecta considerablemente la eficacia de la cadena de suministro al no resultar una de las variables latentes después del análisis factorial exploratorio y confirmatorio.

4. Determinar la relación entre la información y la eficacia de la Cadena de Suministro en varias plantas de la Industria Maquiladora de Exportación: este objetivo no se logró, debido a que el factor información no afecta considerablemente la eficacia de la cadena de suministro al no resultar una de las variables latentes después del análisis factorial exploratorio y confirmatorio.

5. Determinar la relación entre el aprovisionamiento y la eficacia de la Cadena de Suministro en plantas de la Industria Maquiladora de Exportación: este objetivo si se logró, debido a que el factor aprovisionamiento si afecta considerablemente la eficacia

de la cadena de suministro al resultar una de las variables latentes después del análisis factorial exploratorio y confirmatorio.

6. Determinar la relación entre la fijación de precios y la eficacia de la Cadena de Suministro en varias plantas de la Industria Maquiladora de Exportación: este objetivo si se cumplió, debido a que la fijación de precios si afecta considerablemente la eficacia de la cadena de suministro al resultar una de las variables latentes después del análisis factorial exploratorio y confirmatorio.

Queda abierta esta investigación para probar el modelo estructural que aparece en la figura 6.1, agregando dos nuevas variables latentes al modelo que afectan directamente la eficacia de la cadena de suministro, estas variables son **eficiencia y capacidad de respuesta**, tomados de las directrices que determinan la eficacia de la cadena de suministro (Chopra, 2013), delimitar por giro industrial para comparar entre industrias.

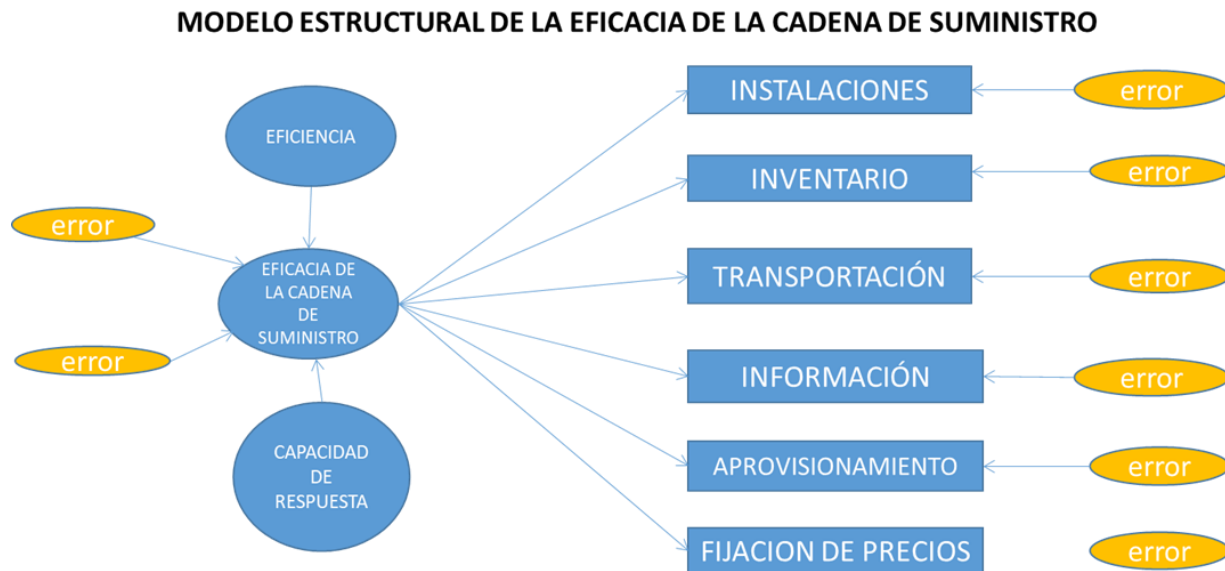


Figura 5.1 Modelo Estructural propuesto para determinar la Eficacia de la Cadena de Suministro, delimitando el giro industrial para comparar entre industrias.

