



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Modelo conceptual de sistema de información para apoyar la gestión ambiental proactiva en pymes

Ismael Santiago Mejía Salazar

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial
Bogotá, Colombia
2012

Modelo conceptual de sistema de información para apoyar la gestión ambiental proactiva en pymes

Ismael Santiago Mejía Salazar

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

Magister en Ingeniería Industrial

Director:

Ph.D José Ismael Peña Reyes

Línea de Investigación:

Productividad y Competitividad en las Mipymes

Grupo de Investigación:

Grupo de investigación GRIEGO

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial

Bogotá, Colombia

2012

*Dedicado a Dios, a mi familia y a mi novia por
sus energías y apoyo incondicional.*

Agradecimientos

A mis profesores y maestros José Ismael Peña y Carlos Eduardo Moreno por su incansable apoyo, asesoría y enseñanzas. A mi familia y a mis padres por su apoyo, su paciencia y sus incontables preguntas que me daban las fuerzas para realizar este trabajo. A mi novia, a mis amigos y a mis compañeros, por sus aportes, ayudas, críticas y ánimos para mejorar mi investigación. Finalmente a Dios y a mis maestros de yoga, que me dieron las energías y guías para concentrarme y terminar satisfactoriamente.

Resumen

En muchas empresas de manufactura, principalmente en las pequeñas y medianas, la gestión ambiental se caracteriza por su ausencia o por buscar sólo el cumplimiento de la normatividad ambiental, paralelamente los sistemas de información (SI) desarrollados para la industria, que incluyen la perspectiva ambiental, se enfocan en su mayoría en el cumplimiento de la regulación. Ante esto, en la literatura surgen nuevos conceptos para que las industrias vayan más allá de este cumplimiento, como la gestión ambiental proactiva (GAP), que se define como una compleja integración de recursos estratégicos, capacidades organizacionales y prácticas ambientales que conducen a un mejor desempeño ambiental y una mayor ventaja competitiva, según lo dice la adaptación ambiental a la Visión Basada en Recursos de la empresa (NRBV)¹, estas capacidades valiosas se soportan en los recursos estratégicos. Por lo anterior, este proyecto de investigación busca construir un modelo conceptual de SI como recurso estratégico, que soporte la información de una capacidad ambiental: “la integración con *stakeholders*”, la cual permite a una firma desplegar prácticas ambientales más proactivas para alcanzar una ventaja competitiva sostenible. La investigación se lleva a cabo con un enfoque multimetodológico que permite combinar distintas metodologías y técnicas. En el caso del desarrollo del modelo conceptual se siguen algunas técnicas de la metodología de sistemas suaves (SSM)², además, se basa en lo encontrado en la literatura y en el análisis de un diagnóstico a 10 empresas de Bogotá y Manizales – Colombia. En adición, este proyecto de investigación desarrolla 2 módulos integrados a un sistema ERP (*Enterprises Resources Planning*), como una sección materializada del modelo conceptual.

¹ Por sus siglas en ingles Natural Resources Based View

² Por sus siglas en ingles Soft Systems Methodology

Los resultados proporcionan una guía para la administración de información sobre la integración con *stakeholders* encaminada hacia un GAP en pymes de manufactura. Además, durante el desarrollo de la investigación se puede concluir, entre otras cosas, que la gestión de información sobre la GAP en una firma se despliega de forma más transversal que vertical a lo largo del SI y de las actividades primarias y secundarias de una compañía.

Palabras clave: Sistemas de Información para la gestión ambiental, Gestión Ambiental Proactiva - SI, Visión Basada en Recursos Naturales - SI, *Stakeholders* - integración.

Abstract

In many industries, mainly in small and medium enterprises (SMEs), environmental management is characterized by its absence or searching only for the compliance of environmental regulations, alongside industrial information systems (IS) that include environmental perspective mostly focuses on regulatory compliance. However, concepts such as proactive environmental management (PEM) have emerged, for industries beyond this compliance. This, according to the theory of Natural Resource-Based View (NRBV), is a complex coordination of strategic resources, organizational capabilities and environmental practices that lead to improvement in environmental performance and competitive advantage. These capabilities especially are supported on enterprise strategic resources. The objective of this investigation is to propose a model of information system (IS) as a strategic resource that facilitates and supports information management of one organizational capability: "Stakeholders Integration", which allows a firm to deploy more proactive environmental practices in order to achieve a sustainable competitive advantage. The model was developed with the MDA methodology and it is based on the academic literature, the NRBV theory and the analysis of a qualitative diagnosis in 10 companies in Bogotá, Colombia. The research uses the multimethodology that combines different methodologies and techniques. The conceptual model development follows some techniques of soft systems methodology (SSM), and it is based on the academic literature, the NRBV theory and the analysis of a qualitative diagnosis in 10 companies in Bogota and Manizales - Colombia. Additionally, the

research included the design of an application integrated to ERP (Enterprises Resources Planning) as a materialized section of the conceptual model.

The results provide a guideline for the information management aimed to a PEM in manufacturing SMEs. Also, the IS model's results allow to determine that the management of the PEM's information in a firm displays in way much more horizontally than vertically throughout the IS and the primary and secondary activities of the industry.

Key words: Environmental Management Information Systems, Proactive Environmental Management, Natural Resources Based View, *Stakeholders* Integration.

Contenido

	Pág.
Resumen	VI
Contenido	IX
Lista de figuras.....	XI
Lista de tablas	XII
Lista de Símbolos y abreviaturas.....	XIII
Introducción	1
1. Estado del arte e identificación del problema	4
1.1 Los Sistemas de Información y definición de modelo	4
1.1.1 Sistemas de Información	4
1.1.2 Definición del concepto de Modelo	6
1.2 Gestión Ambiental.....	7
1.2.1 Gestión Ambiental Empresarial.....	7
1.2.2 Gestión Ambiental Proactiva.....	9
1.2.3 Norma Técnica ISO 14001:2004.....	11
1.3 Pequeña y mediana empresa (pyme).....	13
1.4 Visión Basada en Recursos de la Firma: enfoque ambiental (NRBV).....	14
1.4.1 La Gestión Ambiental Proactiva según la NRBV.....	17
1.4.2 Los Sistemas de información y la NRBV	19
1.4.3 Capacidad de integración con <i>stakeholders</i>	19
1.5 Antecedentes	24
1.5.1 Trabajos empíricos sobre SI y medio ambiente en empresas	25
1.5.2 Principales antecedentes de la NRBV	33
1.6 Identificación del problema.....	36
2. Metodología	40
2.1 Cuadro Multimetodología	40
2.1.1 Explicación del cuadro multimetodológico.....	42
2.1.2 Metodología de sistemas suaves.....	43
2.2 Definición de mapas conceptuales y modelos conceptuales	47
2.3 Alcance de la investigación	48
3. Diagnóstico a empresas	51
3.1 Metodología del diagnóstico	51
3.1.1 Definición de la Población Objetivo.....	52
3.1.2 Definición de la Muestra	52

3.1.3 Duración del Trabajo de Campo.....	53
3.2 Diseño de la herramienta de diagnóstico.....	53
3.2.1 Componentes de la herramienta.....	54
3.2.2 Herramienta de diagnóstico.....	54
3.2.3 Tabla resumen del diagnóstico.....	55
3.3 Análisis cuantitativo de resultados.....	56
3.3.1 Empresa metales.....	56
3.3.2 Empresa de alimentos.....	57
3.3.3 Empresa madera.....	59
3.3.4 Empresa neveras.....	60
3.3.5 Empresa cerrajería.....	61
3.4 Análisis cualitativo.....	62
4. Desarrollo y resultados.....	68
4.1 Construcción del modelo conceptual.....	68
4.2 Verificación del modelo conceptual de SI.....	81
4.3 Complementos al modelo conceptual y el prototipo.....	89
5. Discusión y conclusiones.....	95
5.1 Discusión.....	95
5.2 Recomendaciones.....	99
5.3 Conclusiones.....	101
5.4 Investigación Futura.....	103
A. Anexo: Principales entidades ambientales públicas o privadas.....	105
B. Anexo: Herramienta de diagnóstico.....	107
C. Anexo: Análisis cuantitativo de resultados generales.....	112
D. Anexo: Ejemplo de Entrevista empresa de alimentos.....	116
E. Anexo: Diagrama de casos de uso.....	124
F. Anexo: Modelo entidad-relación.....	125
G. Anexo: Parte de la interfaz del módulo gestión de <i>stakeholders</i>.....	126
H. Anexo: Módulo matriz de aspectos ambientales.....	128
I. Anexo: Módulos adicionales de la comunidad de OpenERP.....	131
Bibliografía.....	133

Lista de figuras

Figura 1-1:	Formato de la matriz de aspectos e impactos ambientales.....	13
Figura 1-2:	Modelo general de la teoría de la NRBV	16
Figura 1-3:	Estructura y clasificación de <i>stakeholders</i>	22
Figura 1-4:	Modelo Conceptual de base de datos ambiental.	28
Figura 1-5:	Plataformas de Integración de los SI: EMIS y ERP.....	32
Figura 1-6:	Capacidades organizacionales estudiadas desde la NRBV	34
Figura 3-1:	Enfoque metodológico basado en el realismo crítico.	42
Figura 3-2:	Etapas de la Metodología de Sistemas Suaves.	45
Figura 3-3:	Modelo de recursos y capacidades en SI/TI basado NRBV	49
Figura 4-1:	Nivel de la gestión ambiental: Empresa Metales.....	56
Figura 4-2:	Nivel de la gestión ambiental: Empresa Alimentos.....	57
Figura 4-3:	Nivel de la gestión ambiental: Empresa Maderas	59
Figura 4-4:	Nivel de la gestión ambiental: Empresa de Neveras	60
Figura 4-5:	Nivel de la gestión ambiental: Empresa cerrajería	61
Figura 5-1:	Mapa conceptual de la capacidad de gestión de <i>stakeholders</i>	69
Figura 5-2:	Relación de conceptos en la capacidad de gestión de <i>stakeholders</i>	70
Figura 5-3:	Diagrama de procesos propuesto para la integración con <i>stakeholders</i>	73
Figura 5-4:	2° nivel de resolución modelo conceptual, agentes del proceso	75
Figura 5-5:	Mapa conceptual, propuesta de modelo conceptual de SI.....	79
Figura 5-6:	Convenciones de la figura 5-5	80
Figura 5-7:	Modelo conceptual verificado.	88
Figura 5-8:	Convenciones del diagrama.	89
Figura 5-9:	Diagrama de actividades apoyar la gestión de <i>stakeholders</i>	91
Figura 5-10:	Diagrama de componentes.	93
Figura 6-1:	Nivel de la gestión ambiental promedio en todas las empresas	112
Figura 6-2:	Subtemas de gestión ambiental.....	113
Figura 6-3:	Nivel de la gestión ambiental según el tamaño de la empresa.....	114
Figura 6-4:	Diagrama de casos de uso.	124
Figura 6-5:	Resumen de modelo E-R sobre el módulo gestión de <i>stakeholders</i>	125
Figura 6-6:	Vista del registro de información módulo gestión de <i>stakeholders</i>	126
Figura 6-7:	Vista de la salida de información módulo gestión de <i>stakeholders</i>	127
Figura 6-8:	Resumen de modelo E-R del módulo matriz de aspectos ambientales.	129

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1-1: Clasificación de la actitud medio ambiental de las empresas	10
Tabla 1-2: Matriz poder vs interés y matriz poder vs dinamismo.....	23
Tabla 1-3: Herramientas de información para la gestión ambiental empresarial	26
Tabla 1-4: Estructura del Sistema de Información Ambiental para la Industria (IEIS)..	30
Tabla 3-1: Matriz o cuadro multimetodológico de esta investigación.....	41
Tabla 4-1: Resumen del diagnostico.....	55
Tabla 4-2: Análisis Cualitativo.....	63
Tabla 5-1: Definiciones básicas según técnica CATWOE	71
Tabla 5-2: Soportes de información para cada sub-etapa del proceso.....	76
Tabla 5-3: Verificación del modelo.....	82
Tabla 5-4: Análisis cualitativo a las entrevistas con expertos.....	84
Tabla 5-5: Sugerencias y mejoras a incluir.	86
Tabla 6-1: Herramientas de entidades ambientales públicas o privadas	105
Tabla 6-2: Herramienta de diagnostico	107
Tabla 6-3: Módulos adicionales en OpenERP relacionados con esta investigación ..	131

