



Pontificia Universidad
JAVERIANA
Cali

Departamento de Ingeniería Civil e Industrial

Acta de Correcciones al Proyecto de Grado Ingeniería Industrial

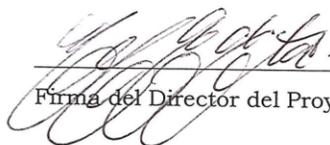
Fecha: Julio 4 de 2017

Autores: Sebastián Pérez Serna

Nombre del Proyecto de Grado: “ESTUDIO REFERENCIAL DEL PROBLEMA DE DISEÑO DE REDES DE SUMINISTRO (SND) PARA LA IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES DE INTERÉS APLICABLES EN PAÍSES EN VÍA DE DESARROLLO”.

Director: Nicolás Clavijo Buriticá

Como indica el artículo 2.27 de las Directrices de Trabajo de Grado, he verificado que el estudiante indicado arriba han implementado todas las correcciones que los Jurados del Proyecto de Grado definieron que se efectuaran, como consta en el Acta de Calificación correspondiente.



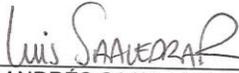
Firma del Director del Proyecto de Grado

Nota de Aceptación

Aprobado por el Comité de Trabajo de Grado
en cumplimiento de los requisitos exigidos por la
Pontificia Universidad Javeriana para optar el
título de Ingeniero Industrial.



Dr. JAIME ALBERTO AGUILAR ZAMBRANO
Decano Facultad de Ingeniería



ING. LUIS ANDRÉS SAAVEDRA ROBINSON
Director Carrera Ingeniería Industrial



Ing. Nicolás Clavijo Buriticá
Director Trabajo de Grado



Ing. John Wilmer Escobar
Jurado 1



Ing. Juan Camilo Paz Roa
Jurado 2

Santiago de Cali, Junio de 2017.

Doctor:

LUIS ANDRES SAAVEDRA ROBINSON.

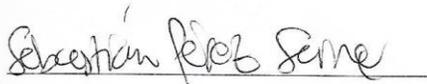
Director de Carrera de Ingeniería Industrial
PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
Cali.

Cordial Saludo:

Por medio de la presente, se le presenta a usted el proyecto de grado titulado "ESTUDIO REFERENCIAL DEL PROBLEMA DE DISEÑO DE REDES DE SUMINISTRO (SND) PARA LA IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES DE INTERÉS APLICABLES EN PAÍSES EN VÍA DE DESARROLLO", para ser sometido a consideración del comité de trabajo de grados.

Espero que este proyecto de grado reúna los requisitos académicos necesarios para su aprobación.

Atentamente,



Sebastián Pérez Serna

(1706,17)
Jurado 1: John Wilmer Escobar
Luis SAAVEDRA R

Santiago de Cali, Junio de 2017.

Doctor:

LUIS ANDRES SAAVEDRA ROBINSON.

Director de Carrera de Ingeniería Industrial
PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
Cali.

Cordial Saludo:

Por medio de la presente hago constar que en calidad de director he revisado el proyecto de grado titulado "ESTUDIO REFERENCIAL DEL PROBLEMA DE DISEÑO DE REDES DE SUMINISTRO (SND) PARA LA IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES DE INTERÉS APLICABLES EN PAÍSES EN VÍA DE DESARROLLO", del estudiante Sebastián Pérez Serna; el cual considero cumple con los requisitos para ser sometido a consideración del jurado.

Atentamente,



Nicolás Clavijo Buriticá



**ESTUDIO REFERENCIAL DEL PROBLEMA DE DISEÑO DE REDES DE
SUMINISTRO (SND) PARA LA IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES DE
INTERÉS APLICABLES EN PAÍSES EN VÍA DE DESARROLLO**

**PRESENTADO POR:
SEBASTIÁN PÉREZ SERNA**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERIA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
DICIEMBRE DE 2016**

**ESTUDIO REFERENCIAL DEL PROBLEMA DE DISEÑO DE REDES
DE SUMINISTRO (SND) PARA LA IDENTIFICACIÓN
DE VARIABLES DE INTERÉS APLICABLES EN PAÍSES EN VÍA DE DESARROLLO**

SEBASTIÁN PÉREZ SERNA

Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Industrial

**Director
NICOLÁS CLAVIJO BURITICÁ
Máster en Ingeniería Industrial**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA CALI
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA INGENIERIA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
DICIEMBRE DE 2016**

Contenido

INTRODUCCIÓN	8
1. CAPÍTULO 1. EXPLORACIÓN Y REVISIÓN.	11
1.1 ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN ACEPTADOS.	13
2. CAPÍTULO 2. DESCRIPTIVA DE LA REVISIÓN.....	22
2.1 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.....	22
2.2 MÉTODOS DE RESOLUCIÓN.....	25
2.3 ENFOQUE DE OBJETIVOS.	26
2.4 ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS CONSIDERACIONES.....	28
3.4.1 <i>Consideraciones Económicas</i>	29
3.4.2 <i>Consideraciones Sociales</i>	31
3.4.3 <i>Consideraciones Ambientales</i>	32
3.4.4 <i>Consideraciones De Incertidumbre</i>	34
3.4.5 <i>Consideraciones De Agilidad</i>	35
3.4.6 <i>Consideraciones Tecnológicas</i>	36
2.5 NUBE DE PALABRAS CLAVE.	37
3. PRIORIZACIÓN DE LAS VARIABLES MEDIANTE UN MÉTODO MULTICRITERIO..	39
4. CONCLUSIONES	45
Otras recomendaciones:	47
ANEXOS	58
RESÚMENES.....	58

Resumen

La cantidad de información científica sobre redes de suministro ha incrementado y evidencia necesidad de realizar revisiones bibliográficas. Una revisión bibliográfica es adecuada para estas circunstancias. En este caso, la información relevante son las variables tratadas en los artículos científicos que abordan problemas sobre SND, en un contexto de un país en vía de desarrollo. Se toman artículos científicos de bases de datos de información académica publicados en los últimos años. Se realizó un filtro de los artículos clasificados para la selección final. Después de hacer la clasificación se realizó un análisis cuantitativo para establecer cuáles son las tendencias y se procedió a aplicar un modelo de decisión multicriterio denominado ANP (por las siglas del inglés, Analytic Network Process) para priorizar las variables de interés identificadas. Luego se realizó un análisis de los resultados de la priorización de las variables de interés, se concluyó y propusieron áreas de trabajo para futuras investigaciones. Las áreas que conciernen el medio ambiente y factores de incertidumbre son las áreas que se encontraron como más relevantes en el estudio.

The amount of scientific information about supply network has been growing and it shows the need to realize bibliographic reviews. A bibliographic reviews is adequate for this circumstances. In this case, the relevant information are the variables treated in the scientific articles that work the problems about SND, in a context of a developing country. Scientific articles are taken from data bases of academic information from the latest years. After classifying them, a quantitative analysis is made to establish which one are the trendings and then it proceeds to apply a multicriteria model called ANP (Analytic Network Process) to prioritize the interest variables, then the conclusions came and work areas were proposed to future investigations. The areas about environment and uncertainty factors are the areas found more important in the investigation of this article.

INTRODUCCIÓN

El estudio de problemas relacionados con relacionados con Diseño de redes de suministro (SND, (Supply Network Design por sus siglas del inglés Supply Network Design) es un tema de gran interés de los grupos de investigación que en la actualidad trabajan en logística y gestión de la cadena de suministro. Las necesidades que enfrentan un mundo altamente competitivo y las crecientes restricciones ambientales hacen del diseño de la red de suministros un tema de interés. Los países en vía de desarrollo como Colombia, deben fortalecer sus capacidades competitivas para el desarrollo de la sociedad. La competencia depende en gran medida del buen desempeño logístico con que cuente una industria y el medio en que se desenvuelve. En el informe nacional de competitividad que realiza el Consejo Privado de Competitividad CPC (2015), se destacan varios factores por los que Colombia y cualquier otro país en desarrollo, ven afectado su desempeño logístico. Ciertamente la infraestructura es uno de ellos, ausencia de diversidad de transporte, poca eficiencia en trámites en el exterior y en puertos, baja competencia en el sector de transporte carga. Principalmente debido a la baja inversión en infraestructura e investigación, lo que se ve potenciado por la falta de consenso entre las autoridades que manejan el desarrollo del territorio y la transparencia política. Teniendo en cuenta que la cantidad de información científica al respecto ha incrementado y evidencia necesidad de realizar revisiones bibliográficas.

Una revisión bibliográfica es adecuada para este tipo de situaciones, pues introduce al investigador en las técnicas, métodos y procedimientos más actualizados, además de brindarle un contraste entre lo que fue, lo que es y lo que será, sin necesidad de desarrollar dicha “*tecnología*” desde sus bases empíricas.

Las revisiones bibliográficas permiten tomar grandes cantidades de información, clasificarla y seleccionar la más relevante, dependiendo del interés del autor de la revisión, son el primer paso para un proyecto de investigación. En este caso, la información relevante son las variables tratadas en los artículos científicos que abordan problemas sobre SND, en un contexto de un país en vía de desarrollo, con el fin de proyectar áreas de trabajo investigativo para un futuro. Por esta razón se planteó el siguiente objetivo principal a cumplir: *proponer una aproximación del estado actual de los modelos de solución del problema de SND mediante un estudio exploratorio y descriptivo de las publicaciones más recientes en el tema, con el fin de priorizar y clasificar las variables de interés en los países en vía de desarrollo y exponer los resultados.* Para alcanzar esto, se plantearon los siguientes objetivos específicos: (i) *recopilar los artículos científicos sobre el problema de SND publicados recientemente en bases de datos científicas a través de un análisis cualitativo a fin de relacionar hallazgos;* (ii) *cuantificar los enfoques, aplicaciones y algoritmos de solución de los artículos científicos explorados mediante herramientas estadísticas para determinar su frecuencia y comportamiento en el tiempo de revisión,* (iii) *proyectar áreas de trabajo investigativo mediante un análisis de la tendencia de las investigaciones acerca del SND, sus algoritmos, métodos, técnicas y metodologías de solución a fin de identificar puntos de referencia y definir una aproximación al estado del arte;* e (iv) *identificar un conjunto de variables de interés en problemas de SND,*

priorizadas y clasificadas mediante un método multicriterio a fin de proponer las variables más relevantes para este problema;

Para la realización de la revisión bibliográfica, se toman artículos científicos de bases de datos de información académica publicados en los últimos años, usando palabras claves (keywords) establecidas previo a la investigación. La base de datos más usada para la recopilación de los artículos fue ScienceDirect. A cada artículo científico encontrado se le hizo una revisión rápida para saber si eran aplicables a un país en vía de desarrollo, como Colombia. Los artículos que sí fueron aplicables, se filtraron nuevamente; esta vez según su factor de impacto y su aporte para la investigación (revisión bibliográfica). Una vez filtrados, se realizó un análisis más exhaustivo de cada artículo con el fin de clasificarlos según los métodos usados, las consideraciones tomadas en cuenta y el enfoque objetivo, e identificar las variables de interés. Después de hacer la clasificación se realizó un análisis cuantitativo para establecer cuáles son las tendencias y se procedió a aplicar un modelo de decisión multicriterio denominado ANP (por las siglas del inglés, Analytic Network Process) para priorizar las variables de interés identificadas. Luego se realizó un análisis de los resultados de la priorización de las variables de interés, se concluyó y propusieron áreas de trabajo para futuras investigaciones.

1. CAPÍTULO 1. EXPLORACIÓN Y REVISIÓN.

Las directrices de metodologías para la elaboración de artículos científicos *reviews* fueron tomadas meramente de Seuring & Gold (2012) y Gómez-Luna, Fernando-Navas, Aponte-Mayor & Betancourt-Buitrago (2014). En la fase exploratoria se estudiarán e identificarán las variables usadas en los diferentes modelos; posteriormente, la fase descriptiva tratará de clasificar las variables, los enfoques objetivos y los métodos usados en cada artículo.

Pasos consecutivos para la Fase Exploratoria



Figura 1. Esquema de pasos que componen la metodología de la fase exploratoria.

Fuente: Elaboración propia.

NOTA:

Considere que en este estudio, lo que se considera como variable es un dato, estado o situación que puede variar y no variables en términos de un problema de programación matemática.

La fase exploratoria inicia con recopilación de los artículos de revisión a través de las bases de datos científicas.. La búsqueda de artículos científicos se realizó en bases de datos online como SCOPUS, ScienceDirect, ISI- Web of Science, EBSCO, Proquest, Redalib, pero principalmente se usó la base de datos de ScienceDirect. Los términos de búsqueda han sido definidos por los conocimientos adquiridos a través del proceso de formación y por los artículos científicos de revisión anteriormente examinados (Eskandapour et al., 2015), (Zanjirani et al., 2014) y (Olhager et al., 2015). De los términos de búsqueda se tomaron los keywords o palabras claves planteadas bajo la restricción del año de publicación del artículo. A cada artículo encontrado con la ayuda de las palabras clave se le aplicaba un filtro. Este filtró consiste en la respuesta a la siguiente pregunta ¿es aplicable el SND trabajado en el artículo (a revisar) a un país en vía de desarrollo, especialmente Colombia? Si al revisar el artículo la respuesta a la pregunta es positiva, entonces el artículo era aceptado dentro de la población a trabajar, de lo contrario era descartado.

La pregunta se evalúa de la siguiente forma. Se toma el objetivo del artículo y se revisa si es aplicable al contexto social, económico o ambiental de una economía emergente, tomando como ejemplo principal a Colombia. Si el artículo de investigación encontrado con las palabras claves pasa la evaluación, se pasa un segundo filtro, al filtro de selección.

En el filtro de selección se organizan los artículos de mayor a menor de acuerdo al factor de impacto que obtuvieron las revistas en las que fueron publicados en los años correspondientes. Pero al realizar el filtro de selección se encontró que varios artículos recopilados con ayuda de las palabras claves no aplicaban para el objetivo de la revisión bibliográfica, por lo que fueron descartados. Estos artículos no trabajan un modelo del SND. Trabajan temas relacionados, por eso su coincidencia al usar las keywords para

encontrarlos, pero no aplican un modelo que permita la identificación de variables, métodos o enfoques. De un total de 95 artículos científicos recopilados se descartaron 41.

1.1 ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN ACEPTADOS.

Los artículos de revisión que pasaron el filtro de selección fueron los siguientes:

Strategic supply network planning with vendor selection under consideration of risk and demand uncertainty. (Sahling & Kayser, 2015)
Optimal design of supply chain networks under uncertain transient demand variations. Georgiadis, Tsiakis, Longinidis & Sofioglou, 2010)
A computational study for common network design in multi-commodity supply chains. . (Wu & Zhang, 2013).
Modeling decision processes of a green supply chain with regulation on energy saving level. (Xie, 2013).
A bi-objective interval-stochastic robust optimization model for designing closed loop supply chain network with multi-priority queuing system. (Vahdani & Mohammadi, 2015)
A bilinear goal programming model and a modified Benders decomposition algorithm for supply chain reconfiguration and supplier selection. (Osman & Demirli, 2010)
Addressing environmental concerns in closed loop supply chain design and planning. (Das & Posinasetti, 2015).
Design of forward supply chains: Impact of a carbon emissions-sensitive demand. (Nouira, Hammami, Frein & Temponi, 2015).

Robust supply chain design under uncertain demand in agile manufacturing. (Pan & Nagi, 2009).
Robust supply chain network design with service level against disruptions and demand uncertainties: A real-life case. (Baghalian, Rezapour, Farahani, 2012)
A metaheuristic algorithm to solve the selection of transportation channels in supply chain design. (Olivares-Benitez, Ríos-Mercado & González-Valverde, 2013).
Investigating the option of installing small scale PVs on facility rooftops in a green supply chain. (Abdallah, Diabat & Rigter, 2013).
Two-echelon multiple-vehicle location–routing problem with time windows for optimization of sustainable supply chain network of perishable food. (Govidan, Jafarian, Khodaverdi & Devika, 2013).
Humanitarian logistics network design under mixed uncertainty. (Tofighi, Torabi & Mansouri, 2015).
Hybrid robust and stochastic optimization for closed-loop supply chain network design using accelerated Benders decomposition. (Keyvanshokoh, Ryan & Kabir, 2015)
Reverse logistics network design and planning utilizing conditional value at risk (Soleimani & Govindan, 2014).
Strategic robust supply chain design based on the Pareto-optimal tradeoff between efficiency and risk. (Huang & Goetschalckx, 2014).
Designing a new supply chain for competition against an existing supply chain (Rezapour, Farahani, Dullaert & De Borger, 2014).
Supply chain design under quality disruptions and tainted materials delivery. (Madadi,

Kurz, Mason & Taaffe, 2014)
Robust global supply chain network design under disruption and uncertainty considering resilience strategies: A parallel memetic algorithm for a real-life case study. (Hasani & Khosrojerdi, 2015).
Location based treatment activities for end of life products network design under uncertainty by a robust multi-objective memetic-based heuristic approach. (Sadjadi, Soltani & Eskandarpour, 2014).
Green supply chain network design to reduce carbon emissions. (Elhedhli & Merrick, 2012).
Closed-loop supply chain network design under a fuzzy environment. (Ramezani, Kimiagari, Karimi & Hejazi, 2014).
Design of sustainable supply chains under the emission trading scheme. (Chaabane, Ramudhin & Paquet, 2010).
Integration of financial statement analysis in the optimal design of supply chain networks under demand uncertainty (Longinidis & Georgiadis, 2010)
Integrated decision making for the optimal bioethanol supply chain. (Corsano, Fumero & Montagna, 2014).
Reconfiguration framework of a supply network based on flexibility strategies. (Oh, Ryu & Jung, 201).
Environmental constraints in joint product and supply chain design optimization. Baud-Lavigne, Agard & Penz, 2014).
A possibilistic programming approach for closed-loop supply chain network design under

uncertainty. (Pishvae & Torabi, 2010).
A model proposal for green supply chain network design based on consumer segmentation. (Coskun, Ozgur, Polat & Gungor, 2015).
A robust fuzzy optimization model for carbon-efficient closed-loop supply chain network design problem: a numerical illustration in electronics industry. (Talaie, Moghaddam, Pishvae,., Bozorgi-Amiri & Gholamnejad, 2016).
Competitive closed-loop supply chain network design with price-dependent demands. (Rezapour, Farahani, Fahimnia, Govindan Mansouri, 2015)
Designing a reliable bio-fuel supply chain network considering link failure probabilities. (Poudel, Marufuzzaman & Bian, 2015)
Modeling risk in a Design for Supply Chain problem. (Claypool, Norman & LaScola Needy, 2014).
Multi-objective biogeography-based optimization for supply chain network design under uncertainty. (Yang, Liu & Yang, 2015).
Supply network design: Risk-averse or risk-neutral? (Madadi, Kurz, Taaffe, Sharp & Mason, 2014).
Multi-objective optimization of closed-loop supply chains in uncertain environment. (Özgir & Bashgil, 2013).
A supply network optimisation with functional clustering of industrial resources. (Qin Ng & Lam, 2014).
The impact of carbon policies on supply chain design and logistics of a major retailer. (Jin, Granda-Marulanda & Down, 2014).

A case-oriented approach to a lead/acid battery closed-loop supply chain network design under risk and uncertainty. (Subulan, Baykasoglu, Özsoydan, Tasan & Selim, 2015).
Optimizing a closed-loop supply chain with manufacturing defects and quality dependent return rate. (Giri & Sharma, 2015).
An Integrated Production-Distribution Planning in Green Supply Chain: A multi-objective evolutionary approach. (Memari, Abdul Rahim & Ahmad, 2015).
Design of close-loop supply chain network under uncertainty using hybrid genetic algorithm: A fuzzy and chance-constrained programming model. (Dai & Zheng, 2015).
Multi-period design and planning of closed-loop supply chains with uncertain supply and demand. (Zeballos, Méndez, Barbosa-Povoa & Novais, 2014).
Robust design and operations of hydrocarbon biofuel supply chain integrating with existing petroleum refineries considering unit cost objective. (Tong, You & Rong, 2014).
A hybrid decomposition algorithm for designing a multi-modal transportation network under biomass supply uncertainty. (Poudel, Marufuzzaman & Bian, 2016)
Accelerating Benders decomposition for closed-loop supply chain network design: Case of used durable products with different quality levels. (Jeihoonian, Zanjani & Gendreau, 2016).
Design and operation of a two-level supply chain for production-timedependent products using Lagrangian relaxation. (Han & Kim, 2016)
Designing a supply chain resilient to major disruptions and supply/demand interruptions. ((Jabbarzadeh, Fahimnia, Sheu & Moghadam, 2016).
Designing an efficient humanitarian supply network. (Charles, Lauras, Wassenhove &

Dupont, 2016).
Developing an ant colony approach for green closed-loop supply chain network design: a case study in gold industry. (Zohal & Soleimai, 2016).
Low carbon chance constrained supply chain network design problem: a Benders decomposition based approach. (Shaw, Irfan, Shankar & Yadav, 2016).
Resilient supply chain network design under competition: A case study. (Rezapour, Farahani & Pourakbar, 2016).
Robust design and planning of microalgae biomass-to-biodiesel supply chain: A case study in Iran.(Mohseni, Pishvae, Sahebi, 2016, p736)

Tabla 1. Artículos científicos seleccionados para la revisión bibliográfica

Fuente: Elaboración propia.