6. BIBLIOGRAFIA

- Bou, J. C., & Satorra, A. (2010). Un enfoque de ecuaciones estructurales multigrupo: una demostración al probar la variación de la rentabilidad de las empresas en las muestras de la UE. *Departamento de Economía y Empresa, Universitat Pompeu Fabra, Barcelona, España*.
- Correa Espinal, A. A., Gómez Montoya, R. A., & Cano Arenas, J. A. (2010). Gestión de almacenes y tecnologías de la información y comunicación (tic). *estud.gerenc. vol.26 no.117*.
- Drango, M. D., Dr. Serna, , Pérez Ortega , G., & Arango Martínez, C. A. (2008). Toma de decisiones en la gestión de la cadena de suministro. *Revista Avances en Sistemas e Informática*, Vol.5 No.2, Junio de 2008, Medellín, ISSN 1657-766.
- Fawcett, S. E., Fawcett, A. M., Watson, B. J., & Mangan, G. M. (2012). *Mirando dentro de la caja negra: hacia una comprensión de la dinámica de colaboración en la cadena de suministro*.
- Martínez Sánchez, A., & Pérez Pérez, M. (2006). La flexibilidad de la cadena de suministro: un estudio empírico en la industria de automoción. *Cuadernos de Economía y Dirección de Empresas Num. 26*, 126-148.
- Adarme-Jaimes, W. A.-S.-F. (2012). Medición del desempeño para cadenas de abastecimiento en ambientes de imprecisión usando lógica difusa. *Ing. y Univ.*, 16(1), pp. 95-115, 2012. .
- Agarwal, A. S. (2003). On-line trust building in e-enabled supply chain. *An Internacional Journal Vol. 8 No (4)* , 324-334.
- Aldás, J., & Uriel, E. (2017). *Análisis Multivariante Aplicado con R. Madrid*:. Madrid: Paraninfo. ISBN: 978-84-2832-969-9. Amazonas.
- Alderson, W. (1957). *Marketing Behaviour and Executive Action*. Homewood, Illinois:.
- Al-Hawari, T., Ahmed, A., & Khrais, S. &. (2013). Impact of assignment, inventory policies and demand patterns on supply chain performance.
- Allesina, A. A. (2010). Performance measurement in supply chains: new network analysis and entropic indexes. *International Journal of Production Research Vol. 48, No. 8* , pp 2297–2321.
- APICS. (1990). *American Production and Inventory Control Society* .
- Bastian, B. D. (2013). The Roles of Dehumanization and Moral Outrage in Retributive Justice. *PloS One*, 8, e61842.
- Beamon, B. M. (1999). Measuring supply chain performance. *International Journal of Operations & Production Management*, v.19, n.3., p.275-292.
- Bentler, P. y. (1980). Ecuaciones estructurales lineales con variables latentes. *Psychometrika*, 45 , pp 289-308.

- Bernal, C. (2010). *Metodología de la Investigación*. México, D.F.: Pearson Educación de México, S.A de C.V.
- Bowersox, C. (2014). *Gestión de la cadena de suministros Gestión Logística*. New York: McGraw-Hill.
- Bowersox, D. (1969). *Readings in Physical Distribution Management: The Logistics of Marketing*. New York: Mcmillan: Eds. Bowersox, D.J. and E.W. Smykay.
- Britanica, E. (1994-1999). *Seccion de Logistica en la Enciclopedia Britanica*. Enciclopedia Britanica, del internet website <http://www.Britannica.com> .
- Byrne, B. M. (2016). *Structural equation modeling with AMOS: Basic concepts, applications*. Abingdon: Routledge.
- Cang, H. T.-C.-H. (2013). E-procurement and supply chain performance. . *performance. An International Journal Volume 18 · Number (1)*, pp 34–51.
- Carreño Solís, A. J. (2017). *Cadena de suministro y logística*. Lima, Peru: Pontificia Universidad Católica del Perú, Fondo Editorial.
- Carreño Solís, A. J. (2017). *Cadena de suministro y logística*. Fondo Editorial.
- Carretero-Dios, H., & Pérez, , C. (2005).). Normas para el desarrollo y revisión de estudios instrumentales. *International Journal of Clinical and Health Psychology*. 5, (3), , pp 521-551.
- Cea D'Acona, M. (1998). *Metodología Cuantitativa: Estrategias y Técnicas de Investigación Social*. Proyecto Editorial Síntesis Sociología Proyecto Editorial Síntesis Sociología .
- Chopra, S., & Meindl, P. (2013). *Gestión de la cadena de suministros: estrategia, planificación y operación*. México: Pearson.
- Cooper, M. y. (1993). “*Características de la gestión de la cadena de suministro y implicaciones para la estrategia de compras y logística* ”. La Revista Internacional de LogísticaGestión, Vol. 42.
- Costello , A., & Osborne, J. (2005). Mejores prácticas en análisis factorial exploratorio: cuatro recomendaciones para aprovechar al máximo su análisis. . *Evaluación práctica, investigación y evaluación*, 10 , , pp 1-9.
- D.P. van Donk, R. A. (2007). Opportunities and realities of supply chain integration: The case of food manufacturers, . *British Food Journal*, Vol. 110, No. 2, , pp. 218-235.
- Determinantes de la gestión de riesgos estratégicos en cadenas de suministro de mercados emergentes: el caso de México. (s.f.).
- Díaz, J. &. (2012). Optimización de los niveles de inventario en una cadena de suministro. *Inventory levels optimization in a supply chain*, XXXIII(2), 126–132.
- Donald J. Bowersox, D. C. (2007). *Administración y Logística en la Cadena de Suministros*. Michigan University.
- Durant, W. (1994). *The Story of Civilization, Part III* . New York: Cesar and Christ.