Lista de Símbolos y abreviaturas

Abreviaturas

Abreviatura	Término
<i>SI</i>	Sistemas de información
<i>GAP</i>	Gestión ambiental proactiva
<i>VBRN</i>	Visión Basada en Recursos Naturales
<i>SSM</i>	Metodología de sistemas suaves
<i>PEM</i>	Proactive environmental management
<i>IS</i>	Information systems
<i>SMEs</i>	Small and medium enterprises
<i>NRBV</i>	Natural resource-based view
<i>ERP</i>	Enterprises resources planning
<i>pyme</i>	Pequeña y mediana empresa
<i>ISO</i>	International Organization for Standardization
<i>TI</i>	Tecnologías de información
<i>E-R</i>	Entidad - relación
<i>IEIS</i>	Sistema de Información Ambiental para la Industria
<i>GAE</i>	Gestión ambiental empresarial
<i>SGA</i>	Sistema de gestión ambiental
<i>GA</i>	Gestión ambiental
<i>SMMLV</i>	Salarios mínimos mensuales legales vigentes
<i>RBV</i>	Visión de la Firma Basada en Recursos
<i>EMIS</i>	Environmental Management Information Systems
<i>EKM</i>	Gestión del Conocimiento Ambiental
<i>EHS</i>	Medio ambiente, salud y seguridad
<i>UML</i>	Unified Modeling Language
<i>GRI</i>	Global Reporting Initiative

Introducción

En la medida en que crece la preocupación por mantener y mejorar la calidad de la sociedad y del medio ambiente, empresas de todo tipo están volviendo cada vez más su atención hacia los impactos potenciales de sus actividades, productos y servicios. Por ende, para lograr una mayor eficiencia en la gestión de los impactos ambientales, se requiere de un compromiso de la organización, mediante una gestión proactiva e innovadora que procure por el mejoramiento continuo de sus políticas y estrategias a largo plazo (González-Benito J. , 2005).

Asimismo, en las últimas décadas los daños causados por la industria moderna al ambiente y a la comunidad han hecho que la sociedad entre a reflexionar y a exigir más cuidado y responsabilidad por parte de las industrias, reclamando una adecuada capacidad de respuesta de cada empresa frente a los efectos e implicaciones de sus acciones.

Por consiguiente, surge la necesidad de desarrollar herramientas, como sistemas de información (SI) que, combinadas con otros recursos empresariales, influyeran de manera significativa el desarrollo de capacidades ambientales en la organización, para que aumenten tanto su desempeño ambiental como su ventaja competitiva (Judge & Douglas, 1998). El desarrollo tecnológico global debe reconciliarse con las necesidades del medio ambiente para así evitar una crisis ecológica mundial (Inoue, 1994).

Los expertos en ciencias de la administración se han dedicado a examinar los problemas que abarcan las organizaciones y el medio ambiente, pero han omitido en gran medida la perspectiva de los sistemas de información, a pesar de su papel fundamental para hacerle frente a la situación ambiental (Lanteigne & Laforest, 2007; Melville, 2010). Y como se muestra en el estado del arte, es de gran dificultad garantizar un SI óptimo que

abarque todas las variables necesarias para una completa gestión ambiental y un completo control de impactos ambientales, temas de gran complejidad por su naturaleza inherente (Davey & Mathews, 1996).

La evaluación de los antecedentes en investigaciones sobre el tema demuestra cómo la gestión ambiental empresarial es una de las áreas organizacionales que menos desarrollo de tecnologías de la información ha tenido (Melville, 2010), en mayor medida, porque las gerencias del sector productivo no se han dado cuenta del potencial que tiene optimizar sus estrategias y políticas ambientales, un potencial tanto económico, como de crecimiento y sustentabilidad. En cambio, las directivas de una empresa consideran que un control y gestión de sus impactos ambientales no les aporta valor y sólo sirve para cumplir obligaciones normativas (Brio & Junquera, 2003).

Existen sistemas de información ambientales a nivel organizacional que son diseñados pero no utilizados en la proporción esperada, debido a la falta de presión externa y al respaldo débil de la alta dirección (Díez & Mcintosh, 2009). También, el desarrollo empírico de SI ambientales industriales se enfoca, en su mayoría, en el cumplimiento de la regulación ambiental, dejando ausente el soporte de información para una desempeño ambiental superior (Allam, 2008). No se han encontrado investigaciones en SI que se dirijan completamente a apoyar una gestión ambiental proactiva, o que se enmarquen en el enfoque ambiental de la teoría Visión Basada en Recursos (NRBV, Natural Resources Based View). De aquí la pertinencia del proyecto.

Por esto, el presente trabajo asume un reto ambiental-empresarial, al pretender construir un modelo conceptual de SI como recurso estratégico que facilite y apoye la gestión de información de ciertas capacidades ambientales relacionadas con una gestión ambiental proactiva en pymes industriales, principalmente la capacidad de gestión de *stakeholders*. Para ello, es necesario mantener una investigación constante de las tecnologías actuales, las nuevas tendencias mundiales en el tema y los casos de estudios existentes a nivel internacional. Los objetivos específicos del proyecto implican: 1) efectuar un diagnóstico a empresas industriales sobre su SI y su GAP; 2) Identificar los elementos, agentes, variables y procesos de información más relevantes que permitan dar forma al

modelo conceptual de SI; y 3) realizar un prototipo integrado a un software ERP, como una sección materializada del modelo conceptual de SI.

Este documento es una síntesis de la investigación. En cuanto a la estructura del mismo, primero se establece un marco teórico que define los conceptos principales y la teoría utilizada: la NRBV; en seguida, se reúnen los antecedentes más pertinentes, ya sean relacionados con SI o con la NRBV; más adelante, se describe la metodología de la investigación: una multimetodología, que combina revisión de literatura, entrevistas a empresas, y otras técnicas o metodologías; y por último, se presenta el desarrollo y resultados del modelo, para terminar con las conclusiones y recomendaciones.

1. Estado del arte e identificación del problema

La primera parte de este documento se encarga de definir los conceptos más importantes en esta investigación, empezando con la definición de sistemas de información, de ERP y del concepto de modelo. En seguida, se detalla la diferencia entre gestión ambiental, gestión ambiental empresarial y gestión ambiental proactiva, partiendo de lo general a lo específico. Después, se ofrece un panorama de la teoría Visión Basada en Recursos de la Firma y su adaptación ambiental, que es utilizada en esta investigación, y de la capacidad ambiental de integración con *stakeholders*. Por último, se hace una identificación del problema a investigar, relacionándola con lo encontrado en la literatura.

1.1 Los Sistemas de Información y definición de modelo

1.1.1 Sistemas de Información (SI)

Los sistemas de información son herramientas para el almacenamiento, registro, procesamiento y publicación de información, destinada a soportar a un grupo de personas que actúan de manera integral con un objetivo común (Checkland & Holwell, 1999).

Independientemente de las características de las organizaciones, generalmente ha sido aceptada la idea de que los SI ayudan a reducir costos, aumentar la productividad y mejorar la calidad de los servicios y productos (Legris, Ingham, Collerette, & Johnson, 2003; Hevner, March, & Park, 2004).

Actualmente, en la mayoría de los casos, para que un sistema de información pueda operar es necesario un equipo computacional o hardware y un programa o software. Sin embargo el término SI es más amplio que una simple tecnología informática, y se define

como un conjunto organizado de recursos, tales como materiales, software, personas, datos, procesos y procedimientos (Reix, 1998).

En general, los sistemas de información tienen la finalidad de mejorar la planificación, el control, la organización y la realización de los procesos y la toma de decisiones en las empresas (Walsham, 1993). Básicamente, un sistema de información realiza cuatro actividades: recolectar, almacenar, procesar o manipular y comunicar datos e información (Díaz, 2010). Y se implementa con el fin de cumplir tres objetivos principales dentro de la organización:

- Brindar información a los usuarios que ayude a la toma de decisiones.
- Lograr mayor eficiencia operativa mediante la automatización de procesos.
- Aumentar las ventajas competitivas derivadas de su utilización (Piattini, 2000).

Mediante una adecuada implementación del SI y el cumplimiento de estos tres objetivos básicos, una compañía crea valor, mejora su operatividad, obtiene buenas relaciones con clientes y proveedores y aumenta sus capacidades, para lograr mayor ventaja competitiva y garantizar su supervivencia en el mercado (Laudon & Laudon, 2008). En adición, un SI bien implementado puede permitir beneficios potenciales como un mejor análisis y comprensión de los procesos y los fenómenos empresariales, para lograr así la formulación de políticas o estrategias puntuales, y un mejor compromiso con los grupos de interés (Barr & Sharda, 1997).

Un sistema de información es la integración de tres componentes: humano, tecnológico y organizacional. A partir de esto, la información presenta tres niveles o estados: el primero son los datos, que pueden ser procesados automáticamente por una aplicación, en la etapa de entrada. Estos datos son convertidos en información, la cual debe ser interpretada correctamente por un individuo. Por último, La información se convierte en conocimiento cuando el usuario entiende, analiza y utiliza esta información para el bien de la organización (Reyes, 2004).

Para el desarrollo de esta investigación se pretende utilizar un ERP (*Enterprise Resources Planning*, por sus siglas en inglés), el cual se define como un sistema integral de gestión empresarial que está diseñado para modelar y automatizar la mayoría de procesos en la empresa, integrando las áreas principales de una organización: contabilidad, producción, mercadeo, compras, logística, etc. El sistema de información se estructura a través de “módulos” o segmentos integrales. La misión del ERP es facilitar la planificación de todos los recursos de la empresa (Kumar & Hillegersberg, 2000).

La definición anterior es una de las razones por lo cual se decide escoger esta herramienta, asimismo porque un ERP unifica y ordena toda la información de la empresa en un solo lugar; de este modo, cualquier suceso queda a la vista de forma inmediata, posibilitando la toma de decisiones de forma más rápida y segura (Kumar & Hillegersberg, 2000).

1.1.2 Definición del concepto de Modelo

Dentro de la reflexión entre la tecnología y la ciencia, el término en plural “modelos” es definido en su esencia como representaciones concretas e icónicas de una realidad, que ayudan a orientar nuestro conocimiento y nuestra acción a través de la tecnología y que pueden basarse e incorporar teorías para su construcción. Los modelos nos permiten saber cómo actuar, al ser herramientas o instrumentos intelectuales que pretenden ayudarnos a satisfacer nuestros intereses en una situación específica. Los modelos tecnológicos no intentan descubrir o señalar las posibles causas reales de los fenómenos, sino sugerir cuales pueden ser los modos más adecuados de intervención en relación con nuestras problemáticas, intereses o necesidades, gracias a los diseños que incorporan de manera funcional (Broncano, 1995). Adicionalmente, el termino modelo se utiliza para designar ciertos objetos, por ejemplo, algoritmos matemáticos o programas informáticos, siendo también un especie de herramienta intelectual. Estos objetos intentan adoptar muchas veces formas icónicas, y suelen referirse a situaciones concretas en relación con diseños previos (Liz M. , 1995).

En otro contexto se incluye la expresión “modelos conceptuales”, los cuales describen los conceptos y los términos de un lenguaje y cómo estos conceptos y términos se relacionan lógicamente entre sí, proporcionan un punto de vista simplificado (conceptual) de elementos en el mundo real (Carlson, 2006).

