

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**



**EVALUACIÓN DE LAS PRÁCTICAS VERDES EN LA CADENA DE
SUMINISTRO EN MÉXICO MEDIANTE EL MÉTODO DE MÍNIMO DE
CUADRADOS PARCIALES (PLS)**

POR

GISELA AGUILAR DORANTES

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN LOGÍSTICA Y CADENA DE SUMINISTRO**

NOVIEMBRE, 2018

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**



**EVALUACIÓN DE LAS PRÁCTICAS VERDES EN LA CADENA DE
SUMINISTRO EN MÉXICO MEDIANTE EL MÉTODO DE MÍNIMO DE
CUADRADOS PARCIALES (PLS)**

POR

GI SELA AGUILAR DORANTES

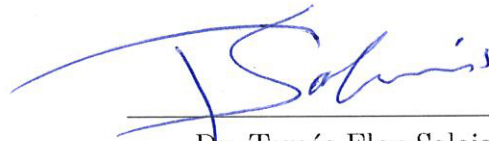
**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN LOGÍSTICA Y CADENA DE SUMINISTRO**

NOVIEMBRE, 2018

Universidad Autónoma de Nuevo León
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Subdirección de Estudios de Posgrado

Los miembros del Comité de Tesis recomendamos que la Tesis «Evaluación de las prácticas verdes en la cadena de suministro en México mediante el método de Mínimo de Cuadrados Parciales (PLS)», realizada por la alumna Gisela Aguilar Dorantes, con número de matrícula 1883867, sea aceptada para su defensa como requisito parcial para obtener el grado de Maestría en Logística y Cadena de Suministro.

El Comité de Tesis



Dr. Tomás Eloy Salais Fierro

Asesor



Dra. Jania Astrid Saucedo Martínez

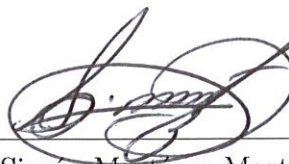
Revisor



Dra. Gloria Camacho Ruelas

Revisor

Vo. Bo.



Dr. Simón Martínez Martínez

Subdirector de Estudios de Posgrado



San Nicolás de los Garza, Nuevo León, noviembre 2018

Dedicatoria

Este trabajo va para mi familia, especialmente a mis padres, que siempre han creído en mí; también para mi esposo que estuvo conmigo en todo momento. Y por último, pero siendo la razón principal de este proyecto, para el medio ambiente que nos necesita.

ÍNDICE GENERAL

Agradecimientos	XIV
Resumen	xv
1. Introducción	1
1.1. Descripción del problema	2
1.2. Objetivo	3
1.3. Hipótesis	3
1.4. Justificación	3
1.5. Metodología	5
1.6. Estructura de la tesis	6
2. Antecedentes	8
2.1. Tipos de contaminación	9
2.2. La cadena de suministro desde una perspectiva ambiental	11
2.3. Cadena de suministro verde (CSV)	12
2.4. La importancia de ser verde	14

2.5. Otros estudios de medición de impacto en la CS	17
2.6. Variables dependientes	23
2.6.1. Desempeño operativo	24
2.6.2. Desempeño económico	24
2.6.3. Desempeño ambiental	24
2.7. Prácticas verdes y desarrollo de hipótesis	25
2.7.1. Logística verde	25
2.7.2. Transporte verde	27
2.7.3. Abastecimiento verde	28
2.7.4. Tecnologías de la información verdes	30
2.7.5. Logística inversa	31
2.7.6. Eco-diseño	32
2.7.7. Talento verde	34
2.8. Selección de herramienta	34
2.8.1. <i>Analytical Hierarchy Process</i> AHP	35
2.8.2. <i>Analytical Network Process</i> (ANP)	35
2.8.3. <i>Decision Making Trial and Evaluation Laboratory</i> (DEMATEL)	36
2.8.4. Meta-análisis	36
2.8.5. Modelación de ecuación estructural-(SEM)	37
2.9. ¿Qué es un modelo?	39

2.9.1. Mínimo de cuadrados parciales (PLS)	39
2.9.2. Funcionamiento de PLS-SEM	41
2.10. Conclusiones	49
3. Metodología	51
3.1. Etapa Uno: Estructura del modelo	52
3.1.1. Definición de variables	52
3.1.2. Desarrollo de modelo	55
3.2. Etapa Dos: Instrumento de medición	57
3.2.1. Selección de variables	58
3.2.2. Redefinir lo fundamental	59
3.2.3. Toma de decisiones	59
3.2.4. Construcción del instrumento	59
3.2.5. Prueba piloto y validación	60
3.3. Etapa tres: Aplicación de instrumento de medición	60
3.3.1. Muestra	60
3.4. Etapa cuatro: Análisis	62
3.5. Conclusiones	63
4. Desarrollo y análisis	64
4.1. Muestra	64
4.2. Cuestionario	65

4.3. Estadísticos descriptivos	65
4.4. Análisis de resultados	75
4.5. Modelo interno o estructural del primer escenario	76
4.5.1. Modelo externo o de medida	79
4.6. Resultados obtenidos del segundo escenario	87
4.7. Modelo interno del segundo escenario	87
4.8. Modelo externo del segundo escenario	89
4.9. Conclusiones	91
5. Percepción de las prácticas verdes en la CSV	93
5.1. Nivel negativo	93
5.2. Nivel pequeño	94
5.3. Nivel mediano	95
5.4. Nivel grande	96
5.5. Eco-Diseño (ED)	97
5.6. Abastecimiento verde (AV)	98
5.7. Tecnologías de la Información Verdes (TIV)	98
5.8. Logística Verde (LV)	99
5.9. Transporte Verde (TV)	99
5.10. Talento Verde (TaV)	100
5.11. Logística Inversa (LI)	101

5.12. Conclusiones	101
6. Conclusiones finales	103
6.1. Contribuciones	104
A. Apéndice	106
A.1. Parámetros considerados	106
A.2. Modelo PLS-SEM completo	109

ÍNDICE DE FIGURAS

2.1. Países con mayor emisiones de CO ₂ al año 2016	10
2.2. Entidades participantes en la CSV	13
2.3. Artículos encontrados periodo 2003-2018	20
2.4. Publicaciones por continentes	21
2.5. Variables con mayor frecuencia	22
2.6. Prácticas verdes seleccionadas	26
2.7. Pasos a seguir para la construcción de un modelo PLS-SEM	41
2.8. Ejemplo de un modelo interno en PLS	42
2.9. Ilustración de modelo reflexivo y modelo formativo	43
2.10. Ejemplo de un modelo externo en PLS	44
2.11. Coeficientes dentro de un modelo PLS-SEM	46
3.1. Metodología de la investigación	52
3.2. Identificación de variables latentes y manifiestas	53
3.3. Modelo interno utilizado	55
3.4. Modelo externo utilizado	56

3.5. Segundo escenario	57
4.1. Porcentaje de personas encuestadas por género	66
4.2. Último grado de estudios	66
4.3. Estados participantes	67
4.4. Sectores empresariales participantes	68
4.5. Años de experiencia en la industria	69
4.6. Tamaño de las empresas participantes	69
4.7. Empresas exportadoras y no exportadoras	70
4.8. Países a los que exportan	71
4.9. Prácticas verdes en empresas grandes	73
4.10. Prácticas verdes en empresas medianas	74
4.11. Prácticas verdes en empresas chicas	74
4.12. Índice Alfa de Cronbach	80
4.13. Reducción de modelo	83
4.14. Gráfico AVE - Segundo escenario	90
4.15. Fiabilidad compuesta - Segundo escenario	90
4.16. Alfa de Cronbach - Segundo escenario	90
A.1. Ilustración de primer escenario	109
A.2. Ilustración de escenario alternativo	110

ÍNDICE DE TABLAS

2.1. Estudios relacionados con la medición de impactos en la CSV	19
2.2. <i>Ranking</i> de investigaciones por objeto de estudio	21
2.3. Comparativo de herramientas	38
3.1. Variables latentes independientes	54
3.2. Variables latentes dependientes	54
3.3. Mínimo de número de observaciones a emplear en PLS-SEM	61
4.1. Coeficiente de determinación R^2 y R^2 Ajustada	76
4.2. Análisis de tamaño de efecto <i>Effect Size</i> f^2	77
4.3. Análisis de relevancia predictiva Q^2	77
4.4. Coeficientes de caminos	78
4.5. Indicadores de calidad del modelo	79
4.6. Análisis de validez discriminante	81
4.7. Resultados de <i>Bootstrapping</i> o re-muestreo con 1000 sub-muestras	82
4.8. Coeficiente de determinación R^2 y R^2 Ajustada	83

4.9. Análisis de tamaño de efecto - Effect Size f^2	84
4.10. Análisis de relevancia predictiva Q^2	84
4.11. Coeficientes de camino	84
4.12. Indicadores de calidad del modelo	85
4.13. Análisis de validez discriminante	86
4.14. Nivel de significancia por <i>Bootstrapping</i> con 1000 sub-muestras	86
4.15. Coeficientes de determinación R^2	87
4.16. Coeficiente de relevancia predictiva Q^2 - Segundo escenario	87
4.17. Coeficientes de correlación - Segundo escenario	88
4.18. Análisis de validez discriminante	88
4.19. <i>Bootstrapping</i> o técnica de remuestreo con 1000 submuestras - Segundo escenario	89
4.20. Indicadores de calidad del modelo - Segundo escenario	89

AGRADECIMIENTOS

Tanto que quiero decir. Muchos han estado involucrados a lo largo de este proceso tan enriquecedor que hizo retarme a mí misma para lograr el titularme de maestría. Comenzando con CONACyT, que me otorgó la oportunidad tan valiosa de estudiar y poder salir al mundo con nuevos conocimientos para aportar mi granito de arena; muchas gracias. Quiero agradecer de todo corazón a mis profesores que estuvieron al pendiente de mi proceso y que aunque en ocasiones estaban saturados de tiempo, cuando necesité de su ayuda siempre estuvieron disponibles para mí; gracias por su ardua labor. Comenzando con la coordinación del programa de la maestría liderada por la Dra. Jania Astrid Saucedo Martínez. Gracias totales a mi director de tesis, el Dr. Tomás Salais, que me apoyó para encontrar un tema de mi gusto. A su vez agradezco a la Dra. Gloria Camacho, que me apoyó a la distancia para la corrección y asesoría para mi proyecto y claro, al Dr. Dirceu Da Silva quién me asesoró en lo que necesitara desde Brasil. Además, a lo largo de esta maestría conocí gente increíble que no sólo fueron mis compañeros, sino que se convirtieron en grandes amigos. Soy feliz por ello.

Claro, sin mi familia yo no fuera lo que soy hoy en día. Agradezco cada día por tener la familia que tengo; por su apoyo incondicional y su amor que me dio la energía para seguir hasta este momento. Y por último pero no menos importante, quiero agradecer a Víctor, quién estuvo en este proceso desde el principio hasta el final.

RESUMEN

Gisela Aguilar Dorantes.

Candidato para obtener el grado de Maestría en Logística y Cadena de Suministro.

Universidad Autónoma de Nuevo León.

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.

Título del estudio: EVALUACIÓN DE LAS PRÁCTICAS VERDES EN LA CADENA DE SUMINISTRO EN MÉXICO MEDIANTE EL MÉTODO DE MÍNIMO DE CUADRADOS PARCIALES (PLS).

Número de páginas: 126.

OBJETIVOS Y MÉTODO DE ESTUDIO: La contaminación en México no sólo ha impactado en la salud de las personas alrededor de las comunidades, sino que contribuye a la aceleración del cambio climático y pérdidas económicas millonarias en las industrias. En general, las empresas transnacionales implementan este tipo de prácticas obteniendo beneficios operativos y económicos, adicional a que mejoran su imagen ante el mercado al ser responsables con el medio ambiente. No obstante, en México más del 90 % de las empresas son PyMEs, por lo que se desconoce si éstas las implementan.

Por ello, se lleva a cabo una investigación en 43 empresas a nivel nacional para identificar en qué medida las prácticas verdes influyen de forma positiva en el

desempeño de las organizaciones. Los datos se procesan en un modelo conceptual estadístico y se resuelve por el método de mínimos cuadrados parciales (PLS-SEM).

La metodología del proyecto se resume en tres fases:

1. Construcción del modelo: Se seleccionan prácticas verdes para comprobar su relación con el desempeño operativo, económico y ambiental dentro de las empresas. Las variables son parte del modelo y las pruebas de hipótesis.
2. Diseño y aplicación del instrumento de medición: Se elige el que procese respuestas de forma estándar. También se consideran parámetros que delimiten la selección de la muestra y su cantidad.
3. Análisis de los resultados: Se evalúa la confiabilidad, validez del modelo y las relaciones que se lleguen a encontrar entre las prácticas verdes y el desempeño en las organizaciones propuestas. Con base en los hallazgos, se proponen recomendaciones correspondientes.

CONTRIBUCIONES Y CONCLUSIONES: Se determina que existen prácticas verdes que actualmente son positivas en las empresas en México; adicional a que hay algunas que cuentan con áreas de oportunidad para dirigir con respecto a su implementación. A su vez, el método empleado ayuda a evaluar cualquier tipo de relación que se busque comprobar dentro de la cadena de suministro con base en las necesidades de las empresas.

También, el estudio sirve como base para el diseño de políticas relacionadas con las prácticas verdes, con beneficios dirigidos a empresas pequeñas y medianas, siendo una motivación para este tipo de compañías en adoptar una cultura medioambiental. También, la investigación y los resultados que arrojaron pueden ser empleados crear una herramienta que diagnostique el nivel de aplicación de estas prácticas.

Firma del asesor: _____

Dr. Tomás Eloy Salais Fierro

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

El objetivo de esta investigación radica en determinar la relación de las prácticas verdes en la cadena de suministro tanto en Pequeñas y Medianas Empresas (PyMEs) y empresas grandes, además cómo la implementación de éstas puede impactar de forma positiva, creando beneficios de índole económica, operativa, social y sobre todo, ambiental para las organizaciones y comunidades.

A lo largo del proyecto, se realiza un trabajo de campo entrevistando a personas con puestos relacionados con la cadena de suministro (CS) de diversos sectores empresariales, para identificar la situación actual de las actividades de las empresas en México que vayan de la mano con la filosofía de las prácticas verdes en su CS a través de la construcción de un modelo conceptual estadístico.

Una de las razones de la creación de la investigación radica en que existe la creciente tendencia por parte del consumidor en adquirir productos y/o servicios que sean responsables y cuiden del medio ambiente.

De la experimentación realizada se contemplan dos escenarios: en el primero se encontraron áreas de oportunidad sobre prácticas verdes que presentaron una relación de moderada a débil, derivando en la generación de recomendaciones para comenzar con la implementación de acciones que conlleven beneficios en la economía, operación y postura con el medio ambiente a nivel empresarial. El segundo muestra

que las prácticas verdes tienen una relación altamente significativa con el desempeño operativo, económico y ambiental de las empresas.

Se busca generar conciencia sobre la utilización de las prácticas verdes en las empresas del sector manufacturero y/o servicios, que representan una gran parte del desarrollo económico del país. En el caso del sector manufacturero, de acuerdo con el Índice de Competitividad en Manufactura Global (GMCI por sus siglas en inglés), se proyecta que México para el 2020 ocupará el séptimo lugar, por debajo de países como Corea del Sur, India y Japón (GMCI, 2016).

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En años recientes, la búsqueda de la sustentabilidad y/o transición hacia una CS responsable con el medio ambiente ha cobrado mayor importancia debido a los niveles críticos de contaminación que se han presentado a nivel mundial. De acuerdo con el activista estadounidense Al Gore en su participación de la edición treinta y siete del Entrenamiento para Líderes del *Climate Reality Leadership Corps* llevado a cabo en la Ciudad de México; México se encuentra en el onceavo lugar de generador de emisiones contaminantes, impactando en el aumento del calentamiento global (Forbes, 2018).

Por lo tanto, es necesario explorar sobre la posición de las empresas en México en relación con la aplicación de las prácticas verdes en su CS, para tomar acciones dirigidas para la mejora operativa y económica en las organizaciones, que deriven en beneficios ecológicos y sociales.

1.2 OBJETIVO

Determinar los factores relevantes de las prácticas verdes en la cadena de suministro en México a través de la construcción de un modelo conceptual estadístico, que proporcione un estado actual de las mismas.

1.3 HIPÓTESIS

Mediante la construcción de un modelo conceptual estadístico, se identificarán cuáles son las prácticas verdes con mayor impacto en el desempeño operativo, económico y ambiental; para analizar el estado actual de la cadena de suministro verde de las organizaciones del sector manufacturero y servicios en México.

1.4 JUSTIFICACIÓN

La cadena de suministro juega un papel esencial hablando en el tema sustentable. La Organización de las Naciones Unidas (ONU) la incluyen en su paquete de Metas de Desarrollo Sustentable (*Sustainable Development Goals*) lanzadas en el año 2016, refiriéndose a la mejora de la cadena de suministro mediante la promoción del consumo y producción sustentable; considerando el hecho que el consumo de materiales empleados en procesos productivos aumentó de 48.7 mil millones de toneladas a 71 mil millones de toneladas en la década de 2000 a 2010 (UNDP, 2015).

Los datos previamente expuestos en el párrafo anterior son a nivel mundial, por lo que ahora se hablarán de las estadísticas en el país. Diariamente, en México se generan más de 102 mil toneladas de residuos, reciclando solamente el 9.63% y dejando en basureros alrededor del 72%. A diferencia de países tales como Suiza, Suecia, Dinamarca y Países Bajos, manejan una tasa de residuos no reciclados del

5 % o menos (SEMARNAT, 2017).

Alrededor del 2 % del Producto Interno Bruto (PIB) del país se destina anualmente por las muertes a causa de la contaminación del aire (Forbes, 2018). Adicional a que las pérdidas en productividad, de acuerdo con el Instituto Mexicano de la Competitividad (IMCO por sus siglas), son de al menos 3,396 millones de pesos anuales (IMCO, 2010).

Analizando la situación a nivel estatal, en Nuevo León los problemas de contaminación ambiental generan estragos económicos en las industrias de entre cuatro y ocho mil millones de dólares al año; estimación derivada de baja productividad y ausentismo laboral para atender problemas de salud relacionados con la contaminación (Martínez, 2016). Monterrey, fue considerada por el Instituto Mexicano de Competitividad (IMCO) de acuerdo a un estudio publicado por la Organización Mundial de la Salud en el año 2016 como la ciudad más contaminada del país, seguida por Toluca y Salamanca (OMS, 2016).

Otras de las metas de la ONU expone sobre cómo la industria manufacturera es el principal factor que impulsa el desarrollo económico y social, concluyendo que será de suma importancia la transición de esta industria a métodos de energía eficientes que beneficien la operación y al impacto que generan al medio ambiente (UNDP, 2015). Por consiguiente, si se sabe que la industria manufacturera naturalmente aportan a la contaminación industrial de las ciudades, para el estudio se consideran empresas del sector manufacturero y del sector servicios, con el fin de determinar si las prácticas verdes influyen en la mejora a nivel operativo, económico y medio ambiental. Para dejar en claro sobre el término prácticas verdes que es el concepto clave de la presente tesis, de acuerdo con Awaysheh y Klassen (2010), son actividades e iniciativas implementadas por compañías en un intento de mitigar el impacto ocasionado al medio ambiente.

Existe una oportunidad en materia de comercio internacional para las empresas mexicanas sobre incrementar el flujo de exportación de productos hacia países de la

Unión Europea (UE), en donde algunos de los estándares ambientales son los más rigurosos del planeta (UE, 2014); considerando que aproximadamente un 80 % del total de sus exportaciones se dirigen a los Estados Unidos. En el mes de abril del año 2018, se renovó el Tratado de Libre Comercio con UE, en donde se negoció la facilitación en los trámites aduaneros y relajación en los aranceles de importación hacia Europa; por lo que México debe de mejorar de forma tanto conjunta como individual los estándares ambientales en las organizaciones para cumplir con los requisitos para la importación de productos extranjeros. Ambas naciones manejan un flujo de bienes y servicios significativo: representando hasta el año 2017 alrededor de 62 billones de euros (CE, 2018).

1.5 METODOLOGÍA

El método de investigación es cuantitativa ya que se aterrizan las respuestas de la población en términos numéricos para el análisis y comprobación de la información planteada. El método cuantitativo es uno de los más empleados por la matemática, la ciencia y la informática, soportado por las herramientas estadísticas.

El proyecto comienza de forma exploratoria a través de la revisión de la literatura sobre conceptos sobre la CS, la cadena de suministro verde (CSV), los estudios que se han realizado previamente para la medición de las prácticas verdes con el desempeño en las organizaciones y las diversas herramientas que se emplearon a fin de llevar a cabo la delimitación del problema.

Con base en el análisis obtenido de la revisión de la literatura, se seleccionan variables independientes y dependientes para la creación de pruebas de hipótesis, que se comprueban empleando un modelo procesado mediante una herramienta estadística multivariada, que ayude a establecer la relación entre las variables citadas y pueda otorgar un escenario sobre la CSV y las prácticas verdes en las empresas PyMEs y grandes en México.

La investigación cuenta con un enfoque hipotético deductivo, ya que pueden ocurrir dos alternativas: se aceptan o se rechazan las hipótesis. Se considera a su vez de tipo causal, por el hecho que está buscando determinar relaciones entre las prácticas verdes a seleccionar. También es exploratorio ya que hay pocos estudios dirigidos en el tema en México, se busca proveer un escenario sobre el tema de la investigación y adicional motivar a la realización de investigaciones relacionadas en el país.

1.6 ESTRUCTURA DE LA TESIS

La presente tesis se compone de seis capítulos. En el primero se expone la introducción del problema a abordar y el objetivo de la investigación, la hipótesis que se busca demostrar y la justificación que soporta la importancia de realizar el proyecto.

El segundo capítulo incluye los antecedentes que sustentan la creación de la investigación; entre ellos conceptos como la CS y la CSV, así como estudios previos relacionados. También, se menciona a grandes rasgos sobre la herramienta empleada en la investigación y metodología.

En el tercer capítulo, se explica la metodología que se lleva a cabo para la investigación, incluyendo los instrumentos de medición contemplados.

En el cuarto capítulo, se anexa la experimentación llevada a cabo. En éste se señalan las características de la muestra seleccionada, los parámetros que integran el instrumento de medición y una breve interpretación de los resultados encontrados.

En el quinto capítulo se hace un análisis a mayor profundidad de lo plasmado en el anterior, indicando los posibles porqués de los resultados obtenidos y formulando propuestas que surjan del análisis.

Por último, en el capítulo final, se anexan conclusiones del proyecto y aporta-

ciones futuras relacionadas con el tema de investigación.

CAPÍTULO 2

ANTECEDENTES

En el sector empresarial, se está identificando de forma gradual que la responsabilidad ambiental con las partes involucradas es mandatoria para demostrar empatía con las partes involucradas desde una perspectiva sustentable (Tseng *et al.*, 2015).

La contaminación generada por la utilización de distintos materiales y/o la emisión de contaminantes provenientes del funcionamiento de las plantas o flotillas de transporte, así como la falta de gestión de desperdicios confirman que la CS tiene una relación estrecha con los problemas mencionados; ya que no solo impacta en el medio ambiente sino que estas acciones se derivan en costos innecesarios para las organizaciones. Es por ello que la importancia de revisar a detalle el tema será benéfico tanto para las empresas como para la sociedad.

En la primer parte del capítulo, se exponen generalidades de los tipos de contaminación; las principales fuentes responsables de su generación, para posteriormente abordar sobre cómo se ha acrecentado el nivel de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) a nivel mundial y cuál ha sido el papel que ha jugado la industria y sus CS para contribuir a su incremento, tanto a nivel mundial como en México. En la segunda parte se incluye la revisión de la literatura efectuada para visualizar de qué forma han abordado la evaluación de la CSV, acompañadas de algunas estrategias llevadas

a cabo en algunos países del continente europeo y asiático. Además, se definen las prácticas verdes seleccionadas para el trabajo y su posterior desarrollo de pruebas de hipótesis que serán parte del modelo, indicado en el siguiente capítulo.

2.1 TIPOS DE CONTAMINACIÓN

Existen al menos cuatro tipos principales de fuentes de contaminación, esto con base en un reporte emitido por el *National Park Service* de los Estados Unidos (NPS, 2018):

1. **Estacionarias:** Este tipo de fuente abarca las plantas, refinerías, industrias y fábricas. Con base en un estudio generado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA en inglés), revela que la industria es la tercera fuente de generación de contaminantes, con un 21 %. La electricidad y producción térmica, seguido de la agricultura, están en primer y segundo lugar con 25 % y 24 % respectivamente (EPA, 2017).
2. **Móviles:** Como su nombre lo indica, son las que están en movimiento. Carros, trenes, autobuses, aviones, etc.
3. **Por área:** Por ejemplo, la generada por la agricultura y las ciudades.
4. **Naturales:** El polvo que trae el viento, los incendios y los volcanes, son algunas de ellas.

La contaminación está presente a nivel mundial. De acuerdo con datos del *Global Carbon Atlas* (GCA por sus siglas en inglés), los países que más contribuyen en la emisión de CO₂ por tonelada métrica (MtCO₂) en el 2016 son los mostrados en la imagen de la Figura 2.1.

Con base en la Figura 2.1, los tres países más contaminantes son China, generando más de diez mil toneladas métricas por año; seguidos de Estados Unidos

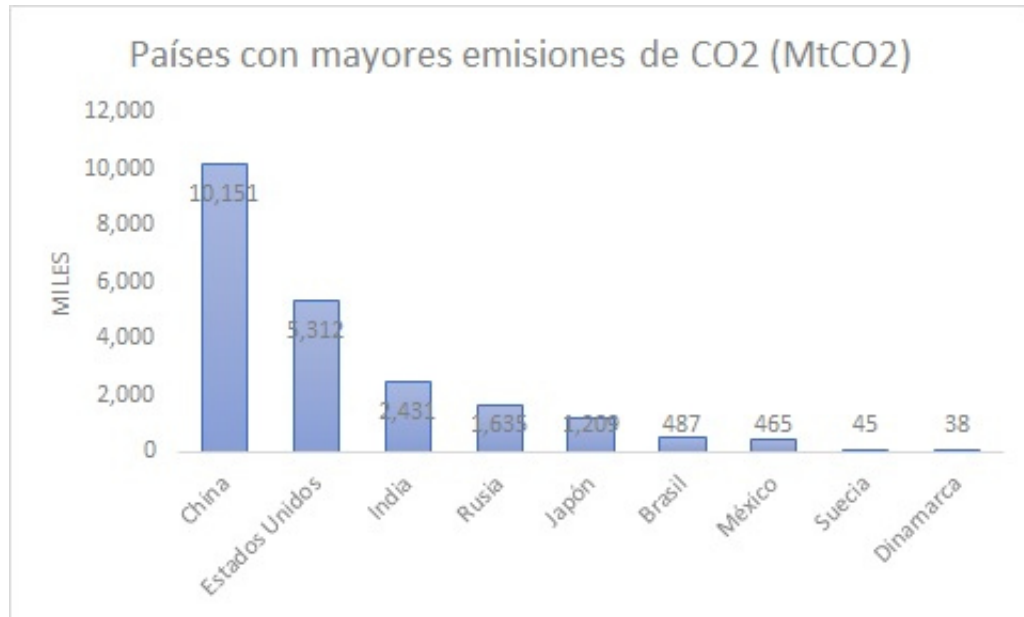


Figura 2.1: Países con mayor emisiones de CO₂ al año 2016

Fuente: Elaborado con datos del Atlas (2016)

en segundo e India en tercer lugar, con 5,300 y 2,400 respectivamente. México se encuentra en el lugar #14 con más de 450 MtCO₂ por año. Si se compara con países que cuentan un bajo nivel de contaminación tales como Dinamarca y Suecia, la diferencia es significativa al estar éstos en la posición #71 y #61 respectivamente con un nivel muy bajo de emisiones.

Lo anterior es de utilidad para resaltar que la CS va estrechamente ligada con los problemas ambientales que se viven actualmente a nivel mundial. De acuerdo con el *Carbon Disclosure Project in Supply Chain*, en su reporte anual detectaron que los gases de efecto invernadero (GHG por sus siglas en inglés) provenientes de la CS, son al menos cuatro veces más que lo que generan directamente las compañías en sus operaciones de forma interna, jugando un papel crítico al abordar problemáticas como el cambio climático (Project, 2018).

Los números confirman que las industrias tienen una misión importante en la mitigación del impacto ocasionado por la contaminación ambiental, pero ¿cómo el implementar prácticas verdes en la CS de las empresas puede ser benéfico para ellas, para la comunidad y el medio ambiente? Existe una clara tendencia a nivel mundial

a una cultura con mayor responsabilidad ambiental, sin embargo, hay otros factores que son de gran peso para las organizaciones al optar por una CSV. Entre ellos está la necesidad de mejorar la reputación e imagen corporativa ante el mercado; mejorar la productividad y calidad, así como atraer un mercado en constante aumento que es el de los clientes con mayor conciencia ambiental.