- Escobar Pérez, J., & Cuervo-Martínez, A. (2008). Validez de Contenido y juicio de experto, una aproximación a su utilización. *Avances en medición*, 6, pp 27-36.
- Fan, X. y. (2007). Sensibilidad de los índices de ajuste a la especificación incorrecta del modelo y tipos de modelos. *Investigación conductual multivariante*, 42(3), 509-529.
- Forrester, J. (1958). *Industrial Dynamics A Major Breakthrough for Decision Makers*. *Harvard Business Review*, 36, 37-66.
- George, D., & Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference*. 11.0. Boston: update (4thed.). Allyn & Bacon.
- Grajales, G. (1996). *Conceptos Básicos para la Investigación Social de la Serie Textos Universitarios*. Nuevo León, México : Publicaciones Universidad . Nuevo León, México : Publicaciones Universidad de Montemorelos.
- Gunasekaran, C. P. (2004). A framework for supply chain performance measurement. . *Int. J. Production Economics* 87,, pp 333–347 .
- Habib, M. M. (2010). *Supply chain management: theory and its future perspectives*. *International Journal of Business, Management and Social Sciences* Vol. 1, No. 1,.
- Habib, M. M. (2011). *Supply Chain Management Applications and Simulations*. Croatia: InTech.
- Hanssmann, F. (1959). *Bullwhip effect in production-distribution systems* .
- Hax, A. C. (1975). *Hierarchical Integration of Production Planning and Scheduling*. In *Studies in Management Sciences, Vol. 1*. . North Holland-American Elsevier, New York.: Logistics, M. A. Geisler (ed.), .
- Hayes, A. F. (2014). Statistical mediation analysis with a multicategorical independent variable. . *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 67,, pp 451-470.
- Hernández Sampeiri, R., Fernández Collado Carlos, & Pilar Baptista, L. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Gill.
- Hooper, D., Joseph Coughlan, J., & Mullen, M. R. (2007). Modelado de ecuaciones estructurales: pautas para determinar el ajuste del modelo. *Revista electrónica sobre métodos de investigación empresarial* 6 (1).
- Hu, L. a. (1999). Cutoff Criteria for Fit Indexes in Covariance Structure Analysis: Conventional Criteria versus New Alternatives,. " *Structural Equation Modeling*, 6 (1), pp 1-55.
- Inman, J. H. (1992). *Certify the process not just the product*. *Production and Inventory Management Journal*, Vol. 33, No. 4,, pp. 11-14.
- Jiménez, J. (2004). *Marco conceptual de la Cadena de Suministro Un Nuevo Enfoque Logístico*, *Publicación Técnica No. 215*. Querétaro, México: Sanfandila.
- Joreskog, R. R. (1993). *Applied factor analysis in the natural sciences*. 2nd ed. xii, 371p. USA: Cambridge University Press,.
- Joshua M. Tybur, D. L. (2009). Microbes, Mating, and Morality: Individual Differences in Three Functional Domains of Disgust. *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 97, No. 1, , 103–122 .

- Karin Schermelleh-Engel, H. M. (2003). Evaluación del ajuste de modelos de ecuaciones estructurales: Pruebas de significación y Medidas descriptivas de bondad de ajuste. *Métodos de investigación psicológica en línea 2003, Vol.8, n. ° 2,*, pp 23-7.
- Kenneth A. Bollen, J. S. (1993). *Prueba de modelos de ecuaciones estructurales*. A Sage Focus.
- Kerlinger, F. N. (1985). *Investigación del conocimiento*. California State University: McGraw-Hill.
- Kulwiec, R. (2004). *Crossdocking as a Supply Chain Strategy*.
- Latorre, A., Rincón, D., & Arnal, J. (1996). *Bases metodológicas de la investigación educativa*. Barcelona: Barcelona.
- Lee, H. &. (1998). *Preface to global supply chain and technology management, in: H. Lee; S. Ng (Eds) Global supply chain and technology management, POMS series* . Miami, Florida USA.: Production and Operations Management Society. .
- Lee, H. L. (2002). ‘Aligning Supply Chain Strategies with Product Uncertainties’. *Management Review. SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA*, pp. 105–119.
- LI, D. ., (1999). Integrated decision models Of supply chain efficiency. En: International Journal of Productions. *Economics, Vol. 59, pp 147-157*, pp 147-157.
- Mangan. (2008). *Global logistics and supply chain management*. Velika Britanija.
- Martínez Martín Carolina Méndez, R. S. (2012). Metodología de investigación y lectura crítica de estudios Introducción al análisis factorial exploratorio. *Rev. Colomb. Psiquiat., vol. 41 / No. 1*.
- Martínez Mediano, C. (2004). Técnicas e instrumentos de recogida y análisis de datos. *Madrid UNED*.
- McCormack, K. B. (2008). *Supply chain maturity and performance in Brazil*. An International Journal 13 (4), 272–282.
- Morales Vallejo, P. (2011). *El Análisis Factorial en la construcción e interpretación de tests, escalas y cuestionarios*. Madrid: Universidad Pontificia Comillas.
- Morrison, T. G. (2017). Best Practice Recommendations Using SEM in Psychological Research. *Psychology, 8, , 1326-1341*.
- Núñez Flores, M. I. (2007). Las Variables: Estructura y Función en la Hipótesis. *Investigación Educativa vol. 11 N.º 20,*, pp 163- 179.
- Oliver, R. (1992). *Supply Chain Management, Logistics catches up with strategy*. London: Chapman and Hall.
- Ortiz, M. &.-P. (2018). Modelo de Ecuaciones Estructurales: Una guía para ciencias médicas y ciencias de la salud. *Terapia Psicológica, 36(1)*, 47-53.
- Pearson, K. (1901). On lines and planes of closest fit to systems of point in space. *Philosophical Magazine, 6, , pp 559-572*.
- Ramírez, S. A., & Peña, G. E. (2011). Análisis de comportamiento caótico en variables de la cadena de suministro. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science, 85-106*.