De estas definiciones anteriores del constructo “modelo”, aunque todas tienen una relación y utilidad, se decide adoptar de manera definitiva para la presente investigación la primera definición dada por (Broncano, 1995). Principalmente porque, el modelo conceptual de SI a desarrollar incorpora diseños funcionales, que pretenden sugerir cuales pueden ser los modos más adecuados de intervención en relación con la problemática (definida en la página 36), además los “modelos” a diseñar ayudan a orientar el conocimiento y la acción respecto al problema y e incorporan teorías para su construcción.

1.2 Gestión Ambiental

La gestión ambiental (GA) se define como todas las acciones y estrategias orientadas al control del medio ambiente. En otras palabras, es la estrategia que permite adaptar y regular las actividades humanas que afectan al ambiente, con el fin de mantener un correcto uso de los recursos naturales, previniendo o mitigando los problemas ambientales (Betancourt, 2003).

Adicionalmente, la GA es un concepto más integrado y superior al de control ambiental; de esta forma, terminan implementándose no sólo las acciones a ejecutar de forma operativa, sino también las estrategias, lineamientos y políticas formuladas por las organizaciones.

1.2.1 Gestión Ambiental Empresarial

Anteriormente, se definió la gestión ambiental desde un punto de vista más holístico, donde se tienen en cuenta todo tipo de organizaciones y entidades públicas o privadas

que requieran gestionar acciones de tipo ambiental. Sin embargo, se debe detallar más profundamente sobre la gestión ambiental en el contexto empresarial.

La gestión ambiental empresarial (GAE) se define como el conjunto de actividades coordinadas que permitan el direccionamiento y gestión de una organización, en lo relativo al medio ambiente. Para ello, se reconoce el uso de un sistema de gestión ambiental (SGA), es decir, una herramienta que permite a una organización alcanzar el nivel de comportamiento ambiental que ella misma se propone (Betancourt, 2003).

Un SGA es un mecanismo para lograr un manejo sostenible de las actividades humanas, y es un programa multidisciplinar, en el cual se aplican conocimientos y gestión de todas las áreas existentes dentro de una organización, donde además intervienen agentes internos y externos, al estar el sistema condicionado por las disposiciones normativas y legales que le competen. La más famosa guía para desarrollar un buen SGA es la norma técnica ISO 14001 versión 2004 (ICONTEC, 2004).

Los responsables en la organización de realizar el SGA se encuentran influenciados por la legislación actual, por la concientización global y por la presión social; deben tener presente que la responsabilidad en el impacto ambiental de su actividad productiva no es ya una alternativa, sino una exigencia ineludible, y en la actualidad es visto como un elemento de supervivencia económica de la empresa, necesario para mantener una competitividad en los mercados locales y extranjeros (Zapata, 2007).

A partir de aquí, se desprende la división, que en los últimos años se ha venido dando, entre gestión ambiental reactiva y proactiva; la primera sólo pretende garantizar el cumplimiento de la normatividad, la GA proactiva, también llamada gestión ambiental estratégica o voluntaria, va más allá y puede considerarse como un valor agregado a la empresa, una ventaja competitiva, y presentarse como un promotor de la modernización de sus actividades, aumentando su productividad y competitividad (Qin & Song, 2010).

Por lo tanto, una adecuada gestión ambiental sobrepasa los aspectos meramente técnicos y operativos, tales como la depuración o filtrado de aguas residuales, y pasa a incidir en todos los aspectos de la gestión empresarial, como pueden ser los financieros, las políticas y estrategias de la empresa, el marketing y la producción (Blazek & Dambach, 2005).

1.2.2 Gestión Ambiental Proactiva (GAP)

Hasta hace poco tiempo la gestión ambiental en las empresas era considerada como un gasto en su contabilidad o como un medio para evitar sanciones, además las directivas de las empresas empezaron a fijarse en la protección ambiental únicamente ante situaciones como el aumento de las exigencias ambientales del mercado, las restricciones en las exportaciones, o el no recibir créditos de financiación. Sin embargo, es posible cambiar esta visión si la compañía entiende que la GAE es un herramienta estratégica con potencial para mejorar la competitividad del negocio (Magda González, 2001).

Las compañías que incorporan el tema ambiental en sus estrategias son generalmente más innovadoras y competitivas, están mejor preparadas para el impredecible mercado global, obtienen beneficios como altos ingresos, bajos costos operacionales, buenas fuentes de financiación y, además, una mayor cultura de innovación, mayor credibilidad y confianza en la marca (Esty & Winston, 2006).

Otros autores clasifican a la gestión ambiental según la actitud medioambiental de las empresas; la Tabla 1-1 resume algunos modelos progresivos de estrategia medioambiental (Rodríguez & Ricart, 1998):

Tabla 1-1: Clasificación de la actitud medio ambiental de las empresas**Fuente:** (Rodríguez & Ricart, 1998)

Autores	Estadios definidos				
Hunt y Auster (1990)	Principiante	"Bombero"	Ciudadano responsable	Pragmático	Proactivista
Müller y Koechlin (1992)	Inactivo: ignora		Reactivo: responde	Proactivo: se anticipa	Hiperactivo: provoca
Roome (1992)	Incumplimiento	Cumplimiento	Más allá de cumplir	Excelencia comercial y ambiental	Liderazgo
Greeno (1993)	Resolución de problemas		Gestión para cumplir		Gestión para estar seguro
Newman (1993)	Reactivo		Proactivo		Innovativo

Es aquí cuando se empieza a hablar de la diferencia entre gestión ambiental reactiva y proactiva, donde la primera es sólo cumplir por cumplir, responder después de que sucedan los problemas, mientras que la segunda implica ir más allá del cumplimiento, es decir, innovar, anticiparse a los problemas ambientales y posicionar la estrategia ambiental (Rodríguez & Ricart, 1998).

La compañía debe dejar atrás la necesidad de sanciones para reaccionar y en vez de esto debería entender a la GAP como la oportunidad para aumentar la efectividad de todos los procesos empresariales. Igualmente, es conveniente resaltar que la GAP es mucho más que simplemente una grupo de tecnologías blandas y duras *"por una simple razón: de la calidad de nuestra relación con la naturaleza depende la calidad de vida que el ser humano tiene y pueda tener durante su permanencia en el planeta"* (González, 2001).

Desde la teoría NRBV, que se detalla más adelante, Aragón-Correa & Sharma (2003) definen a la proactividad ambiental como una capacidad organizacional, la cual posee un alto potencial para generar ventajas competitivas sostenibles; tomando en cuenta la

importancia de variables propias del entorno y el contexto organizacional como: las presiones normativas del estado o de la sociedad, la complejidad, la incertidumbre y la magnificencia del medio ambiente, las cadenas de abastecimiento, la disponibilidad de recursos y la relación con los *stakeholders*; variables que fundamentan el desarrollo de capacidades ambientales (Aragon-Correa & Sharma, 2003).

En adición, es importante incluir el tema de “Producción más Limpia” como vital para alcanzar una gestión ambiental proactiva, herramienta que va mucho más allá de las soluciones “al final del tubo” (Van Hoof B. , 2008) y pretende generar cambios simultáneos en los procesos, productos o servicios, orientados a mejorar la eficiencia productiva y el desempeño ambiental, generando así beneficios sociales y ambientales y disminuyendo además los costos de fabricación y agregando valor a los productos, para garantizar una mayor competitividad y sostenibilidad corporativa (Uribe Botero, 2003).

Para llegar a una adecuada gestión ambiental proactiva es necesario un proceso completo de innovación en la empresa, donde se mejore la eficiencia y se adopten tecnologías de producción más nuevas y más limpias. Para lograr lo anterior, la “Hipótesis de Porter” propone establecer regulaciones bien diseñadas, que sean flexibles y que permitan crear máximas oportunidades para la innovación, lo que permite a las industrias descubrir por sí mismas cómo solucionar sus propios problemas (Porter & Van der Linde, 1995).

Por último, la gestión ambiental proactiva debe tener además un enfoque educativo y de aprendizaje, donde se oriente a fomentar y desarrollar una cultura ambiental, en la cual sean los propios actores (industria, gobierno, sociedad, cultura, universidad y el entorno medioambiental, etc.) los gestores de políticas ambientales y estratégicas conjuntas para el cuidado de los entornos físicos y culturales (Sharma S. , 2000).

1.2.3 Norma Técnica ISO 14001:2004

La Norma ISO 14001:2004 especifica los requisitos para implementar un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) en un organización. La herramienta permite cumplir con los

objetivos que la empresa misma se propone para su desempeño ambiental, ya sean compromisos legales aplicables u otros objetivos adicionales que la organización se plantee (ICONTEC, 2004), esto sirve como marco para que la empresa si se lo propone se enfoque a una GAP.

Esta guía metodológica, desarrollada por la ISO (*International Organization for Standardization*), se estructura en cinco (5) grandes procesos, o requisitos del SGA: política ambiental, planeación, operación e implementación, verificación y revisión por la dirección (ICONTEC, 2004).

En la etapa de planeación, la empresa establece los aspectos ambientales, los objetivos, metas y programas del SGA, al igual que identifica los requisitos legales ambientales que le aplican y otros requisitos adicionales que la empresa desea plantearse, y que no necesariamente provengan de una autoridad ambiental (Pousa Lucio, 2006) La última etapa del SGA implica la revisión y corrección, mediante la gestión de indicadores y un proceso de mejoramiento continuo (ICONTEC, 2004). Todo lo anterior va de la mano con la definición de gestión ambiental proactiva; en consecuencia, la Norma ISO 14001 es importante dentro del desarrollo de esta investigación.

La matriz de aspectos e impactos ambientales (Figura 1-1) es sugerida por la ISO 14001, y su objetivo es describir el procedimiento para identificar, evaluar y valorar los aspectos ambientales durante todo el proceso de manufactura, así como en las actividades de soporte. Se efectúa mínimo una vez al año o al empezar un proceso de mejora continua en el SGA, pretende revisar los aspectos ambientales significativos y conocer de primera mano cuáles son sus impactos al ambiente, dónde se generan y cómo se pueden controlar. Un aspecto ambiental es definido como “elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que pueden interactuar con el ambiente” y es la causa de un impacto ambiental, que se define como “cualquier cambio en el ambiente, sea adverso o benéfico, total o parcial, como resultado de las actividades, productos o servicios de una organización” (ICONTEC, 2004).

Figura 1-1: Formato de la matriz de aspectos e impactos ambientales**Fuente:** (ICONTEC, 2004)

Matriz de Aspectos e impactos ambientales						Código:			Fecha de actualización:		Elaborado por:	
ITEM	ASPECTO AMBIENTAL	PROCESO	SUBPROCESO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	ESTADO		IMPACTO AMBIENTAL			
							Anormal	Normal				
CRITERIO					CONTROL OPERACIONAL					LEGISLACIÓN APLICABLE		
30%	10%	30%	10%	20%	PERSONA	METODO, PROCEDIMIENTO O INSTRUCCIÓN	MAQUINA, SISTEMA O MATERIAL	OBJETIVO				
Magnitud	Control	Requisito Legal	Frecuencia	Comunidad								
Total	Significativo											

Esta matriz anterior puede ser utilizada en la primera etapa de un proyecto de gestión ambiental en una empresa, que permita definir la problemática y los aspectos o impactos más relevantes a considerar.

1.3 Pequeña y mediana empresa (pyme)

Por otra parte, las pequeñas y medianas empresas de Colombia son el objeto principal de estudio de esta investigación, y por ende se debe precisar su significado. En Colombia, según la ley para el fomento de la micro, pequeña y mediana empresa, ley 590 (Ministerio de Comercio, 2004) las pymes se clasifican así:

- *Microempresa*: personal no superior a 10 empleados. Activos totales inferiores a 501 salarios mínimos mensuales legales vigentes (SMMLV).
- *Pequeña empresa*: entre 11 y 50 trabajadores. Activos totales mayores a 501 y menores a 5.001 SMMLV.
- *Mediana empresa*: entre 51 y 200 trabajadores. Activos totales entre 5.001 y 15.000 SMMLV.