Después de realizar el filtro de selección, se organizaron los artículos que superaron el filtro en una matriz y se procedió a realizar el análisis de cada artículo, con el fin de identificar las variables, los métodos de solución usados y los objetivos, y clasificarlos. Esto se para encontrar las tendencias que el mundo académico tiene en la actualidad alrededor los temas de interés de la investigación. También se toman en cuenta las consideraciones a tratar de cada artículo que son: las consideraciones sociales, consideraciones económicas, consideraciones ambientales, consideraciones de agilidad, las consideraciones sociales. En el análisis se resaltan las variables y las consideraciones de cada artículo con base en los modelos planteados, los objetivos, los parámetros usados y los métodos usados.

A continuación se muestra la lista de las revistas donde los artículos fueron recopilados, con sus respectivos factores de impacto en los últimos años en los el factor de impacto existía, ya que este depende directamente del tiempo y la fuente de la calificación

	CALIFICACIÓN				
	2014	2013	2012	2011	2010
REVISTA.	SCImag o (SJR)				
International Journal of Production Economics	2,786	2,379	2,069	2,393	2,04
Transportation Research: Part E	2,293	2,086	2,213	1,731	1,628
Expert systems with applications	1,996	1,629	1,404	1,322	1,19
Journal of Manufacturing Systems	1,206	1,35	0,79	0,462	0,348
Computers and Operations Research	2,491	3	3,185	2,73	2,697
Journal of Cleaner Production	1,588	1,527	1,543	1,323	1,283
Applied Mathematical Modelling	1,283	1,138	0,955	0,898	0,74
Information Sciences	3,28	3,127	3,03	2,49	1,952
International Transactions in Operational Research	0,77	0,66	0,465	0	0
Fuzzy Sets and Systems	1,891	1,883	2,067	2,042	1,728

European Journal of Operational Research	2,366	2,606	2,655	2,562	2,651
Biomass and Bioenergy	1,769	1,517	1,379	1,575	1,73
Computers and Industrial Engineering	1,583	1,768	1,744	1,802	1,344
Computers and Chemical Engineering	1,126	1,145	1,099	0,977	1,021
Knowledge-based Systems	2,19	2,208	2,468	1,482	1,002
Environmental modelling and software	1,859	1,833	1,619	1,503	1,526
Omega	4,533	3,602	3,324	3,716	3,752
Physica A	0,626	0,653	0,631	0,746	0,824
Chemical Engineering Science	1,053	1,078	1,061	1,05	1,143
Energy conversion and management	1,842	1,627	1,655	1,245	1,287
Energy policy	2,077	1,791	1,612	1,422	1,334
Applied Soft Computing	2,22	2,079	1,53	1,622	1,128
CIRP Journal of Manufacturing	1,175	1,068	0,896	0,946	1,176
Renewable and Sustainable Energy Reviews	2,982	2,882	2,521	2,507	2,188
Computers, Environments and Urban Systems	0,874	1,039	0,931	1,144	0,866

Journal of Enviromental Management	1,121	1,087	1,231	1,076	1,031
Transportation Research Part A	2,256	2,245	2,342	1,79	1,557
Reliability Engineering and System Safety	1,588	1,38	1,602	0,768	1,198

Tabla 2. Factor de impacto de las revistas a través de los años.

Fuente: Elaboración propia, información tomada de Scimago Journal & Country Rank. (Scimago Journal & Country Rank, 2016).

2. CAPÍTULO 2. DESCRIPTIVA DE LA REVISIÓN.

En esta fase se realizó el análisis cuantitativo de los artículos recopilados a través de estadística descriptiva básica. Se hizo un recuento de las unidades de análisis en toda la población de artículos, se hizo la conversión de valores alfa-numéricos para su conteo, se contaron los valores cualitativos y se introdujo en una matriz la cual discrimina con sus respectivas unidades de análisis. Se hizo la identificación de las variables de interés. Se aplica estadística descriptiva a los valores encontrados utilizando Microsoft Excel. Se crearon gráficas circulares, y se clasifican los enfoques, aplicaciones, consideraciones y aportes a futuras investigaciones. Se crean nubes de palabras con los keywords.

2.1 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.

Las **variables identificadas** en la investigación son las siguientes:

Variables identificadas				
Nivel de inventario	Capacidad de libertad y expansión	Costo de escasez	Disponibilidad de capital	Flexibilidad y disponibilidad de transporte
Volumen de flujo del producto	Frecuencia de envíos	Distancia	Número de nodos de consumo	Emisión de CO2
Lead time	Número de escalones y de locaciones	Tipo de ciclo (cerrado, abierto).		

Tabla3. Variables identificadas en la fase exploratoria.

Fuente: Elaboración propia.

Luego de identificar las variables encontradas en los artículos de revisión se procede a realizar el análisis cuantitativo de las variables identificadas en el total de artículos, encontrando los siguientes datos:

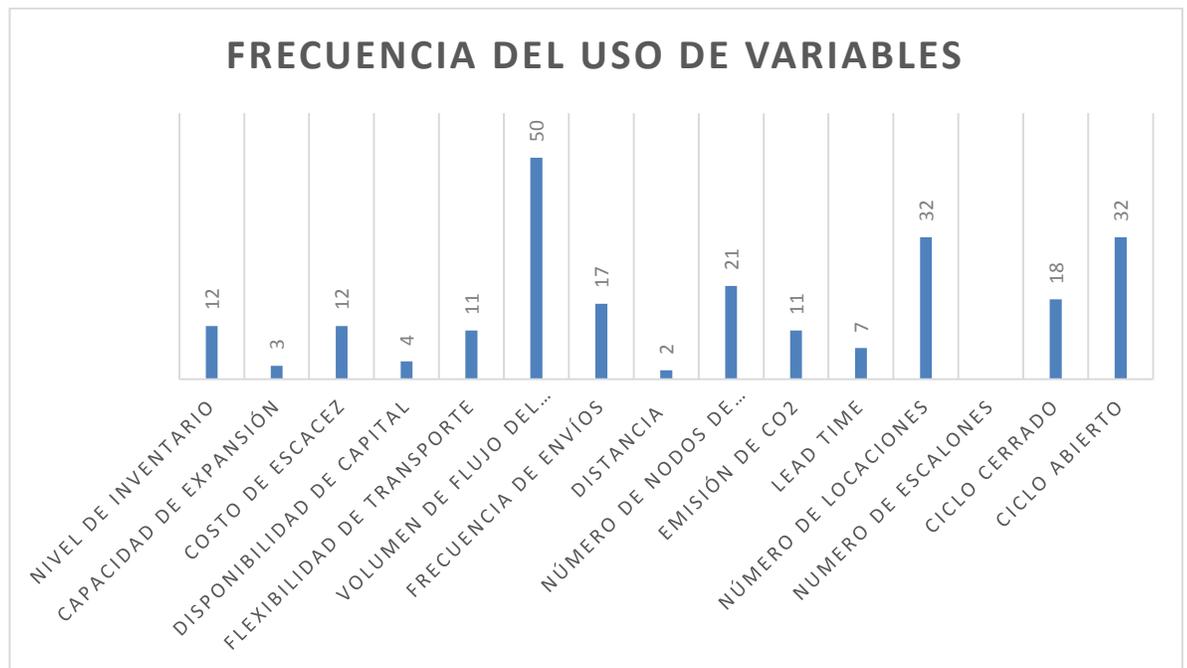


Figura 1 Frecuencia del uso de las variables en el total de artículos científicos revisados

Fuente: Elaboración propia.

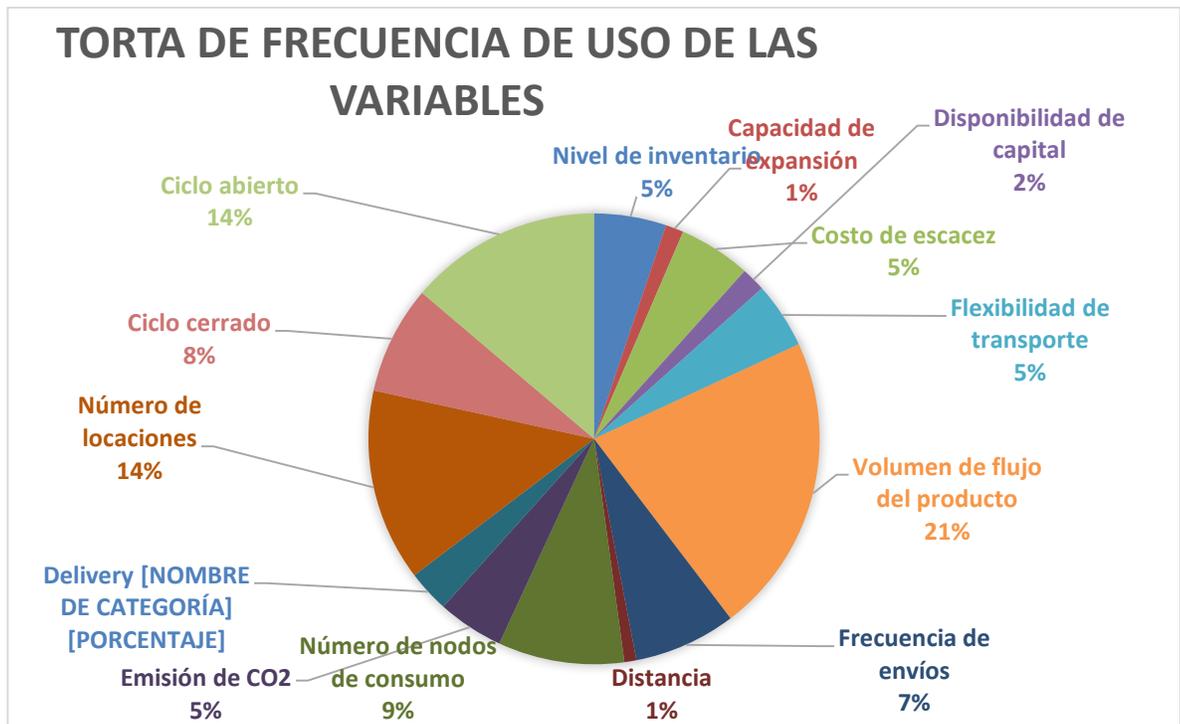


Figura 4. Frecuencia del uso de las variables en el total de artículos científicos revisados

Fuente: Elaboración propia.

Los gráficos se realizaron sobre el total de las variables identificadas y su frecuencia de uso en los artículos científicos analizados. Se puede observar que la variable que se usó con mayor frecuencia fue la del flujo del volumen del producto, en 51 de los 55 artículos científicos revisados y la variable que se usó con menor frecuencia fue la variable de la distancia. La variables del volumen del flujo de producto es esencial para el diseño de una SND, lo que se busca en una SND es abastecer o suministrar los nodos dentro de la red. Lo mismo pasa con la variable de número de locaciones, el SND no solo se encarga del suministro de la red, también se encarga del diseño de la red, con el número de locaciones. Por esta razón se hace un énfasis en las demás variables para identificar de manera correcta las tendencias. Las siguientes variables identificadas más

frecuentes son la variable del número de nodos de consumo, las variables de ciclo abierto o cerrado, la frecuencia de envíos y las emisiones de CO2.

Aunque la distancia es un factor que se toma en cuenta en la mayoría de los problemas de SND estudiados, con poca frecuencia es una variable directa. Las distancias en los problemas entran como parámetros y lo que se busca es encontrar la mejor ruta, disminuir las frecuencias de envíos, buscar el mejor medio de transporte, disminuir las emisiones de CO2, etc. Solamente en el 1% del total de artículos revisados se usó la distancia como variable directa para el problema de SND relacionado.

2.2 MÉTODOS DE RESOLUCIÓN.

El **análisis cuantitativo** sobre los **métodos** usados arroja el siguiente resultado:

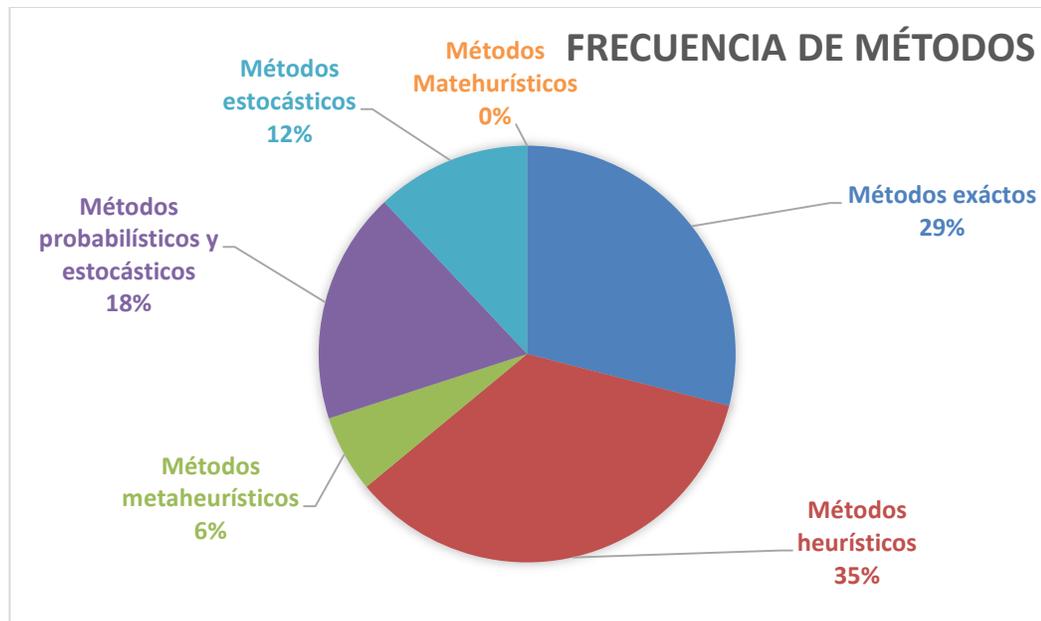


Figura 5. Análisis cuantitativo de los métodos usados.

Fuente: Elaboración propia.

En el análisis cuantitativo de los métodos usados se puede observar que los métodos heurísticos son los usados con mayor frecuencia al resolver los problemas de SND. Esto se debe por la dificultad matemática y computacional que los problemas de SND conllevan ya que son problemas NP Hard y los heurísticos ofrecen algoritmos que permiten una solución próxima al óptimo para este tipo de problema. De la misma manera lo hacen los metaheurísticos. El método de solución que se utilizó con menor frecuencia fue el mateheurístico. En la gran mayoría de los problemas se realizaron una mezcla de diferentes tipos de métodos de solución. Utilizan ayuda de heurísticos para encontrar una optimización a través de métodos exactos, por ejemplo. Después de los métodos heurísticos y los métodos exactos, los métodos estocásticos son los que siguen en la mayor frecuencia de uso, aunque en varios de los artículos de investigación se mencionó que su aplicabilidad a la vida real podría traer problemas por ser estocásticos.

2.3 ENFOQUE DE OBJETIVOS.

La gráfica del *análisis cuantitativo del enfoque de los objetivos* (Fig. 6) se puede ver a continuación:

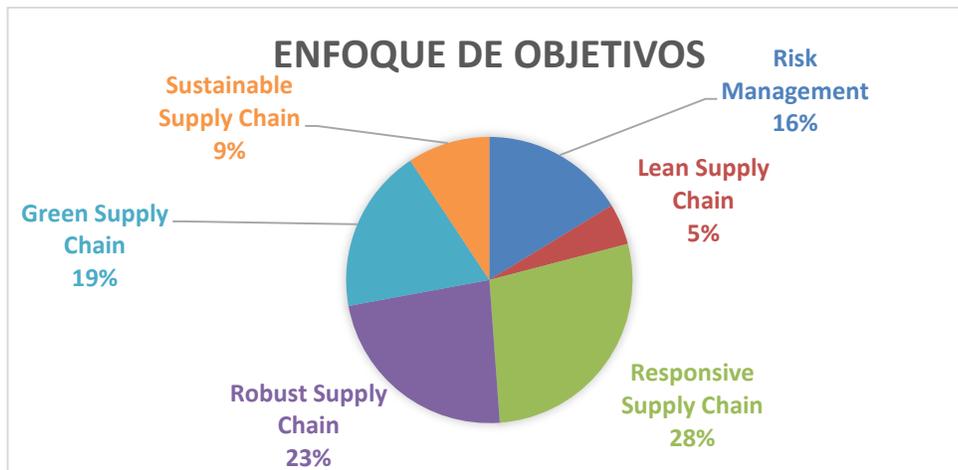


Figura 6. Análisis cuantitativo del enfoque de objetivos.

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar que la mayor prioridad del mundo académico actual es el diseño de una red de suministros con capacidad de responder a la demanda, tomando esto como objetivo en el 28% de los artículos revisados. En segundo lugar se encuentra el diseño de una red de suministros robusta, con capacidad de soportar cambios en el entorno en el que se encuentra, con un 23% del total. Y en tercer lugar se encuentra el diseño de redes de suministro verdes con un 19% del total.

2.4 ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS CONSIDERACIONES.

La gráfica del *análisis cuantitativo de las consideraciones tomadas* (Fig 7) se puede ver a continuación:

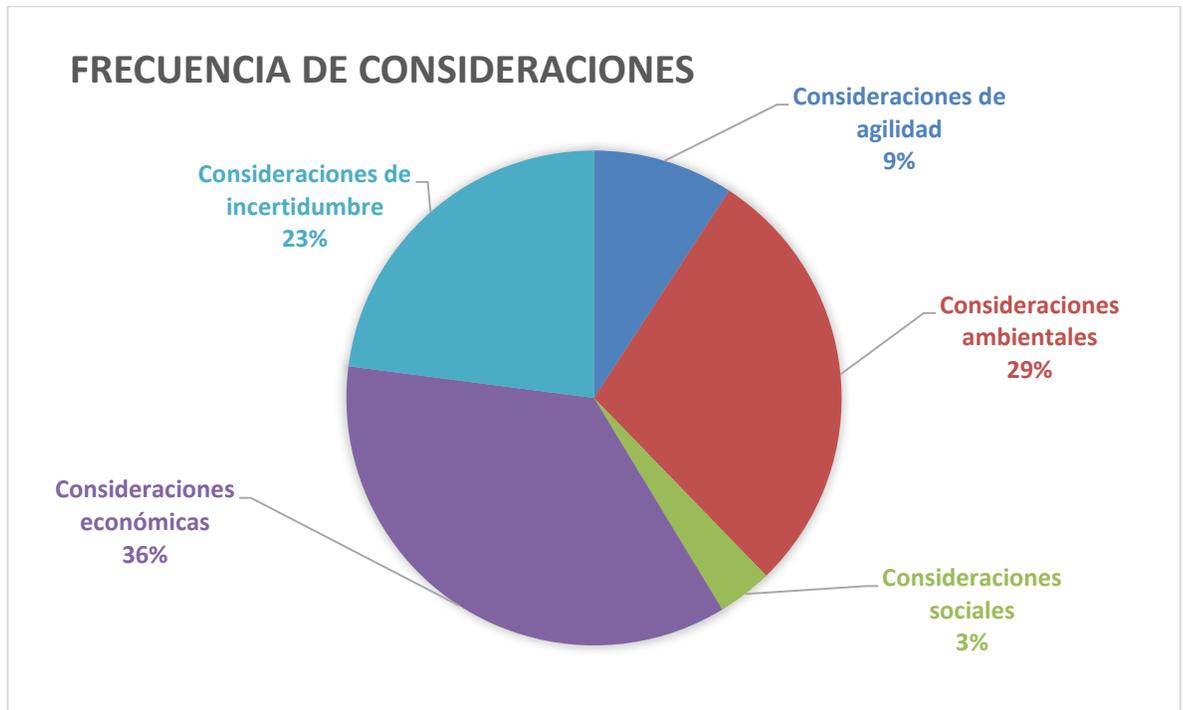


Figura 7. Análisis cuantitativo del enfoque de objetivos.

Fuente: Elaboración propia.

Aquí se puede observar que las consideraciones económicas son las que predominan en la población trabajada con un 36% del total. En segundo lugar las consideraciones ambientales son las que más se toman en cuenta con un 29% y en un tercer lugar las consideraciones de incertidumbre. Aunque los enfoques de los objetivos más repetidos de la población son los que consideran la incertidumbre, en ellos también se toman consideraciones económicas, ambientales, de agilidad y en algunas ocasiones sociales.

Por esta razón las consideraciones de incertidumbre no ocupan el primer lugar en este análisis cuantitativo. En la gran mayoría de los artículos de la población investigada se toman consideraciones económicas al solucionar su problema. En algunos artículos científicos sobre SND se toman enfoques objetivos humanitarios o de suministros de servicios básicos que ignoran las consideraciones económicas y toman en cuenta consideraciones sociales, ambientales, de agilidad e incertidumbre.

Para cada consideración se tomaron en cuenta unos criterios asociados y se clasificó respecto a ellos a la población de la investigación.

3.4.1 *Consideraciones Económicas.*

Para las **consideraciones económicas** se tomaron los siguientes criterios: Retorno en la inversión, la utilidad y las mudas y desperdicios.

Retorno en la inversión.

Al diseñar una SND un objetivo que se tiene es que la inversión realizada genere un retorno positivo que además sea de interés para el inversionista, ya sea una empresa o el estado que realizará la inversión sobre esa SND. En el mundo competitivo de hoy, el ROI es un punto clave para muchas redes de suministro.