- Romano P., F. M. (2012). Designing and Implementing Open Book Accounting in Buyer-Supplier Dyads: Framework for Supplier Selection and Motivation. *Revista Internacional de Economía de la Producción*, 137,, 68-83.
- S. Allesina, A. A. (2010). Performance measurement in supply chains: new network analysis and entropic indexes. *International Journal of Production Research* Vol. 48, No. 8, 2297–2321, pp 2297–2321.
- Saad, M. P. (2006). An investigation of supply chain performance measurement in the Indian automotive sector. Benchmarking: *An International Journal* , Vol. 13 No. 1/2, 2006 pp. 36-53.
- Sabino, C. (1992). *El proceso de investigación*. Caracas: Panapos.
- Sánchez, G. (2008). *Cuantificación del Valor en Cadena de Suministro Extendida*. Del Banco Editores.
- Santander, Amaya, & Vilorio. (2014). *Diseño de Cadenas de Suministros Resilientes*. Universidad del Norte Editorial.
- Saygin., D. C. (2012). Impact of information sharing on supply chain performance. *Int J Adv Manuf Technol* 58, pp 397–409.
- Soin, S. (2004). *Critical Success Factors in Supply Chain Management at High Technology Companies*. Australia: Tesis Doctoral.
- Spearman, C. (1904). General Intelligence, objectively determined and measured. *American Journal of Psychology*, 15, , pp 201-270.
- Stadtler. (2008). *Gestión de la cadena de suministros: una descripción general*. Springer, Berlín, Heidelberg: Stadtler H., Kilger C.
- Stapleton, C. D. (1977). Basic Concepts in Exploratory Factor Analysis (EFA) as a Tool to Evaluate Score Validity: A Right-Brained Approach. *Paper presented at the annual meeting of the Southwest Educational Research Association, Austin, reproducido en How To Series*.
- Thurstone, L. L. (1931). La medición de las actitudes sociales. *Revista de psicología social y anormal*, 249-269.
- Tyndall, G. C. (1998). *“Supercharging Supply Chains: New Ways to Increase Value Through Global Operational Excellence”*, NY: John Wiley & Sons. NY: John Wiley & Sons.
- Vaidya, O. H. (2013). Multi-criteria supply chain performance evaluation, An Indian chemical industry case study. *International Journal of Productivity and Performance Management* Vol. 62 No. 3, pp. 293-316.
- Weston, R. a. (2006). Weston, R. and Gore, P.A. (2006) A Brief Guide to Structural Equation Modeling. *The Counseling Psychologist*, 34,, 719-751.
- Wowak , K. D., Christopher , W., Craighead, G., & Hult, T. M. (2013). Supply Chain Knowledge and Performance: A Meta-Analysis. *Decision Sciences Volume 44 Number 5*.
- Wowak , K. D., Christopher , W., & Craighead, G. T. (2013). Supply Chain Knowledge and Performance: A Meta-Analysis.

Yang, J. (2013). *A structural model of supply chain performance in an emerging economy*.
International Journal of Production Research 50 (14), 3895– 3903.

ANEXOS

ANEXO 1

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO DE LOS FACTORES BÁSICOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA EFICACIA DE LA CADENA DE SUMINISTRO				
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	SUB-VARIABLE O DIMENSIÓN	DEFINICIÓN SUB-VARIABLE	ÍTEM
Eficiencia (Variable exógena)	La eficiencia de la cadena de suministro es la inversa del costo de producir y entregar un producto al cliente. Los incrementos de los costos reducen la eficiencia. Por cada opción estratégica seleccionada para incrementar la capacidad de respuesta hay costos adicionales que reducen la eficiencia.	Instalaciones	Son las ubicaciones físicas reales en la red de la cadena de suministro donde se almacena, ensambla o fabrica el producto. Los dos principales tipos de instalaciones son los sitios de producción y los de almacenamiento. Las decisiones relacionadas con el rol, ubicación, capacidad y flexibilidad de las instalaciones tienen un efecto significativo en el desempeño de la cadena de suministro (Chopra & Meindl, 2013)	<ol style="list-style-type: none"> 1. La capacidad de producción instalada en su organización corresponde a la demanda actual de sus clientes. 2. La utilización actual de la capacidad de producción en su organización corresponde a la capacidad de producción instalada. 3. El costo de producción por pieza actual en su organización corresponde al costo planeado. 4. Los productos rechazados por baja calidad en su

	<p>(Chopra & Meindl, 2013)</p>			<p>organización actualmente están dentro de la meta establecida.</p> <p>5. El lead time teórico de producción en su organización es el tiempo requerido para procesar una pieza si no hay retrasos en ninguna de sus etapas.</p> <p>6. El lead time real promedio de producción en su organización equivale al tiempo real promedio requerido para procesar una pieza durante un tiempo específico, incluye el tiempo teórico y cualesquiera tipos de retraso.</p> <p>7. La eficiencia del lead time de producción en su organización es la óptima deseada de acuerdo a lo planeado</p> <p>8. La variedad de productos en su organización es la que optimiza los costos de producción.</p>
--	------------------------------------	--	--	--