Y por consiguiente, las grandes empresas son las que cuentan con más de 200 trabajadores (Ministerio de Comercio, 2004). El proyecto de investigación a desarrollar se limita a las pequeñas y medianas industrias, definidas como empresas entre 11 y 200 empleados.

En la mayoría de los países, incluyendo Colombia, las pequeñas y medianas empresas son motor de desarrollo y de crecimiento económico. Para el caso colombiano, las pymes generan más de la mitad de los empleos formales y representan el 40% del producto nacional bruto aproximadamente (Van Hoof B. , 2005).

Sin embargo, las pymes colombianas en su mayoría no tienen como prioridad a la gestión ambiental, y sólo el 10% presentan iniciativas ambientales; además, poseen escasos recursos, poca visión estratégica y falta de canales de información adecuada (Van Hoof B. , 2005). De aquí la importancia de esta investigación que propone incorporar una gestión ambiental estratégica en pequeñas y medianas empresas, con el soporte adecuado de información.

1.4 Visión Basada en Recursos de la Firma: enfoque ambiental (NRBV)

La Visión Basada en Recursos Naturales (NRBV, por las siglas en inglés: *Natural Resources Based View*) es una adaptación, desde el punto de vista ambiental, a la teoría Visión de la Firma Basada en Recursos (RBV, por las siglas en inglés). La NRBV estudia el efecto de la mediación de los recursos, prácticas y capacidades de la compañía con la relación entre la estrategia ambiental y la ventaja competitiva (Hart S. , 1995). La NRBV propone que las empresas que poseen un mayor nivel de ciertas capacidades organizacionales tendrán mayor posibilidad de impulsar prácticas ambientales más proactivas para alcanzar una ventaja competitiva sostenible, vía la reducción de costos o la diferenciación del producto (Acedo et al., 2006). Este enfoque es presentado como una teoría de ventaja competitiva basada en la relación de la empresa con el medio ambiente, y con sus recursos y capacidades (Hart S. , 1995).

Antes de profundizar en la adaptación ambiental a la Visión de la Firma Basada en Recursos (VFBR), es necesario definir brevemente esta teoría organizacional. *The Resources Based View of the Firm* en inglés, tiene como enfoque principal buscar capacidades distintivas, intrínsecas e inimitables de las organizaciones, que una vez identificadas se dirijan a aprovechar oportunidades o a disminuir riesgos en el entorno autor. Ante esto, se afirma que a partir de estas capacidades, junto con unos recursos propios y escasos, la empresa puede alcanzar una ventaja competitiva, que incluya un mayor posicionamiento en el mercado (Barney, 1991). De esta manera, dicha teoría es considerada como un modelo de estrategia enfocado en la eficiencia (Teece, Pisano, y Shuen 1997).

El término “recursos”, bajo la teoría de VFBR, es definido como los activos tangibles e intangibles que están ligados semi-permanentemente a la firma (Wernerfelt, 1984) y son controlados por la empresa para la implementación de estrategias que mejoren la eficiencia (Barney, 1991). Los recursos son categorizados como físicos, humanos, financieros, tecnológicos y organizacionales, así como también pueden ser las entradas de producción, las unidades básicas de análisis, la información, la marca y la reputación de la organización (Grant R. M., 1991; Chan, 2005).

Respecto al concepto de “capacidades”, también según la RBV, se define como el resultado de un conjunto de recursos que interactúan y se coordinan de manera integral y compleja (Grant R. M., 1991). Las capacidades organizacionales son procesos tangibles e intangibles basados en información, específicos para cada firma y desarrollados a través del tiempo por medio de interacciones complejas entre los recursos (Amit & Schoemaker, 1993). A partir de esto, las capacidades resultan de la integración de recursos puestos al servicio de tareas particulares de agregación de valor para la empresa, y permiten el desarrollo de la estrategia de la compañía, siendo las fuentes primarias de rentabilidad y de ventaja competitiva (Grant R. M., 1991). Las capacidades ambientales forman parte del inventario de capacidades de una empresa. Por tanto, el grado de desarrollo de las capacidades ambientales de una empresa puede depender del grado de desarrollo de sus capacidades organizacionales (Rodríguez & Ricart, 1998).

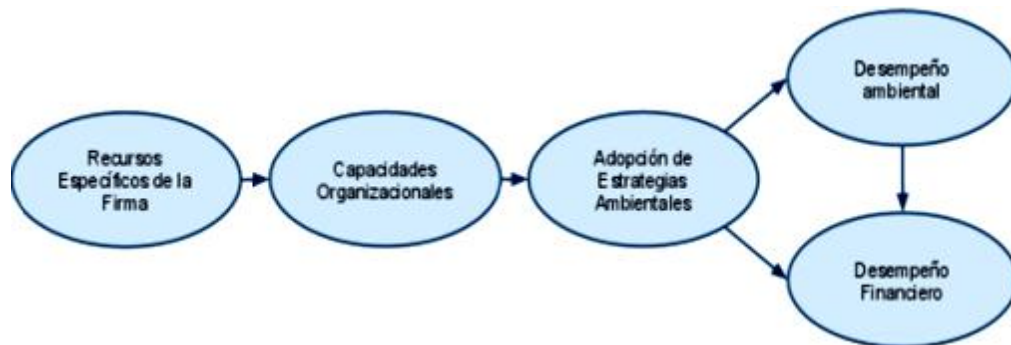
Los primeros autores de la teoría VFBR analizaron los causales de la ventaja competitiva solo desde una perspectiva endógena, donde reconocieron la relación entre recursos y capacidades internas de la empresa con el aumento de su competitividad (Barney 1991). Sin embargo, investigaciones posteriores, bajo esta teoría organizacional y su adaptación ambiental NRBV, han complementado el modelo al agregar un enfoque contingente y variables exógenas, como la incertidumbre o la complejidad, que se encargan de moderar la relación entre los elementos internos originales y la competitividad de la empresa (Chan, 2005), (Aragón-Correa y Sharma 2003).

La

Figura 1-2 explica los constructos y variables de la NRBV y sus relaciones, según Chan (2005). La gráfica muestra inicialmente la relación entre recursos y capacidades, aquí la combinación de recursos específicos, por ejemplo, recursos tecnológicos, físicos, humanos y financieros, generan capacidades propias (Bharadwaj A. S., 2000) tales como innovación continua, integración con *stakeholders*, aprendizaje de orden superior, etc. (Sharma & Vredenburg, 1998). También, la NRBV determina que estas capacidades permiten adoptar estrategias ambientales que se resumen en prácticas preventivas e innovadoras y en prácticas eco-eficientes (Aragón-Correa et al., 2008). Por último, Judge & Douglas (1998) sugieren en sus resultados que la adopción de estrategias ambientales tiene como efecto un mejor desempeño ambiental y financiero.

Figura 1-2: Modelo general de la teoría de la NRBV

Fuente: Adaptado de Chan (2005)



Las relaciones de causalidad anteriores han sido verificadas y comprobadas empíricamente por muchos autores y desde diferentes enfoques (Aragón-Correa et al., 2008; Christmann, 2000; Moreno & Reyes, 2010; Sharma & Vredenburg, 1998; López-Gamero, Molina-Azorín, & Claver-Cortés, 2009).

A partir de lo anterior, se justifica la adopción de la teoría NRBV para esta investigación, ya que permite ubicar claramente a los SI como recurso y su relación causa-efecto para apoyar a las capacidades y a la gestión ambiental; además, esta visión presenta investigaciones empíricas, definiciones claras sobre la GAP y sus causas y efectos en empresas y en pymes.

1.4.1 La Gestión Ambiental Proactiva según la NRBV

De acuerdo con la teoría expuesta anteriormente, la GAP es una competencia organizacional que requiere cambios en las rutinas y operaciones (Aragón-Correa et al., 2008) y es una compleja coordinación de capacidades humanas y técnicas para reducir los impactos ambientales y mantener o aumentar la competitividad de la empresa (Christmann, 2000). Además, una de las fuentes para obtener capacidades ambientales mejoradas es una buena habilidad de procesamiento de información en la firma (Sharma & Vredenburg, 1998).

Las firmas pueden adoptar una gestión ambiental proactiva que conduzca a un mejor desempeño empresarial a través de los recursos de la compañía. Los altos niveles de desempeño ambiental son sólo posibles si la gestión ambiental de una empresa tiene una orientación proactiva, en vez de enfocarse sólo en cumplir la normatividad ambiental (López-Gamero, Molina-Azorín, & Claver-Cortés, 2009). Esta gestión proactiva, en materia de contaminación, puede realizar actividades tales como mejoras en la eficiencia del uso de recursos e insumos, decisiones de compra de nuevas tecnologías limpias, la consideración de un sistema de distribución ecológico y sistemas de transporte ecológicos o actividades como el eco-diseño, a diferencia de soluciones al final del tubo, que son de enfoque reactivo (López-Gamero, Molina-Azorín, & Claver-Cortés, 2009).

Se deben diferenciar los conceptos de gestión ambiental y desempeño ambiental, que no están relacionados automáticamente: la gestión ambiental “abarca las actividades técnicas y organizativas llevadas a cabo por la empresa con el propósito de reducir el impacto ambiental y la minimización de sus efectos sobre el medio ambiente, mientras que la salida de la gestión ambiental es el desempeño ambiental” (López-Gamero, Molina-Azorín, & Claver-Cortés, 2009, pág. 3111).

Por otro lado, hay que resaltar que, contrario a la sabiduría convencional, incluso las pymes pueden adoptar prácticas ambientales proactivas y estas prácticas pueden llevar a un desempeño financiero superior (Aragón-Correa et al., 2008). Adicionalmente, algunos autores han documentado una relación e impacto positivo de la proactividad ambiental en el desempeño financiero de la empresa (Aragón-Correa & Rubio-López, 2007; Galdeano-Gómez, Céspedes-Lorente, & Martínez-del-Río, 2008; Nakao, Amano, Matsumura, Genba, & Nakano, 2007; Wahba, 2008)

La NRBV indica que dadas las restricciones que la naturaleza impone, la forma como la empresa responda a estas restricciones determinará el surgimiento de nuevas capacidades valiosas, raras e imperfectamente imitables que conllevarán un resultado económico, ambiental y social superior (Chan, 2005). Más adelante se profundiza en los conceptos y definiciones de la capacidad ambiental: “integración con *stakeholders*”.

1.4.2 Los Sistemas de información y la NRBV

La gestión, transmisión e intercambio de información son recursos estratégicos fundamentales para la generación de capacidades tales como procesos organizacionales tangibles o intangibles (Amit & Schoemaker, 1993). Se considera que es necesario introducir sistemas de información (SI) que permitan y fortalezcan la NRBV puesto que éstos involucran una combinación de activos y capacidades en torno al uso productivo de las tecnologías de información (TI). Los recursos de SI son apenas una parte forman parte de una compleja cadena de activos y capacidades que pueden dar lugar a un desempeño sustentable de la firma.

Adicionalmente a la definición de SI como recurso, se desarrolla el concepto de capacidad de TI/SI de la empresa, que hace referencia a la habilidad para movilizar y desplegar los recursos propios de las TI y los SI en combinación con otros recursos y capacidades. Estos recursos propios en TI son la infraestructura en TI, las habilidades del capital humano en TI y la posibilidad de aprovechar las TI para obtener beneficios intangibles, los cuales en combinación crean una capacidad en TI/SI para toda la firma (Bharadwaj A. S., 2000). Esta investigación no profundiza en la capacidad en TI/SI, pero si tendrá en cuenta a sus definiciones y especialmente al SI como recurso estratégico para apoyar una capacidad organizacional.