La utilidad.

Otro objetivo de SND es que el beneficio sea positivo y de interés para la entidad que quiere el diseño o rediseño de su red, desde un punto de vista más operativo-táctico. Se desea que la producción diaria y la venta del producto fabricado tengan la mayor

utilidad posible, por esta razón se toma la utilidad como un criterio de las consideraciones económicas al diseñar una red de suministros.

Las mudas y desperdicios.

Al hacer un SND en ocasiones se quiere minimizar al máximo los desperdicios y las mudas resultantes dentro de la manufactura, producción o envío dentro de la red. Esto se debe a diferentes motivos, la materia prima es escasa, la capacidad es limitada, se quiere aumentar la utilidad o el ROI, hay penalidades gubernamentales. Por esta razón se toma las mudas y desperdicios como una consideración económica a evaluar.

La gráfica del *análisis de las consideraciones económicas* (Fig 8) se puede ver a continuación:

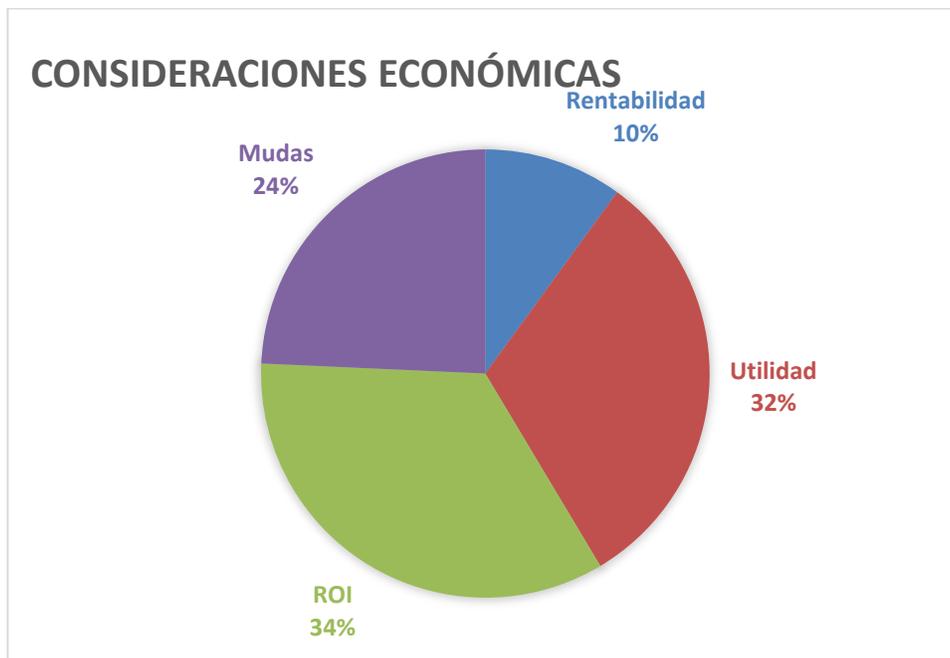


Figura 8. Frecuencia de las consideraciones económicas sobre el total de artículos científicos revisados

Fuente: Elaboración propia.

3.4.2 *Consideraciones Sociales.*

Para las **consideraciones sociales** se tomaron los siguientes criterios: la resolución de conflictos, la resolución de desastres y la seguridad alimentaria.

Resolución de conflictos.

En casos de resolución de conflictos el SND puede ser una herramienta de ayuda. El diseño de la red, su efectividad y su eficiencia, su capacidad, pueden ser factores influyentes en un conflicto. Un ejemplo de esto se puede observar en Colombia y la logística detrás de las zonas veredales y la dejación de armas tuvo problemas, aunque hay factores políticos detrás en algunos de estos.

Resolución de desastres

A la hora de un desastre natural es de fundamental importancia un SND. Hay tiempos limitados y la necesidad de satisfacer unos puntos de demanda en medio de una gran incertidumbre. Por eso se toma la resolución de desastres como criterio de consideración social en el SND.

Seguridad alimentaria.

En ciertas redes de suministro es de vital importancia la seguridad alimentaria, ya sea por la red de suministro de una empresa que maneja alimentos perecederos o para asegurar el envío de alimentos en buen estado a algunas poblaciones. Por esta razón se toma la seguridad alimentaria como criterio de las consideraciones sociales.

La gráfica del *análisis de las consideraciones sociales* (Fig 9) se puede ver a continuación:



Figura 9. Frecuencia de las consideraciones sociales sobre el total de artículos científicos revisados

Fuente: Elaboración propia.

3.4.3 *Consideraciones Ambientales.*

Para las **consideraciones ambientales** se tomaron los siguientes criterios: emisiones atmosféricas, reciclaje, remanufactura, residuos sólidos y aguas residuales,

Emisiones atmosféricas.

Las emisiones atmosféricas de gases de efecto invernadero se encuentran presentes en el mundo de SND. Esto es algo que se ha convertido en un centro de atención en los últimos años y hace parte de las variables identificadas en la población de estudio.

Reciclaje.

El reciclaje de los materiales en SND es también algo a tener en cuenta, para ciertas redes es beneficioso recuperar desperdicios para complementar materias primas necesitadas en su operación, reducir desperdicios y los costos que conllevan. Este criterio se encuentra relacionado con la variable identificada de ciclo cerrado.

Remanufactura.

En las redes de suministro de ciclo cerrado se hace lo posible para recuperar el producto manufacturado en la red. Esto permite la reducción de residuos sólidos y el consumo de materias primas, pero tiene un costo logístico. Esta consideración está relacionada con la variable identificada de ciclo cerrado.

Residuos sólidos.

En el mundo actual el medio ambiente está tomando cada vez más importancia dentro de las políticas de estado y empresariales. Hay materias primas que escasean y políticas ambientales en algunos países más estrictas. Por esta razón se tomó este criterio dentro de las consideraciones ambientales.

Aguas residuales.

En algunas ocasiones dentro de la red de suministro se desechan aguas residuales que generan un impacto sobre el medio ambiente. Dentro de las consideraciones ambientales está el cuidado de las aguas residuales, su mitigación o mejora de la disposición de ellas, por esto es tomado como una consideración ambiental.

La gráfica del *análisis de las consideraciones ambientales* (Fig 10) se puede ver a continuación:

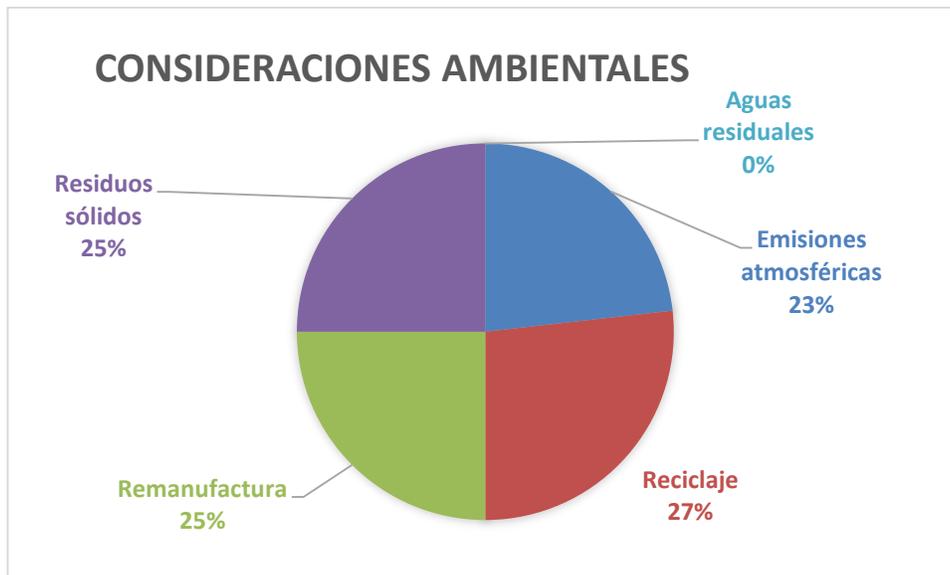


Figura 10. Frecuencia de las consideraciones ambientales sobre el total de artículos científicos revisados

Fuente: Elaboración propia.

3.4.4 Consideraciones De Incertidumbre.

Para las **consideraciones de incertidumbre** se tomaron los siguientes criterios: suministro incierto, flexibilidad, robustez y resiliencia.

Suministro incierto

En casos de la vida real el suministro es algo que sufre siempre de incertidumbre. Alguna falla en alguno de los nodos puede ocurrir que impida el suministro entre nodos.

Flexibilidad.

Hay SND que lidian con incertidumbres en algunos parámetros, ya sean incertidumbre en costos, precios, rutas, etc. Por esta razón se ven expuestos a cambios constantes en donde tener una red de suministros flexible es conveniente.

Robustez.

La robustez dentro de una red de suministros es algo diferente a la flexibilidad aunque en ambas se maneja la incertidumbre. Está dado por la capacidad de adaptación a las situaciones adversas que se puedan presentar dentro de la red dependiendo de su contexto. Entonces a la hora de realizar el SND la robustez en ocasiones es necesaria.

Resiliencia.

En ocasiones, la red de suministro debe estar dispuesta a sufrir una crisis. No solamente adaptarse a situaciones adversas, sino a sobrevivir a crisis severas. Esto depende del contexto de la red, pero también maneja incertidumbre.

3.4.5 Consideraciones De Agilidad.

Para las **consideraciones de agilidad** se tomó en cuenta el criterio del nivel de servicio

Nivel de servicio.

En las redes de suministro se puede encontrar que el tiempo en el que se entrega el producto o el servicio es de gran importancia, por lo cual se toma el nivel de servicio como un criterio para medir las consideraciones de agilidad que tiene el SND.

La gráfica del *análisis de las consideraciones de agilidad* (Fig 11) se puede ver a continuación:



Figura 11. Frecuencia de las consideraciones de agilidad sobre el total de artículos científicos revisados

Fuente: Elaboración propia.

3.4.6 *Consideraciones Tecnológicas.*

Para las **consideraciones tecnológicas** se tomaron los siguientes criterios: infraestructura, equipos, hardware y métodos, metodologías software. Las consideraciones tecnológicas se toman como variables a identificar recomendadas para futuras investigaciones.

Infraestructura, equipos, hardware

La incorporación de nuevas tecnologías puede influenciar el desempeño de una red de suministros y su diseño, ya sean tecnologías aplicadas a la infraestructura, equipos tecnológicos o hardwares.

Métodos, metodologías software.

El uso de nuevos software, métodos y tecnologías también pueden influenciar el desempeño de una red de suministros o incorporar nueva información para el diseño de la red.

2.5 NUBE DE PALABRAS CLAVE.

Se hace una recopilación de los *keywords* usados en cada artículo científico trabajados en una nube para resaltar los puntos clave investigados en la población estudiada. Las



palabras de la nube están clasificadas en una escala de fuentes de gran tamaño y colores fuertes a fuente de menor tamaño a colores suaves. Las palabras con una fuente más grande y un color más oscuro son las palabras que más se repiten en la nube de keywords. Las palabras de fuente más pequeña y un color claro son las que menos se repiten.

Figura 11. Frecuencia de las consideraciones de agilidad sobre el total de artículos científicos revisados

Fuente: Elaboración propia.

3. PRIORIZACIÓN DE LAS VARIABLES MEDIANTE UN MÉTODO MULTICRITERIO.

Después de la identificación de las variables y la clasificación de las consideraciones con sus respectivos criterios asociados se toma la decisión de cuál método multicriterio usar para la priorización de las variables. El método elegido fue el modelo multicriterio ANP (Analytic network process).

Se tomó este modelo porque al realizar el análisis de los elementos de la red se concluyó que hay una interdependencia entre ellos. Hay una interdependencia entre las consideraciones económicas, las consideraciones ambientales, las consideraciones de incertidumbre, las consideraciones sociales, las consideraciones de agilidad, las consideraciones tecnológicas y los métodos usados para resolver estos problemas. Además no existe un peso de comparación entre estos elementos asociados al contexto de estudio, por lo cual no se consideró conveniente usar un método jerárquico sino una derivación de él. Los pasos para la aplicación del modelo ANP se tomaron de la página web de la Universidad Politécnica de Valencia (Univeristat Politecnica de Valencia, 2011) y el artículo científico Propuesta metodológica mediante ANP para la evaluación de las memorias de sostenibilidad del sector agroalimentario español (Baviera-Puig, García-Martinez, Gómez-Navarro, 2014).

Para la aplicación del modelo multicriterio ANP se clasifican los elementos identificados en alternativas, criterios y subcriterios. Como el objetivo del modelo es priorizar las variables,

éstas son las alternativas del modelo. Las consideraciones tomadas para la clasificación son los criterios del modelo y los criterios asociados a cada consideración son los subcriterios del modelo. Tanto las alternativas, como los criterios y los subcriterios son agrupados para realizar el análisis para el planteamiento de la matriz de interrelación.

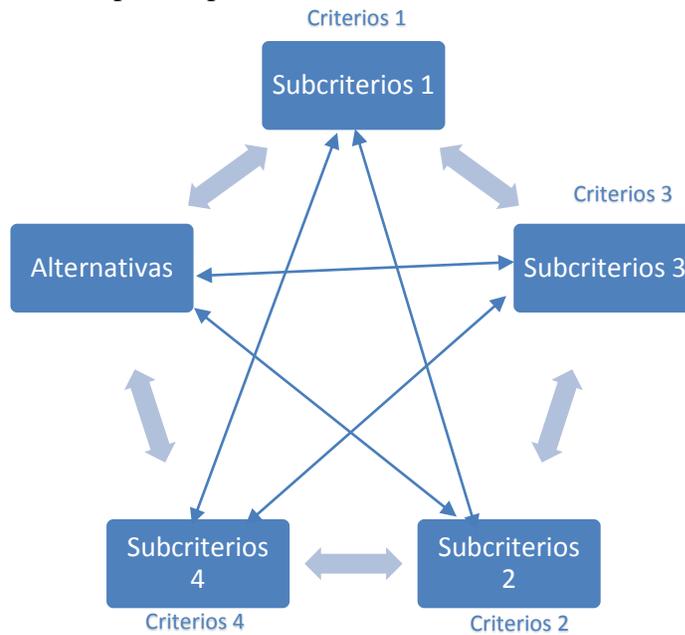


Figura 12. Interrelación de la red para la matriz ANP.

Fuente: Elaboración propia.

La matriz de interrelación se usa para comparar los diferentes pares organizaos. Se pidió a diferentes personas que calificaran las matrices para realizar la priorización. Las personas que calificaron las matrices son un Experto¹ (tal como lo recomienda la literatura en Métodos de Toma de Decisiones Multicriterio MCDM) y el autor de éste trabajo de grado. La calificación se realiza usando la escala Saaty (Figura 13).

Escala	Definición	Explicación
1	Igualmente preferida	Los dos criterios contribuyen igual al objetivo

¹ Para éste estudio quien sirvió de experto fue el Profesor Investigador Nicolás Clavijo Buriticá (Director de éste trabajo de grado)

3	Moderadamente preferida	la experiencia y el juicio favorecen un poco a un criterio frente al otro
5	Fuertemente preferida	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente a un criterio frente al otro
7	Muy fuertemente preferida	Un criterio es favorecido muy fuertemente sobre el otro. En la práctica se puede demostrar su dominio
9	Extremadamente preferida	La evidencia favorece en la más medida a un factor frente al otro.
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes	Se usan como compromiso entre dos juicios

Tabla 4. Interrelación de la red para la matriz ANP.

Fuente: Saaty, 2001.

Una vez calificada la matriz (Ver Anexo 1) se procede a normalizar de la siguiente forma

Donde “ a ” son los componentes de la matriz y “ v ” es la suma vertical de cada uno de los elementos de cada columna. Al dividirse cada componente por su suma vertical se halla la matriz A normalizada.

En donde p = vector prioridades, a = cada elemento de la matriz, n = número de elementos en la matriz.

$$A_{normalizada} = \begin{pmatrix} 1/v_1 & a_{12}/v_2 & \dots & a_{1n}/v_n \\ a_{21}/v_1 & 1/v_2 & \dots & a_{2n}/v_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1}/v_1 & a_{n2}/v_2 & \dots & 1/v_n \end{pmatrix}$$

(1)

Ecuación 3. Normalización de una matriz.

En donde v = suma vertical de cada columna de la matriz, a = cada elemento de la matriz, Después de normalizar la matriz de comparación, se calcula un vector columna con los promedios de cada una de las filas para obtener el vector de prioridad.

$$p = \begin{pmatrix} \frac{\sum_1^n a_{1j}}{n} \\ \frac{\sum_1^n a_{2j}}{n} \\ \frac{\sum_1^n a_{nj}}{n} \end{pmatrix} \quad (2)$$

En donde p = vector prioridades, a = cada elemento de la matriz, n = número de elementos en la matriz.

Después se realiza la multiplicación de cada matriz calificada por su vector prioridad para obtener el vector prioridad prima, que sirve para mostrar las alternativas con más peso y hallar el índice de consistencia de la matriz.

Los resultados del experto son los siguientes:

Resultados de la priorización de la matriz de un Experto

Alternativas	P'
Estado de la vía	2,675
Número de escalones y número de locaciones	2,292
Cantidad de interrupciones en primera milla	2,270
Número de nodos de consumo	2,037
Lead time	1,657

Figura 16. Las cinco alternativas

s priorizadas de más alto puntaje según el modelo ANP.

Fuente: Elaboración propia.

El índice de consistencia de la matriz priorizadas de alternativa calificada por Experto es de **0,27430539** tomado de la fórmula:

$$Cl = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (3)$$

Donde Cl es el índice de consistencia

λ_{max} = es el promedio de la división del vector prioridad prima por cada uno de sus términos correspondientes del vector prioridad.

n = el tamaño de la matriz.

Donde se toma el vector prioridad prima y se divide cada uno de sus términos por los términos correspondientes del vector prioridad. A los resultados se les saca el promedio. A ese promedio se le resta “n” que es el tamaño de la matriz. Y se divide por $n-1$.

Resultados de la priorización de la matriz del autor del trabajo.

Alternativas	P'
Tipo de ciclo (cerrado, abierto)	4,051
Número de escalones y número de locaciones	3,881
Estado de la vía	2,674
Número de nodos de consumo	2,631
Lead time	2,602

Figura 18. Las cinco alternativas priorizadas de más alto puntaje según el modelo ANP.

Fuente: Elaboración propia.

El índice de consistencia de la matriz priorizada de alternativas calificada por el autor del trabajo de **0,78746474**.

En el top cinco de las variables priorizadas de ambos hay una coincidencia de cuatro alternativas, el número de escalones y número de locaciones, estado de la vía, números de nodos de consumo y delivery lead time.

4. CONCLUSIONES

- Se puede afirmar que en el mundo académico la preocupación ambiental hace parte importante de las investigaciones recientes. Si se tiene en cuenta el 19% del enfoque objetivo es el diseño de una red de suministros verde, sumado al el 9% del enfoque objetivo de diseño de redes de suministro sostenible, se alcanza un 28% de los objetivos con enfoque directo a las preocupaciones ambientales. Aunque la prioridad para el mundo científico actual de objetivos a alcanzar, sigue siendo en torno al diseño de redes para enfrentar los riesgos y la incertidumbre con un 39% del total. Además, los modelos estudiados un 29% tienen consideraciones económicas dentro de ellos así no tengan un objetivo ambiental. La mayor consideración que se tuvo en cuenta en la población de artículos fue la consideración económica con 36% del total.
- Se puede concluir que en el mundo actual, para investigaciones científicas aplicables a un contexto de países en vía de desarrollo los enfoques usados con mayor frecuencia son los enfoques asociados a la incertidumbre (58%) y consideraciones ambientales (28%).
- Usualmente el ANP como método multicriterio se usa para elegir opciones entre diferentes alternativas, pero en este caso este método se usó para la priorización de las variables de interés de la investigación. El método ANP comparó todas las variables y les dio un peso que permitió hacer el siguiente ranking o siguiente

priorización: número de escalones y número de locaciones, estado de la vía, números de nodos de consumo y delivery lead time, en su respectivo orden.

5. RECOMENDACIONES.

Las variables de interés más relevantes identificadas son el número de escalones y número de locaciones, el número de nodos de consumo y el delivery lead time. Son variables que están conectadas directamente con la cantidad de suministro a enviar entre los nodos, el tiempo en el que se hará y las rutas a tomar o conexiones a hacer. Por lo tanto se recomienda que estas variables sean tenidas en cuenta como variables de interés para futuras investigaciones, ajustados a un contexto de un país en vía de desarrollo, como Colombia.

Otras recomendaciones:

Para futuras investigaciones se recomienda el uso de las variables de interés de estado de la vía y interrupciones en primera milla. Sobretudo el estado de la vía, ya que fue una variable de interés, que aunque no fue identificada dentro de la población de artículos científicos trabajada, ocupó un espacio en el top cinco de las variables de interés de ambos investigadores.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Abdallah T., Diabar A., y Rigter J. (2013). Investigating the option of installing small scale PVs on facility rooftops in a green supply chain. *Int. J. Production Economics*. 146, 465-477.
- Aznar, J. (2011). Universidad Politécnica de Valencia. Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado de: <https://riunet.upv.es/handle/10251/16723>.
- Baghalian A., Rezapour S., y Farahani R. Z. (2013). Robust supply chain network design with service level against disruptions and demand uncertainties: A real-life case. *European Journal of Operational Research*, 227, 199-215.
- Baud-Lavigne B., Agard B., y Penz B. (2014). Environmental constraints in joint product and supply chain design optimization. *Computers & Industrial Engineering*, 76, 16-22.
- Baviera-Puig, A., García-Martínez, G., Gómez-Navarro, T. (2014). Propuesta metodológica mediante ANP para la evaluación de las memorias de sostenibilidad del sector agroalimentario español. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 14.1, 81-101
- Chaabane A., Ramudhin A., y Paquet M. (2012). Design of sustainable supply chains under the emission trading scheme. *Int. J. Production Economics*, 135, 37-49.