Para comprender más a fondo sobre el surgimiento de la CSV, se comienza en la siguiente sección con el concepto de la CS tradicional; para hacer señalar que la CSV surge como una alternativa para responder ante la tendencia a consumir productos que tengan responsabilidad por el medio ambiente.

2.2 LA CADENA DE SUMINISTRO DESDE UNA PERSPECTIVA AMBIENTAL

A lo largo del tiempo la CS ha sido definida y redefinida para agregar mayores elementos participantes en la misma. De acuerdo con el *Council of Supply Chain Management Professionals* ó CSCMP por sus siglas en inglés, en donde señala que la CS involucra la planeación y la gestión de las actividades involucradas en las compras y logísticas. A su vez incluye la coordinación y colaboración de los canales asociados, ya sea proveedores, intermediarios, 3PLs y los mismos clientes. En resumen, integra el abastecimiento con la administración de la demanda acompañado de actividades como manufactura, mercadotecnia, ventas, diseño del producto, finanzas e información tecnológica dentro y a lo largo de las organizaciones (CSCMP, 2013).

Al existir presión por parte de distintas entidades para abordar el problema de la contaminación en el medio ambiente desde la perspectiva empresarial, conceptos como la CSV o GSC (por sus siglas en inglés *Green Supply Chain*) surgen como herramientas de gran poder que ayudan a ganar una mejor reputación ante las partes interesadas; obtener ganancias y participación del mercado, mediante la minimización de impactos y riesgos ambientales, mejorando al mismo tiempo su eficiencia

ecológica (Hoek, 1999; Mishra *et al.*, 2017).

2.3 CADENA DE SUMINISTRO VERDE (CSV)

La CSV es la adaptación a la tradicional pero con propósitos ambientales, con el objetivo adicional de disminuir los potenciales impactos al medio ambiente. De acuerdo con Hervani *et al.* (2005), la CSV se conoce como «la adición del abastecimiento verde, manufactura verde y administración de materiales, distribución y la mercadotecnia verde, así como la logística inversa».

Comparando ambas definiciones, se aprecia que las disciplinas que integran cada una de ellas son casi las mismas, pero dirigidas hacia un propósito de simpatizar con el medio ambiente. La logística inversa, surge de la necesidad de aprovechar al máximo el producto aunque haya llegado éste al fin de su vida útil, considerando que muchas de las partes pueden ser recicladas, reprocesadas o reutilizadas.

La Figura 2.2 muestra que los que integran la CS tradicional (que están señalados mediante los recuadros), cuentan con las prácticas verdes para comenzar la transición hacia la CSV (actividades que se representan por los círculos). Pero, ¿qué se busca que haga cada parte involucrada?:

- Se busca que los proveedores realicen sus compras desde una perspectiva ambiental, es decir, la compra verde; que los fabricantes hagan uso de una manufactura de forma eficiente, sin olvidar el objetivo de la reducir el consumo de energía y generación de desperdicios, adicional a la utilización de tecnologías productivas más limpias.
- Los distribuidores deben de planear sus rutas de entrega enfocándose esencialmente a la optimización de rutas, para desplazarse lo menos posible y no contaminar mediante la utilización del transporte (Zhu *et al.*, 2008a; Cosimato y Troisi, 2015).

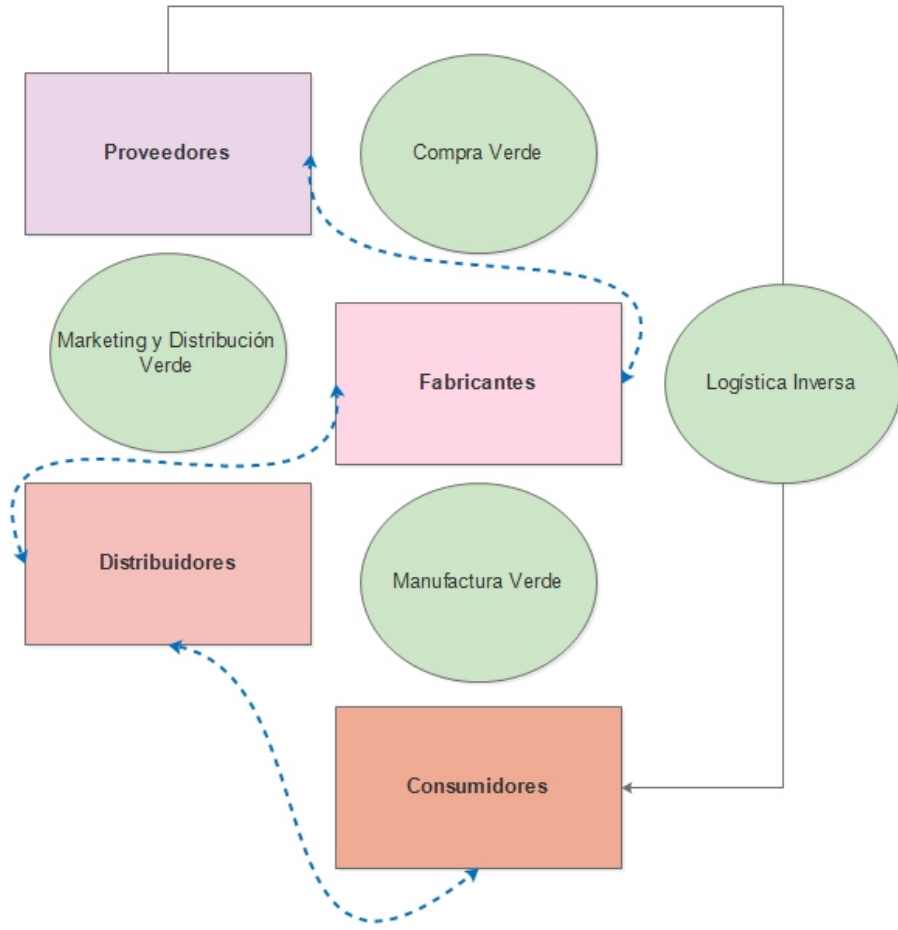


Figura 2.2: Entidades participantes en la CSV

Fuente: Elaboración propia

- La logística inversa se encuentra entre de los consumidores y los proveedores, ya que con la colaboración del consumidor, éste puede colaborar para devolver el producto al final de su vida útil y que pueda ser regresado al primer eslabón para la aplicación de las 3R's. Las flechas punteadas indican que el proceso puede ser tanto hacia adelante como hacia atrás.

Srivastava (2007) dentro de su definición de CSV señala cómo dentro de un proceso que lleva a cabo una CS tradicional, donde se involucra el diseño del producto, las compras y selección de materiales; la fabricación y la entrega del producto final a los clientes, se añade como elemento característico el pensamiento ambiental, considerando la gestión posterior de los productos una vez lleguen al final de su vida útil a través de la logística inversa que cierra el circuito de la CS (Singh y Trivedi, 2016), ayudando a la reducción del impacto ecológico que se origina por la actividad industrial cuidando el costo, la calidad, confiabilidad y/o empleo de la energía; cumpliendo con las regulaciones ambientales requeridas y por lo consiguiente obteniendo un nivel mayor de dividendos (Azevedo *et al.*, 2011).

En esta sección, se define la CS y cómo la CSV surge para responder ante las presiones de las instituciones públicas y privadas, adicional a que cada vez incrementa el número de consumidores que optan por comprar productos y/o servicios que consideren en su proceso el menor daño al ambiente posible. A su vez, se visualizó cómo las partes involucradas dentro de una CSV llevan en sus operaciones la consigna de cuidar el impacto que éstas pueden generar al medio ambiente.

2.4 LA IMPORTANCIA DE SER VERDE

Es un hecho que la CSV surge como alternativa ante las crisis medioambientales que se han estado viviendo en las últimas décadas; por lo que el ser verde se ha convertido más que en opción, en una necesidad. Hay factores que buscan asegurar un futuro que sea sustentable para los seres humanos, como la conservación de la

naturaleza, protegiendo a su vez el bienestar económico y social.

Para lograr la implementación de prácticas verdes dentro de las organizaciones, es importante que los fabricantes trabajen de forma estrecha con los proveedores en la implementación de actividades que mejoren los niveles de sustentabilidad. Se espera que estas actividades puedan mejorar en tres principales indicadores: en las reducciones de emisiones contaminantes en el aire, en los desperdicios sólidos y aguas residuales, y en el consumo de materiales tóxicos (Green *et al.*, 2012).

El término «verde», ha ido creciendo desde el auge de la sustentabilidad a inicios de los años 80's, exponiendo sobre cómo se pueden llevar a cabo actividades siendo responsable con el medio ambiente a su vez. La doctora noruega Brundtland (1987), define la sustentabilidad como: «Garantizar los recursos necesarios para generaciones presentes, sin afectar los recursos de las generaciones próximas». Los movimientos verdes de las últimas décadas, junto con las instituciones y las regulaciones gubernamentales, han orillado a las compañías a trabajar en la mejora de su desempeño ambiental (Burritt *et al.*, 2011).

La sustentabilidad ambiental es un tema que es más concerniente a la CS que a las organizaciones como tal; ya que se involucra el desarrollo de procesos, productos y servicios que tengan como objetivo ser amigables con el medio ambiente, mismo que tiene que llevarse a cabo a través de la integración de los eslabones pertenecientes a una cadena de suministro (Vachon, 2007). El desempeño ambiental a nivel empresarial es medido hoy en día a través de la elaboración de reportes, promovidos por organizaciones independientes como *The Global Reporting Initiative* (GRI por sus siglas en inglés), las cuales abordan los temas de sustentabilidad, derechos humanos; cambio climático, corrupción, entre otros factores a través de la emisión de reportes en forma periódica, incentivando a las compañías a que los realicen (GRI, 2017).

Por otro lado, existen certificaciones que ayudan a que las compañías fortalezcan su responsabilidad con el medio ambiente, tal es el caso de la ISO 140001.

Norma creada por la Organización Internacional para Normalización (por sus siglas en inglés conocida como ISO – *International Organization for Standardization*). Tiene como objetivo exigir a las empresas que busquen esta certificación, mediante la creación de un plan de gestión ambiental compuesto de objetivos, metas ambientales, políticas y procedimientos para llevar a cabo las mismas; buscando responsabilidades concretas, actividades para entrenamiento del personal, sistemas y documentación útiles para el control de cualquier modificación y/o avance logrado (FAO, 2011).

Tanto del lado gubernamental y de las políticas públicas que sirvan como aliado para las compañías, se cuentan con motivaciones que impulsan a las empresas a navegar bajo un esquema de compañía verde: las expectativas de los clientes y las partes interesadas para cumplir sus necesidades, la fuerte competencia y efectos relacionados con el mercado, son fuente de impulso de las compañías para desempeñarse de manera sustentable y responsable con el medio ambiente.

Si bien hay certificaciones y/o reportes que ayuden a que las empresas simpatizen con un mercado verde en tendencia, existe la necesidad de detectar las necesidades actuales de las organizaciones con respecto a la implementación de estas prácticas.

Este apartado se enfocó primordialmente en ilustrar sobre cómo la relevancia del concepto «verde» ha incrementado, siendo un parteaguas la década de los 80's, cuando Brundtland (1987) trae al mundo la definición de sustentabilidad derivando en acciones específicas para el control del impacto al medio ambiente en el sector empresarial; mediante la generación de reportes y la creación de normas ambientales que buscan regular la actividad de las organizaciones desde un enfoque ambiental. Es un hecho que para lograr una transición hacia una CSV tiene que existir una integración *tri-partita* por parte el sector público y el privado que aporten la infraestructura y las estrategias necesarias para su exitosa ejecución, soportada con el conocimiento empírico-teórico que provenga de la academia. Desde este último, se han propuesto diferentes enfoques, herramientas y métodos para su solución. En la

siguiente sección se realiza una revisión de literatura con el propósito de identificar cuál es el instrumento más adecuado para el proyecto.

2.5 OTROS ESTUDIOS DE MEDICIÓN DE IMPACTO EN LA CS

Para el desarrollo de esta sección, primeramente se formularon dos preguntas claves:

- P1: ¿De qué manera las prácticas verdes impactan en la cadena de suministro de las empresas?
- P2: ¿Cómo se mide el impacto de las prácticas verdes en la cadena de suministro a nivel empresarial?

Para la obtención de diversos estudios relacionados con la medición de las prácticas verdes con respecto a la CS es llevada a cabo mediante la revisión exhaustiva de literatura de temas relacionados. La búsqueda se llevó a cabo desde la base de datos de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), ingresando a las revistas que conforman la sección de *Economía y administración* para consultar revistas relacionadas con temas de sustentabilidad, CS, prácticas verdes, administración y negocios. Se emplearon las palabras clave: «*green supply chain*», «*green practices*», «**prácticas verdes**», «**impacto**» para una búsqueda más específica relacionada con el tema. Del total de artículos revisados, se filtraron aquellos que estuvieran dentro de un periodo que oscilara entre 2003-2018. Se realizó la búsqueda en las siguientes editoriales:

- Springer (<http://www.springer.com>)
- Science Direct (<http://www.sciencedirect.com>)

- Elsevier (<http://www.elsevier.com>)
- Emerald Insight (<https://www.emeraldinsight.com>)

También se revisaron otras bases de datos, revistas y páginas de organizaciones gubernamentales como:

- Google *Scholar* (<https://www.scholar.google.com>)
- SciELO (www.scielo.org)
- Comisión Europea (<https://www.ec.europa.eu/>)

Se encontró un total de 51 artículos, cumpliendo con los requisitos solicitados. Se llevó a cabo una clasificación del total por autor, año, herramienta utilizada y región en la cuál se realizó el estudio. Los resultados se muestran en la Tabla 4.2.

Con base en la información de la Tabla 4.2, se grafica la frecuencia de publicación a lo largo del periodo contemplado, con el objetivo de visualizar la tendencia de interés por parte de los investigadores sobre el tema y discernir sobre si existe un grado de relevancia que soportara la construcción del proyecto. Se observa la Figura 2.3 con la frecuencia registrada.

Basado en la Figura 2.3, se observa que en el año 2016 fue en el cual se encontraron un número mayor de artículos publicados concernientes al tema. Afortunadamente, se observa un tendiente aumento del interés de su estudio. Luego de obtener una clasificación por años, se dividen por continente objeto de estudio con el objetivo de detectar en dónde existe un mayor interés por la problemática. Los resultados se verán a continuación en la Figura 2.4:

Los resultados de la Figura 2.4, indican que las regiones con mayor aplicación de estudios en el periodo considerado son en el continente asiático, seguido por el continente europeo. De acuerdo con los estudios publicados en Asia, se aprecia que

Tabla 2.1: Estudios relacionados con la medición de impactos en la CSV

Autor	Herramienta	Región de publicación
(Murphy y Poist, 2003)	Revisión de literatura	NE
(Hervani <i>et al.</i> , 2005)	Revisión de literatura y caso de estudio	Estados Unidos
(Vachon, 2007)	Análisis de correlación estadística	Estados Unidos y Canadá
(Zhu y Sarkis, 2007)	Análisis de correlación estadística	China
(Zhu <i>et al.</i> , 2008a)	Análisis de correlación estadística	China
(Seuring y Müller, 2008)	Revisión de literatura	Alemania
(Tseng <i>et al.</i> , 2008)	Modelo de ecuación estructural - mínimo de cuadrados parciales (PLS)	Taiwán
(Guide y Wassenhove, 2009)	Revisión de literatura	Estados Unidos, Europa
(Rao y Holt, 2009)	Modelo de ecuación estructural	Asia
(Smith y Perks, 2010)	Análisis de correlación estadística	Sudáfrica
(Azevedo <i>et al.</i> , 2011)	Casos de estudio	Portugal
(Kim <i>et al.</i> , 2011)	Modelo de ecuación estructural	Corea del Sur
(Green <i>et al.</i> , 2012)	Modelo de ecuación estructural	Estados Unidos
(Björklund <i>et al.</i> , 2012)	Revisión de literatura y caso de estudio	Suecia
(Howarth y Fredericks, 2012)	Reflexión	Reino Unido
(Altunataa y Tuna, 2013)	Revisión de literatura e indicadores ambientales de desempeño	Turquía
(Pazirandeh y Jafari, 2013)	Modelo de ecuación estructural	Suecia
(Oy, 2013)	Caso de estudio	Finlandia
(El-Berishy <i>et al.</i> , 2013)	Revisión de literatura	Alemania
(Laosirihongthong <i>et al.</i> , 2013)	Análisis de correlación estadística	Tailandia
(Seroka-Stolka, 2014)	Revisión de literatura	NE
(Chen y Xiu, 2014)	Proceso analítico de red (ANP)	China
(Thunberg y Persson, 2014)	Modelo SCOR	Suecia
(Bouzon <i>et al.</i> , 2014)	Revisión de literatura	Brasil
(Jedliński, 2014)	Revisión de literatura	Polonia
(Ramos <i>et al.</i> , 2014)	Problema de ruteo de vehículos multi-objetivo con multi-paradas periódicas	Portugal
(Cosimato y Troisi, 2015)	Caso práctico, modelo conceptual	Italia
(Govindan <i>et al.</i> , 2015)	Revisión de literatura	Dinamarca
(Tseng <i>et al.</i> , 2015)	Análisis jerárquico de procesos (AHP) y proceso analítico de redes (ANP)	Taiwán
(Gandhi <i>et al.</i> , 2015)	Decision Making Trial and Evaluation Laboratory Model (DEMATEL)	India
(Masoumik <i>et al.</i> , 2015a)	Modelo de ecuación estructural - Mínimo de cuadrados parciales (PLS)	Malasia
(Mangla <i>et al.</i> , 2015)	Análisis jerárquico de procesos (AHP) con lógica difusa	India
(Diab <i>et al.</i> , 2015)	Análisis de correlación estadística	Jordania
(Seroka-Stolka, 2016)	Revisión de literatura	NE
(Aziz <i>et al.</i> , 2016)	Análisis de correlación estadística	Malasia
(Namagembe <i>et al.</i> , 2016)	Modelo de ecuación estructural	Uganda
(Teixeira <i>et al.</i> , 2016)	Modelo de ecuación estructural - mínimo de cuadrados parciales (PLS)	Brasil
(Torres-Salazar <i>et al.</i> , 2016)	Análisis de correlación estadística	México
(Lo y Shiah, 2016)	Análisis de correlación estadística	Taiwán
(Singh y Trivedi, 2016)	Revisión de literatura	Asia, Europa y América
(Wątróbski, 2016)	Análisis de decisión multi-criterio	Polonia
(Sellitto y Hermann, 2016)	Análisis jerárquico de procesos (AHP)	Brasil
Seth <i>et al.</i> (2016)	Análisis de correlación estadística	India
Mishra <i>et al.</i> (2017)	Análisis bibliométrico y de redes	NE
(Zaman y Shamsuddin, 2017)	Método de los momentos generalizado para panel dinámico	Europa
(Banasik <i>et al.</i> , 2017)	Modelo de programación lineal entera mixta multi-objetivo	Países Bajos
(Kim y Chai, 2017)	Modelo de ecuación estructural - mínimo de cuadrados parciales (PLS)	Corea del Sur
(Ghadge <i>et al.</i> , 2017)	Análisis jerárquico de procesos (AHP)	Grecia
(Geng <i>et al.</i> , 2017)	Análisis bibliométrico y de redes	Asia
(Fang y Zhang, 2018)	Metaanálisis	China
(Feng <i>et al.</i> , 2018)	Análisis de correlación estadística	China

Fuente: Elaboración propia NE: No Especificado

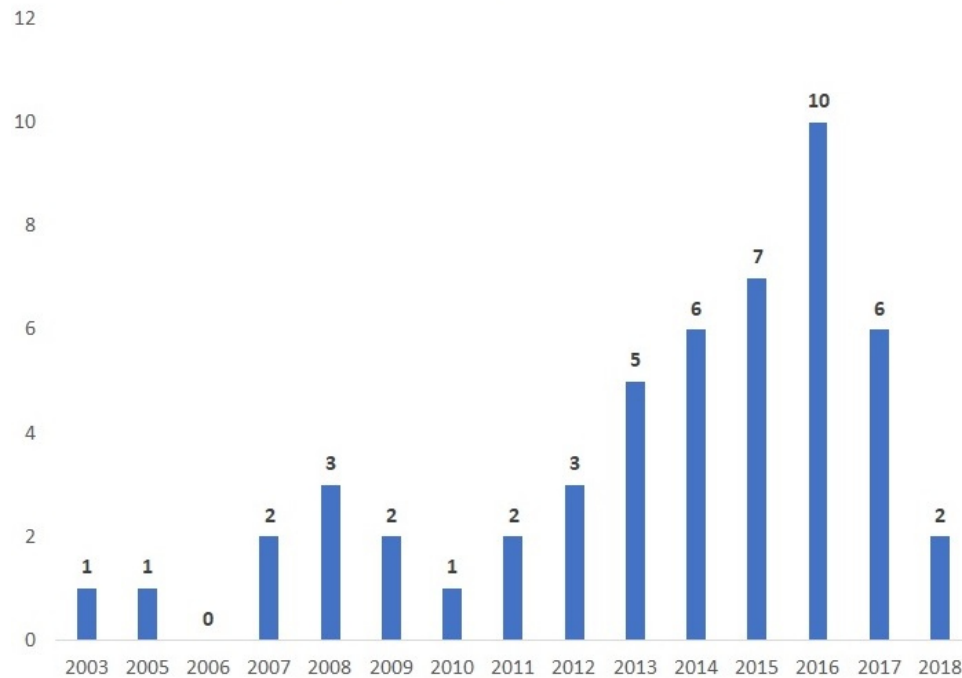


Figura 2.3: Artículos encontrados periodo 2003-2018

Fuente: Elaboración propia

en las últimas décadas han dirigido sus recursos para la investigación y mejora del medio ambiente desde una perspectiva organizacional a través de la CS. En el caso de Europa, es comprensible que las investigaciones en temas verdes sean de mayor cantidad comparado con el continente americano y africano; considerando que la cultura por el medio ambiente tiene mayor fuerza en el continente, desempeñando a su vez un papel activo en las legislaciones relacionadas con la preocupación pública por el medio ambiente (Murphy y Poist, 2003), por lo que es un tema de vital importancia para su estudio para seguir innovando. En el caso de Latinoamérica, el país en donde se publicaron más estudios relacionados fue en Brasil y en México apenas se encontró uno; esto representando un indicador de que existen áreas de oportunidad en la investigación de las prácticas verdes y su impacto en la CS.

Adicional de las clasificaciones previas, se procede a detectar el objeto de estudio del total de los artículos, para identificar el enfoque con base en las herramientas empleadas para la solución del problema. En la Tabla 2.2, se muestra la clasificación de cinco objetivos principales.

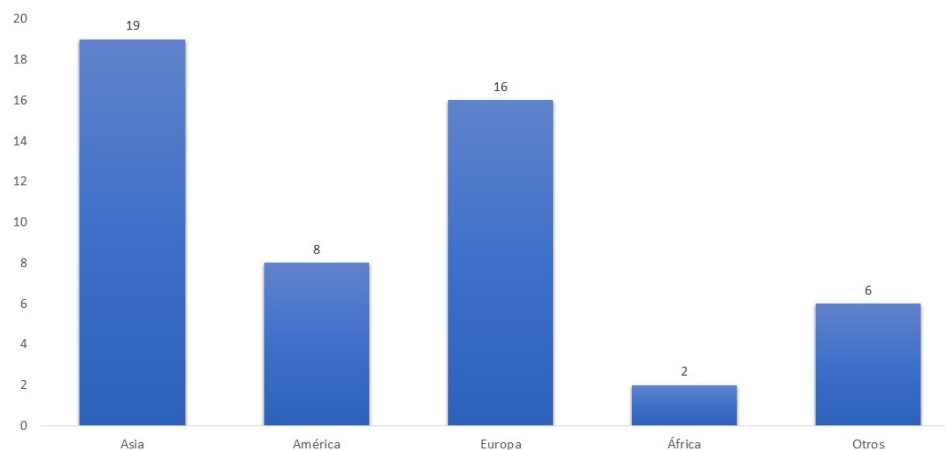


Figura 2.4: Publicaciones por continentes

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2.2: *Ranking* de investigaciones por objeto de estudio

Objetivo	Número de artículos
Correlación	21
Jerarquización	7
Optimización	2
Teórico	13
Otros	8
<i>Total</i>	51

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 2.2 ilustra que la mayoría de los artículos se enfocan en establecer la correlación de las prácticas verdes en la CS, siendo el área de mayor interés que cuenta con mayor información para la construcción del proyecto.

Para la investigación en curso, de la revisión de la literatura efectuada, se clasificaron las prácticas verdes que reportaron una mayor frecuencia en las publicaciones del periodo 2003-2018. Se delimitó su búsqueda a los artículos que tratan de correlación y jerarquización, dado que son los temas en los cuáles manejan variables a estudiar; para así analizar si son las mismas, o son muy similares y debe de hacerse una homologación para evitar que se repitan.

De un total de 150 variables encontradas en los artículos de la búsqueda deli-

mitada, se filtraron por mayor frecuencia, y se removieron aquellas que resultaban muy generales (por ejemplo, una variable denominada «Desempeño», no específica a qué tipo de desempeño se refiere, por lo que se elimina); siendo el mismo caso para las variables repetidas. Cabe mencionar que se tradujeron al español para la construcción del modelo. Los resultados se adjuntan en la Figura 2.5.

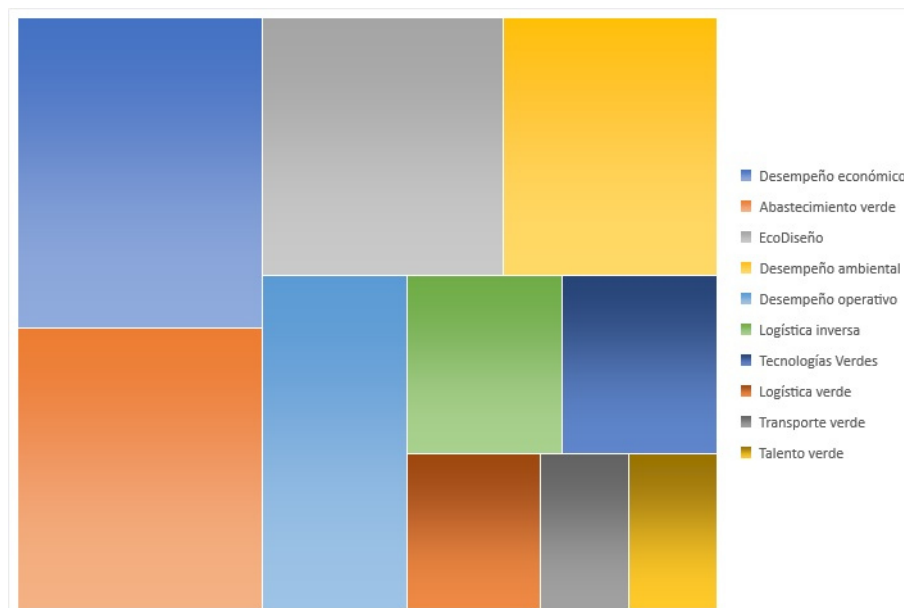


Figura 2.5: Variables con mayor frecuencia

Fuente: Elaboración propia

La Figura 2.5 es un soporte de decisión en la selección de variables tanto independientes como dependientes que formarán parte del estudio. Comenzando con Desempeño Económico, siendo la que registra una mayor frecuencia se elige para el estudio. Abastecimiento Verde obtiene también un alto nivel por lo que también se integra al estudio; acompañado de Eco-Diseño, Desempeño Ambiental y Desempeño Operativo. Aunque presentaron un nivel menor de frecuencia, con el objetivo de reforzar el modelo se agregan las variables Logística Verde y Transporte Verde, representando para el estudio un alto grado de relevancia considerando que, como se comentó al principio, una de las fuentes clave de la contaminación surge del transporte.

Logística Inversa se selecciona ya que una de las características con base en

la definición de la CSV en el capítulo 1 señala que juega un papel importante en la gestión de los productos una vez lleguen al final de su vida útil. La variable de Tecnologías de la Información Verdes apareció también en menor medida pero se busca medir la influencia que puede tener la adopción de dispositivos tecnológicos principalmente en empresas grandes y si han reflejado beneficios. Se agrega la variable Talento Verde propuesta en el estudio de (Torres-Salazar *et al.*, 2016) con el propósito de medir la disposición de los colaboradores de los diferentes niveles dentro de las organizaciones con respeto al medio ambiente.

Como variables independientes se eligen las siete prácticas verdes que tienen relación con la CS. Por otro lado, Desempeño Ambiental, Desempeño Operativo y Desempeño Económico son las variables dependientes ya que adicional a que registraron un mayor rango de frecuencias, son útiles como indicadores de medición en la investigación dirigida a las organizaciones. Las especificaciones de las variables se muestran en la siguiente sección.