1.4.3 Capacidad de integración con *stakeholders*

La teoría organizacional de *stakeholders* ha sido investigada por muchos autores en diferentes enfoques, Mitchell, Agle, & Wood (1997) hacen una recopilación de los principales elementos analizados por esta teoría, que se resumen en responder dos cuestionamientos: ¿Cuáles o quiénes son los *stakeholders* de una empresa? y ¿a cuáles *stakeholders* debe prestar atención la gerencia de una compañía? En adición, estos autores analizar diferentes definiciones para el término *stakeholders*, inicialmente se definió como: “*cualquier grupo o individuo que puede afectar o es afectado por el logro de los objetivos de la organización*” Freeman (1984, p 46). En la literatura en español la palabra “*stakeholders*” se le encuentra traducida mayormente como “partes interesadas” o “grupos de interés”.

Para este trabajo se escoge el concepto de partes interesadas que ha sido definido por Brenner (1995, pág. 76) como: *“personas, grupo o entidades que son afectados y/o afectan a la empresa, de manera positiva o negativa, en mayor o menor grado”*. Se decide acoger la anterior definición, porque abarca una visión más amplia de cómo se puede establecer un *stakeholder*; por ejemplo, una comunidad lejana que se ve afectada por una contaminación de la empresa, así sea en menor grado, a largo plazo y así no haya reclamación de esta comunidad, es considerada una parte interesada bajo la definición de Brenner (1995, pág. 76).

Desde la perspectiva de la NRBV, la capacidad de integración con *stakeholders*, o gestión de *stakeholders* es la *“habilidad para establecer relaciones colaborativas basadas en la confianza con una gran variedad de stakeholders, especialmente aquellos que tienen objetivos no económicos”* (Sharma & Vredenburg, 1998; Aragón-Correa et al., 2008). Los *stakeholders* con objetivos no económicos se refieren a las partes interesadas externas sin ánimo de lucro, como por ejemplo grupos ambientales, líderes de comunidades, medios de comunicación y el regulador (Sharma y Vredenburg 1998).

Esta capacidad es una interacción compleja de recursos o sub-capacidades de gestión de ambiental, tales como: la colaboración ambiental (Vachon & Klassen, 2008), la capacidad para resolver problemas en colaboración, la cultura de escuchar a las comunidades locales y grupos ambientalistas y la capacidad de comunicación efectiva con los *stakeholders* en el tema ambiental (Sharma & Vredenburg, 1998).

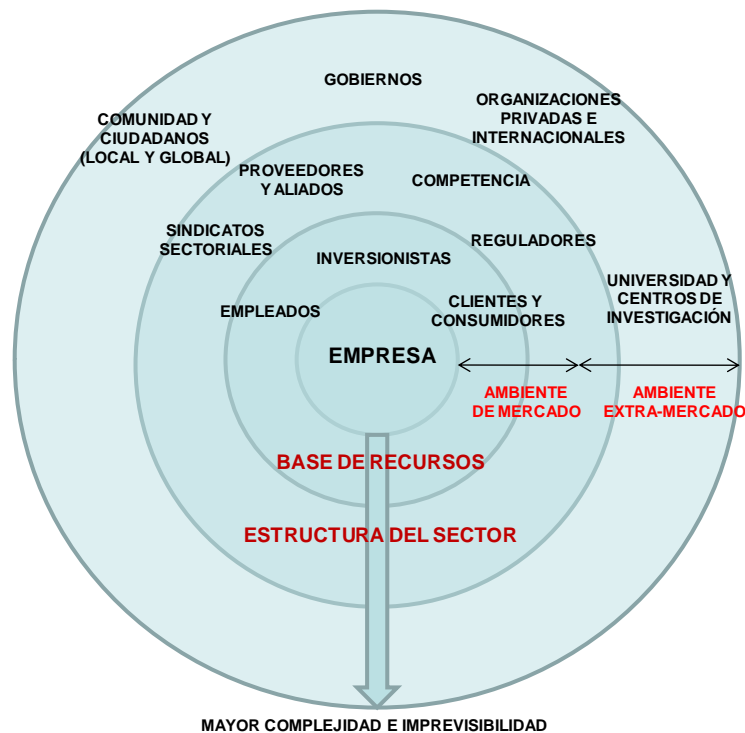
La colaboración ambiental se define como la habilidad para enfocarse en las interacciones organizacionales entre los miembros de la cadena de suministro, incluyendo aspectos como la definición de objetivos ambientales comunes, la planeación conjunta y el compartir sus conocimientos ambientales. Además, se debe reconocer que en cuanto a las relaciones con la cadena de abastecimiento, las prácticas “aguas-arriba” están más estrechamente vinculadas con el desempeño basado en procesos, mientras que la colaboración “aguas-abajo” se asocia más con el desempeño basado en productos (Vachon & Klassen, 2008).

Aragón-Correa et al. (2008) reconoce que las empresas ambientalmente proactivas ven normalmente a todos sus grupos de interés como muy importantes y gestionan activamente sus preocupaciones ambientales. Desde el punto de vista de las pymes, estas pueden ampliar sus recursos basándose en una integración y una relación de confianza con sus *stakeholders*, para llevar a cabo prácticas proactivas ambientales a través de coaliciones y alianzas ambientales, la ayuda tecnológica gubernamental y donaciones, la participación en redes verdes y la consultoría gratuita (Aragón-Correa et al., 2008). Sin embargo las pymes tienen mayores presiones, ya que están más necesitadas de obtener financiamiento externo y no tienen suficiente posicionamiento de sus productos (Esty & Winston, 2006).

La integración de *stakeholders* emerge hacia las empresas proactivas no sólo como resultado de la gestión de productos, sino también como resultado de la preservación del hábitat, la gestión de recursos, la reducción de residuos y la conservación de la energía (Hart S. , 1995) y trae beneficios tangibles e intangibles para la industria como el aumento de su ventaja competitiva.

Otros autores, que no se enmarcan dentro del paradigma de la NRBV, también reconocen la importancia de integrarse con los grupos de interés. Según (Esty & Winston, 2006) los *stakeholders* a tener en cuenta para el desarrollo de una eco-ventaja son: gremios, aliados de negocios y competidores; comunidad y consumidores; reguladores y organismos de control; inversionistas y asesores de riesgo; generadores de ideas y líderes de opinión. La empresa debe estudiar no sólo la influencia de estos agentes sobre su desempeño ambiental, sino también la forma como ellos interactúan entre sí (Cruz, 2004).

Las partes interesadas pueden ser clasificadas como internas o externas, o como parte del ambiente de mercado o del ambiente extra-mercado. En la Figura 1-3 se muestran diferentes ejemplos al respecto:

Figura 1-3: Estructura y clasificación de *stakeholders***Fuente:** Hall, Vredenburg, Matos y Fergus (2005)

Referente a la relación de la industria y el medio ambiente, los *stakeholders* puede ser clasificados, según la presión ambiental ejercida sobre la compañía, como: regulación formal o regulación informal. Por ejemplo, la presión hecha por las comunidades locales, los inversionistas y los consumidores se conoce como regulación informal. En cambio, el gobierno y los organismos de control son llamados regulación formal (Cruz, 2004).

Además de clasificarlos, también se puede realizar un mapeo de *stakeholders*, el cual se define como una metodología para categorizar a las diferentes partes interesadas, trazando matrices que señalen cuáles son los grupos de *stakeholders*, qué intereses ellos representan, la cantidad de poder que poseen para influenciar en los factores de la organización, o los métodos que se deben de utilizar para tratar con ellos (Mitchell, Agle, & Wood, 1997).

Las matrices permiten una evaluación de cada *stakeholder* según su nivel de poder, legitimidad y urgencia, con el fin de clasificarlo en un tipo de comportamiento, como lo describe Mitchell et al. (1997), y así las directivas de la empresa tengan información para gestionar sus relaciones con dicha parte interesada. Por último, el mapeo de *stakeholders* también permite valorar las características de interés y dinamismo de cada grupo de interés, las matrices comparan las calificaciones de poder vs interés y de poder vs dinamismo como se muestra en Tabla 1-2, y revelan estrategias para que la empresa se relacione con ese *stakeholder* (Gardner, Rachlin, & Sweeny, 1986).

Tabla 1-2: Matriz poder vs interés y matriz poder vs dinamismo.

Fuente: (Gardner, Rachlin, & Sweeny, 1986).

		Nivel de Interés	
		BAJO	ALTO
Nivel de poder	ALTO	Entidad A Mínimo Esfuerzo	Entidad B Mantener Informado
	BAJO	Entidad C Mantener Satisfecho	Entidad D Jugadores Claves, Dominantes

		Nivel de Dinamismo	
		BAJO	ALTO
Nivel de poder	BAJO	Entidad A Estrategia: "Pocos problemas, fáciles de tratar"	Entidad B Estrategia: "Son impredecibles, pero manejables"
	ALTO	Entidad C Estrategia: "Su postura es viable, son poderosos e importantes pero predecibles"	Entidad D Estrategia: "Tener la mayor atención, contrastar con ellos decisiones importantes"

Esta metodología de mapeo de *stakeholders* es una sugerencia clave de Esty & Winston (2006) para la promoción de la Eco-Ventaja en organizaciones, junto a la herramienta de la matriz AUDIO (Aspects-Upstream-Downstream-Issues-Opportunities) que sirve para hacer un análisis estratégico de problemáticas ambientales y para identificar los riesgos y oportunidades ambientales en una compañía. Estos autores también sugieren desarrollar una estrategia de comunicación externa y de acercamiento a las partes interesadas para una posterior alianza con estos *stakeholders*. Lo anterior, con el fin de incrustar la perspectiva de Eco-Ventaja en la cultura corporativa y orientar el tema ambiental como un elemento central de la estrategia empresarial (Esty & Winston, 2006).

1.5 Antecedentes

La investigación en SI puede hacer una importante contribución al conocimiento en el nexo entre la información, las organizaciones y el ecosistema, para el desarrollo de estrategias ambientales innovadoras (Melville, 2010). Sin embargo, la evaluación de los antecedentes demuestra cómo la perspectiva de SI en investigaciones sobre sostenibilidad ambiental y empresarial es incipiente (Melville, 2010; Lantaigne & Laforest, 2007; Rodhain & Fallery, 2010). Esta ausencia de investigaciones puede deberse a la complejidad de la problemática ambiental; Sin embargo, también se ha encontrado dicha ausencia en la dirección inversa, ya que pocos trabajos en el campo de los SI están interesados en tener presente las expectativas ambientales y sociales en las prácticas comerciales (Rodhain & Fallery, 2010).

Investigaciones previas analizaron esta situación de manera empírica, demostrando que existe una brecha amplia entre los objetivos de la empresa y la aplicación de sistemas de información como sistemas de apoyo a la gestión ambiental (Davey & Mathews, 1996). Por lo anterior, un trabajo previo en 150 empresas plantea que debe existir integración entre el pensamiento sistémico de una organización, el desarrollo de la base de datos empresarial, la tarea de planeación estratégica y la gestión ambiental, y demuestra cómo existen modelos de bases de datos que han sido aplicados con éxito en el campo empresarial, pero que no se han generalizado hasta el punto de integrar el desarrollo de

sistemas de gestión ambiental en la estrategia principal de crecimiento empresarial (Davey & Mathews, 1996).

1.5.1 Trabajos empíricos sobre SI y medio ambiente en empresas

Ante esto, se han realizado acercamientos empíricos al tema mediante el desarrollo de Sistemas de Información para la Gestión Ambiental EMIS (por las siglas de *Environmental Management Information Systems*) (Funk, Niemeyer, & Moller, 2009) o también Sistemas de Información Ambientales para la Industria (IEIS) (Allam, 2008). Dichos SI son usados para almacenar, documentar y controlar los impactos ambientales de los productos y servicios dentro de una compañía y han sido aplicados con cierto grado de éxito en el campo empresarial, pero no han llegado al nivel de integración planteado (Allam, 2008). Los EMIS se pueden clasificar como orientados a la contabilidad u orientados a la producción; el primero tiene un enfoque de balanceo de masas y el segundo un enfoque de control y optimización (Frysinger, 2001). Sin embargo, estos autores no muestran de manera explícita que dichos sistemas sirvan también para apoyar a una gestión ambiental de tipo proactiva.