- Charles A., Lauras M., Van Wassenhove L. N., y Dupont L. (2016). Designing an efficient humanitarian supply network. *Journal of Operations Management*, 47-48, 58-70.
- Claypool E., Norman B. A., y Needy K. L. (2014). Modeling risk in a Design for Supply Chain problem. *Computers & Industrial Engineering*, 78, 44-54.
- Corsano G., Fumero Y., y Montagna J. (2014). Integrated decision making for the optimal bioethanol supply chain. *Energy Conversion and Management*, 88, 1127-1142.
- Coskun S., Ozgur L., Polat., y Gungor A. (2016). A model proposal for green supply chain network design based on consumer segmentation. *Journal of Cleaner Production*, 110, 149-157.
- Eduardo Galenao. (1971). *Las Venas Abiertas de América Latina*. Uruguay.
- Dai Z., y Zheng X. (2015). Design of close-loop supply chain network under uncertainty using hybrid genetic algorithm: A fuzzy and chance-constrained programming model. *Computers & Industrial Engineering*, 88, 444-457.
- Das H., y Posinasetti N. R. (2015). Addressing environmental concerns in closed loop supply chain design and planning. *Int. J. Production Economics*, 163, 34-47.
- Elhedhli S., y Merrick R. (2012). Green supply chain network design to reduce carbon emissions. *Transportation Research Part D*, 17, 370-379.
- Eskandarpour, M., Dejax, P., Miemczyk, J. & Péton, O. (2015). Sustainable supply chain network design: an optimization oriented review. *The International Journal of Management Science*, 52, pp. 11-32.

- Georgiadis M., Tsiakis P., Longinidis P. y Sofioglou M. (2010). Optimal design of supply chain networks under uncertain transient demand variations. *Omega*, 39, 254-272.
- Giri B. C., y Sharma S. (2015). Optimizing a closed-loop supply chain with manufacturing defects and quality dependent return rate. *Journal of Manufacturing Systems*, 35, 92-111.
- Gómez-Luna, E., Fernando-Navas, D., Aponte-Mayor, G. & Betancourt-Buitrago, L. A. (2014). Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de su estructuración y sistematización. *DYNA*, 81, (184), pp. 158-163.
- Govindan K., Jafarian A., Khodaverdi R., y Devikha. (2014). Two-echelon multiple-vehicle location–routing problem with time windows for optimization of sustainable supply chain network of perishable food. *Int. J. Production Economics*, 152, 9-28.
- Han J., y Kim Y. (2016). Design and operation of a two-level supply chain for production-timedependent products using Lagrangian relaxation. *Computers & Industrial Engineering*, 96, 118-125.
- Hasani A., y Khosrojerdi A. (2016). Robust global supply chain network design under disruption and uncertainty considering resilience strategies: A parallel memetic algorithm for a real-life case study. *Transportation Research Part E*, 87, 20-52.

- Huang E., y Goetschalckx M. (2014). Strategic robust supply chain design based on the Pareto-optimal tradeoff between efficiency and risk. *European Journal of Operational Research*, 237, 508-518.
- Jabbarzadeh A., Fahimnia B., Sheu J. B., y Moghadam H. S. (2016). Designing a supply chain resilient to major disruptions and supply/demand interruptions. *Transportation Research Part B*, 94, 121-149.
- Jeihooniana M., Zanjani M. K., y Gendreau M. (2016). Accelerating Benders decomposition for closed-loop supply chain network design: Case of used durable products with different quality levels. *European Journal of Operational Research*, 251, 830-845.
- Jin M., Granda-Marulanda N. A., y Down I. (2014). The impact of carbon policies on supply chain design and logistics of a major retailer. *Journal of Cleaner Production*, 85, 453-461.
- Keyvanshokooch E., Ryan S., y Kabir E. (2016). Hybrid robust and stochastic optimization for closed-loop supply chain network design using accelerated Benders decomposition. *European Journal of Operational Research*, 249, 76-32.
- Longinidis P., Georgiadis M.C. (2011). Integration of financial statement analysis in the optimal design of supply chain networks under demand uncertainty. *Int. J. Production Economics*, 129, 262-276.
- Madadi A., Kurz M. E., Taaffe K. M., Sharp J. L., y Mason S. J. (2014). Supply network design: Risk-averse or risk-neutral?. *Computers & Industrial Engineering*, 78, 55-65.

- Madadi A., Kurz., Masn S., Taaffe K., (2014). Supply chain design under quality disruptions and tainted materials delivery. *Transportation Research Part E*, 67, 105-123.
- Mayor, J., Botero, S. y González-Ruiz, J. (2016). Modelo de decisión multicriterio difuso para la selección de contratistas en proyectos de infraestructura: caso Colombia. *Obras y Proyectos*, 20, 56-74
- Memari A., Rahim A. R. A., y Ahmad R. B. (2015). An Integrated Production-Distribution Planning in Green Supply Chain: A multi-objective evolutionary approach. *Procedia CIRP*, 26, 700-705.
- Mohseni S., Pishvae M. S., y Sahebi H. (2016). Robust design and planning of microalgae biomass-to-biodiesel supply chain: A case study in Iran. *Energy*, 111, 736-755.
- Mora-Figueroa, B. (2009). LA EVOLUCIÓN DE LAS CORPORACIONES TRANSNACIONALES DE MEDIOS: LAS CORPORACIONES TRANSVERSALES DE COMUNICACIÓN (CTC). *Global Media Journal*, vol. 6, núm. 11, 2009, pp. 19-35. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Monterrey, México.
- Noura I., Hammami R., Frein Y., y Temponi C. (2016). Design of forward supply chains: Impact of a carbon emissions-sensitive demand. *Int. J. Production Economics*, 173, 80-98.
- Oh S., Ryu., y Jung M. (2013). Reconfiguration framework of a supply network based on flexibility strategies. *Computers & Industrial Engineering*, 65, 156-165.

- Olivares-Benitez E., Ríos-Mercado R., González-Velarde J. L. (2013). A metaheuristic algorithm to solve the selection of transportation channels in supply chain design. *Int. J. Production Economics*, 145, 161-172.
- Osman H., y Demirli K. (2010). A bilinear goal programming model and a modified Benders decomposition algorithm for supply chain reconfiguration and supplier selection. *Int. J. Production Economics*, 124, 97-105.
- Özkir V., y Basligil H. (2013). Multi-objective optimization of closed-loop supply chains in uncertain environment. *Journal of Cleaner Production*, 41, 114-125.
- Pan F., y Nagi R. (2010). Robust supply chain design under uncertain demand in agile manufacturing. *Computers & Operations Research*, 37, 668-683.
- Pishvae M. S., y Torabi S. A. (2010). A possibilistic programming approach for closed-loop supply chain network design under uncertainty. *Fuzzy Sets and Systems*, 161, 2668-2683.
- Poudel S. R., Marufuzzaman M., y Bian L. (2016). A hybrid decomposition algorithm for designing a multi-modal transportation network under biomass supply uncertainty. *Transportation Research Part E*, 94, 1-25.
- Poudel S., Marufuzzaman M., y Bian L. (2016). Designing a reliable bio-fuel supply chain network considering link failure probabilities. *Computers & Industrial Engineering*, 91, 85-99.
- Qin Ng W. P., y Lam H. L. (2014). A supply network optimisation with functional clustering of industrial resources. *Journal of Cleaner Production*, 71, 84-97.

- Ramezani M., Kimiagari A. M., Karimi B., y Hejazi T. H. (2014). Closed-loop supply chain network design under a fuzzy environment. *Knowledge-Based Systems*, 59, 108-120.
- Rezapour S., Farahani R. Z., Fahimnia B., Govindan K., y Mansouri Y. (2015). Competitive closed-loop supply chain network design with price-dependent demands. *Journal of Cleaner Production*, 93, 251-272.
- Rezapour S., Farahani R. Z., y Pourakbar M. (2016). Resilient supply chain network design under competition: A case study. *European Journal of Operational Research*, 000, 1-19.
- Rezapour S., Farahani R.Z., Dullaert W., De Borger B. (2014). Designing a new supply chain for competition against an existing supply chain. *Transportation Research Part E*, 67, 124-140.
- Rubén, C. A. y Caridad, M. (2004). Apuntes para una historia Universal. Tomado de: http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol12_1_04/aci03104.htm el día 23 de Febrero de 2016.
- Saaty, T.L. (2001). *The Analytic Network Process: Decision Making with dependence and feedback*. RWS Publications, Pittsburgh.
- Sadjadi S., Soltani R., y Eskandarpour A. (2014). Location based treatment activities for end of life products network design under uncertainty by a robust multi-objective memetic-based heuristic approach. *Applied Soft Computing*, 23, 215-226.
- Sahling F., y Kayser, A. (2015). Strategic supply network planning with vendor selection under consideration of risk and demand uncertainty. *Omega*, 59, 201-214).

- Scimago Lab. (2016). Scimago Journal & Country Rank. Recuperado de:
<http://www.scimagojr.com/>
- Seuring, S. & Gold, S. (2012). Conducting content-analysis based literature reviews in supply chain management. *Supply Chain Management: An International Journal*, 17, (5), pp. 544-555.
- Shaw K., Irfan M., Shankar R., y Yavad S. S. (2016). Low carbon chance constrained supply chain network design problem: a Benders decomposition based approach. *Computers & Industrial Engineering*, 98, 483-497.
- SoleimaniSoleimani H., y Govindan K., (2014). Reverse logistics network design and planning utilizing conditional value at risk. *European Journal of Operational Research*, 237, 487-497.
- Subulan K., Baykasoglu A., Özsoydan F. B., Tasan A. S., y Selim H. (2015). A case-oriented approach to a lead/acid battery closed-loop supply chain network design under risk and uncertainty. *Journal of Manufacturing Systems*, 37, 340-361.
- Talei M., Moghaddam B.F., Pishvae M. S., Bozorgi-Amiri A., y Gholamnejad S. (2016). A robust fuzzy optimization model for carbon-efficient closed-loop supply chain network design problem: a numerical illustration in electronics industry. *Journal of Cleaner Production*, 113, 662-673.
- Tofighi S., Torabi S. A., y Mansouri S. A. (2016). Humanitarian logistics network design under mixed uncertainty. *European Journal of Operational Research*, 250, 239-250.

- Tong K., You F., y Rong G. (2014). Robust design and operations of hydrocarbon biofuel supply chain integrating with existing petroleum refineries considering unit cost objective. *Computers and Chemical Engineering*, 68, 128-139.
- Vahdani B., y Mohammadi. (2015). A bi-objective interval-stochastic robust optimization model for designing closed loop supply chain network with multi-priority queuing system. *Int. J. Production Economics*. 170, 67-87.
- Wu T., y Zhang K., (2014). A computational study for common network design in multi-commodity supply chains. *Computers & Operations Research*, 44, 206-213.
- Xie G., (2015). Modeling decision processes of a green supply chain with regulation on energy saving level. *Computers & Operations Research*. 54, 266-273.
- Yang Q., Liu Y., y Yang K. (2015). Multi-objective biogeography-based optimization for supply chain network design under uncertainty. *Computers & Industrial Engineering*, 85, 145-156.
- Zanjirani, R., Rezapour, S., Drezner, T. & Fallah, S. (2014). Competitive supply chain network design: An over view of classifications, models, solution, techniques and applications. *The International Journal of Management Science*, 45, pp. 92-118.
- Zeballos L. J., Méndez C. A., Barbosa-Povoa A., y Novais A. Q. (2014). Multi-period design and planning of closed-loop supply chains with uncertain supply and demand. *Computers and Chemical Engineering*, 66, 151-164.
- Zohal M., t Soleimani H. (2016). Developing an ant colony approach for green closed-loop supply chain network design: a case study in gold industry. *Journal of Cleaner Production*, 133, 314-337.

ANEXOS

RESÚMENES

STRATEGIC SUPPLY NETWORK PLANNING WITH VENDOR SELECTION UNDER CONSIDERATION OF RISK AND DEMAND UNCERTAINTY

Presentan una versión estocástica de un problema de planeación de red de suministros de tres capas que incluye la selección de los vendedores que deben estar equipados con herramientas específicas de la compañía. La configuración de la red de suministros debe estar determinada por el pronóstico de la demanda de un horizonte de planeación a largo plazo para alcanzar el nivel de servicio dado. El riesgo inducido por la demanda incierta es explícitamente considerado al incorporar el valor condicional en riesgo. El objetivo es maximizar la suma total del valor presente neto del flujo de dinero descontado estimado y del valor condicional en riesgo. Esto llevaría a la formulación de un modelo no lineal que es aproximado por un modelo de programación lineal entero mixto. Esta aproximación se realiza con una linealización a trozos de las reservas esperadas y el inventario físico como una función no lineal de la cantidad de producto acumulado. Una programación estocástica en dos etapas es propuesta. El análisis numérico de las pruebas de instancia generales muestran que resolver el modelo linealizado produce una configuración de la red de suministros estable y robusta cuando la demanda es incierta. En el escrito se hace una función objetivo que busca la configuración de una red de suministros de tres capas que incluye decisiones de la selección de las facilidades de producción, la asignación de productos terminados a facilidades de producción, la selección de los vendedores para

entregar los componentes y la asignación de los detallistas a las facilidades de producción. En el modelo de programación se usan los conjuntos de los componentes, las posibles facilidades de producción, los segmentos de la linealización, productos terminados, detallistas, escenarios de riesgo, períodos y posibles vendedores. En los parámetros del modelo de programación se tienen en cuenta las capacidades de producción, capacidades de orden de los vendedores, el manejo del inventario, los diferentes costos de transporte, apertura, cierre, compra de componente, manufactura; los ingresos por ventas y el tiempo de producción. (Sahling & Kayser, 2015, p201).

Las variables aleatorias que manejan son las reservas en inventario del producto terminado para cada detallista, en los diferentes períodos y diferentes escenarios de riesgo.

Las variables binarias de interés que usan son la de establecimiento de la facilidad, la decisión de producir en cierta facilidad, la cantidad adicional de los componentes usados por los vendedores en los períodos de tiempo y las herramientas instaladas por los vendedores para la producción de componentes en los diferentes períodos de tiempo.

Las variables de decisión de valor real de interés usadas en el modelo son el valor condicional del riesgo, el valor presente neto del escenario, el inventario y la reserva aproximado esperado (Sahling & Kayser, 2015, p201).

OPTIMAL DESIGN OF SUPPLY CHAIN NETWORKS UNDER UNCERTAIN TRANSIENT DEMAND VARIATIONS

Consideran una formulación matemática para el problema de diseñar una red de cadena de suministros que comprende multiproductos de facilidades de producción con recursos de

producción compartidos, almacenes, centros de distribución y zonas de clientes, y operando bajo una demanda incierta que cambia en el tiempo. Lo incierto es capturado en términos de ciertos escenarios posibles para materializar durante el período de vida de la red. El problema es formulado como un problema de programación lineal entera mixta y resuelto a una optimalidad global usando técnicas de Branch and Bound (ramificación y acotamiento). Un caso de estudio relacionado con el establecimiento de una cadena de abastecimiento amplia en Europa es usado para ilustrar la aplicabilidad y la eficiencia del acercamiento al problema propuesto. Los resultados obtenidos proveen una buena indicación del valor de tener un modelo que toma en cuenta las complejas interacciones que existen en estas redes y el efecto de los niveles de inventario al diseño de la operación. (Georgiadis, Tsiakis, Longinidis & Sofioglou, 2010, p254).

Las variables continuas de interés que se usan en el modelo son la capacidad de los centros de distribución, los niveles de inventario en cada planta, los niveles de inventario en cada almacén, los niveles de inventario de los centros de distribución, el flujo del producto que hay en la red desde la planta, al almacén, al centro de distribución hasta las zonas del cliente; y la capacidad de almacenamiento de la los almacenes. Las variables binarias de interés son: si se abre o no el almacén, si el centro de distribución se abre o no, y las decisiones de quién suministra a quién. El objetivo del modelo propuesto es asistir a gerentes de operaciones a tomar decisiones sobre las asignaciones, capacidad de producción por cada sitio, compras de la materia prima y la configuración de la red, teniendo en cuenta las condiciones transcendentales de la demanda. (Georgiadis, Tsiakis, Longinidis & Sofioglou, 2010, p255).

A COMPUTATIONAL STUDY FOR COMMON NETWORK DESIGN IN MULTI-COMMODITY SUPPLY CHAINS

En este papel, se estudia un problema de red de cadena de suministro que consiste en un proveedor externo, un conjunto de potenciales centros de distribución, y un conjunto de detallistas, cada uno enfrentado con una demanda incierta de diferentes mercancías. La demanda de cada uno de los detallistas es suministrada por un solo centro de distribución para todas las mercancías. La meta es minimizar el amplio sistema de costos incluyendo la locación, transportación y costos de inventario. Se propone un modelo de programación línea general para el problema y se presenta un acercamiento del plano cortante basado en desigualdades polimatroides para resolver el modelo. Aleatoriamente se generan instancias para dos casos especiales en el modelo, single sourcing UPI&TAP (Uncapacited plant location and Technology Acquisition Problem) y el single sourcing del modelo de locación-inventario de múltiples mercancías, provistas para probar el algoritmo del paper. (Wu & Zhang, 2013, p206).

Las variables de interés usadas en el modelo son: la variable de apertura del centro de distribución j y la variable de decisión de asignación del detallista i al centro de distribución j . (Wu & Zhang, 2013, p207).

MODELING DECISION PROCESSES OF A GREEN SUPPLY CHAIN WITH REGULATION ON ENERGY SAVING LEVEL.

En este estudio primero se investiga el impacto de las políticas que los hacedores tienen cuando ellos ponen un límite del valor de los niveles de energía ahorrada. Se examina el impacto del nivel de ahorro de energía y el precio de los productos amigables con el medio

ambiente, decidido por una cadena de abastecimiento verde en medio de dos estructuras diferentes, integración vertical y una configuración descentralizada. Después, considerando el intercambio entre los ahorros de energía y las ganancias hechas por las cadenas de suministros, se hace un análisis de las decisiones de los hacedores de las políticas. En adición, se investiga la coordinación de la cadena de suministro al usar el esquema del precio de la venta al por mayor y la participación de beneficios (WPPS). (Xie, 2013, p266)

Las variables de decisión de interés del estudio son la variable del nivel de energía ahorrada en su estructura de la cadena de suministro, que también mide el mejoramiento del ahorro de energía comparado con el benchmark; y la variable del precio por unidad en la estrategia de cada cadena de suministro. (Xie, 2013, p267).

A BI OBJECTIVE INTERVAL STOCHASTIC ROBUST OPTIMIZATION MODEL FOR DESIGNING CLOSED LOOP SUPPLY CHAIN NETWORK WITH MULTI-PRIORITY QUEUING.

Este papel presenta un modelo de optimización de doble objetivo para el diseño de una red de cadenas de suministro cerrada bajo incertidumbre donde el costo total del máximo de los tiempos de espera en un sistema de colas para productos es considerado a minimizar. Un sistema de cola con multiprioridad y multiservicio para un proceso de ejecución en paralelo es propuesto. También, un nuevo acercamiento híbrido a la solución es introducido basado en programación por intervalos, programación estocástica, optimización robusta y una programación difusa de multi objetivo. Además, un algoritmo meta heurístico llamado algoritmo competitivo imperialista auto adaptativo (SAICA) es presentado para el problema dado. Después, para evaluar la calidad de las soluciones obtenidas por este algoritmo, un

procedimiento con un límite más inferior es investigado. Finalmente, varios experimentos computacionales son puestos en marcha para evaluar los modelos y los acercamientos al problema propuestos. (Vahdani & Mohammadi, 2015, p67).

Las variables de decisión de interés usadas en el modelo son: la variable binaria para ver que facilidad bidireccional se abre o no; la variable binaria para saber si la facilidad híbrida de metal manufacturera usa cierto producto; la variable binaria para saber qué centro de disposición se usa para cada producto en cada escenario evaluado; la variable para saber la cantidad de producto a ser transportada desde cada facilidad bidireccional a cada facilidad manufacturera de metal híbrida; la variable para saber la cantidad de productos nuevos y remanufacturados a ser transportados de la facilidad manufacturera a la facilidad bidireccional para cada escenario evaluado; la variable para saber la cantidad de desperdicio de cada producto que se transporta de la facilidad bidireccional a cada centro de disposición en los escenarios evaluados; la variable de insatisfacción del aumento de la capacidad de almacenamiento en cada uno de las facilidades bidireccionales bajo los escenarios estudiados. (Vahdani & Mohammadi, 2015, p71).

A BILINEAR GOAL PROGRAMMING MODEL AND MODIFIED BENDERS DECOMPOSITION ALGORITHM FOR SUPPLY CHAIN RECONFIGURATION AND SUPPLIER SELECTION.