2.6 VARIABLES DEPENDIENTES

Uno de los objetivos de la investigación es revisar a través de la herramienta de análisis y la construcción de un modelo hipotetizado es el nivel de correlación de las prácticas verdes que se designaron como variables independientes; con respecto al beneficio económico, operativo y ambiental en las empresas, adicional para que ganen mayor reputación positiva ante los consumidores y el mercado; por lo que, basado en otros autores (Zhu y Sarkis, 2007; Rao y Holt, 2009; Green *et al.*, 2012). Se describen a continuación las variables dependientes seleccionadas:

2.6.1 DESEMPEÑO OPERATIVO

Se refiere a la habilidad de las compañías de cumplir con el cliente en términos de entrega a tiempo con productos de alta calidad, así como de aumentar el grado de eficiencia mediante la disminución de los niveles de inventario y de desperdicios (Green *et al.*, 2012; Perotti *et al.*, 2012; Diab *et al.*, 2015).

2.6.2 DESEMPEÑO ECONÓMICO

Las compañías se pueden ver altamente beneficiadas de forma económica por la reducción en el uso de desperdicios y de emisiones. Dicha reducción se deriva en una disminución de costos en la disposición de los desperdicios, por lo que impacta en el desempeño económico de la organización. Se puede lograr mediante la integración de los proveedores a una cadena de suministro verde (Rao y Holt, 2009; Green *et al.*, 2012; Laosirihongthong *et al.*, 2013).

2.6.3 DESEMPEÑO AMBIENTAL

Existen presiones por organizaciones que simpatizan con el medio ambiente así como por grupos de activistas que visualizan los problemas ambientales como problemáticas externas; por lo que orillan a los fabricantes a mejorar su desempeño con el medio ambiente a través de los recursos legales como la adquisición de certificaciones y los medios de comunicación. Se busca mejorar el desempeño ambiental primordialmente para impactar de forma positiva el desempeño de la organización y la relación que pueda tener la corporación con las partes involucradas en el mercado (Zhu y Sarkis, 2007; Green *et al.*, 2012; Diab *et al.*, 2015).

2.7 PRÁCTICAS VERDES Y DESARROLLO DE HIPÓTESIS

Las prácticas verdes ayudan a mejorar el desempeño de la cadena de suministro verde de forma sustentable a la vez ayudando a la mejora de su imagen organizacional a través de una mentalidad responsable con el medio ambiente en actividades de logística que incentiven al desarrollo social (McKinnon *et al.*, 2011; El-Berishy *et al.*, 2013). Entre los beneficios de la implementación de las prácticas verdes se incluye la reducción de desperdicios, la reducción de las emisiones de aire y de la utilización de agua, así como la mejora de la eficiencia energética (Norris, 2009).

Las compañías reciben los impactos tanto de fuentes externas como internas en la adopción de las prácticas verdes (Kim y Chai, 2017), por lo cual es importante evaluar su relevancia de las mismas en las empresas. Con las que se seleccionen, se establecen las pruebas de hipótesis que soportan la herramienta de análisis. Cabe mencionar que las prácticas verdes forman parte del cuadro expuesto previamente sobre estudios similares en la medición de impacto en la CSV.

En la Figura 2.6 muestra las prácticas verdes seleccionadas para el estudio.

2.7.1 LOGÍSTICA VERDE

La logística verde, definida como «Aquella que suma las actividades logísticas esenciales motivadas por consideraciones ambientales», es una disciplina esencial de la CSV con actividades claves; tales como la gestión del desperdicio, la medición de energía empleada en logística, controlando el impacto al medio ambiente que puedan tener las estrategias de distribución, ayudando a la reducción de emisiones mediante el cambio en el modo de transporte, cuidando de la demanda del mismo y del uso de vehículos (Zaman y Shamsuddin, 2017).

De acuerdo con el reporte emitido por el *Global Supply Chain Report* perte-

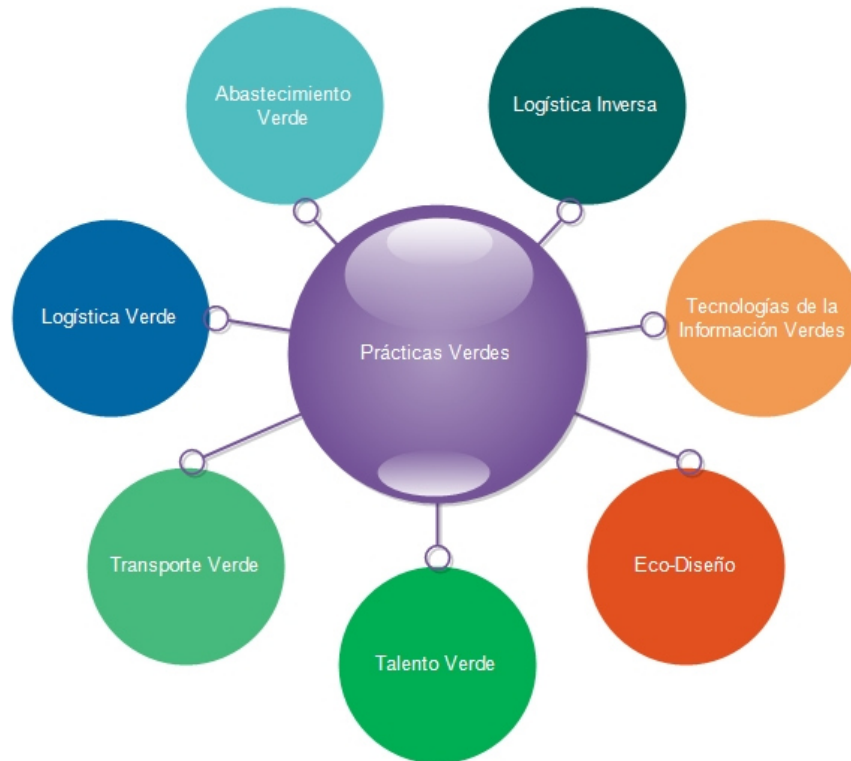


Figura 2.6: Prácticas verdes seleccionadas

Fuente: Elaboración propia

eciente al *CDP, Disclosure Insight Action* en el año 2018, muestra que se pueden alcanzar ahorros significantes mediante la reducción de emisiones de CO₂. Se lograron ahorros de aproximadamente 551 millones de toneladas métricas de óxido de carbono. Las compañías que lideraron estos ahorros pertenecen al sector automotriz y dicha cantidad se acerca al total de emisiones generadas en Brasil en el año 2016 (DIA, 2018). Se realizan los siguientes supuestos:

- Ha1: La logística verde tiene un impacto positivo en el desempeño operativo.
- Ha2: La logística verde tiene un impacto positivo en el desempeño económico.
- Ha3: La logística verde tiene un impacto positivo en el desempeño ambiental.

2.7.2 TRANSPORTE VERDE

El transporte verde surge primordialmente para contrastar la situación crítica que la misma transportación está experimentando, ya que, dentro de las operaciones de una empresa, es considerada la actividad más empleada dentro de la logística, adicional a que la industrialización que ha crecido de forma exponencial ha influido de gran forma en el aumento de las emisiones de carbono, del cual la mayoría corresponde al transporte (El-Berishy *et al.*, 2013).

Naciones como la Unión Europea (EU) implementaron estrategias para ayudar en disminuir el impacto que se ha generado por el transporte, considerando que en el año 2014 fue en el que se generó una mayor cantidad de gases de efecto invernadero, representando alrededor del 70 % del total de las emisiones de los GHG. Se enfocaron primordialmente en el empleo de biocombustibles avanzados, electricidad y combustibles sintéticos renovables, esto con el objetivo de conducir la transición hacia vehículos que no generen emisiones. Las ciudades europeas y las autoridades locales desempeñan un papel esencial a través la promoción de incentivos de energías alternativas y automóviles que generen pocas emisiones (EComission, 2016).

Por otro lado, Asia ha estado trabajando en la construcción de estrategias relacionadas con temas de transportación verde. La Asociación de Naciones Asiáticas del Sureste (ASEAN) integrada por diez países: Brunei, Camboya, Indonesia, Laos, Malasia, Myanmar, Filipinas, Singapur, Tailandia y Vietnam; representan alrededor de una población de 640 millones de habitantes, han promovido el concepto del transporte y logística verde en su Plan Estratégico de Transporte 2016-2015 a través de:

1. El apoyo, entrenamiento y experiencia para la proliferación en la eficiencia del combustible en la transportación llevada a cabo por las PyMEs;
2. Incrementar la seguridad en el transporte de mercancías peligrosas;
3. Promover el acercamiento hacia políticas verdes y el etiquetamiento en el

transporte verde (TCC, 2017).

En el caso de Latinoamérica, también se han propuesto e introducido nuevos conceptos que pueden ayudar a influir en el transporte verde. Brasil es líder en el transporte limpio desde los años 70's desde el lanzamiento de su iniciativa federal «*ProAlcool*», promoviendo el uso del etanol de azúcar de caña para la transportación. Se ha comprobado que el uso del azúcar de caña en el transporte genera menor cantidad de gases de efecto invernadero que los combustibles como el diésel y la gasolina; adicional a que es una fuente renovable (Marchán y Viscidi, 2015). Por lo consiguiente, se supone que:

- Ha4: El transporte verde tiene un impacto positivo en el desempeño operativo.
- Ha5: El transporte verde tiene un impacto positivo en el desempeño económico.
- Ha6: El transporte verde tiene un impacto positivo en el desempeño ambiental.

2.7.3 ABASTECIMIENTO VERDE

También conocido como compra verde, debe de hacerse realizando las siguientes actividades: reducción de fuentes – a través del reciclaje, reutilización, cambio de fuentes y control - (Green *et al.*, 2012). Otra actividad que es de gran relevancia es el desarrollo de proveedores (Burritt *et al.*, 2011), adicional a que los productos que resulten del proceso de abastecimiento sean sustentables con el medio ambiente (Zhu *et al.*, 2008b).

Una de las principales ventajas de planear el abastecimiento de materiales con intenciones verdes, es el evitar generar desperdicios, logrando una disminución en costos ambientales. La planeación es un aspecto clave para la obtención de materias primas que posteriormente se convertirán en productos verdes; pudiendo ser candidatos para su reutilización o reproceso, luego de llegar a su vida útil, representando los clientes un papel esencial dentro de la CS para

que se lleve de forma exitosa la logística inversa de los productos (Zhu *et al.*, 2008a).

En la actualidad, aunque el abastecimiento verde es una alternativa para alcanzar mayor grado de eficiencia y ser eco-amigables, es considerado como reto para ser adoptado en gran parte de las empresas, ya que implica inversión de tiempo y recursos (Lo y Shiah, 2016), por lo que las empresas han tomado hasta la fecha posturas conservadoras con respecto a la implementación del abastecimiento verde (Rao y Holt, 2009).

Existe un creciente interés por diversos países con respecto a la implementación de estrategias relacionadas con el abastecimiento verde. Comenzando con la UE, que cuenta con una iniciativa de abastecimiento verde público ó *Green Public Procurement GPP*, mediante las autoridades gubernamentales compran con responsabilidad ambiental en la selección de los bienes y servicios. Dentro de los procesos del abastecimiento público del GPP, debe de existir un criterio verde confiable para los productos y servicios existentes en el sector. Sin embargo, la UE desarrolló la guía para la compra verde con orientación hacia una economía circular, mediante la promoción de identificar materiales circulables con base en el principio de las 4R (Comission, 2017). Por ello se supone lo siguiente:

- Ha7: El abastecimiento verde tiene impacto positivo en el desempeño operativo.
- Ha8: El abastecimiento verde tiene impacto positivo en el desempeño económico.
- Ha9: El abastecimiento verde tiene impacto positivo en el desempeño ambiental.

2.7.4 TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN VERDES

Se conocen como los sistemas de información que han sido alterados para monitorear prácticas ambientales. Pueden brindar la información necesaria para la toma de decisiones en actividades esenciales tales como el abastecimiento verde, el nivel de cooperación con los clientes y el ecodiseño. El objetivo primordial de dichos sistemas es de impactar de forma positiva en el desempeño ambiental, económico, organizacional y operativo (Green *et al.*, 2012).

De acuerdo con Zheng (2014), la utilización de tecnologías de la información verdes es una disciplina útil en la emisión de CO₂ que se genera por otros sectores industriales; siendo la responsable de al menos el 2 % de las emisiones de CO₂ alrededor del mundo. Es por ello que hay un creciente interés en su implementación dentro de las organizaciones, con el objeto de tener beneficios desde un enfoque tecnológico, empresarial y siendo responsable a su vez con el medio ambiente.

Considerando que se está viviendo una revolución tecnológica actualmente, la innovación en temas verdes con ayuda de la tecnología será primordial para lograr los objetivos. Actualmente existen países alrededor del mundo que están tomando cartas en el asunto desde diversos ángulos para lograr una reducción en las emisiones de GHG, así como en el manejo de desperdicios.

Naciones como Canadá, Brasil, China han trabajado desde una perspectiva gubernamental en la implementación de innovaciones verdes como parte de sus estrategias nacionales; Francia por otro lado se está encargando en el diseño de estrategias verdes dirigidas a PyMEs; Suiza, Noruega y Austria en la construcción de estrategias energéticas. En el caso de Noruega, se ha encargado en incrementar el apoyo de forma sustancial para las tecnologías verdes y energéticas (OECD, 2012).

Y ¿cuál es el futuro en las innovaciones tecnológicas verdes? Empresas que están liderando el mercado de las tecnologías verdes en el año 2017 trabajan

en baterías híbridas de supercondensadores, combustible a base de hidrógeno que impulsa una pila de combustible, así como ultracondensadores de última generación. El auge de las «*green start-ups*» se está presentando principalmente en el continente europeo, en dónde en el año 2016 se inyectó alrededor de 12 billones de dólares en la industria, proyectando como cifra final para finales del 2017 de 13.6 billones de dólares (Jen, 2017).

Es por ello que se establecen los siguientes supuestos:

- Ha10: Las tecnologías de la información verdes tienen un impacto positivo en el desempeño operativo.
- Ha11: Las tecnologías de la información verdes tienen un impacto positivo en el desempeño económico.
- Ha12: Las tecnologías de la información verdes tienen un impacto positivo en el desempeño ambiental.

2.7.5 LOGÍSTICA INVERSA

También conocida como logística de reversa, consiste primordialmente en la creación de valor de objetos que llegan al final de su vida útil; desde el punto en el que se consume hasta el punto de origen o de reversa (Zhu *et al.*, 2008a; Cosimato y Troisi, 2015). La implementación de la logística inversa es muy útil para la alineación del proceso con la logística hacia adelante - o tradicional - , integrando también las tecnologías de la información.

La logística inversa no es actividad nueva en la industria, considerando que en la CS, juega un rol importante en cerrando el circuito, ayudando lo más posible para la conservación de los recursos e incluso mejorando la relación con los clientes (Bouzon *et al.*, 2014).

Por otro lado, aunque existe la oportunidad para ser rentables mediante la implementación de las estrategias en logística inversa, también existen obstáculos

para afrontar. De acuerdo con Dande (2016), los retos principales en la implementación de la logística inversa son los siguientes:

- Complejidad en la evaluación los costos de las actividades de logística inversa.
- Carencia de conciencia en el impacto que la logística inversa podría generar.
- Vaguedad en la cantidad y el tiempo del retorno de los productos.
- Existen pocas políticas que apoyan las operaciones de logística inversa.
- Recorte en las inversiones de tecnologías para logística inversa.

Con base en el objetivo del estudio, se construyen los siguientes enunciados:

- Ha13: La logística inversa tiene un impacto positivo en el desempeño operativo.
- Ha14: La logística inversa tiene un impacto positivo en el desempeño económico.
- Ha15: La logística inversa tiene un impacto positivo en el desempeño ambiental.

2.7.6 ECO-DISEÑO

Consiste en que los fabricantes deben de pensar en sus productos, desde el tipo de materiales que emplean hasta la elaboración del empaque y embalaje, en que sean amigables para el medio ambiente y que además, los recursos que compongan dichos productos puedan ser aprovechados para ya sea su reutilización, recuperación y reciclaje de dichos componentes; con el objetivo de disminuir el consumo de energía y materiales (Zhu *et al.*, 2008a).

La UE promueve a través de su dirección de eco-diseño variedad de reglas para la mejora del desempeño de los productos con perspectiva ambiental. Contiene regulaciones específicas por los productos y los mínimos requisitos

para su eficiencia a través del etiquetado de energía (*Energy Labelling*). La UE también busca que las PyMEs puedan obtener beneficios a través de la asesoría otorgada por la Red Europea de Empresas y el ecodiseño (*Enterprise Europe Network Eco-Design SME Specific Action Project*) (European Commission, 2018).

Países asiáticos como China implementaron estrategias en el eco-diseño específicamente en el eco-etiquetado en productos manufacturados bajo estándares verdes. Estos estándares cubren desde su etiquetado, diseño, negociación, utilización y reciclaje; estableciendo que los fabricantes son los responsables por los productos locales en el etiquetado correcto de acuerdo con el tamaño del producto, adicional que los importadores manejarán el eco-etiquetado en los productos importados. El gobierno chino promueve el consumo verde con la implementación de dichas estrategias mediante la motivación a los clientes a elegir productos eco-amigables que estén libres de agentes contaminantes, trabajando en conjunto con las organizaciones en alcanzar los estándares del eco-diseño en para que puedan construir una fuerte CSV con las partes involucradas (SESEC, 2015).

Japón desde más temprano ha estado trabajando en los temas de eco-diseño. En 2001 gestionaron la aprobación de la ley de reciclaje de los equipos electrónicos, derivando en que el empleo de materiales contaminantes en cada dispositivo del hogar deben de ser examinados exhaustivamente para incorporar la parte del reciclado desde la fase del diseño del producto y así administrar su reproceso al final de su vida útil (Akaike, 2003). Con base en lo anterior, se propone los siguientes supuestos:

- Ha16: El eco-diseño tiene un impacto positivo en el desempeño operativo.
- Ha17: El eco-diseño tiene un impacto positivo en el desempeño económico.
- Ha18: El eco-diseño tiene un impacto positivo en el desempeño ambiental.

2.7.7 TALENTO VERDE

El talento verde (en inglés conocido como *Green Champions*) trata sobre la disposición de las personas ya sea en sus lugares de trabajo o en sus hogares realizar acciones con propósitos ecológicos y con responsabilidad con el medio ambiente.

El concepto del talento verde busca que sea a todos los niveles de las empresas, para así buscar la integración de los departamentos mediante la búsqueda de los propósitos verdes. Entre éstos están las acciones de reciclaje, manejo y reducción de desperdicios, entre otros (Brophy y Wylie, 2008). Los supuestos considerados para esta variable son los siguientes:

- Ha19: El talento verde tiene un impacto positivo en el desempeño operativo.
- Ha20: El talento verde tiene un impacto positivo en el desempeño económico.
- Ha21: El talento verde tiene un impacto positivo en el desempeño ambiental.

2.8 SELECCIÓN DE HERRAMIENTA

Ya definidas las prácticas verdes que se buscan estudiar con relación en la revisión de literatura efectuada, se encontraron seis herramientas que han sido empleadas para estudios relacionados:

- *Analytical Hierarchy Process* (AHP)
- *Analytical Network Process* (ANP)
- *Decision Making Trial and Evaluation Laboratory* (DEMATEL)
- Meta-análisis
- Modelo de ecuación estructural (SEM)

- Modelo de ecuación estructural - Mínimo de cuadrados parciales (PLS-SEM)

Las próximas sub-secciones están dedicadas al análisis del funcionamiento de cada una de ellas con el fin de justificar la considerada para la investigación.

2.8.1 *Analytical Hierarchy Process AHP*

Conocido como el análisis jerárquico de procesos, es una herramienta analítica que busca la priorización de alternativas, facilitando la toma de decisiones complejas (Saaty, 1990).

Se basa en un modelo de medición del beneficio con base en escalas predeterminadas que recae en el juicio subjetivo del nivel gerencial en las organizaciones, ya que ellos son los que aportan los datos para enriquecer la herramienta. Con base en los datos recabados, se convierten en puntuaciones para la evaluación posterior de dichas alternativas (Handfield *et al.*, 2002).

2.8.2 *Analytical Network Process (ANP)*

Siendo una evolución del AHP, el análisis de procesos de redes se encarga de satisfacer la interdependencia entre las alternativas antes de tomar una decisión. A diferencia de AHP, ANP puede manejar relaciones complejas a lo largo de niveles jerárquicos (Tseng *et al.*, 2015).

Es una teoría de medición relativa con escalas absolutas y criterios tangibles e intangibles basados en el juicio de expertos. Considerando que no todos los problemas pueden contar con una estructura jerárquica por el hecho que involucra la interacción y la dependencia de elementos mayores en una jerarquía en elementos de menor nivel; por eso ANP considera las alternativas y los criterios para agruparlos en clústers o redes, no tanto como una jerarquía (Saaty, 2004).

2.8.3 *Decision Making Trial and Evaluation Laboratory* (DEMATEL)

También pertenece a los métodos de toma de decisiones multi-criterio, teniendo como objetivo solucionar los problemas complejos grupales. Captura las relaciones contextuales entre elementos del sistema, definiendo las causas y efectos a través de un diagrama causal (Gandhi *et al.*, 2015). Fue empleado por primera vez en el *Batelle Memorial Institute*, con el objetivo de estudiar para solucionar la complejidad en un sistema que afecta a largo número de involucrados con diferentes factores y criterios de decisión (Gabus y Fontela, 1972).

DEMATEL es un método muy útil y preciso que sirve cuando no se conoce el impacto interno y/o externo al momento de tomar una decisión, considerando su nivel de importancia y complejidad; para aumentar el nivel de precisión al decidir (Aissah Mad Ali *et al.*, 2016).

2.8.4 META-ANÁLISIS

Es un método para la revisión sistemática y cuantitativo de una base de datos, dividida en varias etapas que están claramente establecidas. Aporta precisión a la revisión sistemática mediante técnicas estadísticas que sirven para el análisis de resultados obtenidos de un tema en específico (Marin, 2009).

Entre las limitaciones del meta-análisis están: la calidad que cuente cada estudio; el grado de sesgo de la publicación y en la misma elección de los artículos, así como la dificultad en la interpretación de los resultados (Gimenez, 2012).

2.8.5 MODELACIÓN DE ECUACIÓN ESTRUCTURAL-(SEM)

Conocida como SEM (*Structural Equation Modeling*), es una técnica estadística multivariada de segunda generación que tiene como objetivo la prueba de hipótesis sobre diversas relaciones a lo largo de variables no observadas y latentes. Las primeras son aquellas que son ideas abstractas y necesitan ser medidas mediante las variables latentes, conocidas como datos duros o criterios de medición (Hair *et al.*, 2014).

Uno de los objetivos principales de SEM es el de interpretar los niveles de correlación entre un grupo de variables (Suhr, 2006).

A través de modelos hipotetizados compuestos de variables latentes, se utiliza regularmente para probar una relación directa entre dos variables. Una relación directa entre una o más variables independientes y dependientes, e incluso una relación indirecta se comprueba mediante la elaboración diagramas de caminos o *path diagrams*. En la psicología se utiliza de forma frecuente para el estudio complejo de comportamientos.

Existen dos tipos de SEM: Basado en la co-varianza (***Covariance-based SEM CB-SEM***), que tiene como objetivo principal el rechazo o la confirmación de teorías que integren un número menor de variables; asumiendo que la distribución de los datos es normal. El segundo es el mínimo de cuadrados parciales (***Partial Least Squares PLS-SEM***), que permite construir modelos grandes con un número reducido de observaciones derivando en menores costos, ya que recabar la información mediante encuestas implica dinero; por lo que la flexibilidad de PLS-SEM es útil para obtener resultados certeros con un menor volumen (Caballero, 2006), adicional que es un método no-paramétrico, es decir, que asume que los datos cuentan con una distribución no normal (Hair *et al.*, 2014).

Una vez se tiene definición de las herramientas, se procede a la evaluación con el objetivo de detectar las fortalezas y debilidades de cada una de ellas, con el propósito de elegir la más adecuada para la investigación. En la Tabla 2.3, se resaltan

las características y el alcance de éstas. Para hacer una clasificación más adecuada, se consideran parámetros como: *Flexibilidad con el número de observaciones o n*, *Manejo en la distribución de los datos*; considerando que pueden ser Normales **N** o no normales **NN**, que éstas puedan ser complementarias entre ellas mismas y los objetivos de las herramientas que se detectaron dos principales: *jerarquizar*, *correlacionar*.

Tabla 2.3: Comparativo de herramientas

Herramienta	Correlación	Jerarquización	Distribución datos	Flexibilidad n	Complementarias
AHP	-	X	NE	NE	X
ANP	-	X	NE	NE	X
DEMATEL	-	X	N/NN	X	X
SEM	X	-	N/NN	-	X
PLS-SEM	X	-	NN	X	X
Meta-análisis	X	-	N/NN	X	X

Fuente: Elaboración propia

La información que proporciona la Tabla 2.3, ayuda a identificar que se descarta el meta-análisis, por el hecho que los datos que se obtienen en el proyecto serán de primera mano, considerando que el éste se encarga de captar la información de estudios previos para un posterior análisis estadístico, por lo que tiene un alcance distinto al de la presente investigación.

En el caso de ANP y AHP, al ser herramientas tan similares; se encargan principalmente de encontrar un orden con base en el grado de importancia otorgado por los expertos, solo que ANP soporta una cantidad mayor de datos que AHP. DEMATEL es una herramienta con alto grado de precisión que también forma parte de las herramientas de toma de decisiones multi-criterio, funcionando en algunos casos como herramienta complementaria con ANP y AHP para mejorar su nivel de exactitud.

Luego de hacer el análisis comparativo entre las herramientas encontradas, se determina que las cinco herramientas identificadas son muy similares y que incluso pueden crearse híbridos para incrementar la precisión al momento de seleccionar

y priorizar las prácticas verdes (Ver Masoumik *et al.* (2015b)). Dado que se busca explorar y evaluar el nivel de correlación entre las variables que son interdependientes se decide que la más adecuada para la investigación es SEM.

Cabe mencionar que SEM que cuenta con mayor flexibilidad en el número de observaciones, abarcando diferentes tipos de objetivos: ya sea investigar una población grande o una pequeña sin afectar su poder estadístico. Por lo tanto, dentro de los dos tipos de enfoques mencionados anteriormente, se escoge para el proyecto el enfoque de **PLS-SEM**, por ser un método flexible en el número de observaciones y en la distribución de los datos, adicional que cuenta con programas de uso libre y de interfaz amigable para la construcción de los modelos hipotetizados para su posterior interpretación de los resultados.

Para detallar un poco más sobre el método, se expone la definición de «modelo» en la siguiente sección, para comenzar desde un aspecto general hasta lo particular.

2.9 ¿QUÉ ES UN MODELO?

De acuerdo con Westland (2015), es una idea teórica o constructo que hace representación de algo, mismo que se integra de un conjunto de variables y de relaciones cuantificables y lógicas. Dichos modelos son componente clave en la inferencia científica y en la deducción.

2.9.1 MÍNIMO DE CUADRADOS PARCIALES (PLS)

Conocido como *Partial Least Squares* (PLS), es una alternativa analítica para escenarios en dónde la teoría no es muy fuerte y las variables disponibles no forman un modelo de forma rigurosa. Desarrollado en los años 60 por Wold, en el cuál se construyen «modelos de camino» o *path models* se considera un tipo de enfoque más

general, comparado con el mismo SEM (Garson, 2016). Se conoce también como «modelación suave» o *soft modeling*, y ha despertado en los últimos años el interés de los investigadores por su aplicación en diversas ramas (GSU, 1996); desde la mercadotecnia, medicina, ingeniería, ciencias ambientales y sociales (Hair, 2017).

Se conoce como modelación suave ya que es una técnica que es menos estricta con la manera de la distribución de los datos (Monecke y F., 2012). Otro beneficio considerado en la selección de la técnica radica en la cantidad de información que se tiene para su procesamiento; ya que para la construcción de modelos con pocas observaciones en dónde se cuenta con menor cantidad de soporte teórico, se recomienda la utilización de PLS (Ringle *et al.*, 2014).

El método PLS-SEM es el preferido para cuando el objetivo de la investigación radica en el desarrollo de teoría o incluso la predicción a través de la medición de variables (Hair *et al.*, 2011).

PLS-SEM se centra primordialmente en determinar la **relación causal** entre las variables a establecer (Fernández, 2004). Se compone generalmente de variables dependientes e independientes, siendo las primeras que están sujetas a lo que suceden con las variables independientes; siendo las segundas las que pueden modificar el valor de una variable dependiente.

Es un método de procesamiento de datos no-paramétricos; es decir, que no cuentan con una distribución normal. Esto se determina mediante dos coeficientes relacionados con la curva de la distribución: la curtosis y la asimetría. De acuerdo con Hair *et al.* (2014), las características de éstos son las siguientes:

- **Curtosis:** Es una medida que ayuda a determinar ya sea si la distribución forma un «pico», es decir que sea muy estrecha con la mayoría de las respuestas en el centro de la curva, o bien muy aplanada, donde los datos se distribuyen en un espacio muy ancho. Para determinar en qué nivel se encuentra la curtosis, valores mayores a +1, señalan que la distribución está en forma de pico; por

el contrario con valores de -1, se concluye que la curva es muy plana.