A un nivel más profundo, se encuentra el concepto de Gestión del Conocimiento Ambiental (EKM) definido como el conjunto de herramientas, procesos, estructuras, personas, políticas, estrategias, datos e información que permiten la creación, captura, almacenamiento, recuperación, uso y transferencia de conocimientos que mejoren el impacto total de una organización sobre el medio ambiente. El EKM combina las fortalezas de la gestión ambiental con la gestión del conocimiento y pretende desarrollar un proceso de circulación de conocimientos ambientales por todos los niveles jerárquicos de la empresa. Por lo tanto, se podría afirmar que los EMIS o IEIS son sólo una parte específica de la gestión del conocimiento ambiental y no la representan por completo (Huang, 2008).

La siguiente Tabla 1-3 resume algunas de las herramientas tecnológicas existentes para la gestión de información ambiental en empresas, ya sean desarrolladas desde la académica o desde el mercado:

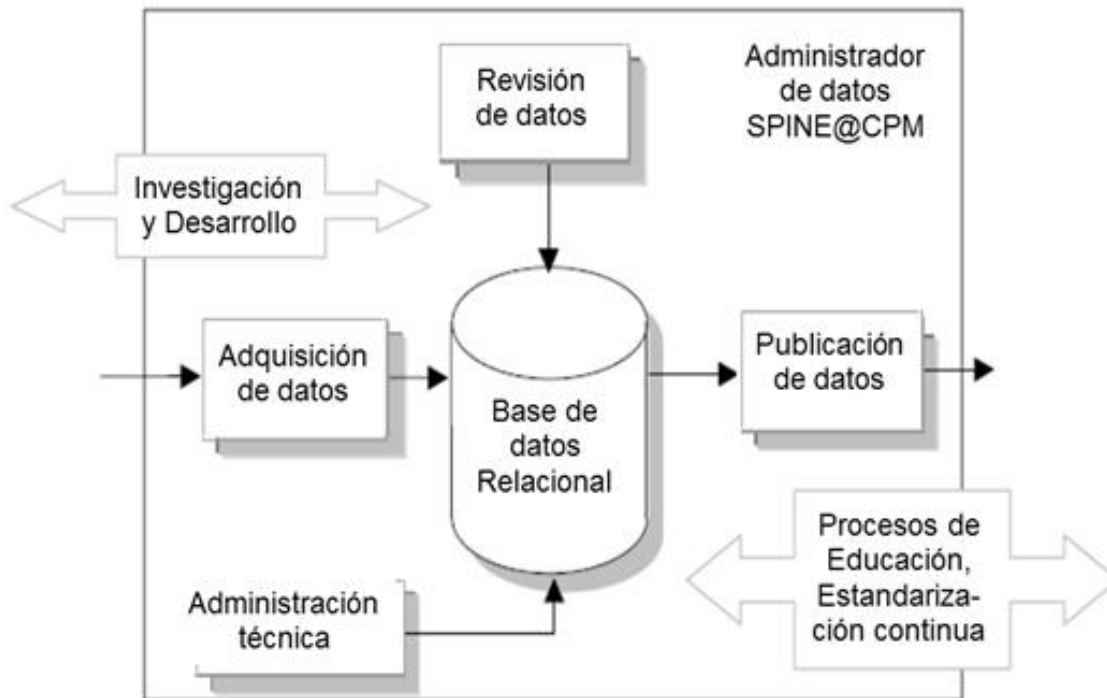
Tabla 1-3: Herramientas de información para la gestión ambiental empresarial**Fuente:** Elaboración propia

Nombre	Descripción	Autor	Enfoque	Funciones
IEIS	Sistema de Información Ambiental para la Industria	(Allam, 2008)	Científico	Almacena, documenta y controla los impactos ambientales y el cumplimiento de la normatividad en una compañía.
EMIS	Sistemas de Información para la Gestión Ambiental	Varios	Comercial	Registra y almacena el impacto ambiental de los procesos de producción dentro de una empresa.
EMIS-ERP	Plataforma de integración de EMIS y ERP	(Funk, Niemeyer, & Moller, 2009)	Científico	Para que los clientes conozcan el impacto ambiental de todos los procesos de producción dentro de la planta.
SAP-EH&S	Módulo ambiente, salud y seguridad	SAP	Comercial	Apoya el cumplimiento de las leyes sobre la gestión ambiental, salud y seguridad.
DBMS ambiental	Sistema de Base de Datos Relacional Ambiental	(Carlson, 2006)	Científico	Base de datos que soporta el sistema de gestión ambiental de una compañía industrial.
SI de tecnologías limpias	Base de datos en Internet de tecnologías limpias, especial para pymes	(Lanteigne & Laforest, 2007)	Científico	SI que apoya procesos de adquisición de tecnologías limpias, con consideraciones especiales para pymes.
UMBERTO	Software Análisis del Ciclo de Vida	IFU Hamburg	Comercial	Para el análisis del ciclo de vida de un producto, la gestión de energía, recursos y materiales en una compañía.
MC3	Hoja de cálculo de la huella de carbono-huella ecológica corporativa	Grupo inter universitario de huella corporativa	Científico	Calcula la huella ecológica corporativa en hectáreas de superficie productiva, necesarias para satisfacer las necesidades y todos los consumos de la organización.

Además de la tabla anterior en el anexo A se destalla una lista de herramientas web, que podrían ser útiles para la GAE, desarrolladas por entidades ambientales en Colombia. A continuación, se enuncian varias investigaciones con un enfoque empírico que relacionan el medio ambiente con los SI en las empresas, pero abordadas desde distintas perspectivas:

Por un lado, en la Corporación para la Protección del Ambiente de Japón se desarrolló un sistema de información ambiental mediante base de datos distribuida. En este sistema, los *stakeholders* o grupos de interés gestionan los servidores conectados a una red para obtener información de productos. La recolección de la información distribuida sobre un producto ambiental se hace de manera automatizada mediante un software de búsqueda. Además, se desarrolló un sistema de información ambiental para apoyar el análisis del ciclo de vida de un producto. El desarrollo de estos sistemas demuestra que es posible desarrollar un SI ambiental mediante una base de datos distribuida (Miyamoto & Fujimoto, 1999).

En años siguientes, los académicos que han estudiado la situación proponen un modelo conceptual de base de datos relacional ambiental que soporte al SGA implantado en la empresa (ver Figura 1-4).

Figura 1-4: Modelo Conceptual de base de datos ambiental.**Fuente:** (Carlson, 2006).

El sistema descrito en la Figura 1-4 se basa en un archivo de base de datos relacional (SPINE@CPM). Primero, debe haber un proceso de adquisición de datos que garantice que la información se obtenga con la calidad adecuada y en la forma correcta en función de las necesidades ambientales de la empresa; segundo, realizar un proceso de revisión y control para que los datos cumplan los requisitos de calidad (Palsson & Carlson, 1999), y por último, los usuarios acceden a la información publicada, con el significado deseado y según las necesidades descritas en el modelo conceptual (Carlson, 2006).

Los hechos y las prioridades de la gestión ambiental y del desarrollo sustentable están cambiando continuamente. Por lo tanto, un modelo de sistema información ambiental necesita una relación continua con las actividades de investigación y desarrollo y ser diseñado para recibir y responder a las necesidades de las industrias (Carlson, 2006).

En el campo específico de las pymes, una investigación reconoce que estas poseen recursos limitados, sobre todo en conocimiento y en recursos humanos y financieros y, además, una capacidad limitada para establecer relaciones nuevas con *stakeholders*. Estas limitaciones pueden ser las responsables del menor nivel de desarrollo en sus estrategias ambientales. Como resultado, las pymes aún adoptan estrategias reactivas y acciones implícitas para encarar retos ambientales (Lanteigne & Laforest, 2007). Ante esto, la investigación de Lanteigne & Laforest (2007) propone hacer recomendaciones para la concepción de una base de datos en Internet especial para pymes sobre tecnologías limpias, y los resultados sugieren que: 1) Las pymes deben contar con un SI que les permita de forma activa la búsqueda de soluciones a sus problemas ambientales. 2) Sin embargo, este SI no sería suficiente para la toma de decisiones adecuada y más bien es una herramienta que apoya la toma de decisiones. 3) Esta debe estar diseñada para ayudar a usuarios a encontrar la información deseada de forma rápida e intuitiva. 4) Sin embargo, tales sistemas de información nunca podrán remplazar a los expertos como consultores ambientales para obtener recomendaciones personalizadas (Lanteigne & Laforest, 2007).

Pasando a desarrollos propuestos desde las empresas de tecnologías, la compañía SAP posee una herramienta llamada: "SAP EHS para el Cumplimiento de la Gestión Ambiental" (EHS significa medio ambiente, salud y seguridad, por sus siglas en inglés) cuyo objetivo final es apoyar el cumplimiento efectivo de las leyes ambientales y de seguridad cada vez más grandes y cambiantes. La aplicación de SAP muy poco o nada se refiere a la gestión ambiental que vaya más allá del cumplimiento de normatividad; por otro lado, este complemento de SAP pretende soportar la implementación de estrategias de EHS, pero esto no necesariamente significa que es una herramienta propia para la gestión ambiental de tipo estratégica.

Por otra parte, un investigador propone un software prototipo de IEIS que permita administrar las tareas para controlar las condiciones normativas referentes a las instalaciones industriales, al cuidado del medio ambiente y al personal de planta. Estas herramientas de gestión de información de tipo ambiental sirven de apoyo para el correcto funcionamiento de un sistema de gestión ambiental dentro de una empresa de

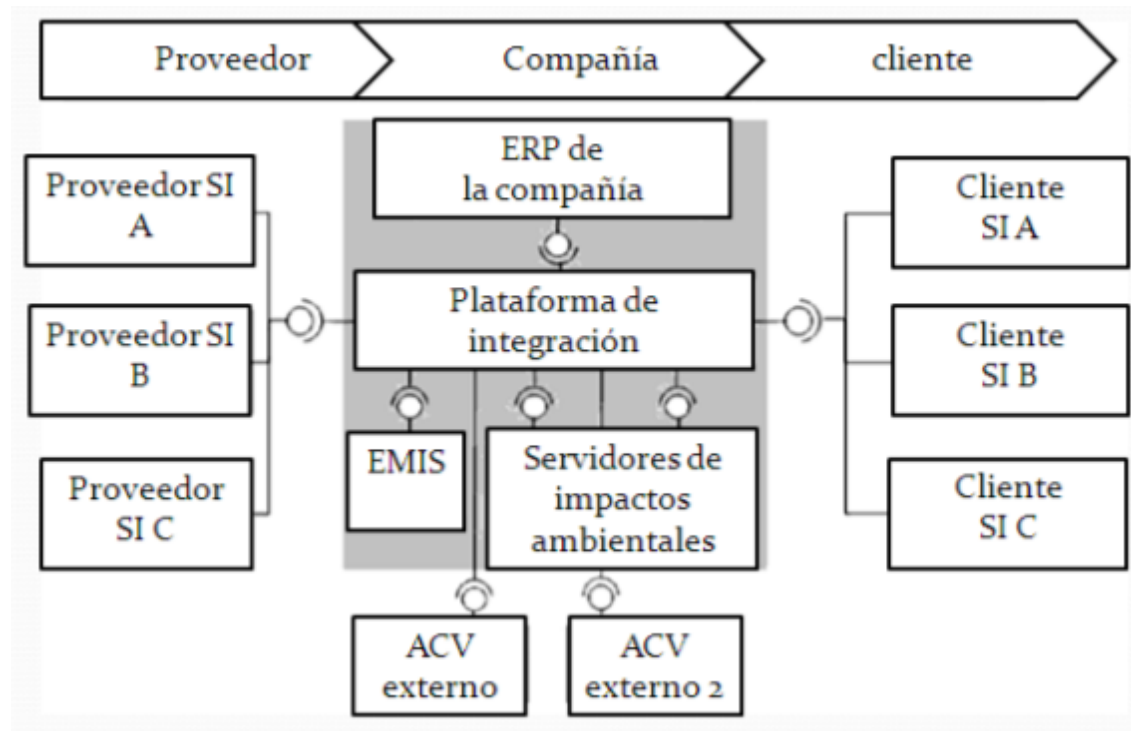
carácter industrial, o simplemente como gestor de la información para el cumplimiento de la normatividad ambiental. Este trabajo académico se enfocó específicamente en el área de "cumplimiento normativo" (Allam, 2008). Incluso el propio autor Allam (2008) sugiere para futuras investigaciones darle un enfoque más estratégico a su propuesta SI. La siguiente Tabla 1-4 resume el proyecto y su estructura por módulos y funcionalidades:

Tabla 1-4: Estructura del Sistema de Información Ambiental para la Industria (IEIS).