El problema tratado en este papel se relaciona a una compañía aeroespacial buscando cambiar las estrategias de externalización en orden para encontrar el incremento en la demanda esperada y la satisfacción de requerimientos sobre las fechas de entrega y la cantidad. Un modelo de programación bilineal es desarrollado para alcanzar los objetivos

de la compañía. Un método de descomposición de Bender es aplicado satisfactoriamente para manejar los modelos de programación bilineal en donde las complicadas variables binarias afectan el valor de las variables de desviación de las metas obtenidas. Esta influencia lleva a formular el sub problema del maestro y el súbdito como un modelo de programación lineal con dos metas con diferentes funciones objetivo de descomposición comparado con las clásicas de Bender. Los experimentos computacionales muestran que el algoritmo de Bender modificado trabaja mejor que un método de linealización genérico, alcanzado la solución óptima para problemas más grandes con una reducción del 75% del tiempo computacional. (Osman & Demirli, 2010, p97).

Las variables de interés usadas en esta investigación son: la cantidad de partes maquinadas y materia prima enviada desde cada proveedor a la compañía y de cada proveedor a otro proveedor en un periodo de tiempo; el inventario que se tiene en cierto período de tiempo en cada uno de los proveedores; la escasez de inventario que siente en un período de tiempo para cada proveedor; las capacidades que cada proveedor tiene de las partes maquinadas y de las materias primas por separado en un periodo de tiempo; la variable binaria de decisión de proveedor; La variable binaria de decisión sobre qué material pedir de qué proveedor. (Osman & Demirli, 2010, p100)

ADDRESSING ENVIROMENTAL CONCERNS IN CLOSED LOOP SUPPLY CHAIN DESIGN AND PLANNING.

Esta investigación integra las preocupaciones ambientales en un modelo de una cadena de suministro cerrada para mejorar el rendimiento total en términos de la métrica sostenible y operacional. El método incluye el diseño de productos modulares para facilitar una manufactura, desmontaje, remanufactura, restauración, reparación y uso de componentes

reusables, y submontajes modulares más rápidos. El modelo planea una formulación de módulo sostenible; proceso de producción por componentes y productos, y rutas de transporte y distribución para obtener el óptimo rendimiento de negocios y tratar los problemas ambientales asociados a las emisiones dañinas y la energía gastada. La investigación propone recolectar productos con fin del ciclo de vida y otros productos devueltos por los clientes a través de los detallistas al motivarlos, tanto a los detallistas como a los clientes, con un esquema de incentivos. Restaurar, recuperar y reparaciones para los componentes y los módulos son manejados por una cadena de suministro a través de un grupo proveedor de servicios entrenado para plantas manufactureras como los trabajos de recuperación. Ejemplos numéricos ilustran la aplicabilidad del acercamiento del modelo. (Das & Posinasetti, 2015, p34).

Las variables de interés usadas en el modelo estudiado son: la variable binaria de decisión si la cadena de suministro tiene un contrato con cada detallista para vender su producto; la variable de nuevos componentes de cada proveedor; la variable del total equivalente del número de módulos recuperados por cada vendedor; la variable binaria de decisión para saber a qué proveedor se le ponen órdenes de suplir; la variable de decisión de los módulos recuperados para usar en cada planta al remplazar componentes defectuosos; la variable de decisión binaria para saber qué planta se alista para producir qué modulo; la variable de decisión para saber cuál centro de distribución se abre y cuál no; la variable de decisión para saber la cantidad de cada uno de los productos de cada nivel de calidad se transporta desde la planta al centro de distribución; si la cadena de suministro tiene un contrato con el detallista para recolectar los retornos; la variable de decisión del número total de nuevos módulos a producir en cada planta; la variable binaria de decisión para saber el proceso de

manufactura que se selecciona bajo los planes posibles para cada uno de los componentes de manufactura; la variable de decisión binaria para saber en qué plan se procesa cada uno de los componentes; la variable de decisión de los productos retornados de cada vendedor; la variable de decisión de la cantidad de producto de cada nivel de calidad para producir en cada planta con el diseño posible; la variable de decisión de la cantidad de cada producto de cada nivel de calidad distribuido desde cada centro de distribución a un detallista. (Das & Posinasetti, 2015, p38).

DESIGN OF FORWARD SUPPLY CHAINS: IMPACT OF A CARBON EMISSIONS-SENSITIVE DEMAND

En este documento se explora los impactos de una demanda sensible a las emisiones del carbón con decisiones relativas al diseño de cadenas de suministro (localización, selección del proveedor, producción de selección de tecnología y selección del modo de transporte). También se investiga el diseño de la cadena de suministro donde un conjunto de ítems de entrada son puestos y comprados de una red externa de proveedores y usados para manufacturar el producto terminado en una o múltiples facilidades de producción para satisfacer la demanda de uno o más clientes. La demanda para el producto final es una variable endógena sensible a las emisiones de carbón por unidad y eso también es algo asumido a incrementar con una disminución por unidad de las emisiones de carbón del producto. Se considera que el caso de un solo cliente y se extiende el modelo a varios clientes. Basado en experimentos numéricos hechos en un caso de estudio de una empresa textil, se usaron modelos para proveer una serie de puntos de vista que tal vez sean de instrumento para las firmas y políticas de los hacedores. Por ejemplo, los resultados indican

que la conciencia ambiental puede motivar a las compañías para que acerquen el área de producción al área de consumo y para seleccionar proveedores locales. Tal vez sea hasta óptimo dedicar la facilidad de producción para cada cliente a pesar de los costos adicionales que conlleva. Sin embargo, si los clientes son muy demandantes (en términos de reducción de las emisiones de carbón) entonces la mejor estrategia sería diseñar una cadena de suministro con relativamente altos niveles de emisión de carbón porque satisfacer los requerimientos de los clientes puede llegar a ser muy costoso en este caso. De todos modos, si los clientes están dispuestos a pagar un precio más alto por el producto entonces se podría reducir las emisiones por unidad. (Nouira, Hammami, Frein & Temponi, 2015, p80).

Las variables de decisión usadas en esta investigación son: la variable de la demanda del producto final; la variable de la cantidad de emisiones de carbón asociadas a una unidad del producto final; la variable de decisión binaria para la apertura de las facilidades; la variable de decisión binaria para saber si la tecnología de producción es usada en la facilidad; la variable de decisión binaria para saber si el componente es transportado desde el proveedor hasta la facilidad usando un tipo de transporte posible; la variable de decisión binaria de sí el producto final es enviado desde la facilidad hasta el cliente con uno de los tipos de transporte posible; la variable de decisión de cantidad de componentes a ser enviados desde el proveedor hasta la facilidad con uno de los tipos de transporte posible; la variable de decisión de la cantidad de producto final manufacturado en la facilidad con una de las tecnologías de producción posibles; la variable de decisión de la cantidad de producto final enviado desde un sitio hacia el cliente usando uno de los modos de transporte posible. (Nouira, Hammami, Frein & Temponi, 2015, p86).

ROBUST SUPPLY CHAIN DESIGN UNDER UNCERTAIN DEMAND IN AGILE MANUFACTURING.

Esta investigación considera un problema de cadena de suministro para una nueva oportunidad de mercado con demanda incierta con ajustes ágiles de manufactura. Se considera una optimización integrada de logística y costos de producción asociados con los miembros de la cadena de suministros. Estos problemas ocurren rutinariamente en una amplia variedad de industrias incluyendo manufacturas de semiconductores, cadenas de suministro de múltiples niveles de automoción, y los accesorios del consumidor, por nombrar algunos. Hay dos tipos de variables de decisión: las variables binarias para la selección de compañías para formar una cadena de suministros y variables continuas asociadas con la planeación de la producción. Un escenario de acercamiento es usado para manejar la incertidumbre de la demanda. La formulación es una optimización robusta con tres componentes en la función objetivo: el costo total esperado, la variabilidad dada por la incertidumbre de la demanda, y la penalizada por la demanda bajo el horizonte de planeación. EL incremento del tiempo computacional con el número de escalones y miembros por escalón necesita de un heurístico. Un heurístico basado en el algoritmo del camino más corto es desarrollado usando una distancia sustituta para denotar la efectividad de cada miembro en la cadena de suministro. El heurístico puede encontrar una solución óptima muy rápida en algunos de los casos pequeños y medianos. Para problemas largos, una “buena” solución con un vacío relativamente pequeño con el límite inferior, es obtenido con un tiempo computacional corto. (Pan & Nagi, 2009, p668).

Las variables de decisión de interés usadas en el artículo de investigación son: la cantidad a producir por cada miembro en cada escalón durante cada período de tiempo; la cantidad de

producto a enviar por cada miembro de cada escalón durante un período de tiempo; La cantidad de productos a enviar al cliente de cada miembro en cada escalón al final de cada periodo de tiempo bajo cada escenario; el inventario de productos producidos en cada miembro de cada escalón al final de todos los períodos; el inventario de materias primas en cada miembro en cada escalón al final del período; el inventario de productos producidos en cada miembro en cada escalón al final de período de tiempo bajo cada escenario; la cantidad de pedidos pendientes de cada miembro de cada escalón al final de cada período de tiempo bajo cada escenario; la demanda incumplida en cada escalón bajo cada escenario; la variable decisión binaria usada para saber qué miembro es incluido en qué escalón; variable de decisión binaria usada para saber si hay una alianza entre cada uno de los miembros de cada escalón. La función objetivo es una función de programación lineal entera mixta que incluye el costo total esperad, el costo de la variabilidad y la inviabilidad del proyecto. (Pan & Nagi, 2009, p672).

ROBUST SUPPLY CHAIN NETWORK DESIGN WITH SERVICE LEVEL AGAINST DISRUPTIONS AND DEMAND UNCERTAINTIES: A REAL-LIFE CASE.

Se desarrolla una formulación matemática estocástica para diseñar una red de suministros multi productos que comprende varias facilidades de producción capacitadas, centros de distribución y detallistas en mercados bajo incertidumbre. Este modelo considera el lado de la incertidumbre de la demanda y de los suministros simultáneamente, lo que hace más realista la comparación de los modelos con la literatura existente. En este modelo, se considera un conjunto discreto de localidades potenciales de centro de distribución y

detallistas y se investiga el impacto de la estrategia de la decisión de la localización de las facilidades en el inventario operacional y las decisiones de envío de la cadena de suministros. Se usa una formulación basada en el camino que ayuda a considerar incertidumbres que son posibles interrupciones en las manufactureras, centros de distribución y sus links de conexión. El modelo resultante, que incorpora el concepto de grupos de cortes en la teoría de confiabilidad y también el concepto de optimización robusta, es un problema entero mixto no lineal. Para resolver el modelo para obtener la optimalidad global, se creó una transformación basado en un método de linealización a trozos. Finalmente, se ilustra un modelo que muestra y discute los resultados a través de varios ejemplos numéricos, incluido un caso de estudio de la vida real en la industria de la comida agrícola. (Baghalian, Rezapour, Farahani, 2012, p204).

Las variables de decisión de interés usadas en este artículo son: la variable de decisión binaria para saber la ubicación de cada centro de distribución; la variable de decisión binaria para saber dónde se localiza el detallista; la variable de decisión de la cantidad de producto que fluye en cada escenario a través de cada ruta t . (Baghalian, Rezapour, Farahani, 2012, p199).

A METAHEURISTIC ALGORITHM TO SOLVE THE SELECTION OF TRANSPORTATION CHANNELS IN SUPPLY CHAIN DESIGN

Este papel se dirige a un problema de diseño de cadena de suministro basado en un sistema de un solo producto a dos escalones. En el primer escalón las plantas transportan el producto a los centros de distribución. En el segundo escalón los centros de distribución transportan el producto a los clientes. Varios canales de transporte están disponibles entre los nodos de cada escalón. Con diferentes costos de transporte y tiempos. Las variables de

decisión son la apertura de los centros de distribución desde un conjunto discreto, la selección de los canales de transporte, y el flujo entre las facilidades. El problema es modelado como programación entera mixta doble objetivo. El costo objetivo agrega la apertura y los costos de transporte. El tiempo objetivo considera el tiempo de transporte más largo entre las plantas y los clientes. Una implementación del clásico método de la restricción ϵ fue usado para generar en set real eficiente para instancias pequeñas del problema, y aproximar a sets eficientes para instancias más grandes. Un algoritmo metaheurístico combina los principios de funciones ambiciosas, Scatter Search, Path Relinking y programación matemática. Las instancias más grandes fueron resueltas por algoritmos metaheurísticos y una comparación fue hecha en el tiempo y la calidad con el algoritmo de restricción de ϵ . Los resultados fueron favorables para el algoritmo metaheurístico para problemas con grandes instancias. (Olivares-Benitez, Ríos-Mercado & González-Valverde, 2013, p161).

Las variable de decisión de interés usadas en el artículo son: la cantidad transportada de cada planta a cada centro de distribución usando cada arco; la cantidad transportada desde cada centro de distribución a cada cliente usando cada arco; la variable de decisión binaria de apertura de cada centro de distribución; la variable de decisión binaria para el uso de cada arco para transportar producto desde cada planta a cada centro de distribución; la variable de decisión binaria para el uso de cada arco para transportar producto desde cada centro de distribución a cada cliente. (Olivares-Benitez, Ríos-Mercado & González-Valverde, 2013, p164).

INVESTIGATING THE OPTION OF INSTALLING SMALL SCALE PVs ON FACILITY ROOFTOPS IN A GREEN SUPPLY CHAIN.

Los practicantes de la industria y los hacedores de las políticas están bajo una presión creciente para promover las cadenas de abastecimiento verdes a través de la integración de fuentes de energías renovables. Cambiando las facilidades de usuarios de la red energía a una red de productores de energía es una de las mayores preocupaciones para los gerentes de la cadena de abastecimiento que están interesados en veridizar sus negocios. Construir fotovoltaicos integrados (BIPV) es una idea de diseño innovador para alcanzar construcciones positivas de energía. En una construcción de BIPV, arreglos fotovoltaicos son integrados en la estructura de la construcción en orden de transformar la entrante radiación solar en energía limpia que puede ser usada en las facilidades operacionales. Esta opción es dependiente del atractivo económico de los solares fotovoltaicos, que, en retorno, dependen de las políticas (incentivos, subsidios) en efecto en la localidad de la facilidad. Se presenta un modelo económico que calcula el costo la capacidad del solar fotovoltaico por kWh instalado y luego integra la decisión de instalar fotovoltaicos de diferentes tamaños en un los techos de las facilidades de la cadena de suministros sujeto a las diferentes políticas medioambientales disponibles. Se estudia las implicaciones del modelo basado en la sensibilidad del análisis para diferentes precios del carbón, costos generados por las fotovoltaicas, y los precios de alimentar la tarifa. (Abdallah, Diabat & Rigter, 2013, p465).

Las variables de decisión de interés usada en el modelo son: el número total de unidades del producto de cada tipo distribuidos a cada detallista desde cada centro de distribución; el número total de las unidades de cada producto enviadas desde cada planta a cada centro de distribución; el número total de las unidades de cada materia prima enviado desde cada

proveedor a cada planta; la variable de decisión binaria para saber si el proveedor provee con materias primas a la planta k ; la variable de decisión binaria para saber si el centro de distribución de tal tamaño se abrirá en cada localidad. Variable de decisión binaria para saber si la planta de producción con cierta capacidad es operada en cada localidad; la variable de decisión para saber si la fotovoltaica de qué tamaño es instalada en el techo de cada facilidad; variable de decisión binaria para saber si el sistema fotovoltaico de diferentes tamaño es montado en el techo de cada facilidad. (Abdallah, Diabat & Rigter, 2013, p469).

TWO-ECHELON MULTIPLE-VEHICLE LOCATION-ROUTING PROBLEM WITH TIME WINDOWS FOR OPTIMIZATION OF SUSTAINABLE SUPPLY CHAIN NETWORK OF PERSHABLE FOOD.

Las crecientes legislaciones y preocupaciones sociales en el ambiente están forzando a las compañías a tomar una vista fresca del impacto de las operaciones de las cadenas de suministro en el ambiente y sociedad al diseñar una cadena de suministro sostenible. Una tarea desafiante en la industria de la comida de hoy es distribuir comida perecedera de alta calidad a través de una cadena de suministros de comida. Este papel propone un modelo de optimización multi objetivo integrando la sostenibilidad en la toma de decisiones, en la distribución de la cadena de suministro de alimentos perecederos. Introduce un problema de ruteo y localización de dos escalones con ventanas de tiempo (2E-LRPTW) para el diseño sostenible del diseño de la SCN y optimizar los objetivos económicos y ambientales en la SCN de alimentos perecederos. El objetivo del diseño de la SCN del 2E-LRPTW es determinar el número y localización de las facilidades y optimizar la cantidad de productos

entregados a etapas más bajas y rutas de cada nivel. También apunta a reducir los costos causados por las huellas del carbón y las emisiones de los gases de efecto invernadero a través de la cadena de suministro. El método propuesto incluye un acercamiento novedoso multi objetivo híbrido llamado MHVP, un híbrido de dos algoritmos multi objetivos conocidos: optimización de enjambre de partículas multi objetivo (MOPSO) y adaptado a la variable de búsqueda de vecindarios multi objetivo (AMOVNS). MHVP cuenta con dos estrategias para los procedimientos de selección de líder (LSP), la distancia de hacinamiento es comparado con los algoritmos genéticos comunes basados en metaheurísticos. Resultados indican que el acercamiento híbrido logra mejores soluciones comparado a otros, y que el método de la distancia de hacinamiento para LSP funciona mejor que el antiguo método Grids. (Govidan, Jafarian, Khodaverdi & Devika, 2013, p9).

Las variables de decisión de interés usadas en este artículo son: la variable de decisión binaria para saber si el vehículo de tipo k atraviesa el arco (i,k) en el período de tiempo p ; variable de decisión binaria para saber si el vehículo m de tipo k visita el detallista l en el período de tiempo p ; variable de decisión binaria para saber si el centro de distribución d sirve al detallista l en el período de tiempo p ; la variable de decisión binaria para saber si el centro de distribución d es abierto; la variable de decisión binaria para saber si el manufacturero m con la tecnología e es abierto; la variable de decisión binaria si el vehículo mk de tipo k atraviesa el arco (i,j) en el período de tiempo p ; la variable binaria de decisión si el vehículo mk de tipo k visita el centro de distribución d en un período de tiempo p ; la cantidad de producto a llevar al detallista l por el vehículo mk de tipo k en un período de tiempo p ; la cantidad de producto que es llevado al centro de distribución d por un vehículo m de tipo k en un periodo de tiempo p ; la cantidad de producto manufacturado

en m con tecnología t en un período de tiempo p . (Govidan, Jafarian, Khodaverdi & Devika, 2013, p14).

HUMANITARIAN LOGISTICS NETWORK DESIGN UNDER MIXED UNCERTAINTY

En este papel, se muestra un problema de diseño de redes logística humanitaria con dos escalones involucrando múltiples bodegas centrales (CWs) y centros de distribución locales (LDCs) y desarrollar una novela de acercamiento de programación a dos etapas basado en escenarios posibilísticos y estocásticos (SBPSP). La investigación es motivada por la urgente necesidad para diseñar una red de alivio en Teherán en preparación para potenciales terremotos para hacer frente con los principales problemas de logística en pre y post fases de desastre. Durante la primera etapa, las localizaciones para los CWs y las LDCs son determinadas junto con el inventario predispuesto y los suministros de alivio. En esta etapa, las incertidumbres inherentes in ambos datos de suministro y demanda como también el nivel de disponibilidad de las rutas de la red de transporte después de un terremoto son tomados en cuenta. En la segunda etapa, un alivio en el plan de distribución es desarrollado basado en varios escenarios de desastre apuntando a minimizar: el tiempo total de distribución, el peso máximo del tiempo de distribución para los ítems críticos, el costo total de inventarios no usados y el peso del costo de escases de demandas no cumplidas. Un algoritmo adaptado de evolución diferencial (DE) es desarrollado para encontrar soluciones factibles lo suficientemente buenas dentro de un tiempo computacional razonable. Los resultados computacionales usando data real revelan un desempeño prometedor al modelo SBPSP propuesto en comparación con la red de alivio

existente en Teherán. El papel contribuye a la literatura en la optimización basada en el diseño de una red de alivio bajo incertidumbre posibilística y estocástica mixta y soporta la toma de decisiones informada por las autoridades locales en incrementar la resiliencia de las áreas urbanas a desastres naturales. (Tofighi, Torabi & Mansouri, 2015, p239).

Las variables de decisión de interés usadas en el artículo son: la variable binaria de decisión si el candidato a almacén central es abierto con un nivel de capacidad C ; variable de decisión binaria si el centro de distribución local es abierto; el nivel de inventario para el k th ítem en el almacén central l ; el nivel de inventario de k th ítem en el centro de distribución local; el nivel del inventario sin usar del k th ítem en el almacén central l bajo el escenario de desastre; el nivel de inventario sin usar del ítem crítico k en el centro de distribución local i ; la cantidad del ítem crítico k th para ser enviado al almacén central l al punto de demanda j a través del centro de distribución local bajo escenario de desastre; la cantidad de la demanda incumplida del ítem k th en el punto de demanda j ; tiempo máximo de transporte bajo escenario de desastre. (Tofighi, Torabi & Mansouri, 2015, p243).