				<p>9. El tamaño del lote de producción promedio que la organización utiliza actualmente es el que optimiza los costos de producción y de almacén.</p> <p>10. Actualmente el nivel de servicio al cliente en su organización cumple con las órdenes de producción a tiempo y completas.</p>
<p>Capacidad de respuesta (Variable exógena)</p>	<p>La capacidad de respuesta de la cadena de suministro incluye su capacidad de hacer lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Responder a amplios rangos de cantidades demandadas • Satisfacer tiempos cortos de entrega • Manejar gran variedad de productos 	<p>Inventario</p>	<p>Comprende toda la materia prima, trabajo en proceso y productos terminados dentro de una cadena de suministro. El inventario que pertenece a una empresa se reporta bajo activos. El cambio de las políticas de inventario puede modificar en gran manera la eficiencia y capacidad de respuesta de la cadena de suministro (Chopra & Meindl, 2013)</p>	<p>11. El inventario promedio que su organización administra actualmente es el que satisface la demanda de sus clientes a un costo óptimo</p> <p>12. La rotación de inventarios en su organización es la que más se adecua a las características del tipo de producto que fabrica, y es el que ofrece las mayores utilidades.</p> <p>13. Su organización tiene perfectamente identificados los</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Fabricar productos altamente innovadores • Satisfacer un alto nivel de servicio • Manejar la incertidumbre de la oferta. Estas capacidades son similares a muchas de las características de la demanda y oferta que condujeron a una alta incertidumbre implícita. Cuantas más habilidades de éstas tenga una cadena de suministro, mayor será su capacidad de respuesta. La capacidad de respuesta, sin embargo, implica un costo (Chopra & Meindl, 2013) 			<p>productos con un alto nivel de inventario.</p> <p>14. El tamaño del lote de reabastecimiento promedio dentro de su organización es el que satisface las demandas del cliente al costo más óptimo.</p> <p>15. El inventario de seguridad promedio en su organización es tal que amortigua las variaciones en el re abastecimiento del proveedor y en la demanda del cliente al más bajo costo.</p> <p>16. La tasa de surtido en su organización actualmente cumple al cien por ciento en tiempo y cantidad las órdenes que demanda del cliente.</p> <p>17. El inventario estacional de su organización es el que equilibra los costos de almacén con las utilidades obtenidas en temporada de alta demanda.</p>
--	--	--	--	---

				<p>18. El tiempo sin inventario en su organización es tal que evita tener pérdidas en las ventas.</p> <p>19. Los niveles de inventario obsoleto en su organización actualmente son tan bajos que no afectan las utilidades.</p>
		Transporte	<p>Implica trasladar inventario de punto a punto en la cadena de suministro. El transporte puede adoptar la forma de muchas combinaciones de modos y rutas, cada una con sus propias características de desempeño. Las opciones de transporte tienen un gran impacto en la capacidad de respuesta y eficiencia de la cadena de suministro (Chopra & Meindl, 2013)</p>	<p>20. El costo promedio de transporte para traer productos a su organización está completamente optimizado.</p> <p>21. El promedio de piezas de cada envío que llega a su organización es el que mejor optimiza sus costos.</p> <p>22. El costo promedio de cada envío que llega a su organización es el que mejor optimiza sus costos.</p> <p>23. El costo promedio de transporte de enviar al cliente un</p>

				<p>producto desde su organización es el óptimo deseado.</p> <p>24. El promedio de productos en cada envío que sale de su organización es el que mejor optimiza sus costos</p>
		Información	<p>Consiste en datos y análisis relacionados con las instalaciones, inventario, transporte, costos, precios y clientes a lo largo de la cadena de suministro. La información es potencialmente el controlador más grande de desempeño de la cadena de suministro porque afecta de manera directa a cada uno de los demás controladores. La información brinda a la administración la oportunidad de hacer las cadenas de suministro más sensibles a la respuesta y más eficientes (Chopra & Meindl, 2013)</p>	<p>25. La frecuencia con la que actualiza un pronóstico en su organización es de tal modo que se puedan detectar los grandes cambios y tomar una acción correctiva.</p> <p>26. El error de pronóstico que su organización utiliza actualmente se obtiene de la diferencia entre la demanda pronosticada y la real, y puede determinar el inventario de seguridad o el exceso de capacidad.</p> <p>27. La varianza entre la producción planeada y la real en</p>

				<p>su organización se usan para identificar y señalar faltantes y sobrantes.</p> <p>28. La razón de la variabilidad de la demanda a la variabilidad del pedido en su organización es tal que no indica potencialmente la existencia del efecto de látigo.</p>
		Aprovisionamiento	<p>Es la decisión de quién realizará una actividad particular de la cadena de suministro, como producción, almacenamiento, transporte o el manejo de la información. A nivel estratégico estas decisiones determinan qué funciones realiza una empresa y cuáles subcontrata. Las decisiones de aprovisionamiento afectan tanto la capacidad de respuesta como la eficiencia de una cadena de suministro (Chopra & Meindl, 2013)</p>	<p>29. Los días pendientes por pagar que su organización administra son los que le permiten tener suficiente efectivo para cumplir con sus obligaciones de pago en el plazo establecido.</p> <p>30. El precio promedio de compra de los productos o servicios que su organización utiliza está completamente optimizado.</p> <p>31. La cantidad de compra promedio actual dentro de su organización evita la escasez o</p>