Fuente: (Allam, 2008).

Módulo	Funcionalidad o tarea
A. Licencias y condiciones	Establecer las relaciones entre las instalaciones y las máquinas.
	Gestión de los controles y las mediciones resultantes
	Gestión del proceso de aplicación de licencias
	Función de recordatorio para actualización de licencias y mediciones
B. Entrenamiento	Gestión y planeación del perfil del personal
	Definición de objetivos para los conocimientos del personal
	Planeación automático del entrenamiento periódico
C. Registro de leyes	Gestión y actualización de textos de las leyes
	Gestión de resultados de procesos/responsabilidades
	Vinculación de los textos a la tarea adecuada
	Almacenamiento de las leyes y condiciones
	Definición del tiempo de aplicación de una ley
D. Gestión de materiales peligrosos	Gestión de lugares de almacenamiento
	Operación y gestión de instrucciones de seguridad
	Gestión de las Cantidades
	Gestión de los Datos de Accidentes
	Gestión de responsabilidades
E. gestión de instalaciones y maquinas	Gestión de Datos básicos
	Gestión del mantenimiento de máquina e instalaciones
	Proporcionar manuales de instrucciones
	Gestión de datos de accidentes
	Gestión de responsabilidades
F. gestión de indicadores ambientales	Presentación gráfica de parámetros en relación con el tiempo
	Seguimiento de valores marginales

Sin embargo, las investigaciones anteriores presentaban un enfoque aislado del SI integral de una empresa; debido a esto, Funk et al, (2009) expone que existe una brecha entre el EMIS y el ERP de una compañía. Así mismo, hay un discusión sobre la necesidad de integrar estas aplicaciones EMIS dentro de los más ampliamente usados sistemas ERP, de tal manera que estos instrumentos ambientales estuvieran disponibles para las firmas (Kremar, Dold, Fischer, Strobel, & Seifert, 2000). Es por ello que su propuesta permite integrar los dos SI mediante una plataforma de integración (ver Figura 1-5), logrando que los clientes conozcan el impacto ambiental de todos los procesos de producción. Aun así, el alcance de esta investigación se reduce al cumplimiento de la normatividad y al control de impactos ambientales dentro de la fábrica de producción. En este mismo trabajo se propone para investigaciones futuras responder a la cuestión de cómo la información ambiental puede usarse para la toma de decisiones y para la planeación estratégica (Funk et al. 2009), evidenciando, además, que no profundiza en la cadena de abastecimiento ni tiene en cuenta la relación con otras partes interesadas o *stakeholders*.

Figura 1-5: Plataformas de Integración de los SI: EMIS y ERP.**Fuente:** (Funk et al., 2009).

Otro trabajo complementa la afirmación anterior del enfoque aislado de los SI en una compañía, comprobando que la existencia de aplicaciones en SI para diferentes estándares como los sistemas de gestión puede originar algunos inconvenientes, como la creación de estructuras de gestión aisladas e independientes, con la consecuente generación de burocracia por el manejo de grandes cantidades de información y la existencia de sistematizaciones paralelas, lo que a su vez puede originar menor eficiencia, redundancia de información y una pérdida de visión de conjunto (Pino-Díaz, 2010). Dicha investigación propone la integración de los sistemas de gestión dentro del SI integral en una firma, tales como el sistema de gestión de la calidad, el SGA y el sistema de prevención de riesgos laborales, con el fin de ahorrar tiempo y dinero, mejorar la eficiencia, desarrollar la sinergia y mejorar la imagen de la organización, y así avanzar en la línea de la calidad total (Pino-Díaz, 2010).

Quizás una de las investigaciones más cercanas a este proyecto la propone Frysinger 2001, quien desarrolla un marco de referencia para un Sistema de Información Ambiental Integrado enfocado en los procesos empresariales de medio ambiente, salud y seguridad (EHS). La investigación reconoce que los sistemas ERP del mercado suelen requerir un proceso de implementación intrusivo, por lo cual las empresas prefieren desarrollar su propia versión de SI basado en su modelo de negocios, en vez de comprarlo. Sin embargo, la gestión de datos de EHS es escasamente considerada en este proceso de desarrollo. Por ende, Frysinger (2001) plantea que un SI ambiental integrado tiene el potencial de mejorar la efectividad de la gestión de EHS, reducir el costo de las operaciones de EHS y fomentar e intercambio de conocimiento. Además, recomienda que la implementación de dicho SI deba ser evolutiva y no revolucionaria, ya que las operaciones y procesos de EHS no pueden ser interrumpidos. Y por último, sugiere la contratación de expertos y analistas, para apoyar el proceso de implementación y llevar a cabo un análisis de procesos en paralelo (Frysinger, 2001).

Con todo lo anterior se debe reconocer el papel central de los SI, teniendo en cuenta que poseen una perspectiva de funciones transversales dentro de toda la organización y su capacidad para comprender, cambiar y reinventar los procesos del negocio, apoyando así las prácticas sustentables (Watson, Boundreau, & Chen, 2010).

1.5.2 Principales antecedentes de la NRBV

Por otra parte, los SI descritos pueden ser analizados desde la teoría NRBV (Visión Basada en Recursos Naturales, por sus siglas en inglés), donde los SI son recursos estratégicos que apoyan capacidades organizacionales, que a su vez influyen en el diseño de estrategias ambientales proactivas. Los autores Sharma & Vredenburg (1998) consideran que las capacidades organizacionales fundamentales para un mayor desempeño ambiental son: el aprendizaje de orden superior, la integración con *stakeholders* y la mejora continua. Adicionalmente, Aragón-Correa et al. (2008) encontró empíricamente que las capacidades claves en las pymes para adoptar prácticas ambientales son: la visión compartida, la gestión de *stakeholders* y la proactividad

estratégica. La Figura 1-6 compendia algunas de las capacidades organizacionales estudiadas desde la perspectiva de la NRBV y la gestión ambiental.

Figura 1-6: Capacidades organizacionales estudiadas desde la NRBV

Fuente: Elaboración propia basado en:



Una investigación, en el contexto de empresas colombianas, estudió tres capacidades intrínsecas de la empresa: capacidad de integración con *stakeholders*, de mejora continua y de visión compartida, encontrando que la disponibilidad, combinación y despliegue de recursos (organizacionales y de SI) influyen de manera significativa el desarrollo de capacidades, y finalmente la búsqueda de estrategias ambientales (Moreno & Reyes, 2010). Adicionalmente, se ha estudiado la capacidad de “aprendizaje organizacional” que permita a la compañía interiorizar los temas ambientales y mejorar su desempeño ambiental superior (Sharma & Vredenburg, 1998), aunque esta última capacidad puede ser considerada como un concepto transversal a toda la empresa.

En consecuencia, el modelo de SI en desarrollo proyecta gestionar la información de la capacidad ambiental: “integración de partes interesadas”, aunque aplicando algunos conceptos y elementos comunes de las capacidades de: “visión compartida”, “mejora continua” y “aprendizaje organizacional”. Se pretende dar mucha mayor profundidad a la primera capacidad, debido a que la gestión o integración con *stakeholders* es un factor principal que contribuye a la adopción de prácticas ambientales proactivas en las empresas (Céspedes-Lorente et al., 2003). Además, ha sido poco profundizada por los investigadores bajo la perspectiva de la NRBV. Por último, en el estudio exploratorio en industrias colombianas esta fue la capacidad organizacional con mayor influencia positiva para adoptar prácticas ambientales innovadoras y de gestión (Moreno & Reyes, 2010; Reyes Rodríguez, 2011). Por otro lado, el intercambio de información y los mecanismos de comunicación colaborativa contribuyen a la construcción de capacidades que facilitan la operación conjunta con los *stakeholders*. (Bremmers, Haverkamp y Omta, 2009).

Consecuentemente, otra investigación bajo el paradigma de la NRBV permitía validar que la planificación estratégica de las empresas sobre el desarrollo de sus capacidades ambientales depende en buena medida del nivel de requerimientos y necesidades ambientales de sus *stakeholders*. Además, las compañías con un alto grado de desarrollo de sus capacidades ambientales intentarán influir en sus *stakeholders* para conseguir una posición de ventaja competitiva. En cambio, las empresas con capacidades ambientales poco desarrolladas, cuyas partes interesadas tengan altos requerimientos ambientales, desarrollarán capacidades ambientales más altas para superar su posición de desventaja competitiva (Rodríguez & Ricart, 1998). Lo anterior permite reforzar la importancia de la capacidad de integración de *stakeholders* propuesta por (Aragón-Correa et al., 2008; Sharma & Vredenburg, 1998; Hart S. , 1995).

Al hacer una comparación y análisis de los trabajos de investigación, enunciados anteriormente, en el tema de SI ambiental empresarial, es posible encontrar algunos elementos en común: 1) el aumento en los últimos años de la concientización frente a las problemáticas ambientales; 2) la falta de mucho trabajo aún de las industrias o de las academias en investigación y desarrollo sobre el tema; 3) la gestión ambiental en la

industria y el desarrollo de SI como soporte para esta son temas que presentan una alta complejidad.

Los antecedentes evidencian que la mayoría de los recursos en SI que se proponen tienen una funcionalidad y visión netamente pasiva, que pretende atacar únicamente los problemas de cumplimiento de normatividad ambiental o el control del impacto ambiental en la planta de producción. Conjuntamente, estos SI no presentan funciones que apoyen una visión estratégica y proactiva frente a la protección ambiental. Otra crítica clara a estos sistemas es la ausencia de procesos de mejora continua para el software, que permitan darle capacidad de adaptabilidad y flexibilidad al sistema a largo plazo. A pesar de esto, se concluye que un SI como recurso sí podría contribuir a apoyar ciertas capacidades específicas de las empresas, y en interacción con otros recursos y capacidades organizacionales se lograría avanzar hacia una gestión ambiental más proactiva. En conclusión, los trabajos previos encontrados en el tema demuestran la pertinencia e importancia de desarrollar un proyecto de investigación en esta dirección.

1.6 Identificación del problema

Investigaciones anteriores muestran un vacío entre las políticas de gestión ambiental en las empresas y los soportes de información a estas políticas por parte de los sistemas de información existentes (Davey & Mathews, 1996); es decir, en muchas de las compañías, principalmente las pequeñas o medianas, los sistemas de información no han madurado lo suficiente para integrarse a las políticas y estrategias que establece una empresa dentro de su Sistema de Gestión de Ambiental, si es que lo tiene (Lanteigne & Laforest, 2007). Incluso, en muchas empresas, los sistemas de información contable, que están más avanzados que otra clase de sistemas de información, presentan los datos de tipo ambiental pero, obviamente, incompletos, sesgados y con falta de análisis ya que se basan únicamente en estándares de contabilidad (Epstein, 2000).

Pocas investigaciones en el campo de los SI están interesados en la necesidad de tener presente las expectativas ambientales y sociales en las prácticas comerciales (Diez & McIntosh, 2009; Rodhain & Fallery, 2010).

Con respecto a los sistemas ERP, concepto definido anteriormente (ver en la página 6), actualmente se enfocan mucho más en la gestión y en el acceso a la información de las áreas financiera, logística, producción y gestión del personal. Incluso, la implementación de estos sistemas de información puede enfrentar una resistencia al cambio dentro de la organización; aun así, son aplicados por las compañías gracias a los reconocidos beneficios que traen a su actividad económica (Schmidt, 2009).