- **Asimetría:** Indica si la distribución de las variables es simétrica. Si éstas cuentan con una tendencia hacia la derecha o a la izquierda de la curva, se considera asimétrica. Los valores referencia para este indicador señalan que si son mayores que +1 o menores que -1, apuntan a que existe asimetría.

Ya contando con la definición de PLS-SEM y para qué sirve en términos generales, se señalan los pasos a realizar para la construcción del mismo:

2.9.2 FUNCIONAMIENTO DE PLS-SEM

Para comprender más a fondo cómo funciona la herramienta, con base en los pasos establecidos por Hair *et al.* (2014), se resume el proceso en seis pasos para simplificar la construcción de un modelo PLS-SEM, representado en la Figura 2.7:

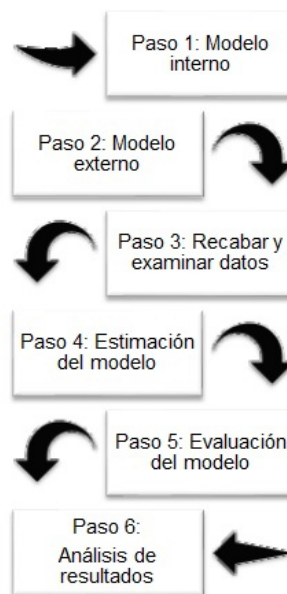


Figura 2.7: Pasos a seguir para la construcción de un modelo PLS-SEM

Fuente: Elaboración propia

2.9.2.1 PASO 1: MODELO INTERNO

La preparación del modelo interno, o también conocido como estructural, consiste en establecer, mediante los diagramas de caminos cuál es la relación a investigar soportadas por las pruebas de hipótesis. Dependiendo del número de variables latentes, así como del objetivo de la investigación, se pueden formular las pruebas deseadas para su posterior comprobación. Como se mencionó previamente, las variables latentes se identifican mediante los círculos al momento de armar el diagrama.

Es de suma relevancia considerar dos aspectos al momento de construir el modelo interno, ya que es la base central de la comprobación de la teoría mediante las hipótesis:

- La secuencia en la cuál están colocados los constructos o ideas abstractas y,
- la relación que exista entre ellos.

Tomando como base el proyecto en curso, en la Figura 2.8 se establece el ejemplo de un modelo interno de tres constructos: **Prácticas Verdes**, **Desempeño Ambiental** y **Desempeño Económico**. Cabe destacar que pueden emplearse variables dependientes e independientes. En este caso la variable Prácticas Verdes funciona como independiente, cuando Desempeño Ambiental y Desempeño Económico son dependientes.

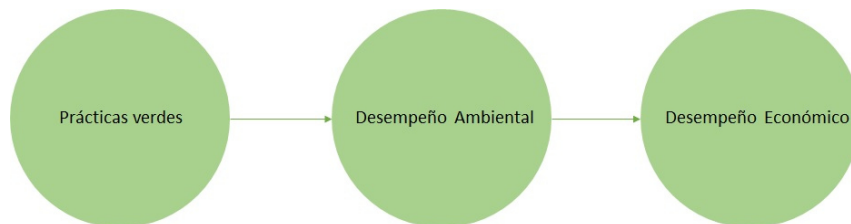


Figura 2.8: Ejemplo de un modelo interno en PLS

Fuente: Elaboración propia

Se debe determinar qué tipo de relación se está manejando en el modelo; si se trata de uno modelo formativo o uno reflectivo ya que se realizan distintas evalua-

ciones para cada uno de ellos. A continuación se detallan las características de los mismos, basado en Garson (2016):

- **Modelo reflexivo:** Los indicadores son representativos del constructo. También conocidos como «Modelos A». Se asume que la variable es una realidad y que los indicadores son muestras que la soportan. Dentro del diagrama de caminos, las flechas salen desde el constructo hacia los indicadores.
- **Modelo formativo:** En este tipo, la variable latente o constructo se compone de indicadores. Al momento de construir el diagrama de caminos los indicadores están marcados con una flecha hacia la variable latente. Conocidos como «Modelos B».

En la Figura 2.9 se muestra la diferencia entre un modelo formativo y un reflexivo.

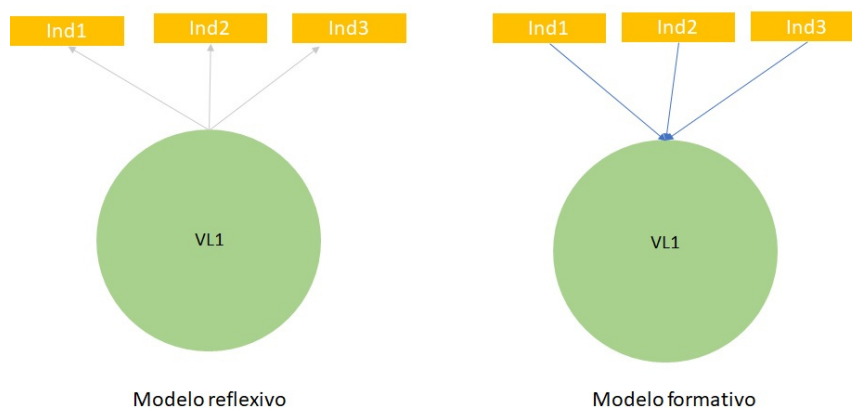


Figura 2.9: Ilustración de modelo reflexivo y modelo formativo

Fuente: Basada en Garson (2016)

2.9.2.2 PASO 2: MODELO EXTERNO

Una vez establecido el paso anterior, se procede a construir el modelo externo, en el cuál se agregan los indicadores o variables observadas para determinar la relación que representan entre ellas.

En la Figura 2.10 se adjunta el modelo del paso 1 pero ya con los indicadores que lo convierten en un modelo externo. En el ejemplo se mide un modelo con ítems múltiples (3 por constructo), representándose mediante cuadrados; utilizando el número de indicadores necesarios para explicar el constructo.

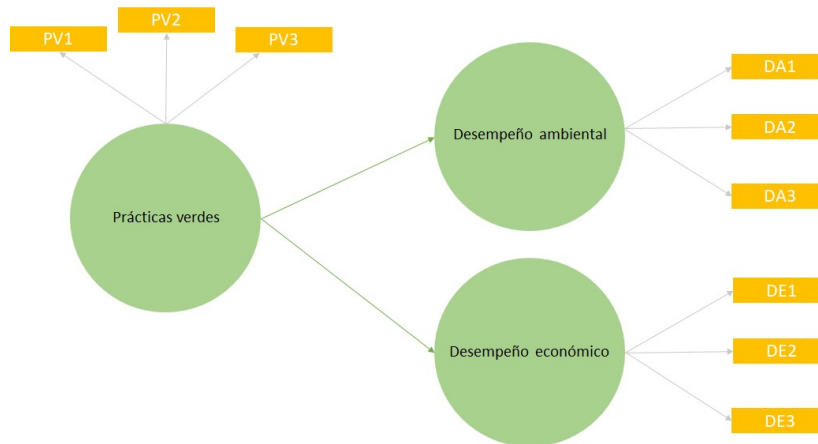


Figura 2.10: Ejemplo de un modelo externo en PLS

Fuente: Elaboración propia

2.9.2.3 PASO 3: RECABAR Y EXAMINAR DATOS

Para esta fase, se tiene que recabar información cuantitativa de forma natural, es decir, sin ningún manejo previo de los datos obtenidos, para ser procesada al momento de la estimación del modelo. Uno de los métodos más utilizados es la encuesta, ya que cuenta con una capacidad de procesar una mayor cantidad de datos de forma estándar. La construcción de las preguntas y las escalas dentro de la medición dependerá del objetivo de la investigación.

Existen tres factores esenciales a considerar al momento de realizar este paso:

1. **Datos perdidos** (*missing values*): Son aquellos que no fueron contestados por el encuestado por una u otra razón. Si excede el número en un 15 %, se debe de remover la observación completa. Tomar esa decisión también dependerá de

la proporción de los datos perdidos relacionados con el total de observaciones recabadas.

2. **Valores atípicos (*outliers*):** Son las respuestas extremas a una o a todas las preguntas. Se deben de identificar para después tomar una decisión sobre qué hacer con ellos. De acuerdo con el criterio del investigador, puede decidir removerlos en caso de que sean muy pocos, o analizarlos como un grupo aparte, en caso de que la cantidad de estos valores atípicos sean más.
3. **Distribución de los datos:** Aunque PLS-SEM es una herramienta para tratar con datos que tengan una distribución no-normal, es relevante revisar que los indicadores de la distribución de los datos como la curtosis y asimetría, no obtengan valores extremos.

2.9.2.4 PASO 4: ESTIMACIÓN DEL MODELO

En esta etapa es en donde se aplica el algoritmo PLS-SEM. El objetivo del algoritmo radica en estimar los coeficientes de camino y otros indicadores que sirven para maximizar la varianza explicada del constructo dependiente; es decir, determina en qué porcentaje una variable independiente explica una dependiente.

En el siguiente ejemplo se ilustra el mismo modelo mostrado previamente pero indicando los coeficientes que van a resultar una vez se corra el algoritmo, están las variables latentes o **VL**, con los indicadores o **Ind** y los niveles de relación **Rel**. Se muestra en la Figura 2.11.

Los parámetros indicados en la figura anterior son desconocidos para el algoritmo, por lo que para realizar la estimación se basa en datos que conoce para cada variable. Una vez calculados los puntajes de cada uno, éstos se utilizan en el algoritmo para determinar un modelo de regresión dentro del de caminos; esto con el objeto de establecer la relación entre las variables dependientes y las independientes. Primero se realiza el análisis de regresión para del modelo interno y luego de las va-



Figura 2.11: Coeficientes dentro de un modelo PLS-SEM

Fuente: Elaboración propia

riables integrantes del externo. Como resultado, se tendrá el coeficiente que marque la relación entre cada una de las variables citadas previamente.

2.9.2.5 PASO 5: EVALUACIÓN DEL MODELO

Los resultados que arroje el modelo con base en el paso anterior, se complementan con los coeficientes que exige para el modelo externo e interno para su posterior evaluación.

Para un modelo **interno** se consideran los siguientes coeficientes, de acuerdo con Ringle *et al.* (2014):

- **Coefficientes de determinación (R^2):** Es una de las medidas más comunes para evaluar el modelo interno. Representa los efectos combinados de las variables latentes independientes con el de las dependientes. También conocido como de Pearson, evalúa la cantidad de las varianzas de las variables dependientes que son explicadas por el modelo interno. Dentro de los parámetros aceptables se sugiere que si equivale al 2% cuenta con un efecto pequeño, si tiene un 13% es mediano y si llega al 26% es significativo. Los rangos de R^2 van de 0 a 1 y se centra primordialmente en medir la exactitud de predicción

del modelo; que es la correlación al cuadrado entre una variable dependiente y sus valores predichos.

- **De relevancia predictiva (Q^2):** O de Stone-Geisser. Mediante este coeficiente se cumplen las características de PLS como un modelo predictivo, ya que evalúa el nivel de exactitud al ser ajustado. Como su nombre lo indica, se refiere a la relevancia predictiva que tenga el mismo. Siendo un parámetro para el modelo interno, valores de Q^2 mayores a cero dentro de una variable latente dependiente en un modelo reflexivo, señala que hay un nivel de importancia en la predicción para esa variable en particular.
- Efecto de tamaño ***Effect size*** f^2 : O indicador de Cohen, evalúa en qué proporción una variable es útil para el modelo. Los rangos para interpretación oscilan en 0.02 para efecto pequeño, 0.15 mediano y 0.35 grande. Es una medida cuantitativa que mide la fuerza o el efecto de una variable. Tiene una alta relación con el coeficiente de determinación ya que se determina cuando una variable independiente es omitida por una u otra razón, midiendo el efecto que tiene en la dependiente.
- ***Bootstrapping***: Tiene como objetivo revisar el nivel de significancia entre las correlaciones establecidas en el modelo mediante los valores t, ó *t-values*. Valores iguales o mayores a 1.96 indican una fuerte correlación (con un intervalo de confianza del 95 %). También conocido como una técnica de re-muestreo dentro del algoritmo de PLS, se genera a través de un número de *sub-muestras* que se producen basadas en la original, que ayuda a la estimación de t (o *t-value*), para la evaluación de la significancia (representado por el valor p, *p-value*) de las correlaciones de los modelos internos y las regresiones de los modelos externos (Ringle *et al.*, 2014).
- **Coefficientes de caminos:** Se enfoca en evaluar las relaciones causales entre las variables del modelo. El rango de los valores que indican si son aceptables o no dependerá de la interpretación y el objetivo del estudio.

En el caso de la evaluación del modelo **externo**, ya agregando los indicadores a las variables latentes, se consideran los siguientes parámetros para su evaluación, también de acuerdo con Ringle *et al.* (2014):

- **Promedio de Varianza Extraída:** AVE por sus siglas en inglés -*Average Variance Extracted*- es un indicador que señala el nivel de explicación entre una variable independiente y una variable dependiente. De acuerdo con el criterio de *Fornell y Larcker* señala que los valores del AVE en los que se considera que la variable se explica de forma significativa deben de ser mayores del 0.5 o el 50%; indicando que dicha variable explica las otras variables en ese porcentaje.
- **Validez convergente/*convergent validity*** a través de AVE: Consiste en comparar las raíces cuadradas de los valores que arrojan AVE para cada variable junto con lo que arroje R^2 entre las variables latentes. El resultado de las raíces cuadradas de las AVE deben de ser mayores que las relaciones entre las variables para considerarse como aceptables.
- **Validez discriminante:** Ayuda a identificar cuál variable es realmente distinta de otras, dependiendo del nivel de correlación y cuántos indicadores la compongan. Sirve para señalar si la variable es única y no se está repitiendo o es similar con otras que integran el modelo.
- **Fiabilidad Compuesta:** es un indicador de medición interna del modelo, ayuda a identificar si las respuestas obtenidas son confiables. Se consideran valores aceptables que oscilen entre 0.60 y 0.70 (Bernardes y Da Silva, 2016).
- **Coefficiente Alfa de Cronbach:** Sirve para estimar la confiabilidad de un instrumento de medición compuesto de ítems que van a medir una variable o constructo, los valores recomendados para considerarse como aceptables oscilan de 0.70 en adelante (Frias-Navarro, 2006).

2.9.2.6 PASO 6: ANÁLISIS DE RESULTADOS

Ya contando con los coeficientes para determinar la confiabilidad de las variables, se procede al análisis del modelo. Adicional a los coeficientes expuestos previamente, se debe de considerar su evaluación y análisis los siguientes puntos:

1. **Evaluar el nivel de colinealidad:** También conocida como multi-colinealidad, se refiere a que dos variables independientes cuenten con un alto nivel de correlación. Este problema surge en modelos formativos y no reflectivos (Garson, 2016).
2. **Evaluar los coeficientes de caminos del modelo interno:** Son los niveles de correlación entre cada una de las variables del modelo, representando la relación hipotetizada. Tienen valores estandarizados entre -1 y +1. Entre más cerca estén al +1 aumenta el nivel de relación positiva y viceversa para los coeficientes negativos. Se vuelven más débiles las relaciones conforme se acercan a 0, derivando en una relación no relevante.

2.10 CONCLUSIONES

Lo expuesto a lo largo de este capítulo, ha permitido ampliar la visión sobre cómo las prácticas verdes y la CS van estrechamente relacionadas. Se realizó una comparación de las diferentes herramientas encontradas a lo largo de la revisión de la literatura, descartando a aquellas que no tenían como objetivo buscar una correlación entre variables, que es el objetivo del proyecto. Para la designación de variables, a su vez se hizo una clasificación de las encontradas en el periodo de 2003-2018 para determinar cuáles eran las más utilizadas y que tampoco fueran tan generales, para así establecer indicadores con mayor especificación.

Invariablemente, los retos para la implementación de prácticas verdes son numerosos y tienen que ser abordados de una forma distinta al trato que se tiene con empresas grandes y de mayor renombre. En el caso de las PyMEs, su impacto al medio ambiente de forma individual puede resultar pequeño, pero si se es en forma conjunta el impacto es grave para la gente y el medio ambiente (Denegri de Dios y Peña, 2011). Lo anterior se menciona ya que las PyMEs estarán involucradas en la investigación. Una de las barreras más significativas para la adopción de prácticas sustentables es el costo de la innovación verde para este tipo de empresas (Bourguignon, 2016).

La investigación se dirige también a empresas PyMEs, ya que en el caso de las PyMEs, conforman un sector que económicamente representa una gran proporción a nivel nacional, generando aproximadamente el 80 % del empleo en el país (Forbes, 2018), adicional a que a diferencia de las empresas grandes y de talla internacional; carecen de la cultura y la formación en la organización para ser conscientes y responsables con el medio ambiente; adicional a que carecen de estandarización en sus procesos y que se tiene una idea que implementar prácticas verdes en este tipo de empresas disminuye la rentabilidad.

Existen áreas de oportunidad para la creación de un estudio que otorgue tal visión en México, considerando que los resultados indican que la mayoría de los estudios se efectúan en países asiáticos y europeos que ya han implementado estrategias a favor de las prácticas verdes; teniendo en mente que los beneficios a lograr son de índole económica y a su vez ambiental. En el capítulo se desarrolla la metodología considerada para la evaluación de las prácticas verdes ya mencionadas con el desempeño a nivel ambiental, operativo y económico.

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA

En este capítulo, se indican los pasos que se llevan a cabo representados en la Figura 3.1, para determinar el nivel de relación de las prácticas verdes con el desempeño en las organizaciones. Se compone de cuatro etapas principales con sus actividades a realizar en cada una. Como visto en el capítulo anterior, la parte que involucra la construcción del modelo PLS-SEM se basa en el libro de (Hair *et al.*, 2014).

La primera etapa se enfoca en la estructura el modelo. Se seleccionan las variables que permiten definir el nivel de relación, mediante la revisión de la literatura y la selección de la herramienta. En la etapa dos, se diseña el instrumento de medición. En la tres se procede a desarrollar el modelo con las variables seleccionadas y sus pruebas de hipótesis. La cuarta etapa es en la que se crea el instrumento de medición y los parámetros a considerar para seleccionar la muestra de estudio. En la última se enfoca en el análisis de resultados a partir de los datos recabados.



Figura 3.1: Metodología de la investigación

Fuente: Elaboración propia

3.1 ETAPA UNO: ESTRUCTURA DEL MODELO

3.1.1 DEFINICIÓN DE VARIABLES

Con base en el capítulo 2, se seleccionan las prácticas verdes con base en la revisión de la literatura efectuada previamente, teniendo como características que sean prácticas verdes, que tengan una relación con la CS y que tengan una frecuencia mayor en la búsqueda realizada. Las variables seleccionadas constituyen el modelo, que relaciona variables independientes y dependientes. Las pruebas de

hipótesis que se mencionan en el capítulo de revisión de literatura, sustentan la creación del modelo.

Dentro de la definición de las variables, se clasifican en dos tipos: latentes o manifiestas. Una variable latente es una idea abstractas que por sí sola no puede ser medida, ya que no existen datos cuantitativos que la respalden. Para ser medida se tiene que agregar la variable manifiesta, o indicador; que se soporta en los criterios que son necesarios para la medición de la latente. Los datos numéricos que componen los indicadores salen de la información recabada mediante la aplicación del instrumento de medición elegido.

La Figura 3.2 expone el ejemplo de un modelo tradicional con variables latentes y manifiestas:

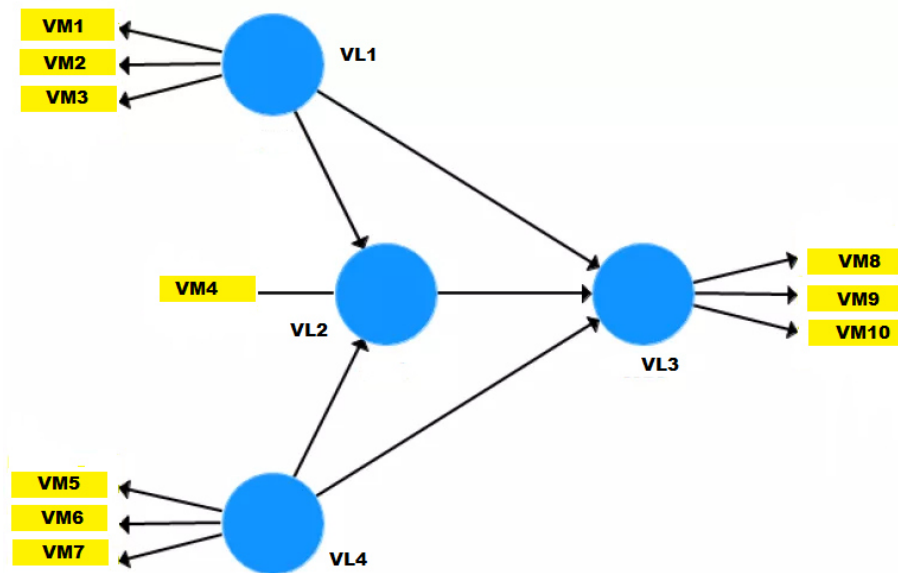


Figura 3.2: Identificación de variables latentes y manifiestas

Fuente: Basado en (Hair, 2017)

En la investigación, las prácticas verdes que integran el modelo, resultado de la búsqueda en la revisión de literatura se clasifican en un principio en independientes o dependientes. Dado que el objetivo de la investigación se centra en evaluar las prácticas verdes, éstas se asignan como variables independientes ya que el comportamiento que tengan va a influir en las dependientes. El desempeño económico,

ambiental y operativo se designan como dependientes, considerando que se busca revisar qué tanta injerencia tienen las variables independientes. Una vez definiendo ambos tipos de variables, se asignan los indicadores que van a medirlas. En la Tabla 3.1 se mencionan cuáles son los seleccionados.

Tabla 3.1: Variables latentes independientes

VARIABLES LATENTES INDEPENDIENTES	PARÁMETROS
Logística inversa (LI)	Reciclaje y/o proceso de productos, colaboración en la CS
Ecodiseño (ED)	Utilización de materias primas reciclables, empaques reciclables
Transporte verde (TV)	Control de emisiones, uso de energías alternativas
Logística verde (LV)	Manejo de desperdicios, distribución con propósito verde
Abastecimiento verde (AV)	Planeación de compras con perspectiva de reciclaje, certificaciones ambientales
Tecnologías de la información verdes (TIV)	Ahorro de energía, gestión ambiental
Talento verde (TaV)	Compromiso a nivel directivo, programas medioambientales

Fuente: Elaboración propia

Para las variables latentes dependientes, los parámetros que se consideran están en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2: Variables latentes dependientes

VARIABLES LATENTES DEPENDIENTES	PARÁMETROS
Desempeño operativo (DO)	Calidad de productos, uso de capacidad de planta, disminución de 'scrap'
Desempeño económico (DE)	Compra de materiales, consumo de energía, tratamiento de desperdicios
Desempeño ambiental (DA)	Control de emisiones, manejo de desperdicios, postura ambiental

Fuente: Elaboración propia

Para la elaboración del modelo, se considera una simbología que es representativa de los diagramas de senderos. Las variables latentes se identifican mediante por un círculo y las variables manifiestas utilizan cuadrados. La conexión que se realiza en estos diagramas es a través de las flechas, mismas que siempre van en una sola dirección, ya que se habla de una relación que predice el comportamiento de las

variables involucradas, soportada por fuerte teoría. También este tipo de relación se conoce como causal (Hair *et al.*, 2014).

3.1.2 DESARROLLO DE MODELO

Ya definidas las variables se procede a la construcción del modelo. De acuerdo con Hair *et al.* (2014), un modelo PLS se integra de dos fases:

1. **Modelo interno:** También conocido como estructural, comprende los constructos que están en círculos. Adicional, expone la relación entre los mismos. Las prácticas verdes constituyen el siguiente modelo interno acompañadas del desempeño económico, operativo y ambiental, esto para confirmar cuáles son las pruebas de hipótesis a comprobar, ilustrado en la Figura 3.3.

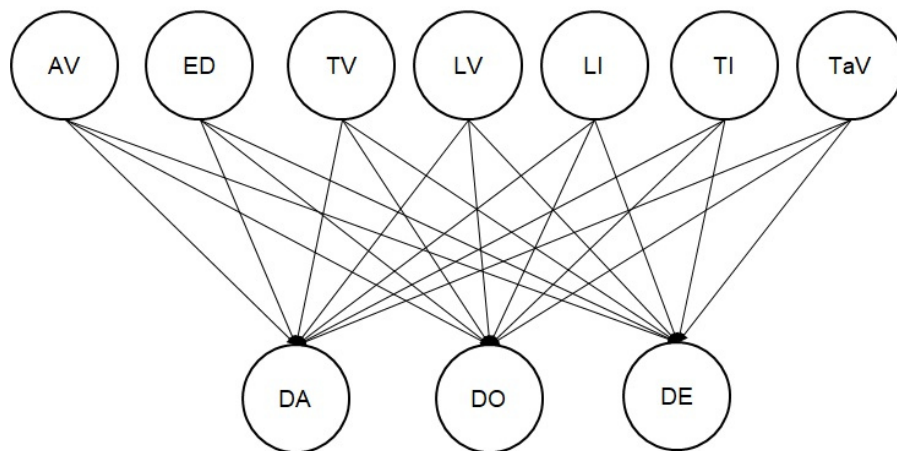


Figura 3.3: Modelo interno utilizado

Fuente: Elaboración propia

2. **Modelo externo:** O de medición; en donde se muestra la relación de los constructos más los indicadores, siendo éstos señalados mediante cuadrados. En este caso los indicadores fueron mencionados en el paso anterior, que son los parámetros que definen las prácticas verdes. Ya construido el modelo con

las variables indicadores se ve del siguiente modo, representado en la Figura 3.4.

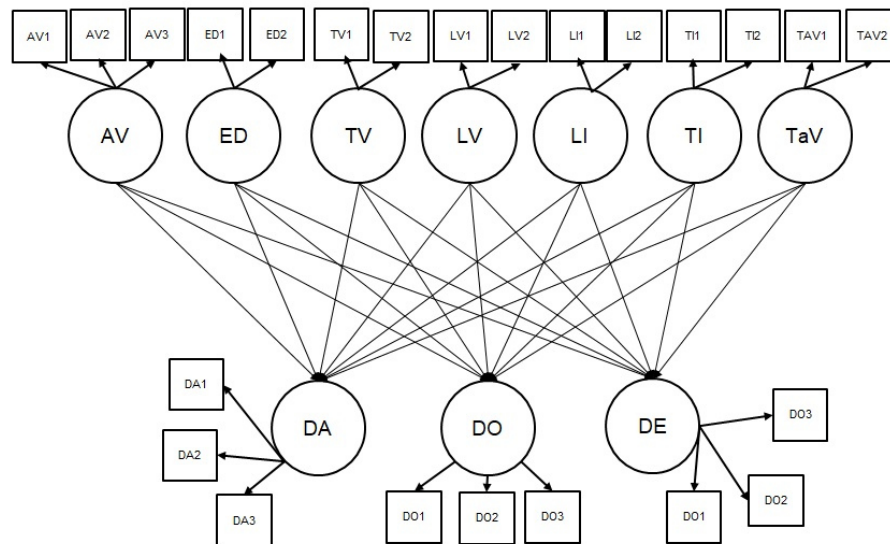


Figura 3.4: Modelo externo utilizado

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 3.4 se observan quince indicadores en total para las siete variables independientes **AV,ED,TV,TIV,TaV,LI,LV** y nueve para las tres dependientes **DA, DO y DE**. Basándonos en las Tablas 3.1 y 3.2, es necesario conocer lo que va a medir las prácticas verdes tanto como **DA, DO y DE** para que las preguntas que forman parte del instrumento de medición vayan enfocadas a ello.

Adicional del modelo de la Figura 3.4, se construye un escenario alternativo en donde las variables independientes se integran en un sola variable denominada PV o prácticas verdes. Esto con el objetivo de identificar desde otra estructura cuáles son los valores preliminares que arroja el modelo para su posterior evaluación.

Al igual que en el primer escenario, se formulan tres pruebas de hipótesis a diferencia del primer escenario, dado que se englobaron las prácticas verdes en una sola idea. Se listan a continuación:

- Ha1: Las prácticas verdes tienen un impacto positivo en el desempeño ambien-

tal.

- Ha2: Las prácticas verdes tienen un impacto positivo en el desempeño económico.
- Ha3: Las prácticas verdes tienen un impacto positivo en el desempeño operativo.

Una vez formuladas, se procede a la construcción del segundo escenario mostrado por la Figura 3.5.