HYBRID ROBUST AND STOCHASTIC OPTIMIZATION FOR CLOSED LOOP SUPPLY CHAIN NETWORK DESIGN USING ACCELERATED BENDERS DECOMPOSITION.

Los problemas ambientales, sociales y económicos motivan a la operación de las redes de cadenas de suministro cerradas (CLSCN) en muchas industrias. Se propone un modelo de maximización de la ganancia para el diseño de las CLSCN como una programación lineal entera mixta en donde la flexibilidad en cubrir las proporciones de las demandas satisfechas y retornos recolectados con base en las políticas de la firma. La mayor contribución del artículo de investigación es desarrollar una novela de acercamiento de programación

híbrida robusta-estocástica (HRSP) a simultáneamente modelar dos diferentes tipos de incertidumbres al incluir escenarios estocásticos para los costos de transporte y sets de incertidumbre poliédrica para la demanda y la ganancia. Los escenarios de los costos de transporte son generados usando un método de muestreo hipercubo latino y un escenario de reducción aplicados para consolidarlos. Para acelerar la convergencia de este algoritmo, inequidades válidas son introducidas para mejorar la calidad del límite inferior, y también un esquema de generación de cortes de Pareto óptimo es usado para fortalecer la optimalidad de los cortes. Estudios numéricos son realizados para verificar la formulación matemática realizada en el artículo y también demuestra los beneficios del acercamiento del HRSP. Los logros alcanzados en la mejora del desempeño por las desigualdades y los cortes de Pareto óptimos son demostrados por instancias generadas aleatoriamente. (Keyvanshokoo, Ryan & Kabir, 2015, p76).

Las variables de decisión de interés usadas en este artículo son: la variable binaria de decisión para saber si el centro de manufactura es abierto en la localidad i ; la variable binaria de decisión para saber si el centro de distribución es abierto en la localidad j ; la variable de decisión de la capacidad del centro de manufactura i ; la variable de decisión de la capacidad de los centros de distribución j ; la variable de decisión de la cantidad de productos transportados desde un centro de manufactura i a un centro de distribución j en un período de tiempo t en un escenario s ; la variable de decisión de la cantidad de productos a transportar desde un centro de distribución j a un detallista k en un periodo de tiempo t en un escenario s ; la variable de decisión de la cantidad de productos devueltos transportados desde el detallista al punto de recolección j en un período de tiempo t en un escenario s ; la cantidad de productos recuperables transportados desde el centro de recolección j a un

centro de manufactura i en un período de tiempo t en escenario s ; variable de decisión de la cantidad de productos desechados transportados desde el punto de recolección j al centro de disposición r en un periodo de tiempo t en un escenario s ; la variable de decisión de los productos producidos por el centro de manufactura i en un período de tiempo t en un escenario s ; la variable de decisión del nivel base de las existencias del producto en el centro de distribución j al inicio de cada período. (Keyvanshokoo, Ryan & Kabir, 2015, p79).

REVERSE LOGISTICS NETWORK DESIGN AND PLANNING UTILIZING CONDITIONAL VALUE AT RISK.

Ahora días, debido a algunas razones sociales, legales y económicas, manejar problemas con cadenas de abastecimiento inversas es ahora un problema inevitable en muchas industrias. Además, en cuanto a los parámetros volátiles del mundo real, llevan a los autores del artículo a usar técnicas de optimización estocásticas. En los problemas de localización y asignación (como los presentados en diseño y planeación), las técnicas de optimización estocástica son los acercamientos más apropiados y populares. De todos modos, la programación tradicional estocástica de dos etapas es neutra al riesgo, lo cual considera la expectativa de las variables aleatorias en su función objetivo. En este papel, un acercamiento de programación estocástica de dos etapas adverso al riesgo es considerado para diseñar y planear una red de cadenas de suministro inversa. Los autores del artículo especifican el condicional del valor en riesgo (CVaR) como evaluador de riesgo, el cual es lineal, convexo, y matemáticamente un bien manejado tipo de medida de riesgo. Al principio se consideró la cantidad en ganancias y los precios de segundos productos como dos parámetros estocásticos. Luego, el punto óptimo es alcanzado en una estructura

estocástica de dos etapas respecto a la función objetivo de la media del riesgo. Ejemplos numéricos apropiados son diseñados, y resueltos en orden de comparar los clásicos versus el acercamiento propuesto. Los autores del artículo discuten comprensivamente sobre la efectividad de incorporar una medida del riesgo en un modelo estocástico de dos etapas. Los resultados prueban que la capacidad y la aceptabilidad del desarrollo del acercamiento adverso al riesgo y sus efectos de los parámetros del riesgo en el comportamiento del modelo. (Soleimani & Govindan, 2014, p487).

Las variables de decisión usadas de interés usadas en el artículo son: la variable de decisión binaria para saber si la localidad j es abierta o no; la variable de decisión para saber el flujo de lotes de producto u desde la locación i a la locación j en un escenario s . (Soleimani & Govindan, 2014, p492).

STRATEGIC ROBUST SUPPLY CHAIN DESIGN BASED ON THE PARETO-OPTIMAL TRADEOFF BETWEEN EFFICIENCY AND RISK

El diseño estratégico de una cadena de suministro robusta tiene que determinar la configuración de la cadena de suministro para que su desempeño permanezca con una consistencia de alta calidad para todas las posibles futuras condiciones. Las técnicas de modelación actual frecuentemente sólo consideran la eficiencia o el riesgo de la cadena de suministro. En vez de hacer eso, en el artículo se define una estrategia robusta para el diseño de la cadena de suministro como un set de una configuración de Pareto óptimo considerando simultáneamente la eficiencia y el riesgo, donde el riesgo es medido por la desviación estándar de la eficiencia. Se modela el problema como un problema robusto de la media-estándar de la desviación. Desde que la desviación estándar tiene una expresión de raíz cuadrada, que hace los algoritmos de maximización estándar en algoritmos basados en

una programación lineal entera mixta, se muestra la equivalencia del problema de diseño de varianza robusto (MV-RDP). El MV-RDP rinde con un número infinito de problemas de programación entera mixta con un objetivo cuadrático (MIQO) cuando se consideran todos los posibles pesos de las compensaciones. En orden para identificar todas las configuraciones de Pareto óptima eficientemente, se extiende el algoritmo de branch and reduce al aplicar óptimamente cortes y límites superiores para eliminar partes de la región no factible y la región de no óptimo Pareto. Se muestra que las configuraciones de óptimo Pareto pueden ser encontrados dentro una tolerancia de optimalidad pre escrita con un número finito de iteraciones de la solución de MIQO. La experiencia numérica del caso de la metalurgia es reportado.(Huang & Goetschalckx, 2014, p508).

Las variables de decisión de interés usadas en el artículo son: la variable binaria para saber si la facilidad i es establecida o no; la variable de decisión del vector de las variables de los estados de la facilidad; la variable de decisión del beneficio del recurso para la configuración del vector de las variables de estados de las facilidades y el escenario s ; la variable de decisión de valores esperados de la configuración del beneficio del vector sobre todos los escenarios; la variable de decisión de las desviación estándar de la configuración del vector sobre todos los escenarios; la variable de decisión del flujo variable del producto k desde la locación i a la locación j bajo el escenario s .(Huang & Goetschalckx, 2014, p510).

DESIGNING A NEW SUPPLY CHAIN FOR COMPETITION AGAINST AN EXISTING SUPPLY CHAIN

Se desarrolló un modelo bi-nivel para el diseño de una cadena de suministro entrante en la presencia de una cadena de suministro existente compitiendo donde la demanda es elástica

con respecto al precio y la distancia. El modelo asume una competición dinámica entre la nueva y la existente cadena de suministro al nivel de los detallistas y un comportamiento probabilístico con los clientes. La locación estratégica de la facilidad y el flujo de decisiones se hacen mientras se consideran los costos de mantener el inventario incurrido en el nivel operacional. Se formula el problema y se propone algoritmos exactos y metaheurísticos para resolverlo. El modelo es resuelto usando datos del caso de la vida real en problemas de prueba generados aleatoriamente para extraer conocimientos de la gestión. (Rezapour, Farahani, Dullaert & De Borger, 2014, p124)

Las variables de decisión de interés usadas en este artículo son: la variable binaria de decisión para saber si la cadena de suministro entrante se localiza en la facilidad del retailer On; la variable de decisión binaria para saber si el camino Te es usado por la cadena de suministro entrante para suplir los bienes en caso de que el detallista de la nueva cadena de suministro sea localizada en el set de On; variable de decisión binaria para saber si la locación candidata j es seleccionada como locación de centro de distribución para la entrante; variable de decisión binaria para saber si el candidato a la locación $K1m$ es seleccionado como locación para el detallista por la entrante; variable de decisión de la cantidad de los bienes enviados a través de un camino potencial en la nueva red; variable de decisión de los precios cargados en el mercado m por el detallista $K1m$ de la nueva cadena de suministro, si el detallista de la nueva cadena de suministro ha sido localizado en On y $K1m$ pertenece a On; la variable de decisión del precio a ser cobrado en el mercado m por el detallista $K2m$ en la cadena de suministro beneficiada. (Rezapour, Farahani, Dullaert & De Borger, 2014, p128).

SUPPLY CHAIN DESIGN UNDER QUALITY DISRUPTIONS AND TAINTED MATERIALS DELIVERY.

Eventos como la tragedia de Herapin en 2008, en donde los pacientes perdieron sus vidas debido a fármacos contaminados, se muestra la necesidad de diseñadores de cadenas de suministro y planeadores para considerar el riesgo o la baja probabilidad de incidentes en las cadenas de suministro. El meta de esta investigación es diseñar un modelo de una cadena de suministro de un único período, único producto con las facilidades capaces de proteger en contra de la posibilidad de enviar materiales contaminados al cliente. Dado que el modelo estocástico entero mixto propuesto es NP-hard, se desarrolló un heurístico eficiente y algoritmos metaheurísticos para obtener soluciones aceptables. La experiencia computacional es presentada y discutida. (Madadi, Kurz, Mason & Taaffe, 2014, p105).

Las variables de decisión de interés en este artículo son: variable de decisión binaria para saber si la facilidad l es seleccionada; variable de decisión binaria para saber si la inspección es implementada en la facilidad l en el escenario s ; la variable de decisión de la cantidad de materiales a enviar desde la facilidad l al consumidor c bajo el escenario s ; la cantidad de materiales contaminados producidos en la facilidad l con la intención de ser enviados al consumidor c en el escenario s ; la cantidad de material contaminado dispuesto en la facilidad l con la intención de ser enviado al consumidor c después de una inspección en el escenario s . (Madadi, Kurz, Mason & Taaffe, 2014, p107).

ROBUST GLOBAL SUPPLY CHAIN NETWORK DESIGN UNDER DISRUPTION AND UNCERTAINTY CONSIDERING RESILIENCE STRATEGIES: A PARALLEL MEMETIC ALGORITHM FOR A REAL-LIFE CASE STUDY.

Un modelo no lineal entero mixto es desarrollado para el diseño de una red global de cadenas de abastecimiento bajo incertidumbre. Seis estrategias resilientes son propuestas para mitigar el riesgo de interrupciones correlacionadas. En adición, un eficiente algoritmo mimético en paralelo basado en taguchi es desarrollado e incorpora una búsqueda de barrio grande a la medida y adaptiva. El análisis de la aptitud del paisaje es usado para determinar una selección efectiva de las estructuras del barrio, mientras que el límite superior encontrado por el heurístico de relajación lagrangiano es usado para evaluar la calidad de las soluciones y la efectividad de los metaheurísticos propuestos. El modelo es resuelto para un caso de la vida real de un dispositivo medico de una manufacturera global para extraer conocimientos de gestión. (Hasani & Khosrojerdi, 2015, p20).

Las variables de decisión de interés usadas en este artículo son: la variable binaria para saber si el proveedor k in la región r es seleccionado en un periodo t ; la variable binaria para saber si el proveedor k en la región r es reforzado en el periodo t ; la variable binaria para saber si el distribuidor i en la región r es localizado en el período t ; la variable binaria para saber si el distribuidor i en la región r es reforzado en el periodo t ; la variable binaria para saber si la manufacturera m en la región r es localizada en el periodo t ; la variable binaria para saber si la manufacturera m en la región r es reforzada en el periodo t ; la cantidad final de producto v transferido del distribuidor i al punto de demanda o bajo el escenario n en el periodo t ; la cantidad demandada del producto v al mayorista o cuando no está satisfecho bajo el escenario n en el periodo t ; la cantidad final de producto v transferido del manufacturero m al distribuidor i bajo el escenario n en el periodo t ; la cantidad de partes i y partes e del producto v transferido desde el proveedor k al manufacturero m , respectivamente, en un período t bajo el escenario n ; la cantidad de producto final y semi

manufacturado v , también como la cantidad de escases de la parte i para manufacturar el producto v en el periodo t bajo el escenario n ; variable binaria si el proveedor k es seleccionado para proveer la parte e en el periodo t ; variable binaria para saber si la demanda del producto v no es satisfecha bajo un escenario n en un periodo de tiempo t ; variable binaria para saber si la demanda del producto v es satisfecha; precio de transferencias del producto para enviar desde el manufacturero al distribuidor en un periodo de tiempo bajo un escenario; inventario del producto v en el distribuidor i al final del periodo t bajo un escenario n ; ganancia antes de impuestos para el proveedor, manufacturero y distribuidor. (Hasani & Khosrojerdi, 2015, p27).

LOCATION BASED TREATMENT ACTIVITIES FOR END OF LIFE PRODUCTS NETWORK DESIGN UNDER UNCERTAINTY BY A ROBUST MULTI-OBJECTIVE MEMETIC-BASED HEURISTIC APPROACH.

Un crecimiento rápido de la población mundial y las limitaciones de los recursos necesita de la re manufactura productos y sus partes/módulos. Alcanzar estos procesos requiere de actividades especiales como la inspección, el desmantelamiento, y clasificación de actividades conocidas como actividades de tratamiento. Esta investigación propone un diseño de una red logística inversa multi productos de múltiples escalones con retorno de los productos difuso en donde tanto como las locaciones de las actividades de tratamiento y las facilidades son variables de decisión. Como el modelo de programación mixta no lineal entera mixta obtenido es un problema de combinatoria, un método de acercamiento heurístico mimético basado es presentado para resolver el modelo resultante. Para validar este método heurístico propuesto, los resultados obtenidos son comparados con los resultados lineales aproximados del modelo, que es obtenido por un paquete de

optimización comercial. Además, debido a la incertidumbre inherente en los productos devueltos, las demandas de estos productos son consideradas como parámetros inciertos y por lo tanto un acercamiento difuso es empleado para atacar este problema. En orden para manejar este problema con incertidumbre, un acercamiento de simulación estocástica es usado para eliminar la difusión de la demanda, donde el costo extra dado por la apertura de nuevos centros o los costos de transporte extra pueden ser impuestos en el sistema. Estos costos son considerados como una penalidad en la función objetivo. Para minimizar las penalidades resultantes de las iteraciones de la simulación, el promedio de las penalidades es adicionado a la función objetivo del modelo determinístico considerado como la función objetivo principal y la varianza de las penalidades es considerada como la secundaria función objetivo para realizar una solución robusta. El resultado del modelo bi-objetivo es resuelto a través de un método de programación de metas a minimizar los objetivos, simultáneamente. (Sadjadi, Soltani & Eskandarpour, 2014, p215).

Las variables de decisión usadas en el artículo son: la variable binaria para saber que el centro de recolección i es abierta o no; la variable binaria para saber si tanto la inspección y los equipos de desmantelamiento son instalados en el centro de recolección i o no para inspeccionar ambos, productos y módulos y separar los desechables; variable binaria para saber que los equipos de instalación de los productos son instalados en el centro de recolección i para inspeccionar y separar productos irrecuperables; la variable binaria para saber si ninguno de los equipos de inspección o desmantelamiento son instalados en los centros de distribución; el número de productos retornados tipo p que fluyen del cliente c al punto de recolección i ; el número de productos recuperables tipo p que fluyen desde el centro de recolección i al centro de recolección central j ; el número de módulos tipo m

irrecuperables que fluyen desde el centro de recolección centralizado j al centro de disposición l . (Sadjadi, Soltani & Eskandarpour, 2014, p218).

GREEN SUPPLY NETWORK DESIGN TO REDUCE CARBON EMISSIONS

Se considera un problema de diseño de red de cadenas de abastecimiento verde que toma las emisiones de CO₂ en cuenta. Los costos de las emisiones son considerados a lo largo de las locaciones variables y fijas y los costos de producción. La relación entre las emisiones de CO₂ y el peso de los vehículos es modelado usando una función cóncava que lleva a un problema de minimización cóncava. Como la solución directa del modelo resultante no es posible, una relajación Lagrangiana es usada para descomponer el problema en un problema de localización de facilidad capacitada con una sola fuente y un problema cóncavo de mochila que puede ser resuelto con facilidad. Un heurístico lagrangiano basado en la solución del sub problema es propuesto. Cuando se evalúa el número de problemas con una capacidad y características de costos variantes, el algoritmo propuesto alcanza soluciones dentro del 1% del óptimo. Los resultados de las pruebas indican que considerar los costos de las emisiones puede variar la configuración óptima de la cadena de suministro, confirmando que los costos de emisión deben ser considerados cuando se diseñan las cadenas de suministro en jurisdicciones con costos de carbón. (Elhedhli & Merrick, 2012, p370).

Las variables de decisión de interés usadas son: variable del costo de manejo y envío una unidad de producción desde una planta en la locación i al centro de distribución j ; variable de costo de manejo y envío de una unidad de producción desde el centro de distribución j al cliente k ; variable de flujo continuo de unidades enviadas desde la planta i al almacén j ; variable binaria para saber si el cliente k es asignado al centro de distribución j ; variable

binaria para saber la apertura del centro de distribución j . (Elhedhli & Merrick, 2012, p371).

CLOSED-LOOP SUPPLY CHAIN NETWORK DESIGN UNDER A FUZZY ENVIRONMENT.

Diseñar una red logística es un problema estratégico y crítico que provee una plataforma óptima para una gestión efectiva y eficiente de la cadena de abastecimiento. En esta investigación se dirige la aplicación de los sets difusos para diseñar una red de cadena de abastecimiento cerrada con multi producto, multi período. La cadena de suministro presentada incluye tres funciones objetivos: la maximización de la ganancia, la minimización del tiempo de entrega, y la maximización de la calidad. En el contexto de la programación matemática difusa, el artículo considera de manera conjunta las restricciones difusas/flexibles para la difusidad, coeficientes difusos por la falta de conocimiento, la meta difusa de los que toman las decisiones. De acuerdo con los componentes difusos considerados, un acercamiento a la optimización difusa es adoptado para convertirla en una programación entera mixta con multi objetivo en un equivalente modelo auxiliar para obtener soluciones relevantes. Finalmente, los experimentos numéricos están dados para demuestra la significancia del modelo propuesto tanto como el acercamiento al problema. (Ramezani, Kimiagari, Karimi & Hejazi, 2014, p108).

Las variables de decisión de interés usadas en el modelo son: cantidad de materia prima r enviado desde el proveedor a la planta i en un período de tiempo t ; cantidad del producto p enviado desde la planta i al centro de distribución j en un periodo t usando la opción de transporte l ; inventario final del producto p en un centro de distribución j en un periodo t ; cantidad del producto recuperable p enviado desde el centro de recolección j a la planta i en

un periodo de tiempo t usando la opción de transporte l ; la cantidad de producto retornado p enviado desde el cliente c al centro de recolección j en un periodo de tiempo t con la opción de transporte l ; cantidad de producto desechado p del centro de recolección j al punto de disposición k en un período de tiempo t ; variables binarias para saber qué se abre y qué no; variables binarias para saber las conexiones de las opciones de transporte; variables binarias de asignación. (Ramezani, Kimiagari, Karimi & Hejazi, 2014, p111).

DESIGN OF SUSTAINABLE SUPPLY CHAINS UNDER THE EMISSION TRADING SCHEME.

El incremento de las preocupaciones ambientales junto con las legislaciones está forzando a las industrias a tomar una mirada fresca al impacto de las operaciones de las cadenas de suministro en el ambiente. El papel introduce un marco de programación lineal entera mixta para el diseño de la cadena de suministros sostenible que consideran los principios de la valoración del ciclo de vida (LCA) en adición a la restricciones de balance de materiales tradicional en cada nodo de las cadenas de abastecimiento. En efecto, el marco distingue entre desechos líquidos y sólidos, también gaseosos, dado a las variaciones de procesos de producción y sistemas de transporte. El marco es usado para evaluar las compensaciones entre los objetivos económicos y ambientales bajo varios costos y estrategias operativas en la industria del aluminio. El resultado sugiere que la legislación actual y los esquemas de intercambio de emisiones (ETS) deben ser reforzados y armonizados a nivel global en orden para manejar estrategias ambientales influyentes. Además, el modelo demuestra que estrategias del manejo del carbón eficientes ayudará a los que toman las decisiones a alcanzar objetivos de sostenibilidad en una forma costo eficiente. (Chaabane, Ramudhin & Paquet, 2010, p37).