				<p>el exceso de un producto o servicio requerido.</p> <p>32. La calidad del producto o servicio suministrado a su organización es la acordada previamente con sus proveedores.</p> <p>33. El tiempo de espera del producto o servicio suministrado por los proveedores es tal que la capacidad de respuesta en su organización no se ve afectada.</p> <p>34. Las entregas de los productos o servicios que los proveedores suministran a su organización llegan con puntualidad.</p> <p>35. La fiabilidad de los proveedores de productos o servicios actuales no afecta la capacidad de respuesta a los clientes de su organización.</p>
		Fijación de precios	Determina cuánto cobrará una compañía por los productos y	

			<p>servicios que pone a disposición en la cadena de suministro. La fijación de precios afecta el comportamiento del comprador del producto o servicio y, por consiguiente, el desempeño de la cadena de suministro (Chopra & Meindl, 2013)</p>	<p>36. El margen de utilidad actual expresado como un porcentaje de las ventas en su organización es el esperado.</p> <p>37. Los días de ventas pendientes en su organización actualmente están dentro del margen esperado.</p> <p>38. El costo fijo incremental por pedido que es independiente del tamaño del pedido en su organización está dentro de la meta establecida.</p> <p>39. El costo incremental variable por pedido que varía con el tamaño del pedido en su organización está dentro de la meta establecida.</p> <p>40. El precio de venta promedio en su organización está dentro del margen esperado.</p> <p>41. El tamaño promedio del pedido actual es el que mejor</p>
--	--	--	--	--

				<p>contribuye en la cadena de suministro de su organización.</p> <p>42. El precio de venta máximo y mínimo están dentro del rango esperado en su organización.</p> <p>43. La cantidad máxima y mínima vendida por periodo (día/semana/ mes) están dentro del rango esperado en su organización.</p>
--	--	--	--	---

Fuente: elaboración propia

ANEXO 2

PLANILLAS JUICIO POR UN EXPERTO

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento _____ que hace parte de la investigación _____. La evaluación de los instrumentos es de gran relevancia para lograr que sean válidos y que los resultados obtenidos a partir de éstos sean utilizados eficientemente; aportando tanto al área investigativa de la psicología como a sus aplicaciones. Agradecemos su valiosa colaboración.

NOMBRES Y APELLIDOS DEL JUEZ: _____

FORMACIÓN ACADÉMICA _____

AREAS DE EXPERIENCIA PROFESIONAL _____

TIEMPO _____ CARGO ACTUAL _____

INSTITUCIÓN _____

Objetivo _____ de _____ la _____ investigación:

Objetivo del juicio de expertos: _____

Objetivo de la prueba: _____

De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

CATEGORIA	CALIFICACIÓN	INDICADOR
SUFICIENCIA Los ítems que pertenecen a una misma dimensión bastan para obtener la medición de ésta.	1 No cumple con el criterio 2. Bajo Nivel 3. Moderado nivel 4. Alto nivel	Los ítems no son suficientes para medir la dimensión Los ítems miden algún aspecto de la dimensión pero no corresponden con la dimensión total Se deben incrementar algunos ítems para poder evaluar la dimensión completamente. Los ítems son suficientes
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1 No cumple con el criterio 2. Bajo Nivel 3. Moderado nivel 4. Alto nivel	El ítem no es claro El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de las mismas. Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem. El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1 No cumple con el criterio 2. Bajo Nivel 3. Moderado nivel 4. Alto nivel	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión El ítem tiene una relación tangencial con la dimensión. El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que esta midiendo. El ítem se encuentra completamente relacionado con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA	1 No cumple con el criterio 2. Bajo Nivel	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.

ANEXO 2 (Cont.)

36

Escobar-Pérez & Cuervo-Martínez

El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.

3. Moderado nivel
4. Alto nivel

El ítem es relativamente importante.
El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

DIMENSIÓN	ITEM	SUFICIENCIA*	COHERENCIA	RELEVANCIA	CLARIDAD	OBSERVACIONES
X1						
X2						
X3						

¿Hay alguna dimensión que hace parte del constructo y no fue evaluada? ¿Cuál? _____

*Para los casos de equivalencia semántica se deja una casilla por ítem, ya que se evaluará si la traducción o el cambio en vocabulario son suficientes.

Fuente: (Cuervo & Escobar, 2008)

ANEXO 3
CUESTIONARIO
(Instrumento de Medición)

NOMBRE DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO DE LOS FACTORES BÁSICOS PARA EL MEJORAMIENTO LA EFICACIA DE LA CADENA DE SUMINISTRO”

El presente cuestionario tiene la finalidad de analizar los factores básicos que influyen en la eficacia de la cadena de suministro. La información proporcionada será de carácter confidencial y solo con fines académicos. Junto con este cuestionario encontrará un archivo de consulta de los conceptos utilizados.

INSTALACIONES.

Favor de marcar dentro del recuadro con una “X” el nivel o grado de acuerdo.

1= Muy en desacuerdo, 2= En desacuerdo, 3= Ligeramente en desacuerdo, 4= Neutralidad, 5= Ligeramente de acuerdo, 6= De acuerdo y 7= Muy de acuerdo.