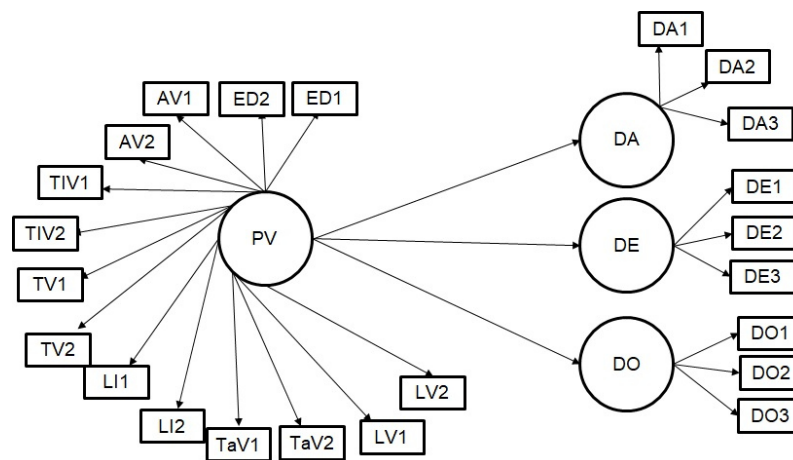


Figura 3.5: Segundo escenario

Fuente: Elaboración propia

En el escenario de la Figura 3.5, a diferencia del primero se aprecia que los 15 indicadores que estaban a lo largo de las 7 prácticas verdes **AV,ED,TV,TIV,TaV,LI,LV** ahora forman parte de 1 variable independiente identificada como **PV**. Los 9 indicadores permanecen con las 3 variables dependientes **DO, DA** y **DE**.

3.2 ETAPA DOS: INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

La confiabilidad, validez y objetividad son los tres requisitos principales con los cuáles debe de cumplir el instrumento de medición a utilizar (Torres-Salazar *et al.*, 2016).

Entre los diversos métodos de recolección de datos se escoge la encuesta, ya que diversos trabajos relacionados se basaron en este tipo de instrumento obteniendo los resultados deseados; además que es un instrumento altamente adaptable con base en los requerimientos que la investigación necesita satisfacer, además, resulta muy flexible para el procesamiento estandarizado de un número considerable de datos.

Para el diseño de la encuesta, se siguieron los pasos indicados por (Hernández *et al.*, 2014):

3.2.1 SELECCIÓN DE VARIABLES

Basado en la etapa uno, las prácticas verdes que resultan seleccionadas de la revisión de la literatura se determinan como las variables para su medición a través del instrumento a elegir.

Es importante considerar los siguientes aspectos para la correcta formulación de variables, de acuerdo con Kirkwood (2013):

1. Utilizar pronombres o frases para representar las variables, en lugar de verbos.
2. Asegurar que la definición de la variable aclare cuál es la dirección que toma ésta.
3. Emplear variables que tengan un carácter positivo hace que sea más claro al momento de construir el modelo.
4. Las relaciones causales implican una dirección de causalidad y no una secuencia de tiempo. Es decir que, un elemento positivo que va de una variable A a una B no implica que primero ocurre A y luego B, sino que cuando A aumenta, a su vez lo hace B.

3.2.2 REDEFINIR LO FUNDAMENTAL

En esta fase, a partir de las variables seleccionadas en la anterior, se evalúa la permanencia o modificación de las variables de investigación; el lugar y el objetivo de la recabación de la información y si las características de la población objetivo ayudan a obtener la información necesaria.

3.2.3 TOMA DE DECISIONES

De acuerdo con (Hernández *et al.*, 2014), se toma una decisión con base en el instrumento de medición a utilizar:

- Emplear un instrumento de medición ya construido,
- adaptarlo u,
- optar por uno nuevo.

Se decide emplear un instrumento ya hecho y validado con base en los trabajos de (Zhu *et al.*, 2008a; Green *et al.*, 2012) realizando adaptaciones del cuestionario al agregar la variable latente independiente «talento verde» con sus respectivos indicadores, propuesta por (Torres-Salazar *et al.*, 2016).

3.2.4 CONSTRUCCIÓN DEL INSTRUMENTO

El instrumento a utilizar para conocer el estado actual de las prácticas verdes en México se compone de dieciocho preguntas y se divide en dos partes; la primera se integra de estadísticos descriptivos para un escenario general y la segunda son los cuestionamientos relacionados con respecto a la implementación de prácticas verdes, a través de los criterios establecidos como indicadores. Para procesar las respuestas

de forma estandarizada y disminuir el nivel de subjetividad del encuestado, se eligen reactivos cerrados.

La medición del instrumento se respalda con la escala de actitudes de likert con escala de cinco puntos para procesar los resultados de forma estandarizada.

3.2.5 PRUEBA PILOTO Y VALIDACIÓN

Una vez se construye el instrumento, se debe emplear el coeficiente ya sea el Alfa de Cronbach u otro de validación para la prueba piloto. De acuerdo con (Gliem y Gliem, 2003), si los valores que arroja la prueba oscilan entre 0.7 y 0.9, se considera aceptable el nivel de confiabilidad del instrumento; de lo contrario, si son mayores a 0.5 y 0.6, es mandatorio realizar ajustes necesarios hasta lograr valores aceptables y continuar con el siguiente paso.

3.3 ETAPA TRES: APLICACIÓN DE INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

Una vez se construye el instrumento, se procede a su aplicación en la población objetivo. Para determinar qué tipo de población se elige para el estudio, se consideran los siguientes factores:

3.3.1 MUESTRA

De acuerdo con la revisión de literatura, la regla de aprobación para construir el modelo con muestras pequeñas es de diez casos por cada constructo. Así lo dijeron los siguientes autores de acuerdo con la Tabla 3.3.

Tabla 3.3: Mínimo de número de observaciones a emplear en PLS-SEM

Autor	Comentarios
(Barclay <i>et al.</i> , 1995)	Establecen el mínimo de observaciones debe de ser al menos diez veces más que las variables del modelo interno dirigidas a un constructo particular.
(Goodhue <i>et al.</i> , 2006)	De acuerdo con otros autores, sugieren que el heurístico de «diez veces» o incluso «cinco veces» se considera como el mínimo de observaciones necesarias que cuentan con un poder suficiente para la detección de relaciones en el análisis de PLS.
(F. Hair Jr <i>et al.</i> , 2014)	Citan que el mínimo de observaciones a emplear en un modelo PLS debe de ser el equivalente a diez veces más de los indicadores formativos utilizados para medir un constructo.

Fuente: Elaboración propia

A su vez, se consideran los siguientes parámetros para la selección de la población a realizar la encuesta:

- **Sector empresarial:** Ya que la investigación se dirige al sector empresarial, se busca que los encuestados pertenezcan al ramo manufacturero y del sector servicios.
- **Puesto en la compañía:** Las personas que contesten la encuesta tienen un puesto estratégico y/o de nivel operativo y que tenga afinidad con la CS.
- **Experiencia:** Se considera que tenga una experiencia necesaria de entre 1-5 años o más en la compañía en áreas relacionadas con la CS.
- **Número de Empleados:** Con base en lo establecido por INEGI (2014), se consideran empresas que cuentan entre 11 y 250 empleados para abarcar empresas PyMEs y grandes.
- **Área geográfica:** Se seleccionan empresas que están establecidas a lo largo de la República Mexicana.

3.4 ETAPA CUATRO: ANÁLISIS

Ya definidos los dos escenarios, se procede a aplicar el instrumento de medición por el tiempo que el investigador considere suficiente para recabar las muestras esperadas, para procesarlas en el software estadístico para el análisis de resultados. Se elige *SMART PLS 3.0* ya que está diseñado para construir modelos PLS-SEM de distintos tamaños y complejidades, adicional a que cuenta con una interfaz que resulta amigable para el investigador.

El análisis de resultados de acuerdo con lo expuesto en el capítulo 2, debe de contener los siguientes coeficientes:

Para los dos escenarios, se determinan los coeficientes mencionados en el capítulo anterior:

Primeramente se evalúa el modelo interno o estructural a través de los siguientes:

1. **Fiabilidad compuesta**,
2. **Validez convergente**/*convergent validity* a través del Promedio de Varianza Extraída (AVE),
3. **Validez discriminante**,
4. **T-Values** a través del *Bootstrapping* o técnica de remuestreo.

Posteriormente se procede a evaluar el modelo externo o de medida, agregando los siguientes valores:

- Coeficientes de determinación (R^2),
- coeficiente de relevancia predictiva (Q^2),

- el tamaño de efecto de una variable ó *Effect size* (f^2).

Una vez obtenidos, se procede a la interpretación de los mismos para así identificar cuáles son las prácticas verdes que tienen un mayor impacto en el desempeño ambiental, económico y operativo. Por último, los resultados de la investigación se simplifican y se entregan a través de un reporte ejecutivo y académico que sea de gran utilidad para las profesionales y/o practicantes del medio, conteniendo tendencias y sugerencias con base en lo revisado a lo largo del proyecto, que sean de fácil identificación y aplicación (Hernández *et al.*, 2014).

3.5 CONCLUSIONES

A lo largo de este capítulo se revisan los pasos de forma detallada para la construcción del proyecto. La metodología se compone de cuatro pasos principales que abarcan desde la estructura del modelo, incluyendo el modelo interno y externo con las prácticas verdes y los indicadores que van a medir su impacto. Luego se procede al diseño del instrumento de medición, en el cuál se vuelven a analizar las variables seleccionadas para determinar si se modifican o se eliminan. Se elige la encuesta ya que puede procesar respuestas de forma estandarizada, complementándola con reactivos cerrados para mitigar cualquier nivel de subjetividad que pueda presentarse. Una vez se diseña el instrumento, se define la población a la cual se le aplica. Se consideran cuatro factores principales para investigar la población: experiencia del encuestado, puesto en el que labora, sector de la empresa, su tamaño y el área geográfica. En la última etapa se procesan los datos en una matriz calificando las escalas obtenidas del 1 al 5 por la escala de 5 puntos de likert, para su posterior análisis; tanto para el primer como para el segundo escenario.

En el capítulo 4 se muestra el desarrollo de la experimentación realizada con los resultados encontrados para su análisis y posteriores recomendaciones finales.

CAPÍTULO 4

DESARROLLO Y ANÁLISIS

Con base en lo citado en el capítulo 3, en éste se detalla el desarrollo y análisis del proyecto y los resultados obtenidos. Se divide en dos secciones: los estadísticos descriptivos, en donde se mencionan las características de la muestra a la cuál se le aplicó el estudio para una mayor visualización y el análisis proveniente de las preguntas relacionadas con las prácticas verdes y el desempeño dentro de las organizaciones, presentando los resultados que dan validez al modelo y sus niveles de correlación de cada variable considerada.

4.1 MUESTRA

Para determinar la muestra se consideró la regla de aceptación citada en el capítulo 2 en la Tabla 3.3. Como mínimo se aceptarían 30 observaciones para considerar el modelo como aceptable, considerando que la mayor cantidad de indicadores por variable es de tres. Se recabaron en total 43 encuestas de empresas que pertenecen al sector manufacturero y servicios en cuatro estados del país: Nuevo León, Estado de México, Guanajuato y Ciudad de México.

4.2 CUESTIONARIO

El cuestionario se compone de 18 preguntas; mismo que se respondió vía electrónica a través de una plataforma virtual.

4.3 ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS

La primera parte de la encuesta se construye con el objetivo de obtener información general que ayude a comprender la población objetivo para un análisis con mayor nivel de precisión. Se obtuvo del total de encuestados una tasa de respuesta de 60.27 %. El tiempo promedio para completar la encuesta fue de aproximadamente siete minutos.

De forma gráfica se describen las características de la población. Se adicionaron factores como género, último grado de estudios, si las empresas en las que trabajan exportan sus productos y/o servicios, ésto con el objeto de tener un panorama más específico de la población estudiada.

- Personas encuestadas

Del total de personas encuestadas el 53.66 % son del género masculino y el 46.34 % pertenecen al género femenino. Se ilustra gráficamente en la Figura 4.1.

- Último grado de estudios

En esta rúbrica, los porcentajes indican lo siguiente, representados en la Figura 4.2.

- 76.74 % concluyeron la licenciatura/ingeniería,
- seguidos por un 18.60 % que tienen como último grado el posgrado,



Figura 4.1: Porcentaje de personas encuestadas por género

Fuente: Elaboración propia

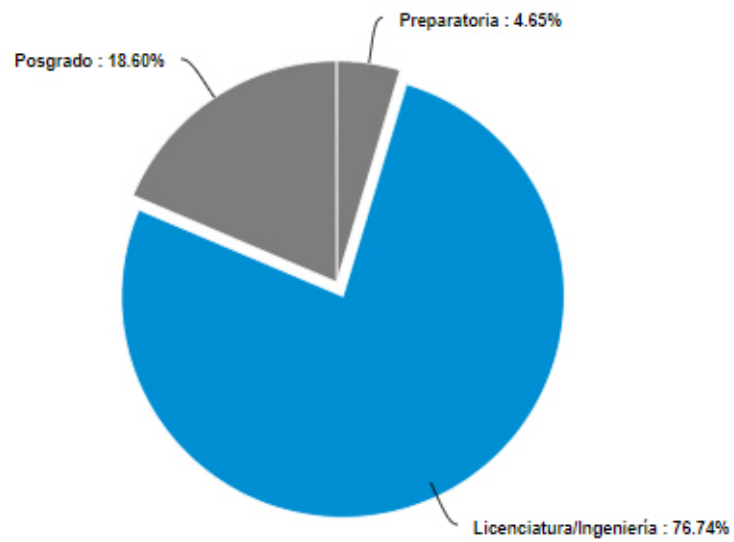


Figura 4.2: Último grado de estudios

Fuente: Elaboración propia

- y 4.65 % concluyeron la preparatoria.

■ Localidades

Los estados que fueron partícipes del estudio fueron las siguientes, seguidos con el respectivo porcentaje de participación, graficados en la Figura 4.3.

- Nuevo León lideró el estudio con un 80.95 %, con 35 respuestas;
- Estado de México lo siguió con un 9.52 %, con 4 respuestas;
- Ciudad de México se obtuvo un 7.14 %, con 3 respuestas;
- En el estado de Guanajuato se consiguió una respuesta, representando del total un 2.38 %.

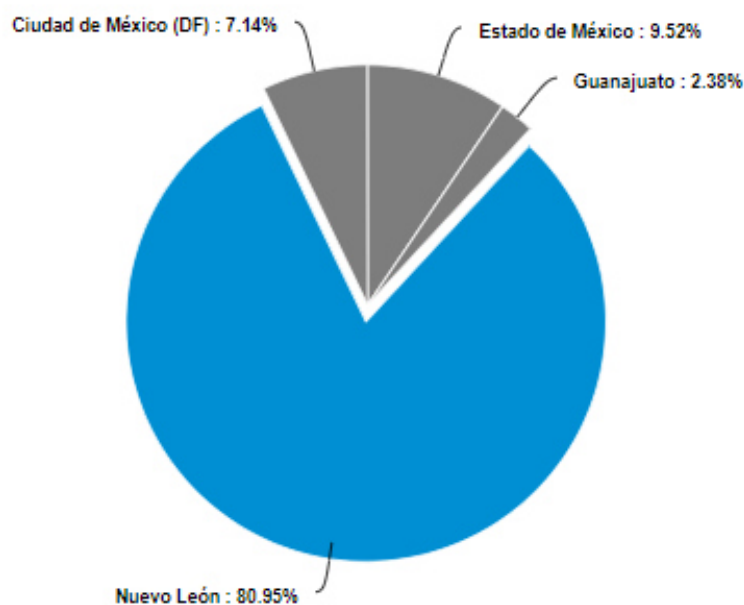


Figura 4.3: Estados participantes

Fuente: Elaboración propia

■ Sector empresarial

En este apartado, se encontró que el sector servicios y el manufacturero fueron los principales sectores que atendieron la encuesta. Los resultados se muestran en la Figura 4.4.

- Con un 51.16 %, la mayoría de las personas que respondieron pertenecían a empresas del sector servicios;
- Seguido de un 32.56 %, se integraron de personas que pertenecían al ramo manufacturero;
- En el apartado de otros sectores, 16.28 %, se compone del sector y minorista de comercialización.

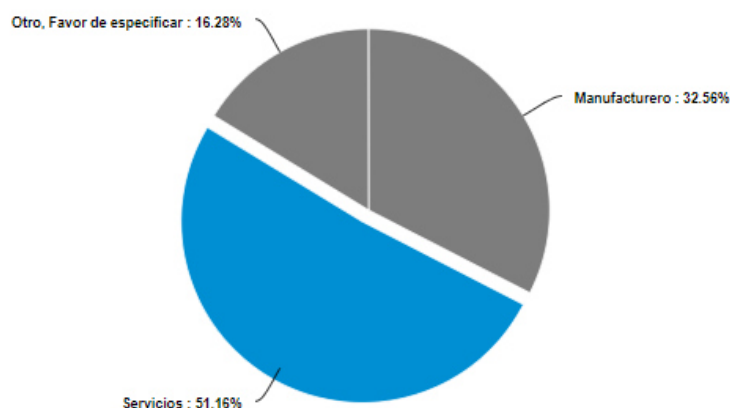


Figura 4.4: Sectores empresariales participantes

Fuente: Elaboración propia

■ Experiencia en la industria

De acuerdo con las respuestas obtenidas, el tiempo que tenían de experiencia los encuestados se expone en la Figura 4.5.

- 1 a 3 años: 22.96 %,
- 3 a 5 años: 27.91 %,
- 5 a 10 años: 23.26 %,
- Más de 10 años: 23.26 %.

■ Tamaño de la empresa

De las 43 personas encuestadas, se encontró lo siguiente, ilustrado en la Figura 4.6.

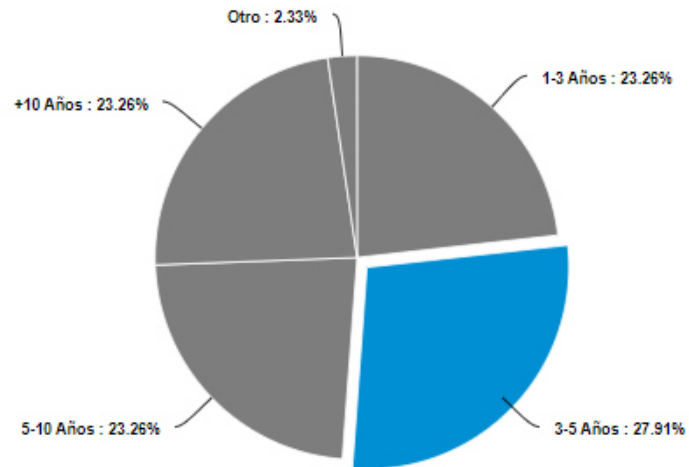


Figura 4.5: Años de experiencia en la industria

Fuente: Elaboración propia

- 1 a 10 empleados: 9.3 %,
- 11 a 25 empleados: 9.3 %,
- 26 a 50 empleados: 2.33 %,
- 51 a 250 empleados: 20.93 %,
- más de 251 empleados: 58.14 %.

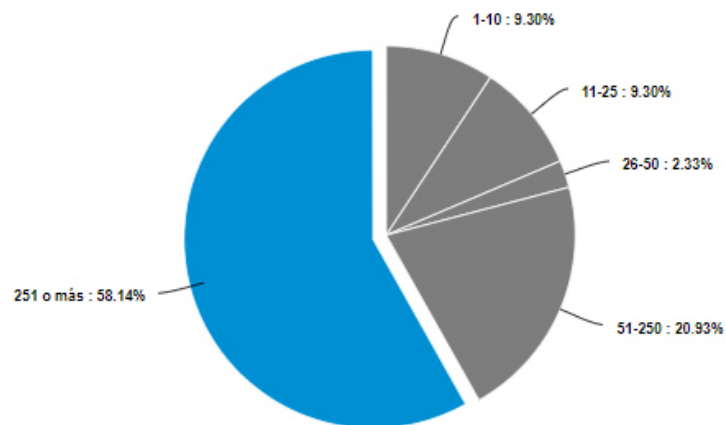


Figura 4.6: Tamaño de las empresas participantes

Fuente: Elaboración propia

- Comercio internacional

Este apartado se estudió para conocer cuáles son los países a los que más exportan, con el objetivo de revisar si pueden estar preparadas para cumplir con requerimientos ambientales que establecen naciones como la Unión Europea. gráfica expuesta en la Figura 4.7.

- 61.90 % de las empresas exportan sus productos y/o servicios a otros países,
- 33.33 % de las empresas no exportan sus productos y/o servicios a otros países,
- 4.76 % desconocían si las empresas exportan sus productos y/o servicios a otros países.

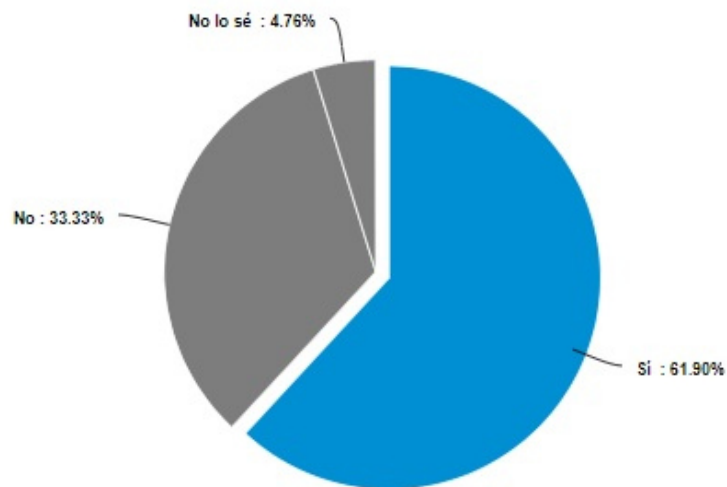


Figura 4.7: Empresas exportadoras y no exportadoras

Fuente: Elaboración propia

■ Países de exportación

Del 61.90 % que contestaron que sus empresas sí exportan a otros países, registrando los destinos más mencionados en la Figura 4.8.

- 37.29 % a Estados Unidos,
- 11.86 % a la Unión Europea,
- 8.47 % a Canadá,

- 8.46 % a los países asiáticos,
- 3.39 % al medio oriente.
- El 16.95 % señaló que exportan a otras naciones, tales como Centroamérica y Sudamérica.

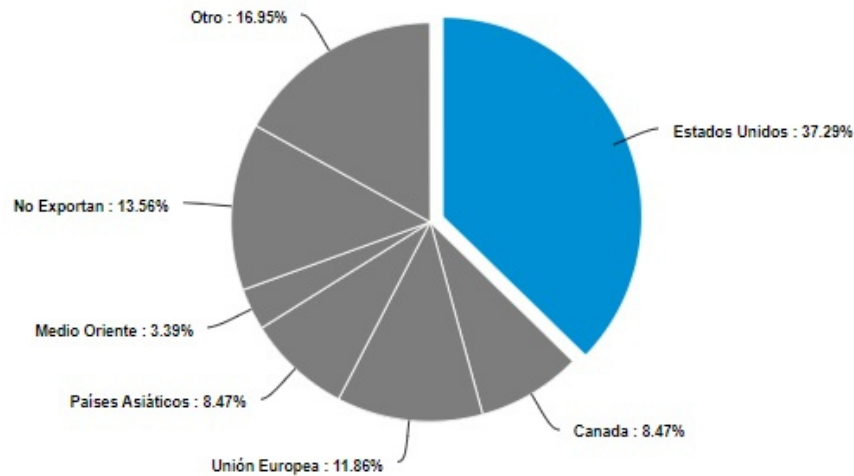


Figura 4.8: Países a los que exportan

Fuente: Elaboración propia

De los resultados expuestos, se percibe que la mayoría de las empresas se localizan en el estado de Nuevo León y Estado de México. Aunque este estudio se limitó para recabar información a nivel nacional, Nuevo León lidera el porcentaje de respuestas; ya que es uno de los estados con mayor crecimiento económico e industrial en el país (SE, 2017).

Otro aspecto que destaca dentro de las características de los encuestados es que la mayoría tiene como último grado de estudios la licenciatura, seguido de posgrado y por último la preparatoria con una respuesta.

En un principio se había contemplado dirigir la encuesta a empresas del sector manufacturero, sin embargo cuando se comenzó la recopilación de datos la mayoría de las personas que contestaron de forma correcta la encuesta pertenecen al sector servicios. Otros sectores, como el minorista y las comercializadoras se consideraron

por el hecho que la actividad que llevan a cabo cuenta con una CS, mismo caso para las del sector servicios.

Del total de los encuestados se aprecia que personas con experiencia de 3-5 años lideró en la investigación, empatados con los que tienen más de 10 años y de 1-3 años. Esto puede deberse a que la mayoría de la fuerza laboral se compone por jóvenes que comienzan su carrera.

Con respecto al tamaño de la empresa, anteriormente se había decidido enfocar la encuesta a aquellas consideradas PyMEs, es decir con menos de 50 empleados (INEGI, 2014); sin embargo, se detectó que agregar empresas de tamaños más grandes ayudaría a identificar si entre mayor número de empleados o tamaño de la empresa sea, se cuenta o no con una responsabilidad ambiental más marcada. De igual forma, la mayoría de los encuestados pertenecen a empresas de características grandes e incluso trasnacionales, con más de la mitad de los que respondieron.

Del parámetro de comercio internacional se encontraron algunos hechos importantes. Se reconfirma el hecho que la mayoría exporta a los Estados Unidos, debido a la cercanía y al tratado de libre comercio existente. Por otro lado, apenas el 11.8% exporta a la UE, convirtiéndose en un área de oportunidad de revisar si llevan prácticas verdes que les ayude a cumplir estándares ambientales que esta nación requiere para recibir productos de importación; considerando que, como mencionado al principio del documento, con la renovación del tratado que se hizo en este año se confirma que el flujo de bienes y servicios que actualmente se maneja entre México y la UE puede ser incrementado derivando en beneficios para ambas naciones.

Los estadísticos descriptivos nos ayudaron a conocer más a fondo la población encuestada para así realizar un análisis más completo ya procesando las respuestas que nos otorgaron.

Para determinar la relación del tamaño de la empresa con el nivel de implementación de prácticas verdes, se realizó un análisis comparativo con las respuestas obtenidas y promediadas por las empresas pequeñas, medianas y grandes. La infor-

mación resultante se ilustra a través de las Gráficas 4.9, 4.10 y 4.11.

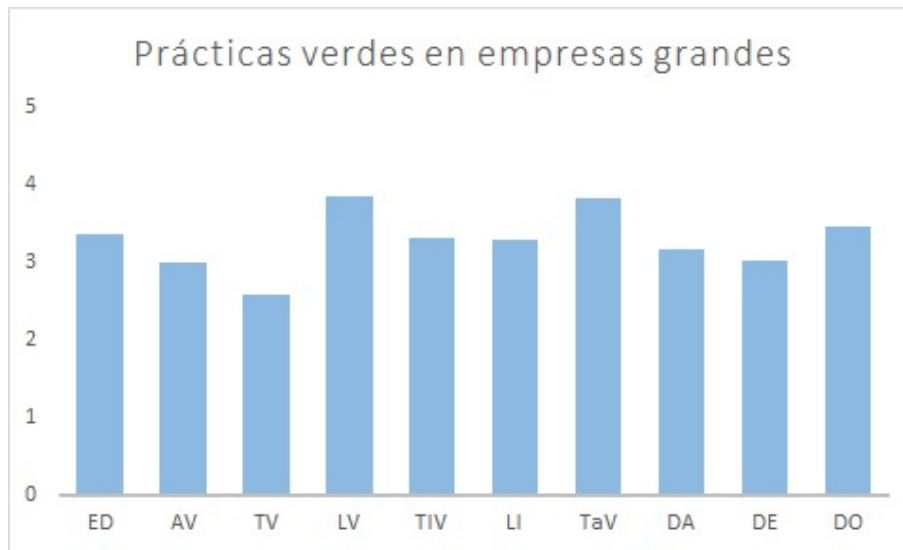


Figura 4.9: Prácticas verdes en empresas grandes

Fuente: Elaboración propia

Con base en las Figuras 4.9, 4.10 y 4.11 se observa que aquellas con más de 251 empleados registraron un nivel mayor de forma conjunta en la implementación de las siete prácticas verdes comparado con las medianas que tienen de 51 a 250 empleados y las pequeñas que consideran de 11 a 50 empleados mostraron un comportamiento menos favorable. Sin embargo, en las empresas grandes sobresalen ligeramente la Logística Inversa y el Talento Verde, seguidas por el Eco-Diseño; impactando en mayor medida al Desempeño Operativo.

En el caso de las empresas medianas, es más clara la brecha entre las prácticas verdes más utilizadas, en dónde la Logística Inversa, el Talento Verde y la Logística Verde, registraron mayores valores en las respuestas. En cuanto a las variables dependientes, se observa que están muy similares los valores de las tres, sobresaliendo por muy poco el Desempeño Económico.

Por último, las empresas pequeñas en general tienen un nivel menor en las respuestas, sobresaliendo ligeramente el Talento Verde, la Logística Verde, siendo el Desempeño Económico el que registró más puntaje.