Las variables de decisión de interés usadas en el artículo son: variables binarias para saber que sitio n está ubicado en la zona z ; variables de decisión relacionadas con la producción de unidades, cantidad a unidades a producir, la tecnología usada, inventarios; variables de decisión relacionadas con los centros de distribución, su nivel de inventario y funcionalidad (si abre o no); Variables de decisión relacionadas a los centros de reciclaje, para saber qué centro de distribución es operacional en los períodos de tiempo, la cantidad de producto y materias primas a ser reciclados, reusados o desechos, el nivel de inventario en los periodos de tiempo; decisiones relacionadas con el transporte para saber el modo de transporte a usar y las rutas de transporte; las decisiones sobre el manejo del carbón, créditos comprados y créditos vendidos en diferentes períodos de tiempo en las diferentes zonas. (Chaabane, Ramudhin & Paquet, 2010, p40).

INTEGRATION OF FINANCIAL STATEMENT ANALYSIS IN THE OPTIMAL DESIGN OF SUPPLY CHAIN NETWORKS UNDER DEMAND UNCERTAINTY

Modelos que apuntan a optimizar el diseño de la red de cadenas de suministro se han vuelto la corriente principal en la literatura de las cadenas de suministro. Este papel apunta a llenar el vacío en la literatura al introducir un modelo matemático que integra las consideraciones financieras con las decisiones de la cadena de suministro bajo incertidumbre. El problema de programación lineal entera mixta incrusta análisis de estado financiero a través de coeficientes financieros y la incertidumbre de la demanda a través del análisis del escenario. La aplicabilidad del modelo es ilustrado al usar un caso de estudio junto con un análisis sensible de los parámetros financieros expresando el ambiente de negocios. El modelo puede ser usado como una eficiente y conveniente herramienta de decisión

estratégica por los gerentes de las cadenas de abastecimiento. (Longinidis & Georgiadis, 2010, p262)

Las variables de decisión de interés usadas en el problema son: dinero al final del periodo t , el costo de los bienes vendidos al final del periodo t , capacidad del centro de distribución k , costo de manejo durante el período de tiempo t ; nivel de inventario de los productos en la planta, el almacén y el centro de distribución; capital invertido en el período t ; valor del inventario en el período t ; radio de producción del producto i en la planta j durante un período de tiempo t ; el costo de producir durante un período de tiempo t ; velocidad del flujo del producto de una planta a una bodega en diferentes escenarios en un período de tiempo t (del centro de distribución al cliente también); costo de almacenar durante un período de tiempo t ; costo de transporte durante un período de tiempo t ; capacidad del almacén m ; variables binarias para saber si la bodega es establecida; variable binaria para saber si se establece el centro de distribución; variable binaria para saber si el material se transporta desde la bodega al centro de distribución; si el material se transporta desde el centro de distribución a la zona del cliente. (Longinidis & Georgiadis, 2010, p263).

INTEGRATED DECISION MAKING FOR THE OPTIMAL BIOETHANOL SUPPLY CHAIN.

La producción de bioetanol posee diferentes retos que requieren un acercamiento integrado. Usualmente, los trabajos anteriores están enfocados en perspectivas específicas en el problema global. Por lo contrario, bioetanol, en particular, biocombustibles, en general, requieren un marco integrado de toma de decisión que tiene en cuenta las necesidades y las preocupaciones de los diferentes miembros involucrados en la cadena de suministro. En este trabajo, un modelo de programación entera mixta para encontrar la asignación óptima,

diseño y la planeación de la producción de plantas integradas de bioetanol es considerado. La formulación propuesta trata las relaciones entre diferentes aspectos de la cadena de distribución de bioetanol y provee una herramienta eficiente para trabajar la operación global de la cadena de suministros teniendo en cuenta diferentes puntos de vista. El modelo propuesto en este trabajo determina simultáneamente la estructura de una cadena de suministros de tres escalones (los sitios de materias primas, las facilidades de producción y las zonas de clientes), el diseño de cada una de las plantas instaladas y las consideraciones operacionales a través de las campañas de producción. La producción de levadura es considerada en orden de reducir el impacto negativo ambiental causado por los residuos del bioetanol. Varios casos son presentados en orden de evaluar las capacidades de acercamiento y evaluar las compensaciones dentro de todas las decisiones. (Corsano, Fumero & Montagna, 2014, p1127).

Las variables de decisión de interés usadas en el artículo son: la variable binaria para saber si la planta f es instalada; la variable binaria si las unidades del lote del escenario j en la planta f tienen tamaño p ; variable binaria para saber si el número n de lotes del producto i son procesadas en la campaña de la planta f ; la cantidad de lotes del producto i en la planta f ; costos de instalación; costos de inversión; número de lotes del producto i incluidos en la campaña de la planta f ; cantidad de producto i producido en la planta f ; cantidad de producto i enviado desde la planta f a la zona de clientes c ; variables para los tiempos de proceso de las unidades en las plantas en diferentes escenarios; costo de transporte de las materias primas y producto terminado. (Corsano, Fumero & Montagna, 2014, p1128).

RECONFIGURATION FRAMEWORK OF A SUPPLY NETWORK BASED ON FLEXIBILITY STRATEGIES

Porque la red de suministro de una empresa debe ser lo suficiente flexible para capturar y sobreponerse a las dinámicas de los mercados, uno de los mayores problemas que preocupan a las empresas globales es hacer su red de suministro reconfigurable. Aunque muchas estrategias para una gestión flexible de la red de suministro se han propuesto, especialmente para mitigar los riesgos de la red, todavía queda incierto cómo aplicar estas estrategias a la red de suministro y cómo reconfigurarla. En este papel examina la influencia de las estrategias de flexibilidad en la dinámica global del ambiente de los mercados en la estructura de la red de suministros, y propone un método para reconfigurar la cadena de suministro de una empresa para enfrentarse con sus estrategias de flexibilidad. Un modelo una red de suministro reconfigurable es propuesto, y las estrategias de flexibilidad son clasificadas, y los índices críticos de las estrategias son definidos. En el modelo propuesto, cada uno de los actores de negocios es definido como un nodo de la red, y cada nodo tiene su propia meta. Un nodo optimiza su objetivo para reducir e incrementar el riesgo de los ambientes del mercado. El resultado de la optimización indica que la estructura de la red de suministro es reconfigurada dinámicamente. (Oh, Ryu & Jung, 2011, p156).

Las variables de interés usadas en el modelo son: la cantidad del producto l a hacer en la planta i para el cliente k ; la cantidad de producto u comprado al proveedor j en la planta i . (Oh, Ryu & Jung, 2011, p159).

ENVIRONMENTAL CONSTRAINTS IN JOINT PRODUCT AND SUPPLY CHAIN DESIGN OPTIMIZATION

Las preocupaciones ambientales están siendo más tomadas en cuenta por empresas, debido a los problemas legales y de los consumidores que se han elevado hoy. Este papel considera las restricciones ambientales inherentes en el diseño de una familia de productos y su cadena de suministro. Modelos matemáticos son propuestos para optimizar los costos que encaran las restricciones de emisiones de carbono y para optimizar las emisiones de carbono, dada la necesidad de limitar los costos en la corriente del clima económico.

Un método es propuesto, junto con varias ilustraciones gráficas, para hacer un análisis de cada una de las tres partes de los costos y el problema de emisiones de carbón, que son, la producción, transportación, y la composición, en los tres diferentes casos académicos estudiados. (Baud-Lavigne, Agard & Penz, 2014, p16).

Las variables de interés usadas en el artículo son: las variables de flujo del producto p entre nodos, las variables de producción del producto p , los costos globales y los costos por emisiones de carbón. (Baud-Lavigne, Agard & Penz, 2014, p17).

A POSSIBILISTIC PROGRAMING APPROACH FOR CLOSED-LOOP SUPPLY CHAIN NETWORK DESIGN UNDER UNCERTAINTY.

Este papel propone un modelo de programación entera mixta posibilística con bi objetivo para enfrentar los problemas de la red de suministro. El modelo propuesto integra las decisiones del diseño de la cadena de suministro con las tácticas del flujo de materiales para eludir sub óptimos guiados por diseños separados en ambas partes. Para resolver este modelo posibilístico de optimización, un acercamiento interactivo disperso a la solución fue desarrollado combinando un número de acercamientos a la solución eficientes de la literatura reciente. (Pishvae & Torabi, 2010, p2668).

Las variables de interés usadas en el modelo son: las cantidades de productos enviados desde la planta al centro de distribución y los centros de distribución a la zona de clientes en diferentes periodos de tiempo; la cantidad de productos devueltos enviados desde la zona de cliente al punto de recolección; la cantidad de productos recuperables enviados desde el punto de recolección al punto de recuperación en diferentes periodos de tiempo; cantidad de productos desguazado enviados desde el punto de recolección al centro de reciclaje; variables de decisión binaria para saber si el centro de distribución, el punto de recolección, el centro de recuperación y el centro de reciclaje son abiertos o no. (Pishvae & Torabi, 2010, p2672).

A MODEL PROPOSAL FOR GREEN SUPPLY CHAIN NETWORK DESIGN BASED ON CONSUMER SEGMENTATION

La sostenibilidad ambiental se ha vuelto una de las mayores preocupaciones de la sociedad de hoy y ha mostrado una gran cantidad de investigaciones. De acuerdo con el análisis de la literatura relacionada, no hay un estudio específico al diseño de una red de cadenas de suministro verde basada en las expectativas verdes de los consumidores. Este estudio apunta a contribuir a llenar el vacío de estas investigaciones al proponer un modelo de programación lineal por metas considerando tres segmentos del consumidor, los verdes, los inconsistentes y consumidores de la red. Un set de escenarios es también estudiado para ofrecer una mirada interna de como el nivel de determinación del consumidor hacia lo verde afecta la red de suministros verde. (Coskun, Ozgur, Polat & Gungor, 2015, p149).

Las variables de decisión de interés usadas en el modelo son: la variable para saber la demanda satisfecha; la variable para saber qué camino fue usado; la variable de venta

perdida; las variables para cada uno de los puntos de la red por superar o estar debajo de las expectativas de los segmentos. (Coskun, Ozgur, Polat & Gungor, 2015, p152).

A ROBUST FUZZY OPTIMIZATION MODEL FOR A CARBON-EFFICIENT CLOSED-LOOP SUPPLY CHAIN NETWORK DESIGN PROBLEM: A NUMERICAL ILLUSTRATION IN ELECTRONICS INDUSTRY

“En este estudio, se ha hecho un esfuerzo por investigar un modelo de locación y asignación de facilidades para una red de suministro verde de ciclo cerrado multi producto que consiste de centros de manufactura/remanufactura y de inspección/recolección como también centros de disposición y mercados. Para el diseño de la red, se propuso un modelo de programación entera mixta capaz de reducir el costo total de la red. El modelo fue desarrollado para considerar objetivos ambientales como reducir las emisiones de dióxido de carbono al ambiente a través de toda la red. El modelo fue desarrollado usando un acercamiento de programación difuso para investigar los efectos de la incertidumbre de los costos variables, como la proporción de la demanda, en el diseño de la red. (Talaei, Moghaddam, Pishvae, Bozorgi-Amiri & Gholamnejad, 2016, p662).

Las variables de decisión de interés son: las variables del flujo del producto, producto retornado y producto reciclado; las variables de decisión binaria para saber si el centro de manufactura/remanufactura es abierto o no y si el centro de inspección/recolección es abierto o no. (Talaei, Moghaddam, Pishvae, Bozorgi-Amiri & Gholamnejad, 2016, p665).

COMPETITIVE CLOSED-LOOP SUPPLY CHAIN NETWORK DESIGN WITH A PRICE-DEPENDENT DEMAND.

Este papel presenta un modelo de bi-nivel para un diseño de red de suministro reverso a nivel estratégico y una planeación operacional táctica de una cadena de suministro cerrada en un solo periodo de tiempo operando en un ambiente competitivo con demanda dependiente del precio. Una cadena de suministro existente está involucrada en la manufactura y distribución de productos nuevos, mientras que una cadena de suministro nueva a diseñar que es rival, puede suministrar productos nuevos y remanufacturados. El desempeño de ambas cadenas de suministros es evaluado con énfasis en la investigación de los impactos de las decisiones estratégicas de la locación de las facilidades en la cadena de suministro nueva, en las decisiones tácticas/operacionales de transporte y decisiones de inventario sobre toda la red. (Rezapour, Farahani, Fahimnia, Govindan Mansouri, 2015, p251).

Las variables de interés usadas son: las variables de decisión binarias para saber la locación de los centros de recolección y las plantas de re manufactura; variable de decisión binaria para saber si la segunda cadena de suministro es seleccionada como una red inversa o no. (Rezapour, Farahani, Fahimnia, Govindan Mansouri, 2015, p255)

DESIGNING A RELIABLE BIO-FUEL SUPPLY CHAIN NETWORK CONSIDERING LINK FAILER PROBABLITIES

Este estudio presenta un modelo de planeación pre desastre que busca fortificar el sistema multi modal de una facilidad de cadena de suministros de bio combustibles, mientras se tiene en cuenta un presupuesto limitado. El modelo presentado aquí determina qué set de facilidades y conexiones se deben seleccionar para maximizar la conectividad post desastre y minimizar los costos relacionados a la cadena de suministro de los bio combustibles. La

probabilidad de falla de las conexiones entre las facilidades es estimada usando un modelo estadístico espacial, el cual es desarrollado de datos de la vida real. Este papel desarrolla un algoritmo general de descomposición de Benders para resolver el problema NP-hard. (Poudel, Marufuzzaman & Bian, 2015, p85).

Las variables de interés usadas son: las variables de decisión binaria para determinar el tamaño y localidad de las facilidades y biorefinerías; la variable de decisión del número de contenedores que fluyen entre un par de facilidades; la variable de decisión que determina como la ruta de la biomasa fluye desde su origen a su destino; la variable de decisión para saber la cantidad de bio combustible producido en las bio refinerías; la variable de decisión para saber la escases de bio combustible en el mercado. (Poudel, Marufuzzaman & Bian, 2015, p88).

MODELING RISK IN A DESIGN FOR SUPPLY CHAIN PROBLEM.

El modelo consiste en dos componentes. Primero un modelo de programación entera mixta que toma decisiones del diseño de la cadena de suministro, mientras considera simultáneamente el riesgo de time-to-market, el riesgo de la confiabilidad al proveedor y el riesgo de la exposición estratégica. Los resultados del modelo de programación entera mixta son usados en el segundo componente del modelo que es una simulación de eventos discretos. La simulación evalúa la robustez de la solución del modelo sobre el riesgo de la capacidad del proveedor y el riesgo de la demanda. Cuando un tomador de decisiones está enfrentando alguno de estos riesgos potenciales, la simulación muestra cual es la mejor alternativa de solución o proceso a seguir con la solución del modelo de programación entera mixta. (Claypool, Norman & LaScola Needy, 2014, p44).

Las variables de interés usadas son: cantidad total de producción cada diseño de cada componente construido en cada proveedor para cada periodo de tiempo; las variables de decisión binaria para saber el diseño elegido para cada componente en los períodos de tiempo y para saber si los proveedores se suministran entre ellos; el valor total del diseño del producto final; variables para las decisiones de los precios; variable de la demanda total del componente 1 en el período de tiempo 1. (Claypool, Norman & LaScola Needy, 2014, p47).

MULTI-OBJECTIVE BIOGEOGRAPHY-BASED OPTIMIZATION FOR SUPPLY CHAIN NETWORK DESIGN UNDER UNCERTAINTY

Este papel propone un nuevo método de optimización de dos etapas para un problema de diseño de red de cadenas de suministro multi objetivo (MO-SCND) con costos de transportes inciertos e incertidumbre en la demanda del consumidor. Se desarrollan dos conceptos de soluciones para el problema MO-SCND, y usarlos para definir el valor multi objetivo de la solución difusa (MOVFS). El valor del MOVFS mide la importancia de las incertidumbres incluidas en el modelo, y ayuda a entender la necesidad de resolver el modelo de optimización multi objetivo de dos etapas. Cuando la incertidumbre de los costos de transporte y la demanda del consumidor se unen en distribuciones posibilísticas continuas, se emplea un acercamiento aproximado (AA) para computar los valores de las dos funciones objetivo. Usando el AA, el problema de optimización original se transforma en un modelo aproximado de programación entera mixta multi objetivo. Para resolver el problema hard de aproximación de optimización, se diseña un algoritmo integrado mejorado de optimización multi objetivo basado en biogeografía con el software LINGO. (Yang, Liu & Yang, 2015, p145).

Las variables de interés son: las variables del flujo de materia prima y producto entre los nodos de la cadena; las variables de decisión binaria para saber si se construye la planta o el almacén; la variable de decisión del déficit de cada producto para cada cliente. (Yang, Liu & Yang, 2015, p147).

SUPPLY NETWORK DESIGN: RISK-AVERSE OR RISK-NEUTRAL?

Se investiga el diseño de una red de suministro en una cadena de suministro con abastecimiento incierto en la aplicación de la industria farmacéutica. Se consideran dos tipos de políticas de toma de decisiones: (1) una política neutral para tomar decisiones que es basada en el acercamiento de la minimización de costos y (2) una política adversa al riesgo donde, en vez de seleccionar facilidades e identificar las asignaciones pertinentes entre el proveedor y el consumidor que minimiza el costo esperado, la toma de decisiones usan un acercamiento de condicional al valor del riesgo (CVaR) para medir y cuantificar el riesgo y definir que compromete en el peor escenario. (Madadi, Kurz, Taaffe, Sharp & Mason, 2014, p55).

Las variables de interés usadas son: las variables binarias de decisión para saber si la facilidad es seleccionada y si la inspección en las facilidades es implementada en diferentes escenarios; la cantidad de productos enviados desde la facilidad al consumidor; el número de productos fallidos producidos en las facilidades para enviar a los consumidores en los diferentes escenarios; la cantidad de productos defectuosos descartados en las facilidades con intención de envío al cliente después de la inspección en cada escenario. (Madadi, Kurz, Taaffe, Sharp & Mason, 2014, p57).

MULTI-OBJECTIVE OPTIMIZATION OF CLOSED-LOOP SUPPLY CHAINS IN UNCERTAIN ENVIRONMENT.

Examinamos el problema a través de la cadena de recuperación del producto respecto al producto retornado por el consumidor. Después de definir una red de cadena de suministros de ciclo cerrado (CLSC network) incluyendo los consumidores, los puntos de recolección, los centros de reversa, plantas, facilidades de recuperación y centros de distribución, proponemos un modelo de optimización con objetivos múltiples respecto a tres opciones de recuperación: recuperación de materiales, recuperación de componentes y recuperación de productos. El objetivo del modelo propuesto es buscar el número óptimo y locaciones de las facilidades de la CLSC y determinar las cantidades óptimas a transportar, la cantidad a producir, cantidad a comprar. (Özker & Bashgil, 2013, p144).

Las variables de interés usadas son: las variables de asignación a las diferentes facilidades y nodos de la CLSC; variables de apertura de facilidades; el flujo de los transportes dentro de la CLSC, cantidad de productos producidos, recuperados; cantidad de componentes recuperados; cantidad de material desmanufacturado; cantidad de componentes terciados. (Özker & Bashgil, 2013, p144).

A SUPPLY NETWORK OPTIMISATION WITH FUNCTIONAL CLUSTERING OF INDUSTRIAL RESOURCES

Este papel presenta un acercamiento funcional de clustering integrados en la optimización de los recursos de la industria. Dos modelos son desarrollados: (i) optimización de la red de suministro de biomasa y síntesis y (ii) la red de suministros con clustering funcional. El primero actúa como caso base para la síntesis óptima de la red de suministro. Seguido de una reforma a lo anterior al integrar el concepto del clustering funcional. El segundo

modelo toma las facilidades industriales basados en sus interacciones entre materiales para funcionalmente hacerlas clusters. Cada cluster formado consiste en un centro de actividad de procesamiento centralizado, que sirve como semilla de un cluster funcional. Locaciones estratégicas de centros de actividad de procesamiento centralizado son determinadas y clusters funcionales son formados por la optimización del modelo. Las redes de suministro de biomasa optimizadas son desarrolladas por las actividades de optimización. (Qin Ng & Lam, 2014, p87).

Las variables de interés son: las variables de decisión binaria de asignación de productos a facilidades a la red; costo total de producción y de transporte; el flujo que hay entre los nodos de la red, las variables sobre la capacidad que hay en la red. (Qin Ng & Lam, 2014, p97).

THE IMPACT OF CARBON POLICIES ON SUPPLY CHAIN DESIGN AND LOGISTICS OF A MAJOR RETAILER.

Este papel investiga tres de las más comunes políticas del carbono: el impuesto por la emisión de carbono, el límite inflexible y cap-and-trade (derechos de emisión). El impacto en la compañía puede incluir el rediseño de la cadena de suministro y sus diferentes elecciones de los modos de transporte. Este papel propone modelos de optimización para los mayores detallistas, que hacen una gran contribución al movimiento de los fletes, para diseñar sus cadenas de suministro bajo varias políticas de emisiones de carbón. (Jin, Granda-Marulanda & Down, 2014, p453).

Las variables de interés usadas son: la cantidad en toneladas enviadas desde la fuente s hasta la distribución j con el modo de transporte m ; la cantidad en toneladas enviadas desde

el centro de distribución j hasta la tienda i con camiones; la cantidad de carbón en kilogramos vendida (o comprada) en un mercado de intercambio de carbono. (Jin, Grandamulanda & Down, 2014, p455).

A CASE-ORIENTED APPROACH TO A LEAD/ACID BATTERY CLOSED-LOOP SUPPLY CHAIN NETWORK DESIGN UNDER RISK AND UNCERTAINTY.