Ejemplo:

Muy en desacuerdo	1	2	3	4	X	6	7	Muy de acuerdo
-------------------	---	---	---	---	---	---	---	----------------

	1	2	3	4	5	6	7
1. La capacidad de producción instalada en su organización corresponde a la demanda actual de sus clientes.							
2. La utilización actual de la capacidad de producción en su organización corresponde a la capacidad de producción instalada.							
3. El costo de producción por pieza actual en su organización corresponde al costo planeado.							
4. Los productos rechazados por baja calidad en su organización actualmente están dentro de la meta establecida.							
5. El lead time teórico de producción en su organización es el tiempo requerido para procesar una pieza si no hay retrasos en ninguna de sus etapas.							
6. El lead time real promedio de producción en su organización equivale al tiempo real promedio requerido para procesar una pieza							

durante un tiempo específico, incluye el tiempo teórico y cualesquiera tipos de retraso.							
7. La eficiencia del lead time de producción en su organización es la óptima deseada de acuerdo a lo planeado							
8. La variedad de productos en su organización es la que optimiza los costos de producción.							
9. El tamaño del lote de producción promedio que la organización utiliza actualmente es el que optimiza los costos de producción y de almacén.							
10. Actualmente el nivel de servicio al cliente en su organización cumple con las órdenes de producción a tiempo y completas.							

INVENTARIO

Favor de marcar dentro del recuadro con una “X” el nivel o grado de acuerdo.

1= Muy en desacuerdo, 2= En desacuerdo, 3= Ligeramente en desacuerdo,

4= Neutralidad, 5= Ligeramente de acuerdo, 6= De acuerdo y 7= Muy de acuerdo.

Ejemplo:

Muy en desacuerdo	1	2	3	4	X	6	7	Muy de acuerdo
-------------------	---	---	---	---	---	---	---	----------------

	1	2	3	4	5	6	7
11. El inventario promedio que su organización administra actualmente es el que satisface la demanda de sus clientes a un costo óptimo							
12. La rotación de inventarios en su organización es la que más se adecua a las características del tipo de producto que fabrica, y es el que ofrece las mayores utilidades.							
13. Su organización tiene perfectamente identificados los productos con un alto nivel de inventario.							
14. El tamaño del lote de reabastecimiento promedio dentro de su organización es el que satisface las demandas del cliente al costo más óptimo.							
15. El inventario de seguridad promedio en su organización es tal que amortigua las variaciones en el re abastecimiento del proveedor y en la demanda del cliente al más bajo costo.							

16. La tasa de surtido en su organización actualmente cumple al cien por ciento en tiempo y cantidad las órdenes que demanda del cliente.							
17. El inventario estacional de su organización es el que equilibra los costos de almacén con las utilidades obtenidas en temporada de alta demanda.							
18. El tiempo sin inventario en su organización es tal que evita tener pérdidas en las ventas.							
19. Los niveles de inventario obsoleto en su organización actualmente son tan bajos que no afectan las utilidades.							

TRANSPORTE

Favor de marcar dentro del recuadro con una “X” el nivel o grado de acuerdo.

1= Muy en desacuerdo, 2= En desacuerdo, 3= Ligeramente en desacuerdo, 4= Neutralidad, 5= Ligeramente de acuerdo, 6= De acuerdo y 7= Muy de acuerdo.

Ejemplo:

Muy en desacuerdo	1	2	3	4	5	6	7	Muy de acuerdo
-------------------	---	---	---	---	---	---	---	----------------

	1	2	3	4	5	6	7
20. El costo promedio de transporte para traer productos a su organización está completamente optimizado.							
21. El promedio de piezas de cada envío que llega a su organización es el que mejor optimiza sus costos.							
22. El costo promedio de cada envío que llega a su organización es el que mejor optimiza sus costos.							
23. El costo promedio de transporte de enviar al cliente un producto desde su organización es el óptimo deseado.							
24. El promedio de productos en cada envío que sale de su organización es el que mejor optimiza sus costos							

INFORMACIÓN

Favor de marcar dentro del recuadro con una “X” el nivel o grado de acuerdo.

1= Muy en desacuerdo, 2= En desacuerdo, 3= Ligeramente en desacuerdo,

4= Neutralidad, 5= Ligeramente de acuerdo, 6= De acuerdo y 7= Muy de acuerdo.

Ejemplo.

Muy en desacuerdo	1	2	3	4	5	6	7	Muy de acuerdo
-------------------	---	---	---	---	---	---	---	----------------

	1	2	3	4	5	6	7
25. La frecuencia con la que actualiza un pronóstico en su organización es de tal modo que se puedan detectar los grandes cambios y tomar una acción correctiva.							
26. El error de pronóstico que su organización utiliza actualmente se obtiene de la diferencia entre la demanda pronosticada y la real, y puede determinar el inventario de seguridad o el exceso de capacidad.							
27. La varianza entre la producción planeada y la real en su organización se usan para identificar y señalar faltantes y sobrantes.							
28. La razón de la variabilidad de la demanda a la variabilidad del pedido en su organización es tal que no indica potencialmente la existencia del efecto de látigo.							

APROVISIONAMIENTO

Favor de marcar dentro del recuadro con una “X” el nivel o grado de acuerdo.

1= Muy en desacuerdo, 2= En desacuerdo, 3= Ligeramente en desacuerdo,

4= Neutralidad, 5= Ligeramente de acuerdo, 6= De acuerdo y 7= Muy de acuerdo.