Figura 4.10: Prácticas verdes en empresas medianas

Fuente: Elaboración propia



Figura 4.11: Prácticas verdes en empresas chicas

Fuente: Elaboración propia

Esto ayuda a confirmar que en las empresas grandes, debido a que cuentan con una gran infraestructura y mayores recursos, pueden dirigirlos hacia acciones que sean benéficas en la CS desde una perspectiva ambiental; adicional que obtienen beneficios fiscales si registran disminuciones en la generación de desperdicios tanto sólidos como de emisiones de CO₂ y GHG. Las empresas pequeñas, por otro lado, tienen otras prioridades como el crecimiento y consolidación de sus compañías, por lo que la implementación de prácticas verdes es menor.

Ya teniendo estudiada la población a la cuál se le dirigió el estudio para sacar conclusiones generales, en la sección de análisis de resultados se detallan los coeficientes que se calcularon en cada escenario para complementar la investigación.

4.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

De acuerdo con el primer escenario y el alternativo que se construyeron para identificar el nivel de correlación y significancia entre las variables propuestas, se encontraron una variedad de resultados, en donde hay relaciones fuertes, moderadas y débiles así como no significativas de las prácticas verdes con el desempeño dentro de las organizaciones.

Los coeficientes calculados a través del software utilizado se hicieron en el orden propuesto por Ringle *et al.* (2014), primeramente para el modelo interno y posteriormente para el externo. El desarrollo de ambos se ilustra en las siguientes dos secciones.

4.5 MODELO INTERNO O ESTRUCTURAL DEL PRIMER ESCENARIO

Para valuar la porción de las variables dependientes que se exponen en el modelo interno, se empleó el coeficiente de determinación R^2 de Pearson. Los resultados están en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1: Coeficiente de determinación R^2 y R^2 Ajustada

Variable	Coeficiente de determinación R^2	R^2 Ajustada
DA	0.588	0.503
DE	0.396	0.272
DO	0.510	0.409

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la Tabla 4.1, se observa que los valores otorgados para las variables dependientes desempeño ambiental, desempeño económico y desempeño operativo cuentan con un efecto largo, lo cual ayuda a corroborar su precisión para la predicción que da el modelo. Los rangos arrojados están dentro de los parámetros para considerarse aceptables. Los valores de R^2 Ajustada sirven en caso de eliminar alguna de las variables para su posterior comparación con el nuevo coeficiente una vez se corra de nueva cuenta el modelo.

Igual que el coeficiente de determinación, se tiene el tamaño de efecto ó *Effect size*(f^2), que ayuda a medir cuán útil es una variable independiente para el ajuste del modelo en caso de que una variable se elimine y se tenga que volver a correr el modelo. Los resultados se pueden ver en la Tabla 4.2.

En la Tabla 4.2 se aprecia que de las siete variables independientes evaluadas, Eco-Diseño presenta un efecto casi nulo por tener con valores apenas rozando los valores aceptados para un efecto ligeramente significativo con las tres variables dependientes, seguida por Logística Inversa que sus números muestran que es pequeño, acompañado de Tecnologías de la Información Verdes y Abastecimiento Verde. Para

Tabla 4.2: Análisis de tamaño de efecto *Effect Size* f^2

Variable	DA	DE	DO
ED	0.010	0.002	0.001
LI	0.003	0.056	0.022
LV	0.117	0.018	0.199
TaV	0.170	0.046	0.037
TIV	0.051	0.003	0.000
TV	0.262	0.068	0.043
AV	0.051	0.004	0.014

Fuente: Elaboración propia

Logística Verde es la misma situación, a excepción con Desempeño Operativo que tiene un efecto mediano. Talento Verde por otro lado muestra un nivel medio con Desempeño Ambiental y pequeño con Desempeño Económico y Desempeño Operativo. En el caso de Transporte Verde, muestra un efecto medio con Desempeño Ambiental, pero pequeño con el Desempeño Económico y Desempeño Operativo. En caso de decidir quitar alguna variable independiente se compararán estos valores con los que resulten de la nueva corrida.

Para evaluar la relevancia de los datos que muestra el modelo con respecto a las variables dependientes, se emplea el coeficiente de relevancia predictiva Q^2 ó de Stone-Geisser, exponiendo los resultados en la Tabla 4.3.

Tabla 4.3: Análisis de relevancia predictiva Q^2

Variable	Q^2
DA	0.345
DE	0.143
DO	0.257

Fuente: Elaboración propia

Se observa conforme a la Tabla 4.3 que los valores arrojados para Q^2 en las variables dependientes son mayores que 0, por lo que la relevancia predictiva del modelo es significativa; registrando el valor más bajo Desempeño Económico con 0.143 y el más alto Desempeño Ambiental con 0.345. Un escenario ideal en el cuál un modelo no tiene ningún nivel de error y es complementamente preciso es de 1

(Ringle *et al.*, 2014).

La última medición que forma parte del modelo estructural consiste en identificar las relaciones causales entre las variables independientes y dependientes, calculando el coeficiente de caminos, mostrando los resultados en la Tabla 4.4.

Tabla 4.4: Coeficientes de caminos

Variable	DA	DE	DO
AV	0.230	0.079	0.131
ED	-0.107	0.060	-0.041
LI	-0.056	0.284	-0.160
LV	0.369	-0.178	0.525
TaV	0.328	0.207	0.167
TIV	-0.255	0.073	0.024
TV	0.429	0.265	0.190

Fuente: Elaboración propia

Los resultados arrojados en la Tabla 4.4 ilustra la existencia de relaciones tanto positivas como negativas. Abastecimiento verde, Talento Verde y Transporte Verde lograron relaciones completamente positivas, aunque algunas son un poco débiles; en el caso de Abastecimiento Verde-Desempeño Económico, con un valor de apenas 0.079. Las relaciones más fuertes se presentan con Logística Verde-Desempeño Operativo con 0.525, Transporte Verde-Desempeño Ambiental con 0.429 y Logística Verde-Desempeño Ambiental con 0.369, en donde el nivel de relación es fuerte comparado con los demás, que podría clasificarse de medio a débil. Los parámetros a considerar como aceptables son muy fluctuantes, ya que depende de la disciplina con la que se está trabajando y del objeto de la investigación. De acuerdo con Hair *et al.* (2014), se puede interpretar de forma relativa; es decir que si una variable registra un valor mayor que otra, se infiere que ésta tiene un efecto más grande.

Una vez realizados los análisis del modelo interno que ayudan a determinar si el modelo es fuerte con base en la confiabilidad de sus variables, por lo que se procede a sacar los coeficientes que corresponden al modelo externo.

4.5.1 MODELO EXTERNO O DE MEDIDA

4.5.1.1 INDICADORES PARA LA CALIDAD DEL MODELO

De acuerdo con lo visto en el capítulo 2 bajo la referencia de Hair *et al.* (2014), el modelo debe de ser validado mediante tres coeficientes principales que ayudarán a determinar el nivel de calidad del mismo:

1. Fiabilidad compuesta,
2. Promedio de la varianza extraída (AVE),
3. Alfa de Cronbach.

Tabla 4.5: Indicadores de calidad del modelo

Variable	AVE	Fiabilidad compuesta	Alfa de Cronbach
LV	0.770	0.870	0.702
ED	0.743	0.852	0.654
AV	0.685	0.866	0.769
LI	0.863	0.926	0.841
TV	0.772	0.961	0.706
TaV	0.924	0.872	0.918
TIV	0.859	0.924	0.837
DA	0.762	0.906	0.843
DE	0.637	0.840	0.720
DO	0.725	0.887	0.809

Fuente: Elaboración propia

- Fiabilidad compuesta:** De acuerdo con la tabla 4.5 y basado en los parámetros ya mencionados previamente, todas las variables independientes y dependientes cuentan con un nivel de respuestas confiables, confirmando la validez del instrumento en sí, considerando que los valores deben de oscilar entre 0.60 y 0.70 como señalado previamente.

- **AVE:** El porcentaje de explicación de las variables, de acuerdo con los parámetros establecidos es aceptable para todas las variables, mismos que tienen que ser mayores de 0.50, o el 50% de explicación de las variables independientes sobre las dependientes. Los valores obtenidos de AVE entran en un rango aceptable.
- **Alfa de Cronbach:** Este indicador ayuda a dar validez al modelo y a sus variables. Eco-Diseño obtiene el menor valor para el Alfa de Cronbach un poco abajo del 0.70, pero se sigue considerando como aceptable ya que en PLS-SEM tiene mayor peso el índice de fiabilidad compuesta (Hair *et al.*, 2014). Esto se observa en la Figura 4.12.

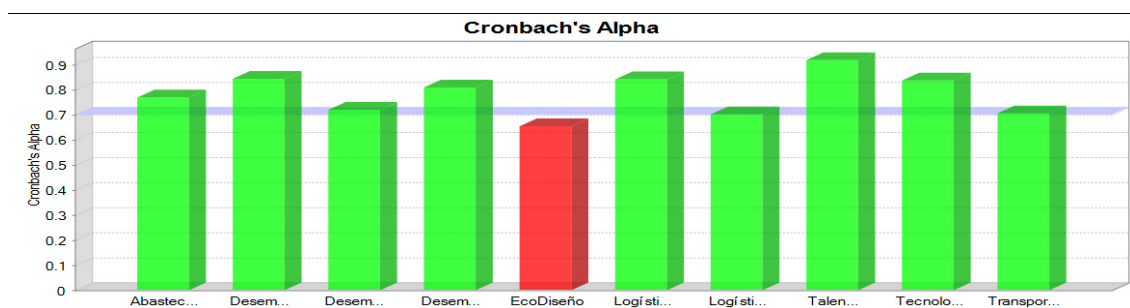


Figura 4.12: Índice Alfa de Cronbach

Fuente: Elaboración propia

Con el objetivo de revisar si todas las variables son únicas y que puedan permanecer en el modelo, se realizó un análisis discriminante de las 10 variables totales bajo el criterio de Fornell-Larcker, en donde se muestran los resultados en la Tabla 4.6.

- **Análisis discriminante:** De acuerdo con la Tabla 4.6, se realiza el análisis bajo el criterio de Fornell-Larcker, al analizar que los valores que se encuentran cruzados de forma diagonal son mayores que los que se encuentran abajo de cada uno de ellos, por lo que se cumple el criterio y se decide no remover ninguna variable.

Tabla 4.6: Análisis de validez discriminante

Variable	AV	DA	DE	DO	ED	LI	LV	TaV	TIV	TV
AV	0.827									
DA	0.512	0.873								
DE	0.444	0.535	0.798							
DO	0.476	0.646	0.604	0.851						
ED	0.737	0.414	0.428	0.451	0.862					
LI	0.627	0.504	0.527	0.448	0.601	0.929				
LV	0.588	0.605	0.398	0.669	0.619	0.684	0.877			
TaV	0.375	0.545	0.432	0.470	0.352	0.467	0.503	0.961		
TIV	0.588	0.484	0.468	0.569	0.659	0.592	0.735	0.548	0.927	
TV	0.480	0.615	0.502	0.500	0.488	0.527	0.532	0.348	0.599	0.879

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, para realizar la evaluación de las significancias de las correlaciones y regresiones, se llevó a cabo el remuestreo ó *Bootstrapping* para sacar el *t-value*, mostrado en la Tabla 4.7.

De acuerdo con la Tabla 4.7, de las 21 hipótesis sometidas a prueba se determina que solamente 4 hipótesis se aceptan debido a que cuentan con una relevancia significativa proveniente de los *t-values*, siendo éstos iguales o mayores a 1.96 y equivalentes al 95 % de significancia con un 0.05 % de error representado mediante el *p-value* (siendo que éste debe de ser menor a 0.05):

- Ha1: Logística Verde-Desempeño Operativo con *t-value* de 2.327 y margen de error de 0.02 %.
- Ha3: Logística Verde-Desempeño Ambiental con *t-value* de 2.264 y margen de error de 0.02 %.
- Ha9: Transporte Verde-Desempeño Ambiental con *t-value* de 2.490 y margen de error de 0.01 %.
- Ha15: Talento Verde-Desempeño Ambiental con *t-value* de 2.528 y margen de error de 0.01 %.

Tabla 4.7: Resultados de *Bootstrapping* o re-muestreo con 1000 sub-muestras

VARIABLES	Muestra Original (O)	Media (M)	Desv. Estándar (STDEV)	t-values	p-values
AV->DA	0.23	0.231	0.199	1.154	0.249
AV ->DE	0.079	0.102	0.297	0.266	0.790
AV ->DO	0.131	0.164	0.268	0.487	0.626
ED ->DA	-0.107	-0.101	0.202	0.530	0.596
ED->DE	0.06	0.026	0.277	0.216	0.829
ED ->DO	-0.041	-0.042	0.267	0.154	0.878
LI ->DA	-0.056	-0.067	0.172	0.327	0.744
LI ->DE	0.284	0.280	0.247	1.147	0.251
LI ->DO	-0.16	-0.154	0.209	0.768	0.443
LV ->DA	0.369	0.393	0.163	2.264	0.024
LV ->DE	-0.178	-0.172	0.258	0.689	0.491
LV ->DO	0.525	0.524	0.226	2.327	0.020
TaV ->DA	0.328	0.327	0.130	2.528	0.012
TaV ->DE	0.207	0.220	0.204	1.011	0.312
TaV ->DO	0.167	0.153	0.152	1.101	0.271
TIV->DA	-0.255	-0.276	0.237	1.073	0.284
TIV ->DE	0.073	0.065	0.293	0.249	0.804
TIV ->DO	0.024	0.019	0.271	0.087	0.931
TV ->DA	0.429	0.438	0.172	2.490	0.013
TV ->DE	0.265	0.282	0.222	1.192	0.234
TV ->DO	0.190	0.191	0.206	0.921	0.357

Fuente: Elaboración propia

Luego de detectar cuáles fueron las correlaciones más fuertes y significativas, se procedió a hacer una reducción del modelo al remover las variables que no están en las hipótesis aceptadas; con el objetivo de hacer un comparativo con los niveles de consistencia del modelo, de sus niveles de correlación y de significancia para revisar si éstos valores se fortalecieron y así obtener un modelo más fuerte y consistente.

El modelo reducido quedó de acuerdo con la Figura 4.13 con tres variables latentes independientes que son Transporte Verde, Logística Verde y Talento Verde para compararlas con las dos variables latentes dependientes Desempeño Ambiental y Desempeño Operativo.

Nuevamente, se procede a realizar el análisis con los coeficientes correspondien-

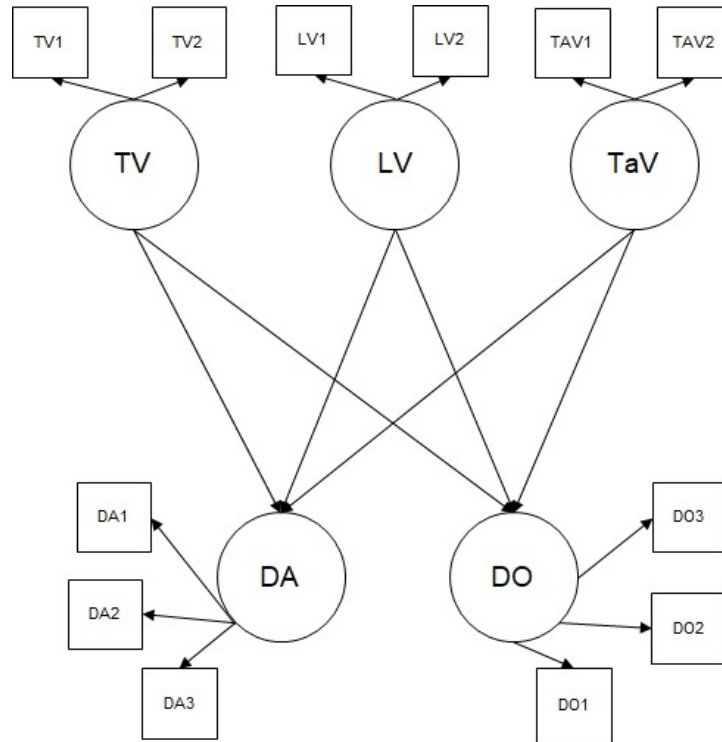


Figura 4.13: Reducción de modelo

Fuente: Elaboración propia

tes para el modelo interno y el externo. La Tabla 4.8 muestra los resultados.

Tabla 4.8: Coeficiente de determinación R^2 y R^2 Ajustada

Variable	R^2	R^2 Ajustada
DA	0.553	0.518
DO	0.495	0.455

Fuente: Elaboración propia

Dado que el coeficiente de determinación sirve para identificar el peso de las variables dependientes en el modelo, se compararon los valores del modelo antes de ser reducido y una vez se redujo, observando una mejoría en los valores expuestos en la Tabla 4.8 y por lo consiguiente, una mejora en la medición interna del modelo.

Posteriormente, se hace una comparación a su vez con las variables independientes del modelo mediante el coeficiente f^2 . La Tabla 4.9 cuenta con los resultados para su posterior análisis.

Tabla 4.9: Análisis de tamaño de efecto - Effect Size f^2

Variable	DA	DO
LV	0.084	0.292
TaV	0.128	0.035
TV	0.247	0.044

Fuente: Elaboración propia

Al remover 4 variables del total de las 7, se aprecia una mejoría comparado con el análisis con todas las variables. Logística Verde y Talento Verde muestran efectos pequeños pero con mejores rangos que el modelo anterior; por otro lado, Transporte Verde presenta un efecto mediano. Se observa que la consistencia de ajuste de cada variable del modelo incrementó.

Tabla 4.10: Análisis de relevancia predictiva Q^2

Variable	Q^2
DA	0.359
DO	0.303

Fuente: Elaboración propia

La Tabla indica a su vez una mejoría en la relevancia predictiva del modelo ya ajustado con las dos variables dependientes, al mostrar una mejora para Desempeño Ambiental de 0.345 A 0.359 y de Desempeño Operativo de 0.257 a 0.303, valores obtenidos de la Tabla 4.3.

También se hizo de nuevo un análisis para determinar los nuevos coeficientes de camino, indicados en la Tabla 4.11.

Tabla 4.11: Coeficientes de camino

Variable	DA	DO
LV	0.251	0.497
TaV	0.279	0.155
TV	0.397	0.178

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a lo visto en la Tabla , se aprecia que la relación más fuerte es de Logística Verde-Desempeño Operativo con 0.497 y de Transporte Verde-Desempeño

Ambiental con 0.397, por el contrario obteniendo Talento Verde-Desempeño Operativo el menor valor con 0.155.

Para confirmar que la reducción del modelo no haya afectado su confiabilidad, se calcularon los coeficientes AVE, de fiabilidad compuesta y el Alfa de Cronbach de nueva cuenta, mostrando los valores encontrados en la Tabla 4.12.

Tabla 4.12: Indicadores de calidad del modelo

Variable	AVE	Fiabilidad compuesta	Alfa de Cronbach
DA	0.760	0.906	0.843
DO	0.725	0.887	0.809
LV	0.770	0.870	0.702
TaV	0.924	0.960	0.918
TV	0.770	0.870	0.706

Fuente: Elaboración propia

Al momento de hacer una comparación contra el modelo antes de ser reducido, se aprecia que el índice de AVE mejoró para las variables resultantes; estando por arriba del 0.70 para todas, corroborando que se explican en más del 70 %. Los índices de fiabilidad compuesta permanecieron casi idénticos a la tabla anterior, a excepción de Talento Verde que presentó una mejoría a 0.960. Los Coeficientes Alfa de Cronbach por otro lado no mostraron modificaciones.

Se volvió a correr el análisis de validez discriminante para vigilar que los valores no hayan sido modificados sustancialmente. Se registraron ligeras modificaciones en Logística Verde y Transporte Verde, pero no significativas. Se muestran en la Tabla 4.13.

Por último, se realizó otra vez un re-muestreo con 1000 sub-muestras para revisar de las variables resultantes del modelo reducido, cuáles contaban con un nivel de significancia a través del *t-value* y soportada por el *p-value* en la Tabla 4.14.

Al final de cuentas la Tabla 4.14 confirma que de las dos variables dependientes y las tres variables independientes que se quedaron con un total de seis pruebas de

Tabla 4.13: Análisis de validez discriminante

Variable	DA	DO	LV	TaV	TV
DA	0.873				
DO	0.649	0.851			
LV	0.605	0.671	0.878		
TaV	0.544	0.468	0.504	0.961	
TV	0.629	0.500	0.538	0.349	0.877

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.14: Nivel de significancia por *Bootstrapping* con 1000 sub-muestras

Variabes	Muestra Original (O)	Media (M)	Desv. Estándar	<i>t-values</i>	<i>p-values</i>
LV->DA	0.251	0.254	0.129	1.945	0.052
LV->DO	0.497	0.511	0.134	3.702	0
TaV ->DA	0.279	0.27	0.111	2.517	0.012
TaV ->DO	0.155	0.138	0.137	1.132	0.258
TV ->DA	0.397	0.405	0.135	2.945	0.003
TV ->DO	0.178	0.178	0.156	1.14	0.254

Fuente: Elaboración propia

hipótesis, se reconfirma la aceptación de las cuatro hipótesis ya identificadas en el primer análisis antes de la reducción; corroborando los niveles de confiabilidad y calidad del modelo:

- Ha1: Logística Verde-Desempeño Operativo con *t-value* de 3.702 y margen de error del 0 %.
- Ha3: Logística Verde-Desempeño Ambiental con *t-value* de 1.945 y margen de error del 0.05 %.
- Ha9: Transporte Verde-Desempeño Ambiental con *t-value* de 2.945 y margen de error del 0.003 %.
- Ha15: Talento Verde-Desempeño Ambiental con *t-value* de 2.517 y margen de error del 0.01 %.

4.6 RESULTADOS OBTENIDOS DEL SEGUNDO ESCENARIO

ESCENARIO

El análisis realizado en el segundo escenario, donde se consideraban las prácticas verdes como un constructo global, arrojó resultados significativamente positivos a diferencia del primero. También se realizaron análisis para el modelo interno y el externo. En las siguientes secciones se detallan los coeficientes resultantes.

4.7 MODELO INTERNO DEL SEGUNDO ESCENARIO

En primera instancia se hizo el análisis de coeficientes de determinación R^2 , reflejados en la Tabla 4.15.

Tabla 4.15: Coeficientes de determinación R^2

Variable	R^2
DA	0.451
DE	0.344
DO	0.433

Fuente: Elaboración propia

Se observa en la Tabla 4.15 que se presenta un efecto alto para las tres variables dependientes.

Después se procede a hacer el análisis de relevancia predictiva o Q^2 , mostrando los coeficientes encontrados en la Tabla 4.16.

Tabla 4.16: Coeficiente de relevancia predictiva Q^2 - Segundo escenario

Variable	Q^2
DA	0.299
DE	0.178
DO	0.270

Fuente: Elaboración propia

Aquí, de acuerdo con la Tabla 4.16 la precisión que arroja Q^2 del modelo es un poco menor que la del primer escenario pero aún así al ser mayor a cero se considera como aceptable, siendo Desempeño Ambiental la variable dependiente que obtuvo un coeficiente mayor de 0.299 y Desempeño Económico el menor con 0.178.

Por último para el segundo escenario en el modelo interno, se determinaron los coeficientes de caminos. En la Tabla 4.17 se muestra lo encontrado.

Tabla 4.17: Coeficientes de correlación - Segundo escenario

Variable	DA	DE	DO
PV	0.672	0.586	0.658

Fuente: Elaboración propia

Los coeficientes para el segundo escenario son altamente significativos entre la variable independiente **Prácticas Verdes** y las tres variables dependientes **Desempeño Ambiental**, **Desempeño Económico** y **Desempeño Operativo**.

Para identificar si las variables son únicas y no tienen características de repetidas, se hizo un análisis discriminante, exponiendo los resultados en la Tabla 4.18.

Tabla 4.18: Análisis de validez discriminante

Variable	DA	DE	DO	PV
DA	0.873			
DE	0.535	0.795		
DO	0.642	0.602	0.851	
PV	0.672	0.586	0.658	0.708

Fuente: Elaboración propia

En referencia con la Tabla 4.18 se cumple con este requisito de las cuatro variables en total.

Para la significancia y relevancia de las variables, se procedió nuevamente a hacer un *Bootstrapping* con 1000 submuestras. Ver 4.19 para resultados.

En la Tabla 4.19 se observa que las tres hipótesis tienen relevancia significativa ya que los *t-values* corroborados con los *p-values* están dentro de los parámetros

Tabla 4.19: *Bootstrapping* o técnica de remuestreo con 1000 submuestras - Segundo escenario

Variables	Muestra original(O)	Media (M)	Desv. Estándar(STDEV)	<i>t-values</i>	<i>p-values</i>
PV->DA	0.672	0.679	0.105	6.42	0
PV ->DE	0.586	0.608	0.094	6.214	0
PV ->DO	0.658	0.671	0.093	7.07	0

Fuente: Elaboración propia

que exigen ambos con un nivel igual o mayor a 1.96, equivalente a un porcentaje de significancia del 95 % y un margen de error del 0 % con respecto al *p-value*. Esto puede deberse a que el conjunto de las variables que se evaluaron de forma individual en el primer escenario al juntarse su poder estadístico es más significativo. Sin embargo, el motivo de realizar un escenario alternativo se centró principalmente en mostrar otra forma de utilización al momento de construir un modelo PLS-SEM, que pueda ayudar al investigador a establecer las relaciones que desee comprobar.

4.8 MODELO EXTERNO DEL SEGUNDO ESCENARIO

Al igual que el primer escenario, se procedió a hacer un análisis de indicadores de calidad del modelo. Resultados se muestran en la Tabla 4.20.

Tabla 4.20: Indicadores de calidad del modelo - Segundo escenario

Variable	AVE	Fiabilidad Compuesta	Alfa de Cronbach
PV	0.501	0.933	0.921
DA	0.762	0.906	0.843
DE	0.633	0.838	0.720
DO	0.725	0.887	0.809

Fuente: Elaboración propia

Gráficamente se observa a lo largo de las gráficas de las Figuras 4.14, 4.15 y 4.16 que todas las variables están dentro de valores aceptables al estar en color verde.

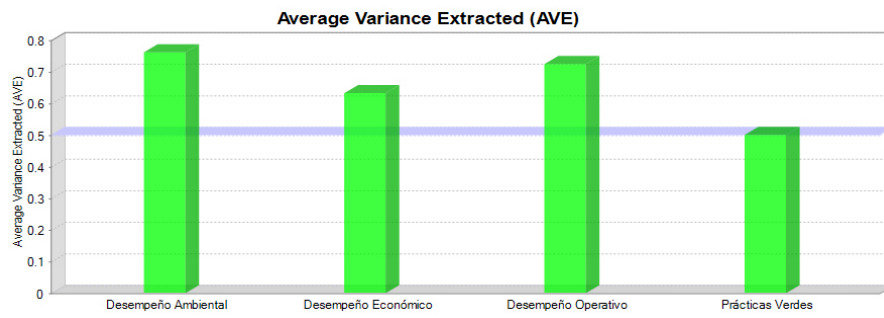


Figura 4.14: Gráfico AVE - Segundo escenario

Fuente: Elaboración propia

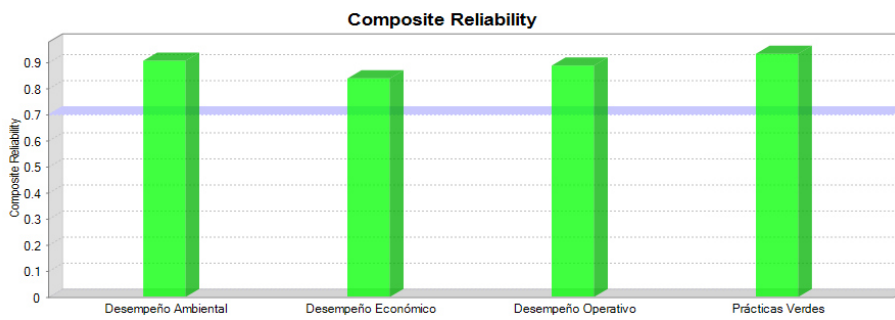


Figura 4.15: Fiabilidad compuesta - Segundo escenario

Fuente: Elaboración propia

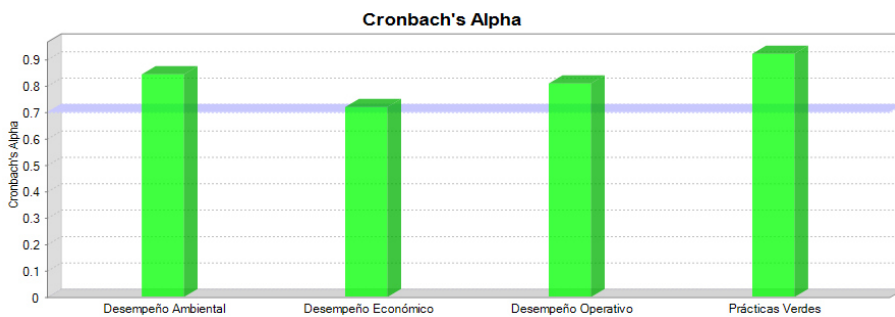


Figura 4.16: Alfa de Cronbach - Segundo escenario

Fuente: Elaboración propia

4.9 CONCLUSIONES

En este capítulo se llevó a cabo el desarrollo del proyecto en campo para posteriormente procesar los resultados obtenidos para su posterior análisis. Se encuestaron a 43 personas de cuatro entidades de la República Mexicana, teniendo un porcentaje mayor de respuestas en el estado de Nuevo León. Del total de empresas encuestadas, más de la mitad resultaron ser de carácter grandes y/o transnacionales, siendo éstas las que cuentan con más de 250 empleados. El instrumento de medición utilizado fue la encuesta, por la capacidad de procesar respuestas de forma sistemática a través de reactivos cerrados, esto con el fin de disminuir la potencial subjetividad que pudiera surgir por parte del encuestado. Para medir la actitud del encuestado con respecto a las prácticas verdes y los beneficios que han obtenido en el último año de operaciones y proceder a realizar el análisis en el software estadístico; eligiendo *SMART PLS 3.0* por su interfaz amigable para construir modelos hipotetizados, adicional a que cuenta con una versión de libre uso para estudiantes.