Un nuevo escenario basado en un modelo de programación entera mixta estocástico y posibilístico para el diseño de una red de cadenas de suministro cerrado con multi objetivo considerando riesgos de recolección y financieros es propuesto en una cadena de suministro de baterías. Las incertidumbres en forma de aleatoriedad y difusión son manejadas juntos para una mejor reflexión del problema. Diferentes medidas de riesgo son integrados en el modelo propuesto. (Subulan, Baykasoglu, Özsoydan, Tasan & Selim, 2015, p340).

Las variables de interés usadas son: la decisión de apertura del mayorista, el centro de recolección, la facilidad híbrida y la facilidad de reciclaje; las variables del flujo de las baterías entre los nodos de la red; la cantidad de baterías recogidas por los centros de recolección, cantidad de baterías vendidas para desguazar; las cantidades de materiales comprados; y las variables de asignación. (Subulan, Baykasoglu, Özsoydan, Tasan & Selim, 2015, p356).

AN INTEGRATED PRODUCTION-DISTRIBUTION PLANNING IN GREEN SUPPLY CHAIN A MULTI-OBJECTIVE EVOLUTIONARY APPROACH.

La meta de esta investigación es desarrollar un modelo matemático multi objetivo en una red de cadenas de suministro verde consistente de manufactureros, centros de distribución y distribuidores en un caso de estudio de una manufacturera automotriz. Los objetivos

principales considerados son: minimizar el costo de producción, distribución, inventario, escases en los distribuidores al mismo tiempo que se minimiza el impacto ambiental de la red logística. En adición a minimizar los costos y el impacto ambiental, particularmente de emisiones de dióxido de carbono, el modelo puede determinar la cantidad de producción en economía verde usando logística de Just-in-Time (justo a tiempo). Además, el algoritmo genético multi objetivo es aplicado para minimizar estos dos objetivos conflictivos entre sí. (Memari, Abdul Rahim & Ahmad, 2015, p700).

Las variables de interés usadas son: las variables de cantidad de productos transportados; la variable de cantidad de unidades a producir en los diferentes periodos de tiempo; la variable de la cantidad de escases de productos del distribuidor en los períodos de tiempo; la cantidad de productos que no son enviados a tiempo a través de toda la red en los diferentes periodos de tiempo. (Memari, Abdul Rahim & Ahmad, 2015, p702).

DESIGN OF CLOSE-LOOP SUPPLY CHAIN DNETWORK UNDER UNCERTAINTY USING HYBRID GENETIC ALGORITHM: A FUZZY AND CHANCE-CONSTRAINED PROGRAMMING MODEL.

Esta investigación propone un modelo de diseño de una red de suministro cerrada, multi escalón, multi producto, multi período bajo incertidumbre. Por su complejidad, un marco de solución que integra una simulación Monte Carlo inscrito en un algoritmo genético híbrido, programación difusa y programación restringida por chance trabajan conjuntamente el problema. (Dai & Zheng, 2015, p444).

Las variables de interés son: las variables de decisión para saber la apertura de los proveedores, centros de distribución, manufactureros, centro de recolección y centro de descomposición; las variables de la cantidad de producto que los proveedores proveen; las

variables de las cantidades de producto que se mueven en la manufacturera, centro de distribución, centro de descomposición (reciclado) y centro de recolección; y las variables de exceso de productos por parte de los proveedores a las zonas de los clientes, exceso de demanda de producto, exceso de producto reciclado en la zona de los consumidores y exceso de producto reciclado en la zona de los clientes. (Dai & Zheng, 2015, p447).

MULTI-PERIOD DESIGN AND PLANNING OF CLOSED-LOOP SUPPLY CHAINS WITH UNCERTAIN SUPPLY AND DEMAND.

Un acercamiento de diseño y planeación es propuesto para dirigirse a cadenas de suministro generales cerradas, multi producto, multi periodo, estructurado como una red de 10 capas (5 con flujo continuo y 5 con flujo inverso), con niveles de incertidumbre en la cantidad de materia prima provista y la demanda del consumidor. Se maneja el problema de multi periodo y las etapas múltiples estocásticas con una formulación de programación lineal entera mixta (MILP). Los efectos de la demanda incierta y el suministro en la red son considerados por varios escenarios múltiples, donde su probabilidad de ocurrencia se asumen conocidos. La función objetivo minimiza el costo esperado menos los ingresos dados por la cantidad de productos devueltos por los centros de reparación o descomposición de la red. (Zeballos, Méndez, Barbosa-Povoa & Novais, 2014, p151).

Las variables de interés usadas son: la cantidad de producto p transportando desde la entidad i hasta la entidad j , en un escenario s , en el tiempo t ; la cantidad de productos guardados en la entidad i , en un tiempo t , en un escenario s ; la variable de decisión binaria para saber si la entidad i es incluida en la red; la variable de decisión binaria para saber si el transporte de la entidad i a la entidad j se usa usando el modo de transporte r , en un tiempo t , en un escenario s . (Zeballos, Méndez, Barbosa-Povoa & Novais, 2014, p154).

ROBUST DESIGN AND OPERATIONS OF HYDROCARBON BIOFUEL SUPPLY CHAIN INTEGRATING WITH EXISTING PETROLEUM REFINERIES CONSIDERING UNIT COST OBJECTIVE.

Este papel trata el diseño óptimo y la planeación de cadenas de suministro avanzadas de biocombustibles de hidrocarburos con la unidad de costo objetivo. Un modelo de programación entera mixta es propuesto que simultáneamente considera el diseño de la cadena de suministro, su selección de la estrategia de integración, y planeación de la producción. Un acercamiento de optimización robusta que ofrece compensación del rendimiento y el conservatismo adoptado para enfrentar la incertidumbre de la demanda y el suministro. El modelo de programación lineal entera mixta fraccional es resuelto por un algoritmo de optimización adaptado. (Tong, You & Rong, 2014, p128).

Las variables de interés usadas son: las variables de costo total (capital, operacional) y la cantidad de producto p enviado a la zona de demanda f . (Tong, You & Rong, 2014, p131).

A HYBRID DECOMPOSITION ALGORITHM FOR DESIGNING A MULTI-MODAL TRANSPORTATION NETWORK UNDER BIOMASS SUPPLY UNCERTAINTY

Este estudio presenta un modelo de programación estocástica de dos etapas para el diseño y gestión de una cadena de suministro de biomasa bajo incertidumbre de las reservas. Se generan escenarios para predecir errores de la disponibilidad de suministros de biomasa con base en los datos históricos y las predicciones. Se resuelve este modelo usando un algoritmo híbrido de descomposición que combina a Sample Average Approximation con un

mejorado Progressive Hedging Algorithm. El algoritmo propuesto es validado vía un caso de la vida real. (Poudel, Marufuzzaman & Bian, 2016, p1).

Las variables de interés usadas son: las variables de decisión del transporte de la biomasa, la variable decisión de la cantidad de biomasa procesada de los diferentes tipos, la variable de decisión de la cantidad de inventario de las biomasa, las variables de decisión del déficit de las biomasa, las variables de decisión para determinar el tamaño, la ubicación y el multi modo de las facilidades. (Poudel, Marufuzzaman & Bian, 2016, p5).

ACCELERATING BENDERS DECOMPOSITION FOR CLOSED-LOOP SUPPLY CHAIN NETWORK DESIGN: CASE OF USED DURABLE PRODUCTS WITH DIFFERENT QUALITY LEVELS

Productos duraderos están caracterizados por su diseño estructural y sus largos ciclos de vida. Por lo tanto cada componente que esta estructura múltiple necesita un proceso de recuperación diferente. Además los tiempos de su largo ciclo de vida hace que los tiempos de retorno y niveles de calidad sean variados. En el artículo se estudia una cadena de suministro cerrada en el contexto de productos duraderos con estructuras genéricas modulares. Se hace un modelo de programación entera mixta basado en un generic disassembly tree donde el número de cada rama depende en el estado de calidad del flujo de lo que se haya devuelto. El modelo determina la locación de diferentes tipos de facilidades en una red inversa coordinada con flujos ordinarios y flujos inversos. Se presenta una solución de un algoritmo de Benders decomposition-based junto con varias mejoras algorítmicas para este problema. (Jeihoonian, Zanjani & Gendreau, 2016, 830).

Las variables de interés usadas en el artículo son: las variables de decisión de la cantidad de residuos enviados entre nodos; las variables de decisión de la cantidad de los materiales

reciclables a enviar entre nodos; la variable de decisión de la cantidad de devoluciones en los diferentes niveles de calidad; la variable de decisión de la cantidad de materia prima enviada de los proveedores a los centros de manufactura; la variable de decisión de la cantidad de componentes no recuperables enviados; la variable de decisión de la cantidad de producto enviado entre los nodos (clientes incluidos); la variable de cantidad de las diferentes partes enviadas a los centros de manufactura; las variables de decisión de los diferentes módulos enviados a los puntos de desmantelamiento; las variables de decisión binarias para saber la apertura de los diferentes nodos de la red. (Jeihoonian, Zanjani & Gendreau, 2016, 832).

DESIGN AND OPERATION OF A TWO-LEVEL SUPPLY CHAIN FOR PRODUCTION-TIME-DEPENDENT PRODUCTS USING LAGRANGIAN RELAXATION.

Se considera el diseño y la operación del problema de una cadena de suministro de dos niveles de una compañía de aves de corral. La cadena de suministro consiste en el número de proveedores candidatos y una planta manufacturera. Cada proveedor, se establece si es abierto o no, si produce productos parcialmente terminados y los envía a la planta manufacturera que produce el producto terminado para satisfacer la demanda dinámica. Cada proveedor tiene tiempos de producción diferentes pero la producción de los productos parcialmente terminados debe comenzar al mismo tiempo si están en el mismo lote de producción, aunque algunas veces pueden ser completados en tiempos diferentes. Se presenta un modelo de programación entera mixta y se desarrolla un algoritmo heurístico de relajación Lagrangiana. (Han & Kim, 2016, p118).

Las variables de interés usadas en artículo son: la variable de decisión de la fracción de la demanda de los diferentes tipos del producto parcialmente terminado para empezar su proceso por los diferentes proveedores; la variable de decisión binaria para saber si se incluye el tipo de producto parcialmente terminado en el lote de producción a empezar por el proveedor; la variable de decisión binaria para saber si el proveedor empieza el lote en los diferentes periodos de tiempo; la variable de decisión binaria para saber si se establecen o no los proveedores. (Han & Kim, 2016, p120).

DESIGNING A SUPPLY CHAIN RESILIENT TO MAJOR DISRUPTIONS AND SUPPLY/DEMAND INTERRUPTIONS.

Este artículo trata un modelo de optimización híbrido robusto-estocástico y un método de solución de relajación Langriagana para el diseño de una cadena de suministro resiliente a las interrupciones de demanda y suministros y las interrupciones en las facilidades cuyo riesgo de ocurrencia y la magnitud del impacto pueden ser mitigados a través de inversiones de fortificación. La probabilidad de la ocurrencia de las disrupciones es expresada como una función de las inversiones de fortificación contra potenciales disrupciones en presencia de ciertos ajustes de presupuestos. El rendimiento del modelo propuesto es examinado usando un método de simulación de Monte Carlo. (Jabbarzadeh, Fahimnia, Sheu & Moghadam, 2016, p121).

Las variables de interés usadas en el artículo son: la variable de decisión de la cantidad de productos a enviar de la facilidad de confianza en las diferentes localidades a una facilidad de no confianza en una las diferentes localidades; las variables de decisión binarias para saber si las facilidades con confianza o sin confianza son abiertas con los diferentes niveles

de inversión y las variables de decisión para saber la asignación a los clientes de las facilidades. (Jabbarzadeh, Fahimnia, Sheu & Moghadam, 2016, p125).

DESIGNING AN EFFICIENT HUMANITARIAN SUPPLY NETWORK

Escoger una localidad apropiada no es fácil y frecuentemente se basa en oportunidades en vez de decisiones racionales. Sistemas dedicados al soporte de decisiones podría ayudar a los practicantes humanitarios diseñar sus redes de suministros. La contribución del papel se basa en la definición de escenarios agregados para pronosticar la demanda con confianza usando datos pasados de desastre y tendencias futuras. La demanda de los ítems con base en los escenarios es alimentada por un modelo de programación entera mixta en orden de mejorar las redes de suministro existentes. Las especificaciones del modelo se definieron con la ayuda de trabajadores humanitarios. (Charles, Lauras, Wassenhove & Dupont, 2016, p58).

Las variables de interés usadas en el artículo son: las variables de decisión de la cantidad de los diferentes productos a ser enviados de nodo en nodo en los diferentes períodos de tiempo; la variable de decisión de la cantidad de productos en reserva en las bodegas en los períodos de tiempo; la variable de decisión de la cantidad de productos entregados desde el proveedor a la bodega por avión en los períodos de tiempo; la cantidad de productos que no llegaron a sus beneficiarios en los períodos de tiempo; la variable de decisión binaria para saber qué bodegas son abiertas o no. (Charles, Lauras, Wassenhove & Dupont, 2016, p68).

DEVELOPING AN ANT COLONY APPROACH FOR GREEN CLOSED-LOOP SUPPLY CHAIN NETWORK DESIGN: A CASE STUDY IN GOLD INDUSTRY.

Este artículo trata de cubrir el problema del caso real con un modelo multi objetivo y el diseño de una red logística de suministros inversa. Busca mostrar cómo un modelo logístico multi objetivo en la industria del oro puede ser creado y resuelto a través de un algoritmo metaheurístico eficiente. Se realiza un acercamiento verde con base en las emisiones de dióxido de carbono al considerar el acercamiento al diseño de la red. Primero se plantea un modelo de programación entera lineal para minimizar emisiones y costos. Luego, en orden de resolver el modelo, un algoritmo basado en la optimización de colonia de hormigas es desarrollado. (Zohal & Soleimai, 2016, p314).

Las variables de decisión de interés de usadas en el artículo son: las variables de decisión del flujo entre los nodos de los materiales, productos y productos retornados; las variables de decisión binaria para saber si el proveedor se establece, si la manufacturera se establece, si el centro de distribución se establece, si el centro de distribución se establece, si el centro de reciclaje se establece o si el centro de disposición se establece. (Zohal & Soleimai, 2016, p319).

LOW CARBON CHANCE CONSTRAINED SUPPLY CHAIN NETWORK DESIGN PROBLEM: A BENDERS DECOMPOSITION BASED APPROACH.

Este papel propone un modelo de cadena de redes de suministro basado en restricciones ocasionales dirigido a las emisiones de carbono y problemas de intercambio de carbón. Este estudio aplica el algoritmo de descomposición de Bender para confrontar el problema del diseño de la cadena de suministros sostenible con restricciones ocasionales. (Shaw, Irfan, Shankar & Yadav, 2016, p483).

Las variables de interés usadas en el artículo son: las variables binarias de decisión para saber si abre la planta en las diferentes localidades o si se abre la bodega en las diferentes localidades o no; las variables de decisión de la cantidad a enviar entre nodos. (Shaw, Irfan, Shankar & Yadav, 2016, p486).

RESILIENT SUPPLY CHAIN NETWORK DESIGN UNDER COMPETITION: A CASE STUDY.

La cadena de suministros estudiada en el artículo enfrenta dos riesgos mayores: la interrupción de los proveedores y la fuerte competencia. Se rediseña una topología resiliente que pueda recuperarse y reaccionar rápido ante eventos de interrupción. Para ese fin se especulan tres políticas que pueden ser usadas para mitigar el riesgo de interrupción, tener siempre stock de reserva en los detallistas, reservar la capacidad de back-up de los proveedores y multiple-sourcing. El problema se realiza usando un modelo de programación lineal entera mixta para encontrar la red con mayor ganancia y políticas de mitigación. (Rezapour, Farahani & Pourakbar, 2016, p1).

Las variables de interés usadas en el artículo son: las variables de decisión binaria de asignación; la variable de decisión binaria para saber si el inventario se mantiene en el detallista correspondiente en los diferentes caminos en los escenarios inaccesibles; la variable del porcentaje de demanda en el mercado suministrada por los diferentes caminos de la red; el producto suministrado a la demanda por la competencia; la demanda del precio del producto en el mercado de cada cadena de suministro. (Rezapour, Farahani & Pourakbar, 2016, p5).

ROBUST DESIGN AND PLANNING OF MICROALGAE BIOMASS-TO-BIODIESEL SUPPLY CHAIN: A CASE STUDY IN IRAN.

Este papel propone un modelo de dos etapas para el diseño y planeación de una cadena de suministro de biodiesel basado en micro algas. La etapa macro desarrolla un filtro espacial usando GIS y AHP para identificar las mejores candidatos a localidades para establecer las facilidades de producción del biodiesel. Estas posibles localidades luego se aplican a la etapa micro del modelo de diseño de la cadena de suministro. Consecuentemente, en la etapa macro se obvia la necesidad de considerar un largo grupo de localidades candidatas que es la principal razón de la complejidad computacional de los problemas de cadenas de suministros. En la etapa micro se realiza un modelo de optimización robusto de programación entera mixta (RMILP). (Mohseni, Pishvae, Sahebi, 2016, p736).

OPTIMIZING A CLOSED-LOOP SUPPLY CHAIN WITH MANUFACTURING DEFECTS AND QUALITY DEPENDENT RETURN RATE

Este papel considera un ciclo cerrado que consiste en la provisión de materia prima, un fabricante, un detallista y un recolector que recoge los productos usados por los consumidores. Se desarrollan dos modelos matemáticos. El primero contiene un ciclo único de manufactura y el segundo considera varios ciclos de manufactura y remanufactura. Ambos modelos son resueltos desarrollando algoritmos para el secuencial y la optimización global. (Giri & Sharma, 2015, p92).

ALTERNATIVAS														Vector prioridad alternativa s	
Nivel de inventario	Capacidad y libertad de expansión	Costo de escasez	Disponibilidad de capital	Flexibilidad y disponibilidad de transporte	Volumen de flujo del producto	Frecuencia de envíos	Distancia	Número de nodos de consumo	Emisión de CO2	Delivery lead time	Número de escalones y número de locaciones	Tipo de ciclo (cerrado, abierto)	Estado de la vía	Cantidad de interrupciones en última milla	Vector prioridad alternativa s
1.000	0.250	0.143	0.333	0.111	0.111	0.111	0.167	0.143	1.000	0.143	0.200	0.333	0.333	0.333	0,015
Capacidad y libertad de expansión															
4.000	1.000	0.333	0.143	0.333	0.200	0.143	0.143	0.111	0.333	0.333	0.143	0.333	1.000	1.000	0,027
Costo de escasez	3.000	1.000	1.000	0.143	0.111	0.111	0.200	0.111	1.000	0.111	0.333	0.333	0.333	0.333	0,026
Disponibilidad de capital	7.000	1.000	1.000	0.200	0.200	0.333	0.333	0.333	1.000	1.000	0.143	0.200	0.333	1.000	0,033
Flexibilidad y disponibilidad de transporte	3.000	7.000	5.000	1.000	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.143	0.143	0.143	0.143	0,033
Volumen de flujo del producto	9.000	9.000	9.000	9.000	1.000	0.111	0.111	0.111	0.200	0.111	0.111	0.333	1.000	0.200	0,054
Frecuencia de envíos	9.000	9.000	3.000	9.000	9.000	1.000	0.143	0.111	0.143	0.111	0.111	0.111	0.200	0.333	0,055
Distancia	6.000	5.000	3.000	9.000	9.000	7.000	1.000	0.200	0.143	0.143	0.200	0.200	0.125	0.200	0,056
Número de nodos de consumo	7.000	9.000	3.000	9.000	9.000	9.000	5.000	1.000	0.333	0.333	0.143	0.333	1.000	1.000	0,069
Emisión de CO2	1.000	1.000	1.000	9.000	5.000	7.000	7.000	3.000	1.000	1.000	0.200	0.143	0.333	0.333	0,060
Lead time	7.000	9.000	1.000	9.000	9.000	9.000	7.000	3.000	1.000	1.000	0.143	0.200	0.200	0.143	0,078
Número de escalones y número de locaciones	5.000	7.000	7.000	7.000	9.000	9.000	5.000	7.000	5.000	7.000	1.000	0.111	1.000	1.000	0,135
Tipo de ciclo (cerrado, abierto)															
Estado de la vía	3.000	3.000	5.000	7.000	3.000	9.000	5.000	3.000	7.000	5.000	9.000	1.000	0.333	0.500	0,142
Cantidad de interrupciones en última milla	3.000	1.000	3.000	7.000	1.000	5.000	8.000	1.000	3.000	5.000	1.000	3.000	1.000	1.000	0,103
	3.000	3.000	1.000	7.000	5.000	3.000	5.000	1.000	3.000	7.000	1.000	2.000	1.000	1.000	0,094

Anexo 1. Matriz de alternativas.

	Nivel de inventario	Capacidad de expansión	Costo de escasez	Disponibilidad de capital
Florian Sahling, Ariane Kayser	1		1	
Michael C. Georgiadis, Panagiotis Tsiakis, Pantelis Longinidis, Maria K. Sofioglou	1			
Ting Wu, Kaike Zhang	1			
Gang Xie				
Behnam Vahdani, M. Mohammadi				

Anexo 2. Extracto de la matriz de clasificación de la Fase Descriptiva.