Ejemplo:

Muy en desacuerdo	1	2	3	4	5	6	7	Muy de acuerdo
-------------------	---	---	---	---	---	---	---	----------------

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

29. Los días pendientes por pagar que su organización administra son los que le permiten tener suficiente efectivo para cumplir con sus obligaciones de pago en el plazo establecido.							
30. El precio promedio de compra de los productos o servicios que su organización utiliza está completamente optimizado.							
31. La cantidad de compra promedio actual dentro de su organización evita la escasez o el exceso de un producto o servicio requerido.							
32. La calidad del producto o servicio suministrado a su organización es la acordada previamente con sus proveedores.							
33. El tiempo de espera del producto o servicio suministrado por los proveedores es tal que la capacidad de respuesta en su organización <u>no se ve afectada</u> .							
34. Las entregas de los productos o servicios que los proveedores suministran a su organización llegan con puntualidad.							
35. La fiabilidad de los proveedores de productos o servicios actuales <u>no afecta</u> la capacidad de respuesta a los clientes de su organización.							

FIJACIÓN DE PRECIOS

Favor de marcar dentro del recuadro con una “X” el nivel o grado de acuerdo.

1= Muy en desacuerdo, 2= En desacuerdo, 3= Ligeramente en desacuerdo,

4= Neutralidad, 5= Ligeramente de acuerdo, 6= De acuerdo y 7= Muy de acuerdo.

Ejemplo:

Muy en desacuerdo	1	2	3	4	5	6	7	Muy de acuerdo
-------------------	---	---	---	---	---	---	---	----------------

	1	2	3	4	5	6	7
36. El margen de utilidad actual expresado como un porcentaje de las ventas en su organización es el esperado.							
37. Los días de ventas pendientes en su organización actualmente están dentro del margen esperado.							
38. El costo fijo incremental por pedido que es independiente del tamaño del pedido en su organización está dentro de la meta establecida.							

39. El costo incremental variable por pedido que varía con el tamaño del pedido en su organización está dentro de la meta establecida.							
40. El precio de venta promedio en su organización está dentro del margen esperado.							
41. El tamaño promedio del pedido actual es el que mejor contribuye en la cadena de suministro de su organización.							
42. El precio de venta máximo y mínimo están dentro del rango esperado en su organización.							
43. La cantidad máxima y mínima vendida por periodo (día/semana/mes) están dentro del rango esperado en su organización.							

DATOS DEMOGRÁFICOS

Favor de marcar con una "X" debajo de cada recuadro la opción que corresponde.

Sector al que pertenece la empresa

Automotriz	Electrónica	Médica	Eléctrica	Plásticos	Otro

Rol que desempeña dentro de la Organización

Gerente de Planta	Gerente de Control de Materiales	Supervisor de Control de Materiales	Asistente de Control de Materiales	Otro

Nivel máximo alcanzado de escolaridad.

Preparatoria	Licenciatura sin título	Licenciatura con título	Maestría sin título	Maestría con título	Doctorado sin título	Doctorado con título

Genero

Masculino	Femenino

Favor de contestar las siguientes preguntas:

Antigüedad en la empresa _____

Edad: _____

Nombre (respuesta opcional): _____

Nombre empresa: _____

Fuente. Elaboración propia

ANEXO 3 (CONTINUACIÓN)

CUESTIONARIO COMPLETO UTILIZADO EN LA PLATAFORMA GOOGLE FORMULARIOS

30/10/2020

"DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO DE LOS FACTORES BÁSICOS PARA EL MEJORAMIENTO LA EFICACIA DE LA CAD...

"DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO DE LOS FACTORES BÁSICOS PARA EL MEJORAMIENTO LA EFICACIA DE LA CADENA DE SUMINISTRO"

El presente cuestionario va dirigido a los Gerentes de Planta, a los Gerentes y Supervisores de Materiales de las empresas manufactureras de Ciudad Juárez, Chihuahua, México y tiene la finalidad de analizar los factores básicos que influyen en la eficacia de la cadena de suministro que administran. La información proporcionada será de carácter confidencial y será utilizada para la tesis doctoral del Profesor Miguel Ángel Hernández Rivera, que actualmente cursa el Doctorado en Ciencias en Ingeniería Industrial en las Instalaciones del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez.

Agradezco de antemano el soporte que me puedan brindar con esta información.

Instrucciones:

Favor de elegir la respuesta que considere más apropiada.

INSTALACIONES

1. La capacidad de producción instalada en su organización corresponde a la demanda actual de sus clientes. *

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ligeramente en desacuerdo
- Neutralidad
- Ligeramente de acuerdo
- De acuerdo
- Muy de acuerdo.

ANEXO 3 (CONTINUACIÓN)

CUESTIONARIO COMPLETO UTILIZADO EN LA PLATAFORMA GOOGLE FORMULARIOS

35/12/2020 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO DE LOS FACTORES BÁSICOS PARA EL MEJORAMIENTO LA EFICACIA DE LA CAD...

2. La utilización actual de la capacidad de producción en su organización corresponde a la capacidad de producción instalada. *

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ligeramente en desacuerdo
- Neutralidad
- Ligeramente de acuerdo
- De acuerdo
- Muy de acuerdo.

3. El costo de producción por pieza actual, en su organización corresponde al costo planeado. *

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ligeramente en desacuerdo
- Neutralidad
- Ligeramente de acuerdo
- De acuerdo
- Muy de acuerdo.

Fuente. Elaboración propia