La etapa de análisis se dividió en dos fases: en modelo interno y externo. En el primero era necesario comprobar la confiabilidad de sus variables dependientes e independientes mediante el cálculo del AVE ó promedio de varianza extraída; que explica en qué porción se explica una variable dependiente con una independiente (manejando valores aceptables de 0.50 o más), el Coeficiente Alfa de Cronbach, que tiene como objeto medir la validez de la variable y del instrumento (requiriendo valores mayores a 0.60) y el de fiabilidad compuesta, que es un valor similar al de Cronbach y ayuda a darle validez interna al modelo.

Para el externo se procedió a calcular el coeficiente de determinación R^2 , que ayuda a explicar la cantidad de la varianza de las variables dependientes, acompañado de la R^2 ajustada, valor que ayuda a comparar el objetivo de R^2 en caso de que se proceda a eliminar una variable dependiente para así determinar si mejoraron los parámetros del modelo. A su vez se calculó el coeficiente de relevancia

predictiva Q^2 o de Stone-Geisser, que como dice su nombre se encarga de identificar la precisión del modelo para que pueda cumplir su función de modelo predictivo; requiriendo valores mayores a 0. También se hizo el cálculo del tamaño de efecto ó *Effect size* f^2 para identificar de forma individual si una variable sigue siendo útil en caso de que se haya removido otra del modelo. Por último se calcularon los coeficientes de camino para observar el nivel de relaciones causales entre las variables independientes y dependientes; los valores de referencia son oscilantes dependiendo del objetivo y de la disciplina a investigar.

La única prueba que se aplica para el modelo completo, integrando tanto interno como externo es el *t-value*, realizada mediante un re-muestreo conocido como *Bootstrapping* que ayuda a identificar cuáles variables cuentan con un nivel fuerte de significancia tanto de las correlaciones y las regresiones. Los valores que se consideran aceptables deben de ser iguales o mayores a 1.96, representando del 95% de significancia, o manejando la diferencia como margen de error que indica el *p-value*.

El análisis realizado nos ayudó a dos cosas primordiales: a identificar las relaciones positivas que sobresalen del estudio para emitir recomendaciones basadas en tendencias a nivel mundial con respecto a la implementación de prácticas verdes que puedan ser útiles para las organizaciones en México; y de observar aquellas relaciones que no resultaron positivas como áreas de oportunidad y que éstas puedan ser transformadas en estrategias que puedan beneficiar también a las organizaciones que buscan dar un paso hacia una CS más verde. Dichas recomendaciones se encontrarán en el próximo capítulo.

CAPÍTULO 5

PERCEPCIÓN DE LAS PRÁCTICAS VERDES EN LA CSV

A lo largo del proyecto se analizó el nivel de influencia de las prácticas verdes y su implementación en las empresas del sector manufacturero y servicios en México. Mediante un total de 21 pruebas de hipótesis, generadas de la combinación de siete variables independientes y tres variables dependientes; se encontraron niveles de correlación débil, mediano, fuerte así como correlaciones negativas. De esos niveles encontrados, solo cuatro hipótesis se aceptaron, a través de la medición del *t-value* y del *p-value* que ayudan a discernir si es estadísticamente significativo para aceptar o no la hipótesis.

Para comprender más a fondo lo encontrado con base en el estudio, se clasificaron los hallazgos por los niveles de correlación mencionados previamente.

5.1 NIVEL NEGATIVO

- Eco-Diseño (ED) - Desempeño Ambiental (DA)
- Eco-Diseño (ED) - Desempeño Operativo (DO)

- Logística Inversa (LI) - Desempeño Ambiental (DA)
- Logística Inversa (LI) - Desempeño Operativo (DO)
- Logística Verde (LV) - Desempeño Económico (DE)
- Tecnologías de la Información Verdes (TIV) - Desempeño Ambiental (DA)

Del total de las 21 hipótesis, se detectaron niveles negativos en las correlaciones en 6 de ellas; dando pauta a indicar que al tener estos niveles, era altamente probable que no fueran significativas. Del total de las hipótesis, 4 prácticas verdes sobresalen: el Eco-Diseño (ED), Logística Inversa (LI), Logística Verde (LV) y las Tecnologías de la Información Verdes (TIV).

En un principio se consideró que el resultado negativo era por el tamaño muestral, que en muchas investigaciones puede resultar muy pequeño; por lo que se hizo una simulación duplicando llevándolo al doble de respuestas y haciendo el mismo ejercicio, encontrando que los resultados no se modificaron de forma significativa.

Dado que la investigación ayudó a explorar la situación actual a nivel general, se identifica que una de las razones se originan por el hecho que estas prácticas verdes no se están llevando a cabo en la mayoría de las empresas. Eco-Diseño (ED) y Logística Inversa (LI) salieron negativas en dos de los tres indicadores del desempeño.

5.2 NIVEL PEQUEÑO

- Abastecimiento Verde (AV) - Desempeño Económico (DE)
- Eco-Diseño (ED) - Desempeño Económico (DE)
- Talento Verde (TaV) - Desempeño Operativo (DO)
- Tecnologías de la Información Verdes (TIV) - Desempeño Económico (DE)

- Tecnologías de la Información Verdes (TIV)- Desempeño Operativo (DO)

Del total de hipótesis, cinco de ellas obtuvieron una relación pequeña. Igual que las correlaciones negativas, fueron cuatro prácticas verdes las que sobresalieron: Abastecimiento Verde (AV), Eco-Diseño (ED), Talento Verde (TaV) y Tecnologías de la Información Verdes (TIV). El resultado se deriva de que actualmente estas prácticas verdes se están llevando en las empresas que se encuestaron pero en una menor medida, ya que no fueron aceptadas sus hipótesis. Por lo consiguiente son áreas de oportunidad para investigar sobre cómo la implementación de éstas ayudaría a mejorar el desempeño de las organizaciones.

5.3 NIVEL MEDIANO

- Abastecimiento Verde (AV) - Desempeño Operativo (DO)
- Logística Inversa (LI) - Desempeño Económico (DE)
- Talento Verde (TaV) - Desempeño Económico (DE)
- Transporte Verde (TV) - Desempeño Económico (DE)
- Transporte Verde (TV) - Desempeño Operativo (DO)

Del total de las 21 hipótesis, cinco de ellas se clasificaron con un efecto mediano. Abastecimiento Verde (AV), Logística Inversa (LI), Talento Verde (TaV) y Transporte Verde (TV) sobresalen en estos resultados como variables independientes. En el caso de las variables dependientes no aparece el Desempeño Ambiental (DA). Considerando el hecho que la mayoría de las empresas entrevistadas son de talla internacional, aún así la mayoría de las prácticas verdes obtuvieron un desempeño relativamente bajo.

5.4 NIVEL GRANDE

- Logística Verde (LV) - Desempeño Ambiental (DA)
- Logística Verde (LV) - Desempeño Operativo (DO)
- Talento Verde (TaV) - Desempeño Ambiental (DA)
- Transporte Verde (TV) - Desempeño Ambiental (DA)

Cabe mencionar que, como se mostró a lo largo del capítulo anterior, se hizo una reducción del modelo descartando las variables que no sobresalían por su significancia estadística, con el objetivo de confirmar que su confiabilidad y validez no se viera afectada. Se corrobora, que efectivamente no se alteran estos parámetros por el hecho que se aceptaron las mismas pruebas de hipótesis que fueron significativas antes y después de la reducción.

Del total de las hipótesis, cuatro obtuvieron un nivel grande diversificado en tres prácticas verdes: Logística Verde (LV), Talento Verde (TaV) y Transporte Verde. Se encontró que tienen una relación positiva con el Desempeño Ambiental (DA) y Desempeño Operativo (DO).

Uno de los propósitos de realizar este proyecto radicaba en detectar potenciales áreas de oportunidad en especial para las empresas PyMEs, que por lo general carecen de infraestructura y recursos para adoptar tecnologías amigables con el medio ambiente. Se encontró que, al ser éstas las que implementan prácticas verdes en menor cantidad; asesorar a las PyMEs, a través de consultorías accesibles con el propósito de determinar qué tipo de práctica verde le sería de utilidad con un costo menor y que les sea útil económicamente.

Para dirigir las propuestas con base en cada una de las variables independientes, se hará a lo largo de las siete prácticas verdes objeto del estudio. Cada una tendrá

su propia sección en la cuál se indica el nivel de influencia en el estudio acompañado de sugerencias.

5.5 ECO-DISEÑO (ED)

Con base en los resultados obtenidos, se aprecia que esta variable es muy débil dentro de las empresas encuestadas.

Considerando la falta de influencia positiva, se detecta que es un área de oportunidad en donde se pueden proponer estrategias que sean de utilidad tanto para el sector privado como para el gubernamental, dado que tienen que trabajar en forma conjunta para lograr avances en esta materia.

En el caso de la Unión Europea, en dónde se mostró en el capítulo de antecedentes, a través de la Red de Empresas Europeas se ofrece apoyo para las PyMEs en esta nación con respecto al Eco-Diseño. Cuentan con un proyecto llamado «Introduciendo a las PyMEs a las medidas de eco-diseño a través de la Red de Empresas Europeas» (IMAGEEN por sus siglas en inglés) en el que se dirigen a la optimización del empaque para empresas del sector bebidas y comida su cadena de valor. Imparten talleres de trabajo y conferencias introductorias, herramientas para la auto-evaluación, entre otros. Para dar seguimiento en su evolución, las empresas reciben auditorías y entrenamientos en sus instalaciones, acompañado de consejería ofreciendo el paso a paso para la optimización de empaques (EU, 2018). IMAGEEN tiene presencia en el norte de Italia, en Bavaria, expandiendo el conocimiento a naciones como Croacia, Serbia, Eslovenia y Bulgaria, las cuáles carecen de experiencia en estos temas.

Cabe destacar que el Eco-Diseño no sólo abarca que el empaque sea amigable con el medio ambiente, sino también el producto en sí. Debe ser planificado desde su creación y para ello el proveedor de la materia prima, mediante el Abastecimiento Verde tiene la obligación de conseguir materiales para convertirse en productos terminados que al final de su vida útil tengan potencial de ser reutilizados, reproce-

sados y/o reciclados. Países asiáticos como China y Japón llevan tiempo trabajando en estas acciones para no sólo desde el proceso productivo lograr que éste pueda ser reciclable, sino que se formente la cultura entre los clientes, quienes son los que tienen el producto hasta que finaliza su vida útil.

5.6 ABASTECIMIENTO VERDE (AV)

Esta variable no sobresalió de forma positiva en la investigación realizada, por lo que también se detecta que actualmente su implementación es de débil a moderada en las empresas encuestadas.

Como comentado en Eco-Diseño (ED), existe una alta interdependencia entre las dos prácticas, por el hecho que, como comentado por Burritt *et al.* (2011), se busca que el producto final sea sustentable con el medio ambiente.

A nivel gubernamental existen programas en la Unión Europea relacionados con el abastecimiento verde; en el cuál la licitación de los bienes y servicios a comprar se eligen considerando que los proveedores cuenten con responsabilidad medioambiental. La UE elaboró un manual en donde se encuentran los lineamientos a seguir para las autoridades públicas y que implementen esta práctica de forma exitosa. Es de libre acceso y se encuentra en el manual titulado: «*Buying Green!: A handbook on green public procurement*» de European Commission (2016).

5.7 TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN VERDES (TIV)

Esta fue otra de las variables que no registró un nivel positivo en el estudio. Al ser una práctica verde que abarca gran variedad de tecnologías, se percibe que aquellas que están dirigidas para el control de emisiones contaminantes como el

CO₂ son implementadas por empresas grandes a nivel internacional que cuentan con infraestructura y recursos económicos para su aplicación; adicional a que el control de este tipo de emisiones les beneficia al ser acreedoras con estímulos fiscales por parte del gobierno.

Considerando que el mayor porcentaje de empresas en México se integra por PyMEs, es necesario asesorar a este tipo de empresas sobre cómo podrían contribuir a la reducción de estos contaminantes, a su vez buscando asociaciones con empresas líderes de tecnologías relacionadas que obtuvieran un beneficio mayor al implementarlas en mayor cantidad. La propuesta se considera viable para el sector público como para el privado.

5.8 LOGÍSTICA VERDE (LV)

La Logística Verde que se enfoca principalmente en la gestión de desperdicios y disminución del impacto medioambiental al momento de distribuir los productos fue una de las tres variables que registraron relaciones moderadas a fuertes con los diferentes indicadores del desempeño en las organizaciones. Dado que estas prácticas verdes forman parte de la CSV, estas son dependientes una de la otra. En esta práctica verde, el transporte verde juega un papel clave para que se lleve a cabo de forma exitosa.

5.9 TRANSPORTE VERDE (TV)

Como se analizó con la Logística Verde, esta variable aparece con una relación de moderada a fuerte en el estudio. Se infiere que la relación positiva sale principalmente de las compañías grandes también, por el hecho que una de las características de esta práctica verde es el contar con flotillas de transporte que empleen energías renovables o cuenten con dispositivos que las conviertan más amigables al medio

ambiente.

Uno de los aspectos que se revisaron previamente fue sobre cómo el transporte puede ser menos invasivo en la generación de emisiones mediante la utilización de biocombustibles y que provengan de fuentes renovables. No obstante, se necesita que se implemente por empresas independientemente de su tamaño para que tengan la posibilidad de renovar sus flotillas y contribuir a una logística más verde. Con base en las acciones que realizan los países integrantes del ASEAN (TCC, 2017), se considera una propuesta viable replicar en México:

- Asesoría a las PyMEs con respecto al empleo de combustible eficiente en sus transportes;
- La promoción de incentivar a las empresas hacia las políticas verdes;
- Aumentar la seguridad cuando se trata de mercancías peligrosas, considerando que el mal manejo de éstas puede derivar en un mayor grado de contaminación.

5.10 TALENTO VERDE (TAV)

Esta variable en particular se consideró en el estudio para determinar en qué medida los integrantes de las organizaciones contaban con disposición para contribuir al medio ambiente a través de pequeñas acciones dentro de la oficina y en los procesos. Afortunadamente, esta fue una de las tres variables que obtuvieron relaciones fuertes y significativas contra el desempeño dentro de las organizaciones. Se identificó que en mayor o menor medida, las empresas grandes entrevistadas así como las medianas y pequeñas, cuentan con acciones que motivan a los colaboradores a gestionar de mejor forma la utilización de energía y agua así como el reciclaje dentro y fuera de sus organizaciones.

No obstante, para una mayor efectividad de estos programas, es necesario apoyarse en el uso de fuentes de energía más amigables como la iluminación natural, que empresas como Coca-Cola están llevando a cabo, utilizar focos LED y establecer programas de reciclaje internos que fomenten este tipo de cultura con los colaboradores.

5.11 LOGÍSTICA INVERSA (LI)

Logística Inversa no obtuvo un nivel de influencia positiva en el proyecto, esto puede deberse a que su implementación es costosa y compleja, considerando que, como citado lo dicho previamente por Dande (2016), se debe de tratar como una acción de forma distinta a la logística tradicional; desconociendo cuánto cuesta su gestión, el impacto que pudiera generar, cómo determinar el tiempo adecuado o necesario para el regreso de los productos una vez lleguen al final de su vida útil. Otro aspecto también es que para lograrla de forma exitosa es necesario implementar programas dirigidos hacia los clientes en donde éstos puedan facilitar el producto ya utilizado y de ahí gestionar la Logística Inversa.

Se considera que la creación de entidades dedicadas a este tipo de actividades - tanto para el transporte como para las tecnologías que apliquen los procesos necesarios para dejar el producto listo para ser reutilizado - es viable para que las empresas que carecen de infraestructura y/o recursos puedan sub-contratarlas exclusivamente para este proceso, evaluando si el retorno de la inversión potencial a realizar es atractiva.

5.12 CONCLUSIONES

En este capítulo se analizó cada práctica de forma individual, en el cuál se observa que todos los eslabones deben de integrarse con sus respectivas prácticas verdes

para que funcionen como esperado. Dentro de una CSV, las prácticas verdes tienen una función especial pero no trabajan de forma independiente; por lo consiguiente es necesario que las estrategias se construyan de forma holística. Asimismo, se confirma la importancia del sector gubernamental en este tipo de acciones; ya que tienen la obligación de establecer políticas que orillen a las organizaciones a implementarlas, brindando asesoría a aquéllas que carecen de recursos.

El eje central de la investigación es el comportamiento de empresas pequeñas, medianas y grandes para identificar la influencia de las prácticas verdes en ellas. Se encontró que, las empresas de talla internacional tienen una mayor relación con las acciones verdes y la CSV, a diferencia de empresas medianas y pequeñas, en especial las pequeñas. Como se abordó previamente, existe una oportunidad para las PyMEs en aumentar su flujo de bienes y servicios a la UE derivado de la renovación del tratado de libre comercio en abril del 2018 (CE, 2018). La UE tiene las normas ambientales más rigurosas a nivel mundial (UE, 2014), representando en muchas ocasiones un reto para empresas que carecen de infraestructura para cumplirlas. Por lo tanto, la investigación también tiene como propósito el demostrar que las PyMEs para diversificar sus mercados deberán de mejorar la implementación de estas prácticas que les ayude a la obtención de certificaciones ambientales que requiere la UE.

Por último, en el siguiente capítulo se exponen conclusiones generales de la investigación; haciendo énfasis en las áreas a mejorar de la misma y cómo este estudio es una contribución disponible para la publicación de material futuro.

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES FINALES

Previamente en el capítulo 5 se detalló el análisis de los resultados encontrados para identificar áreas de oportunidad de las prácticas verdes y los indicadores del desempeño dentro de las organizaciones revisados. Después de haber proporcionado las estrategias y propuestas con base en la investigación, se crea este último capítulo en el que se señalan mejoras potenciales para el proyecto, cuáles fueron sus limitantes y de qué forma podría aprovecharse en un futuro.

La investigación tenía como objetivo determinar en qué medida se estaban implementando las prácticas verdes en México y qué importancia tiene con la CS con respecto a si existe tendencia sobre una transición hacia una CSV. Lo que se encontró en parte era algo que se esperaba, ya que las prácticas verdes en general se encuentran en una etapa inicial de implementación en empresas localizadas en el país; esto puede deberse a factores legislativos, culturales y económicos, que éstos en conjunto impulsarían a las empresas y al gobierno a llevarlas a cabo. El escenario ideal habría sido que todas las prácticas estudiadas tuvieran un alto impacto en el desempeño organizacional, al no ser así, se abren áreas de oportunidad para estudiar de qué forma se mejoraría su rendimiento.

6.1 CONTRIBUCIONES

Por una parte, la evaluación de las prácticas verdes y la CSV en sí es una contribución, por el hecho que los temas con responsabilidad ambiental, a pesar que son abordados por diversos frentes, deben de ser investigados de forma continua para identificar tendencias que pueden ser rentables para las empresas y que a su vez sean responsables con el medio ambiente. La presente tesis contiene los lineamientos necesarios para replicar un estudio similar; ya sea dentro de las mismas empresas para medir si la implementación de alguna estrategia tiene algún impacto y por lo consiguiente proceder a la toma de decisiones. Se recomienda a su vez, hacer un estudio híbrido con métodos de jerarquización -ya sea AHP, ANP, dependiendo de las características de la investigación- para obtener un panorama aún más completo; ya que los dos juntos ayudarán a determinar el nivel de relación e importancia de las variables objeto de estudio.

Entre algunas de las sugerencias que se hacen derivadas del estudio realizado, se busca que sea útil para construir en un futuro una herramienta que ayude a diagnosticar en qué nivel se encuentran con respecto a la implementación de las prácticas verdes y de la CSV. Esto ayudaría a determinar, independientemente del tamaño y del sector de la empresa a la cuál pertenece la organización que busque aplicar la herramienta, identificar qué tipo de acciones pueden implementar para obtener beneficios en los niveles mencionados en la investigación.

Cabe destacar que no solo el sector empresarial necesitaría colaborar mediante acciones para mitigar el impacto medioambiental, sino que necesitan trabajar en conjunto con el sector gubernamental a través de la construcción de alianzas y que éste último beneficie a las organizaciones al lograr metas relacionadas con el medio ambiente; desde la gestión de desperdicios y el control de las emisiones de CO₂, comenzando con una motivación y que posteriormente se convierta en una cuestión cultural. La utilidad de este estudio es que también sirva como base para redirec-

cionarlos hacia la construcción de políticas relacionadas con la implementación de prácticas verdes acompañadas de beneficios fiscales direccionados no solamente para empresas grandes, sino que éstos puedan desprenderse hacia las PyMEs para que se motiven y colaboren a la mitigación del impacto medio ambiental, considerando que la mayoría de las empresas en México son micro, pequeñas y medianas.

Como toda investigación, existen limitantes que pueden ser abordadas para la creación de nuevos proyectos. En éste, el tamaño muestral si bien no afectó el poder estadístico de la herramienta, se sugiere replicarlo con un mayor número de observaciones para no sólo basarse en la regla mínima de aceptación de diez veces la cantidad de indicadores en una variable. Por otro lado, el número de variables puede incrementar o disminuir con base en los intereses futuros del investigador, siempre y cuando se evalúe la validez del modelo y tomar las decisiones correspondientes en caso de que una variable no cumpla con los requerimientos para permanecer en éste.

Otra área de oportunidad radica en enfocar el estudio a un sólo sector empresarial, considerando que el sector servicios y el manufacturero se desempeñan de forma distinta ya que aunque los dos tienen procesos y CS, el manufacturero cuenta con una mayor especificación en el producto; por lo que la mayoría de las prácticas verdes de la investigación podrían encajar más a este sector. Por lo que, se sugiere hacer la investigación tanto para el sector servicios exclusivamente o para el manufacturero; o bien, dependiendo de lo que se busque comprobar puede aplicarse para el sector automotriz por su tamaño y por los procesos que éste maneja. La adaptabilidad del método radica en el modo que el instrumento de medición es diseñado y las relaciones que se buscan comprobar, para formular preguntas adecuadas al sector que se va a dirigir.

APÉNDICE A

APÉNDICE

A.1 PARÁMETROS CONSIDERADOS

Las siete variables independientes y las tres dependientes se compusieron de indicadores que salieron principalmente de los trabajos de Zhu *et al.* (2008a), Green *et al.* (2012). A manera de enunciados, fueron aplicados en la encuesta que se dirigió a las 43 personas de distintas empresas.

Eco-Diseño

- Se utilizan materias primas que puedan ser reciclables o reprocesadas al final de su vida útil.
- Los empaques de los productos están hechos de materiales reciclables.

Abastecimiento Verde

- La planeación de compra de materias primas se hace pensando en reutilizar el producto una vez llegue al final de su vida útil.
- La empresa cuenta con certificación ISO 140001.
- Se seleccionan proveedores sólo si cuentan con certificación ISO 140001.

Transporte Verde

- Se controlan las emisiones de gases de efecto invernadero (tales como el dióxido de carbono CO₂) que emite el transporte de la empresa.
- Se utilizan energías alternativas para el transporte (vehículos eléctricos, bio-combustibles).

Logística Verde

- Se llevan a cabo acciones y estrategias para el manejo de desperdicios.
- Las estrategias de distribución se planifican desde una perspectiva que no perjudique al medio ambiente.

Tecnologías de la información Verdes

- Se utilizan dispositivos que ayudan al ahorro de energía en la planta.
- Se cuenta con tecnología para gestionar la información ambiental (por ej: el nivel de toxicidad, energía utilizada, agua utilizada y la contaminación del aire).

Logística Inversa

- Se recolectan los productos para su reproceso-reciclaje una vez termina su tiempo de vida útil.
- Se fomenta la colaboración con los eslabones de la cadena para recuperar valor de productos al término de su vida útil.

Talento Verde

- Los directivos demuestran su compromiso con el medioambiente a través de su forma de actuar, desde reciclar papel hasta apagar la luz cuando no es necesario.
- Dentro de la empresa, existen programas en los que fomentan a los trabajadores una cultura amigable con el medio ambiente.

Desempeño Ambiental

- Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (tales como el dióxido de carbono CO₂).
- Disminución de desperdicios sólidos.
- Mejora en la postura ambiental de la compañía (empresa que simpatice con el medio ambiente).

Desempeño Económico

- Disminución en el costo de compra de materiales.
- Decremento en el costo de consumo de energía.
- Disminución de la tarifa por el tratamiento de desperdicios.

Desempeño Operativo

- Aumento en la calidad de los productos.
- Mejora en la utilización de capacidad de la planta.
- Disminución del porcentaje de chatarra (*scrap*).

A.2 MODELO PLS-SEM COMPLETO

En esta sección se adjuntan los modelos completos tanto del primer escenario como del alternativo en dónde se visualiza cómo lucen los valores finales al momento de correrlo en el software.

En la Figura A.1 vemos el primer escenario con los valores de los dos tipos de variable. Dentro de los círculos azules se está evaluando el AVE. El software SMART PLS 3.0 tiene la opción de revisar los coeficientes del modelo interno solo con cambiar la opción en él.

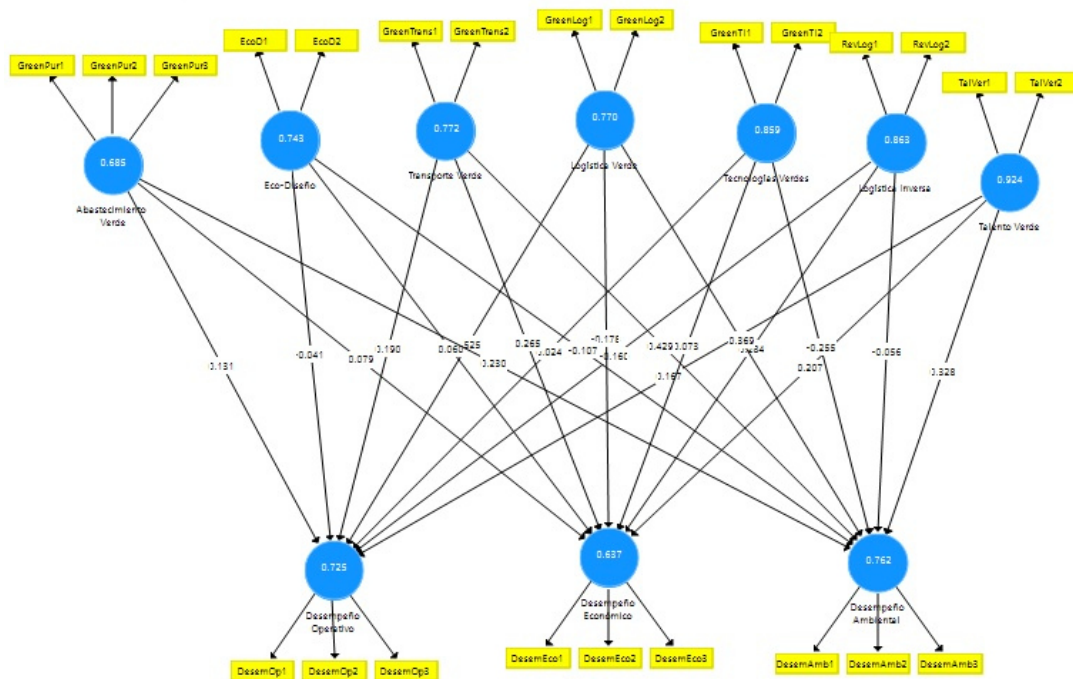


Figura A.1: Ilustración de primer escenario

Fuente: Elaboración propia

En la Figura A.2 se hizo el mismo ejercicio de ilustrar el modelo al correr los valores con el AVE.

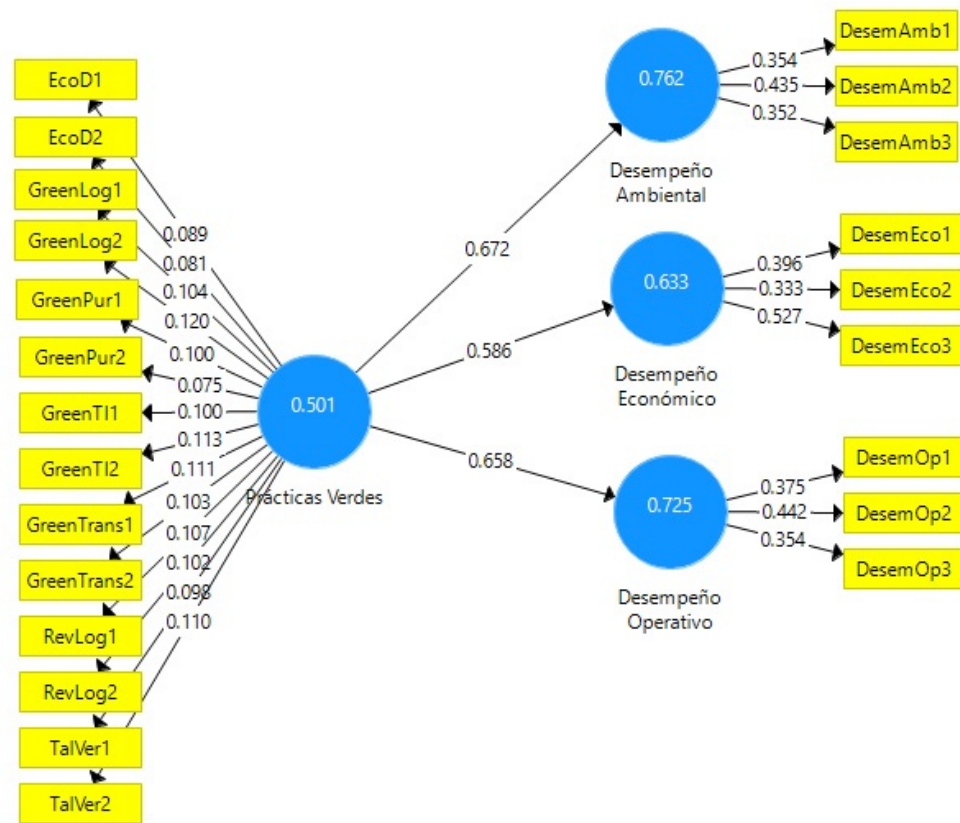


Figura A.2: Ilustración de escenario alternativo

Fuente: Elaboración propia

BIBLIOGRAFÍA

- AISSAH MAD ALI, S., S. SOROOSHIAN y C. JACK KIE (2016), «Modelling for Causal Interrelationships by DEMATEL», *Contemporary Engineering Sciences*, **9**(9), págs. 403–412, URL <http://www.m-hikari.com>.
- AKAIKE, M. (2003), «Lead-free Solder : Strategy for Eco-design», *Informe técnico*, japan For Sustainability JFS.
- ALTUNTAA, C. y O. TUNA (2013), «Greening logistics centers : The evolution of industrial buying criteria towards green», *Asian Journal of Shipping and Logistics*, **29**(1), págs. 59–80.
- ATLAS, G. C. (2016), «Territorial fossil fuels emissions», Accessed: 2018-04-15, URL <http://www.globalcarbonatlas.org/en/C02-emissions/>.
- AWAYSHEH, A. y R. D. KLASSEN (2010), «The impact of supply chain structure on the use of supplier socially responsible practices», .
- AZEVEDO, S. G., H. CARVALHO y V. CRUZ MACHADO (2011), «The influence of green practices on supply chain performance: A case study approach», *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, **47**(6), págs. 850–871, URL <http://dx.doi.org/10.1016/j.tre.2011.05.017>.
- AZIZ, T. N. A. T., H. S. JAAFAR y R. M. TAJUDDIN (2016), «Green Supply Chain: Awareness of Logistics Industry in Malaysia», *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, **219**, págs. 121–125, URL <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1877042816300544>.

- BANASIK, A., A. KANELLOPOULOS, G. CLAASSEN, J. M. BLOEMHOF-RUWAARD y J. G. VAN DER VORST (2017), «Closing loops in agricultural supply chains using multi-objective optimization: A case study of an industrial mushroom supply chain», *International Journal of Production Economics*, **183**, págs. 409–420, URL <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0925527316301918>.
- BARCLAY, D., C. HIGGINS y R. THOMPSON (1995), «The partial least squares (PLS) approach to causal modelling: personal computer adaptation and use as an illustration», *Technology Studies*, **2**(2), págs. 286–309.
- BERNARDES, J. y M. DA SILVA (2016), «Structural Equation Models using Partial Least Squares: an Example of the Application of SmartPLS® in Accounting Research», *Journal of Education and Research in Accounting*, **10**(3), págs. 282–305, URL www.repec.org.br.
- BJÖRKLUND, M., U. MARTINSEN y M. ABRAHAMSSON (2012), «Performance measurements in the greening of supply chains», *Supply Chain Management: An International Journal*, **17**(1), págs. 29–39, URL <http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/13598541211212186>.
- BOURGUIGNON, D. (2016), «Closing the loop New circular economy package», *European Parliamentary Research Service*, (January), pág. 9, URL <http://www.europarl.europa.eu/thinktank>.
- BOUZON, M., P. A. CAUCHICK MIGUEL y C. MANUEL TABOADA RODRIGUEZ (2014), «Managing end of life products: a review of the literature on reverse logistics in Brazil», *Management of Environmental Quality: An International Journal*, **25**(5), págs. 564–584, URL <http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/MEQ-04-2013-0027>.
- BROPHY, S. S. y E. WYLIE (2008), *The Green Museum: A Primer on Environmental Practice*, Altamira Press US.

- BRUNDTLAND, G. H. (1987), «Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development : Our Common Future Acronyms and Note on Terminology Chairman ' s Foreword.t of the World Commission on Environment and Development», *United Nations Commission*, **4**(1), pág. 300.
- BURRITT, R. L., S. SCHALTEGGER, M. BENNETT, T. POHJOLA y M. CSUTORA (2011), «*Environmental Management Accounting and Supply Chain Management*», Springer, New York.
- CABALLERO, J. (2006), «SEM vs PLS : Un enfoque basado en la práctica», *IV Congreso de Metodología de Encuestas*, págs. 57–66, URL <http://www.unavarra.es/congreso/encuestas/index.htm>.
- CE (2018), «Key features of the EU-Mexico trade agreement», *Informe Técnico April*, URL <http://trade.ec.europa.eu/doclib/press/index.cfm?id=1831>.
- CHEN, X. y G. XIU (2014), «Research on the degree of ecological supply chain management practice among Chinese manufacturing enterprises», *Journal of Quality and Reliability Engineering*, **2014**, URL <http://www.scopus.com/>.
- COMMISSION, E. (2017), «Green Public Procurement», *Informe técnico*, URL http://ec.europa.eu/environment/gpp/index_en.htm.
- COSIMATO, S. y O. TROISI (2015), «Green supply chain management: Practices and tools for logistics competitiveness and sustainability. The DHL case study», *The TQM Journal*, **27**(2), págs. 256–276, URL <http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/TQM-01-2015-0007>.
- CSCMP (2013), «Supply chain management: Terms and Glossary», *Healthcare informatics : the business magazine for information and communication systems*, **17**(2), págs. 58–60, 0402594v3.
- DANDE, M. P. (2016), «Innovative Strategies in Reverse Logistics», **4**(4), págs. 50–54, URL <http://www.aarf.asia>.

- DENEGRI DE DIOS, F. M. y C. Á. PEÑA (2011), «Identification of SMEs' environmental profiles through environmental auditing», *Contaduría y Administración*, (235), págs. 195–215.
- DIA (2018), «Closing the Gap: Scaling up sustainable supply chains», URL https://b8f65cb373b1b7b15feb-c70d8ead6ced550b4d987d7c03fcdd1d.ssl.cf3.rackcdn.com/cms/reports/documents/000/003/014/original/GDP_Supply_Chain_Report_2018.pdf?1516971917.
- DIAB, S. M., F. A. AL-BOURINI y A. H. ABU-RUMMAN (2015), «The Impact of Green Supply Chain Management Practices on Organizational Performance: A Study of Jordanian Food Industries», *Journal of Management and Sustainability*, 5(1), págs. 149–157, URL <http://www.ccsenet.org/journal/index.php/jms/article/view/45650>.
- ECOMISSION (2016), «A European Strategy for low-emission mobility», *Informe técnico*, URL https://ec.europa.eu/clima/policies/transport_en.
- EL-BERISHY, N., I. RÜGGE y B. SCHOLZ-REITER (2013), «The interrelation between sustainability and green logistics», 6(PART 1), págs. 527–531, URL <http://dx.doi.org/10.3182/20130911-3-BR-3021.00067>.
- EPA (2017), «Global Emissions by Gas Global Emissions by Economic Sector», *Informe Técnico 2014*, URL <https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data>.
- EU (2018), «Introducing SMEs to Eco-design measures through EEN-IMAGEEN», , pág. 6774 URL <http://www.ecodesign-een.eu/aboutSubProject.asp?pid=4>.
- EUROPEAN COMMISSION (2016), *Buying green!: A handbook on green public procurement*, tomo 3.
- EUROPEAN COMMISSION (2018), «Ecodesign», URL http://ec.europa.eu/growth/industry/sustainability/ecodesign_en.

- F. HAIR JR, J., M. SARSTEDT, L. HOPKINS y V. G. KUPPELWIESER (2014), «Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)», *European Business Review*, **26**(2), págs. 106–121, URL <http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/EBR-10-2013-0128>.
- FANG, C. y J. ZHANG (2018), «Performance of green supply chain management: A systematic review and meta analysis», *Journal of Cleaner Production*, **183**, págs. 1064–1081, URL <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.171>.
- FAO (2011), «¿Qué es la certificación ISO 14001?», *Informe técnico*, URL <http://www.fao.org/docrep/007/ad818s/ad818s08.htm>.
- FENG, M., W. YU, X. WANG, C. Y. WONG, M. XU y Z. XIAO (2018), «Green supply chain management and financial performance: The mediating roles of operational and environmental performance», *Business Strategy and the Environment*, (April 2017), págs. 1–14, URL <http://doi.wiley.com/10.1002/bse.2033>.
- FERNÁNDEZ, V. (2004), «Relación entre la Capacidad de Absorción y las Estructuras Organizativas», *Universitat Politècnica de Catalunya*, pág. 287.
- FORBES (2018), «Estos son los peligros para México por el calentamiento global», Accessed: 2018-05-10, URL <https://www.forbes.com.mx/>.
- FRIAS-NAVARRO, D. (2006), «Alfa de Cronbach y consistencia interna de los ítems de un instrumento de medida», *Universitat de Valencia*, págs. 1–3.
- GABUS, A. y E. FONTELA (1972), «World Problems, an Invitation to further thought within the framework of DEMATEL», *Informe técnico*.
- GANDHI, S., S. K. MANGLA, P. KUMAR y D. KUMAR (2015), «Evaluating factors in implementation of successful green supply chain management using DEMATEL: A case study», tomo 3, Holy Spirit University of Kaslik, URL <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2306774815000058>.
- GARSON, G. D. (2016), *Partial Least Squares: Regression & Structural Equation Models*, Statistical Associates Publishing.

- GENG, R., S. A. MANSOURI y E. AKTAS (2017), «The relationship between green supply chain management and performance: A meta-analysis of empirical evidences in Asian emerging economies», *International Journal of Production Economics*, **183**, págs. 245–258, URL <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.10.008>.
- GHADGE, A., M. KAKLAMANOY, S. CHOUDHARY y M. BOURLAKIS (2017), «Implementing environmental practices within the Greek dairy supply chain», *Industrial Management & Data Systems*, **117**(9), págs. 1995–2014, URL <http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/IMDS-07-2016-0270>.
- GIMENEZ (2012), «¿Qué es un meta-análisis? y ¿cómo leerlo?», *Biomedicina*, (1), págs. 16–27, 9605103.
- GLIEM, J. A. y R. R. GLIEM (2003), «Calculating, Interpreting, and Reporting Cronbach's Alpha Reliability Coefficient for Likert-Type Scales», (1992), págs. 82–88, URL <https://scholarworks.iupui.edu>.
- GMCI (2016), «2016 Global Manufacturing Competitiveness Index», Accessed: 2018-06-07, URL <https://www2.deloitte.com>.
- GOODHUE, D., W. LEWIS y R. THOMPSON (2006), «PLS, small sample size, and statistical power in MIS research», *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, **8**(C), págs. 1–10.
- GOVINDAN, K., H. SOLEIMANI y D. KANNAN (2015), «Reverse logistics and closed-loop supply chain: A comprehensive review to explore the future», *European Journal of Operational Research*, **240**(3), págs. 603–626, URL <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2014.07.012>.
- GREEN, K. W., P. ZELBST, J. MEACHAM y V. BHADAURIA (2012), «Green supply chain management practices: impact on performance», *Supply Chain Management: An International Journal*, **17**(3), págs. 290–305, URL <http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/13598541211227126>.

- GRI (2017), «New to sustainability reporting?», Accessed: 2017-05-28, URL <https://www.globalreporting.org/>.
- GSU (1996), «Methodological Alternatives to SEM/CFA», *Informe técnico*, accessed: 2017-11-25, URL <http://www2.gsu.edu/~mkteer/relmeth.html>.
- GUIDE, D. y L. N. V. WASSENHOVE (2009), «The Evolution of Closed-Loop Supply Chain Research», *Independent Review*, **14**(3), págs. 363–375.
- HAIR, J. (2017), «Partial Least Squares Structural Equation Modeling: An Emerging Tool in Research», *Informe técnico*, URL <https://www.methodspace.com/>.
- HAIR, J. F., C. M. RINGLE y M. SARSTEDT (2011), «PLS-SEM: Indeed a Silver Bullet», *The Journal of Marketing Theory and Practice*, **19**(2), págs. 139–152, arXiv:1011.1669v3, URL <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.2753/MTP1069-6679190202>.
- HAIR, J. F. J., G. T. M. HULT, C. RINGLE y M. SARSTEDT (2014), *A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM)*, tomo 46, URL <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0024630113000034>.
- HANDFIELD, R., S. V. WALTON, R. SROUFE y S. A. MELNYK (2002), «Applying environmental criteria to supplier assessment: A study in the application of the Analytical Hierarchy Process», *European Journal of Operational Research*, **141**(1), págs. 70–87.
- HERNÁNDEZ, R., C. FERNÁNDEZ y P. BAPTISTA (2014), «*Metodología de la investigación*», tomo 53, McGraw Hill Education.
- HERVANI, A. A., M. M. HELMS y J. SARKIS (2005), *Performance measurement for green supply chain management*, tomo 12, [/dx.doi.org/10.1108/BIJ-10-2012-0068](https://doi.org/10.1108/BIJ-10-2012-0068), URL <http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/14635770510609015>.

- HOEK, R. I. V. (1999), «Research note From reversed logistics to green supply chains», *Supply Chain Management: An International Journal*, **4**(3), págs. 129–135.
- HOWARTH, R. y J. FREDERICKS (2012), «Sustainable SME practice», *Management of Environmental Quality: An International Journal*, **23**(6), págs. 673–685, URL <http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/14777831211262945>.
- IMCO (2010), «¿Cuánto nos cuesta la contaminación del aire en México?», Accessed: 2018-01-28, URL <http://imco.org.mx/calculadora-aire/>.
- INEGI (2014), «Minimonografía. Micro, pequeña, mediana y gran empresa. Censos Económicos 2014», URL http://www.beta.inegi.org.mx/contenidos/proyectos/ce/2014/doc/minimonografias/m_pymes_ce2014.pdf.
- JEDLIŃSKI, M. (2014), «The Position of Green Logistics in Sustainable Development of a Smart Green City», *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, **151**, págs. 102–111, URL <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1877042814054536>.
- JEN (2017), «Top Green Tech Trends in 2017», *Informe técnico*, URL <https://climatelaunchpad.org>.
- KIM, J. H., S. YOUN y J. J. ROH (2011), «Green Supply Chain Management orientation and firm performance: evidence from South Korea», *International Journal of Services and Operations Management*, **8**(3), pág. 283, URL <http://www.inderscience.com/link.php?id=38973>.
- KIM, M. y S. CHAI (2017), «Implementing Environmental Practices for Accomplishing Sustainable Green Supply Chain Management», *Sustainability*, **9**(7), pág. 1192, URL <http://www.mdpi.com/2071-1050/9/7/1192>.
- KIRKWOOD, C. C. (2013), «System Behavior and Causal Loop Diagrams», *System Dynamics Methods*, (Forrester 1961), págs. 1–14.

- LAOSIRIHONGTHONG, T., D. ADEBANJO y K. CHOON TAN (2013), «Green supply chain management practices and performance», *Industrial Management & Data Systems*, **113**(8), págs. 1088–1109, URL <http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/IMDS-04-2013-0164>.
- LO, S. M. y Y.-A. SHIAH (2016), «Associating the motivation with the practices of firms going green: the moderator role of environmental uncertainty», *Supply Chain Management: An International Journal*, **21**(4), págs. 485–498, URL <http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/SCM-05-2015-0184>.
- MANGLA, S. K., P. KUMAR y M. K. BARUA (2015), «Risk analysis in green supply chain using fuzzy AHP approach: A case study», *Resources, Conservation & Recycling*, **104**, págs. 1–16, URL <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.01.001>.
- MARCHÁN, E. y L. VISCIDI (2015), «Green Transportation The Outlook for Electric Vehicles in Latin America», *the Dialogue*, (October), URL <http://www.thedialogue.org/>.
- MARIN (2009), «El meta-análisis en el ámbito de las Ciencias de la Salud: una metodología imprescindible para la eficiente acumulación del conocimiento», *Fisioterapia*, **31**(3), págs. 107–114.
- MARTÍNEZ, A. (2016), «Calidad del aire en el área metropolitana de Monterrey», (77), URL <http://cienciauanl.uanl.mx/?p=5391>.
- MASOUMIK, S. M., S. H. ABDUL-RASHID y E. U. OLUGU (2015a), «Importance-performance analysis of green strategy adoption within the Malaysian manufacturing industry», *Procedia CIRP*, **26**, págs. 646–652, URL <http://dx.doi.org/10.1016/j.procir.2014.07.180>.
- MASOUMIK, S. M., S. H. ABDUL-RASHID y E. U. OLUGU (2015b), «The development of a strategic prioritisation method for green supply chain initiatives», *PLoS ONE*, **10**(11), págs. 1–33.

- McKINNON, A., S. CULLINANE, M. BROWNE y A. W. EDS (2011), «Green Logistics : Improving the Environmental Sustainability of Logistics», **31**(4), págs. 547–548.
- MISHRA, D., A. GUNASEKARAN, T. PAPADOPOULOS y B. HAZEN (2017), «Green supply chain performance measures: A review and bibliometric analysis», *Sustainable Production and Consumption*, **10**(February), págs. 85–99, URL <http://dx.doi.org/10.1016/j.spc.2017.01.003>.
- MONCKE, A. y L. F. (2012), «semPLS : Structural Equation Modeling Using Partial Least Squares», *Journal of Statistical Software*, **48**(3), págs. 1–32.
- MURPHY, P. R. y R. F. POIST (2003), «Green perspectives and practices: a “comparative logistics” study», *Supply Chain Management: An International Journal*, **8**(2), págs. 122–131, URL <http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/13598540310468724>.
- NAMAGEMBE, S., R. SRIDHARAN y S. RYAN (2016), «Green supply chain management practice adoption in Ugandan SME manufacturing firms: the role of entrepreneurial orientation», *World Journal of Science, Technology and Sustainable Development*, **13**(3), págs. 496–520.
- NORRIS (2009), «Sustainable Supply Chain Logistics Guide», , pág. 42 URL www.metrovancouver.org/smartsteps.
- NPS (2018), «Where Does Air Pollution Come From?», *National Park Service*, pág. 1, URL <https://www.nps.gov/subjects/air/sources.htm>.
- OECD (2012), «Green Technology and Innovation», *Informe técnico*, URL https://www.oecd.org/media/oecdorg/satellitesites/stie-outlook/files/policyprofile/STI%20Outlook%2012_%20PP%20Thematic_Green.pdf.
- OMS (2016), «Monterrey, la ciudad más contaminada», *Informe técnico*, URL https://imco.org.mx/medio_ambiente/base-de-datos-global-urbana-de-la-contaminacion-del-aire-2016-via-oms/.

- OY, S. K. (2013), «LOGISTICS IN LOGISTICS Case : Inex Partners Oy and Suomen Kaukokiito Oy», *Lahti University of Applied Sciences*.
- PAZIRANDEH, A. y H. JAFARI (2013), «Making sense of green logistics», *International Journal of Productivity and Performance Management*, **62**(8), págs. 889–904, URL <http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/IJPPM-03-2013-0059>.
- PEROTTI, S., M. ZORZINI, E. CAGNO y G. J. MICHELI (2012), «Green supply chain practices and company performance: the case of 3PLs in Italy», *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, **42**(7), págs. 640–672, URL <http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/09600031211258138>.
- PROJECT, C.D. (2018), «Surge in climate leadership, as Apple, Honda, Microsoft, & others awarded for tackling emissions in the supply chain», Accessed: 2018-04-29, URL <https://www.cdp.net>.
- RAMOS, T. R. P., M. I. GOMES y A. P. BARBOSA-PÓVOA (2014), «Planning a sustainable reverse logistics system: Balancing costs with environmental and social concerns», *Omega (United Kingdom)*, **48**(May), págs. 60–74.
- RAO, P. y D. HOLT (2009), «Do green supply chains lead to competitiveness and economic performance?», *International Journal of Operations & Production Management*, URL <https://doi.org/10.1108/01443570510613956>.
- RINGLE, C., D. DA SILVA y B. DIÓGENES DE SOUZA (2014), «Structural Equation Modeling with the Smartpls», *Revista Brasileira de Marketing*, **13**(02), págs. 56–73, URL <http://www.revistabrasileiramarketing.org/>.
- SAATY, T. L. (1990), «How to make a decision: The analytic hierarchy process», *European Journal of Operational Research*, **48**(1), págs. 9–26.
- SAATY, T. L. (2004), «Fundamentals of the analytic network process—multiple networks with benefits, costs, opportunities and risks», *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, **13**(3), págs. 348–379.

- SE (2017), «Información económica y estatal Nuevo León», *Informe técnico*, URL https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/195391/nuevo_leon_2017_02.pdf.
- SELLITTO, M. y F. HERMANN (2016), «Prioritization of green practices in GSCM: Case study with companies of the peach industry», *Gestao e Producao*, **23**(4), págs. 871–886, URL <https://www.scopus.com>.
- SEMARNAT (2017), «Residuos Sólidos Urbanos (RSU)», Accessed: 2018-05-15, URL <https://www.gob.mx/semarnat/>.
- SEROKA-STOLKA, O. (2014), «The Development of Green Logistics for Implementation Sustainable Development Strategy in Companies», *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, **151**, págs. 302–309, URL <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1877042814054706>.
- SEROKA-STOLKA, O. (2016), «Green Initiatives in Environmental Management of Logistics Companies», *Transportation Research Procedia*, **16**(March), págs. 483–489, URL <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2352146516306597>.
- SESEC (2015), «China Echo-design Standards and The Labeling for Eco-design Product», *Informe técnico*, URL http://www.sesec.eu/app/uploads/2015/06/SESEC-Bimonthly-Newsletter-August-Sept-2015--Annex-02_-China-Echo-design-Standards-and-The-Labeling-for-Eco-design-Product.pdf.
- SETH, D., R. SHRIVASTAVA y S. SHRIVASTAVA (2016), «An empirical investigation of critical success factors and performance measures for green manufacturing in cement industry», *Journal of Manufacturing Technology Management*, **27**(8), págs. 1076–1101, URL <http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/JMTM-04-2016-0049>.
- SEURING, S. y M. MÜLLER (2008), «From a literature review to a conceptual frame-

- work for sustainable supply chain management», *Journal of Cleaner Production*, **16**(15), págs. 1699–1710.
- SINGH, A. y A. TRIVEDI (2016), «Sustainable green supply chain management: trends and current practices», *Competitiveness Review*, **26**(3), págs. 265–288, / dx.doi.org/10.1108/BIJ-10-2012-0068, URL <http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/CR-05-2015-0034>.
- SMITH, E. y S. PERKS (2010), «A perceptual study of the impact of green practice implementation on the business functions», *Southern African Business Review*, **14**(3), págs. 1–29.
- SRIVASTAVA, S. K. (2007), «Green supply-chain management: A state-of-the-art literature review», *International Journal of Management Reviews*, **9**(1), págs. 53–80.
- SUHR, D. (2006), «The basics of structural equation modeling», ... *SAS User Group of the Western Region of the ...*, págs. 1–19, URL <http://jansenlex.readyhosting.com/wuss/2006/tutorials/TUT-Suhr.pdf>.
- TCC (2017), «ASEAN», Accessed: 2017-09-20, URL <http://www.transportandclimatechange.org/>.
- TEIXEIRA, A. A., C. J. C. JABBOUR, A. B. L. DE SOUSA JABBOUR, H. LATAN y J. H. C. DE OLIVEIRA (2016), «Green training and green supply chain management: Evidence from Brazilian firms», *Journal of Cleaner Production*, **116**, págs. 170–176, URL <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.061>.
- THUNBERG, M. y F. PERSSON (2014), «Using the SCOR models performance measurements to improve construction logistics», *Production Planning and Control*, **25**(13-14), págs. 1065–1078, URL <http://dx.doi.org/10.1080/09537287.2013.808836>.
- TORRES-SALAZAR, M. D. C., A. E. ESCALANTE-FERRER, E. OLIVARES-BENITEZ y J. C. PÉREZ-GARCÍA (2016), «Talento verde y cadenas de suministro verdes :

- ¿existe una relación significativa ? Green talent and green supply chain : is there a significant relationship?», *Revista Electrónica Nova Scientia*.
- TSENG, M., M. LIM y W. P. WONG (2015), «Sustainable supply chain management», *Industrial Management & Data Systems*, **115**(3), págs. 436–461, URL <http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/IMDS-10-2014-0319>.
- TSENG, M.-L., Y.-H. LIN y C.-H. LIAO (2008), «An exploration of relationships between environmental practice and manufacturing performance using the PLS path modeling», *WSEAS Transactions on Environment and Development*, **4**(6), págs. 487–502.
- UE (2014), «Comprender las políticas de la Unión Europea», *Informe técnico*, accessed: 2018-05-20, URL http://https://europa.eu/european-union/topics/environment_es.
- UNDP (2015), «Sustainable Development Goals», , pág. 24arXiv:1011.1669v3, URL [doi:10.1017/CB09781107415324.004](https://doi.org/10.1017/CB09781107415324.004).
- VACHON, S. (2007), «Green supply chain practices and the selection of environmental technologies», *International Journal of Production Research*, **45**(18-19), págs. 4357–4379.
- WĄTRÓBSKI, J. (2016), «Outline of Multicriteria Decision-making in Green Logistics», *Transportation Research Procedia*, **16**(March), págs. 537–552, URL <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2352146516306652>.
- WESTLAND, J. C. (2015), *Structural Equation Models*, tomo 22, Springer International Publishing Switzerland 2015, URL <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-16507-3>.
- ZAMAN, K. y S. SHAMSUDDIN (2017), «Green logistics and national scale economic indicators: Evidence from a panel of selected European countries», *Journal of Cleaner Production*, **143**, págs. 51–63, URL <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.150>.

- ZHENG, D. (2014), «The Adoption of Green Information Technology and Information Systems: An evidence from Corporate Social Responsibility», *PACIS 2014 Proceeding*, **237**, URL <http://aisel.aisnet.org/pacis2014/237>.
- ZHU, Q. y J. SARKIS (2007), «The moderating effects of institutional pressures on emergent green supply chain practices and performance», *International Journal of Production Research*, **45**(18-19), págs. 4333–4355.
- ZHU, Q., J. SARKIS y K. HUNG LAI (2008a), «Green supply chain management implications for closing the loop»», *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, **44**(1), págs. 1–18.
- ZHU, Q., J. SARKIS y K.-H. LAI (2008b), «Confirmation of a measurement model for green supply chain management practices implementation», **111**, págs. 261–273.

RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO

Gisela Aguilar Dorantes

Candidato para obtener el grado de
Maestría en Logística y Cadena de Suministro

Universidad Autónoma de Nuevo León
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

Tesis:

EVALUACIÓN DE LAS PRÁCTICAS VERDES EN LA CADENA DE
SUMINISTRO EN MÉXICO MEDIANTE EL MÉTODO DE MÍNIMO DE
CUADRADOS PARCIALES (PLS)

Nací un 14 de Noviembre de 1988 en la capital del estado de Sinaloa, Culiacán. Estudié en Comercio Internacional en la Universidad de La Salle Bajío. En el último año de la Licenciatura me mudé a Monterrey, Nuevo León para realizar un intercambio académico en la Universidad Regiomontana.

Cuento con más de cuatro años de experiencia en comercio internacional y logística terrestre y marítima.