Lo contrario sucede con las áreas de la gestión ambiental, la seguridad industrial y la salud ocupacional (EHS, por sus siglas en inglés), las cuales poseen problemas únicos que han inhibido su introducción o aplicación en SI integrales, principalmente por 2 razones: la EHS se asocia con regulaciones gubernamentales y sanciones legales, al mismo tiempo, se considera una operación de “gastos indirectos” que no es vista como un valor agregado directo al producto o a la empresa. Inclusive, apenas hasta hace poco algunos sistemas ERP incluyen la gestión de información de EHS (Frysinger, 2001) y el enfoque de esta gestión de información se centra en cumplir la normatividad sobre EHS.

Además, la gestión ambiental en la industria posee mayor complejidad natural inherente y también mayor presión por parte de agentes externos, principalmente por la normatividad ambiental, las regulaciones del gobierno y las sanciones legales (Blazek & Dambach, 2005) que afectan considerablemente la introducción de este tema dentro del sistema integrado de gestión de información que se encuentre en ejecución en la empresa.

Sin embargo, en la actualidad, debido al creciente interés por el cuidado del medio ambiente, existen SGA que soportan sus decisiones en sistemas de información, pero la gran mayoría pertenecen al sector público o a centros de investigación; por ejemplo, los reconocidos Sistemas de Información Geográficos que aportan valiosa información de tipo ambiental, pero no enfocada al sector industrial (Aronoff, 1999).

En el sector privado e industrial, la gestión de información ambiental existente se enfoca más que todo en el cumplimiento de la regulación ambiental mediante SI o módulos que

actualizan y almacenan documentos y normas ambientales para su consulta, pero pocas veces el sistema pretende alcanzar un nivel más avanzado de gestión ambiental (Carlson, 2006). En cuanto a otras aplicaciones o software ambientales externos a la empresa, se han planteado varias problemáticas (Diez & McIntosh, 2009) como la falta de alineación entre estos SI con las necesidades de la organización, las políticas y la planificación (McIntosh et al., 2005), además de la dificultad de determinar los beneficios derivados del uso de estos sistemas a pesar de su costo significativo (Reeve y Petch, 1999).

No se han encontrado investigaciones en SI que consideren apoyar a una gestión ambiental proactiva, o que se enmarquen en la teoría Visión Basada en Recursos Enfoque Ambiental (NRBV), lo que explica la pertinencia del proyecto. Por todas estas razones, esta investigación, junto con otras investigaciones predecesoras o posteriores, puede hacer una gran contribución al conocimiento acerca de la relación entre la información, las organizaciones y el medio ambiente, con el fin de desarrollar estrategias ambientales innovadoras (Melville, 2010).

Adicionalmente, en el tema de las pymes, la mayoría de estas no cuentan con una prioridad hacia la gestión ambiental debido principalmente, al alto nivel de informalidad, la baja capacidad de las autoridades ambientales y las baja exigencias de los mercados, además de problemas como la obsolescencia tecnológica, la escasez de recursos, la baja capacidad de mejora continua, una visión estratégica limitada, la falta de recursos humanos y la falta de canales de información adecuada (Van Hoof B. , 2005). Muchas de las pymes no tienen interés por cumplir la normatividad ambiental y esto se agrava por el hecho de que las autoridades ambientales no tienen las suficientes medidas de control y seguimiento a la mayoría de estas empresas.

Por todas estas razones, esta investigación, junto con otras investigaciones predecesoras o posteriores, puede hacer una gran contribución al conocimiento acerca de la relación entre la información, las organizaciones y el medio ambiente, con el fin de desarrollar estrategias ambientales innovadoras (Melville, 2010).

La integración y análisis de las distintas problemáticas anteriores permite llegar a construir un problema unificado: la ausencia de soporte de información para avanzar hacia una gestión ambiental proactiva en las pymes. Ante esto, en primera instancia se deben plantear una serie de preguntas, con el objetivo de poder resolverlas a través de esta investigación:

- ¿Cómo se almacena y estructura la información relacionada con la gestión ambiental en las empresas manufactureras?
- ¿Cuáles son los requerimientos de información, los procesos, los agentes y los elementos necesarios para una adecuada gestión de información que apoye la capacidad ambiental de integración con *stakeholders*?
- ¿Cómo una propuesta de modelo conceptual de SI serviría de apoyo para avanzar hacia una GAP en pymes, enmarcado en la NRBV?
- ¿Hasta qué punto la administración de información relacionada con la gestión ambiental es transversal o vertical a las actividades primarias o secundarias de la empresa y de su ERP?

2. Metodología

Para el desarrollo de esta investigación, se utiliza una multimetodología que permite combinar metodologías provenientes de distintos paradigmas (Mingers & Gill, 1997; Peña & Díaz, 2010). Este enfoque tiene su sustento teórico en el Realismo Crítico (Bhaskar, 1975; Archer, Bhaskar et al. 1998) y en el Pensamiento Sistémico (Mingers, 2006). Se justifica la elección de esta multimetodología principalmente porque permite utilizar diferentes técnicas o métodos como: recolección de datos, cuestionarios, encuestas, mapas cognitivos, entrevistas semi-estructuradas, participación-acción. Y permite combinar estas técnicas, pero de forma ordenada y estructurada dentro de 5 fases, que se detallan más adelante. Todo con el fin de contribuir a encontrar diferentes perspectivas a una situación particular (Mingers, 2006).

Tradicionalmente las investigaciones en ingeniería se hacen desde la perspectiva "objetiva", pero las ciencias de la organización cada vez son más permeadas por las ciencias sociales, que hacen investigación en el mundo personal y en el mundo objetivo. Así, aceptando a Habermas en su libro "Teoría de la acción comunicativa, tomo 2", un investigador debería trabajar en tres mundos (social, personal y material), con el objetivo de abordar un problema de una manera más integral. Por otro lado, Bhaskar y Mingers proponen una metametodología que Peña y Diaz resumieron en un proceso que inicia en la identificación del problema y termina en una acción para cambiar dicha problemática.

2.1 Cuadro Multimetodología

En la matriz (Tabla 2-1) se resume el diseño multimetodológico, se enmarcan los distintos métodos o teorías para esta investigación dentro de los tres mundos de Habermas y se hace a través de cinco fases: identificación del problema, apreciación, análisis, evaluación y acción.

Tabla 2-1: Matriz o cuadro multimetodológico de esta investigación.**Fuente:** Elaboración propia basado en (Mingers, 2006).

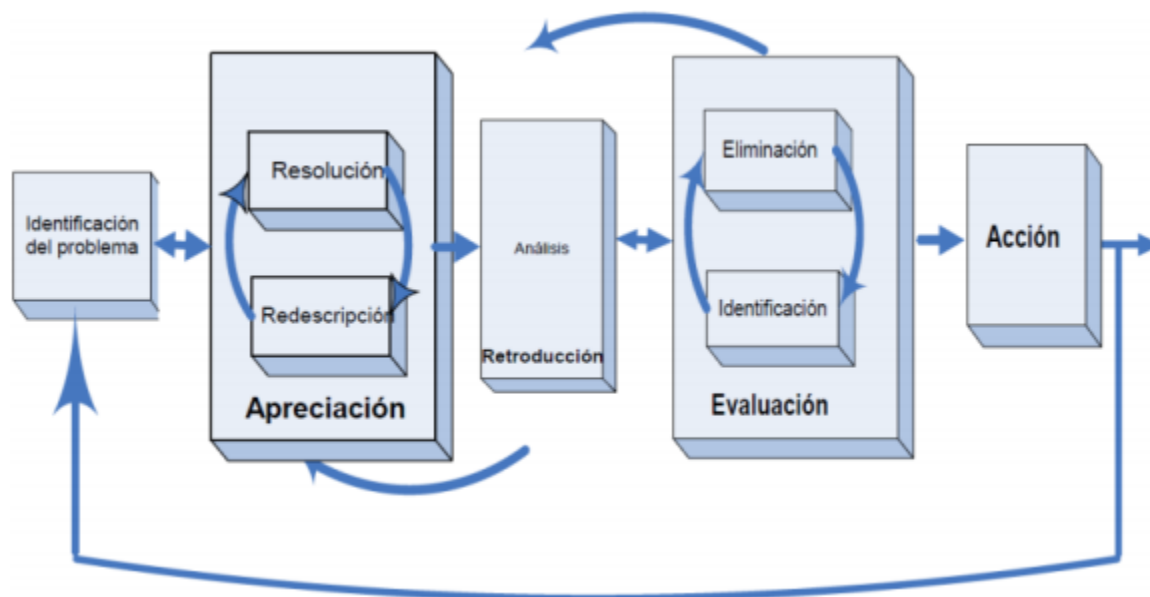
	Identificación del Problema	Apreciación	Análisis	Evaluación	Acción
		¿Qué pasa?	¿Por qué está pasando?	¿Cómo podría la situación ser diferente?	
Mundo Social	Diagnóstico a empresas manufactureras de Bogotá y Manizales con entrevistas semi-estructuradas. Herramienta de diagnóstico revisada por dos expertos. Análisis cualitativo y cuantitativo de las entrevistas para reforzar la problemática.	Estudio cualitativo y cuantitativo del diagnóstico como apreciación al mundo empresarial. Apreciación del mundo empresarial según la NRBV.	Identificación de los elementos, agentes y variables necesarios para construir el modelo conceptual, mediante la técnica CATWOE de la metodología sistemas suaves (SSM).	Verificación del modelo conceptual con entrevistas a expertos, para comparar el modelo con el mundo real como lo sugiere el estadio cinco de SSM.	Luego de la verificación definir la versión final del modelo conceptual de SI, para apoyar la capacidad de integración con <i>stakeholders</i> , hacia una gestión ambiental proactiva en pymes.
Mundo Personal	Entrevistas no estructuradas con expertos, para identificar puntos de vista personales respecto al problema. Revisión de conceptos y paradigmas de autores. Planteamiento de preguntas de investigación referentes al problema.	Mapas conceptuales de lo apreciado en la literatura. Apreciación desde paradigmas y puntos de vista diferentes. Apreciación desde la teoría Visión Basada en Recursos Naturales.	Análisis personal del estado del arte y la NRBV. Análisis con mapas conceptuales del concepto de gestión de <i>stakeholders</i> . Construcción de modelo conceptual, siguiendo algunas técnicas del estadio 4 de la SSM.	Evaluación y verificación de la primera versión del modelo mediante la técnica de comparación con elementos del sistema formal (SSM).	Plantear, en la discusión y recomendaciones, acciones factibles y deseables (SSM) para solucionar la problemática. Programación de un prototipo de SI integrado a un ERP, como una parte material del modelo conceptual de SI, con la ayuda del grupo GRIEGO.
Mundo Material	Revisión literatura, artículos y libros. Revisión de TICs usadas en gestión ambiental y otras TICs. Revisión de normatividad y documentación en el tema.	Mapas conceptuales para describir el problema en la literatura. Tabla resumen de TICs. Tabla de páginas web ambientales	Análisis de los fenómenos o las herramientas apreciadas en el mundo material.	Diseño de diagramas de componentes o de actividades para complementar al modelo conceptual, tomando pautas del lenguaje UML.	

2.1.1 Explicación del cuadro multimetodológico

La siguiente Figura 2-1 muestra que, en el enfoque multimetodológico, la intervención no es un evento discreto, es más bien un proceso con fases o actividades predominantes en tiempos diferentes. En adición, es posible retroceder en algún momento hacia las fases anteriores si es necesario, para reevaluar conceptos o para re-identificar el problema (Mingers, 2006).

Figura 2-1: Enfoque metodológico basado en el realismo crítico.

Fuente: (Peña y Díaz, 2010)



En primer lugar, para la identificación del problema en el mundo social, se realiza un diagnóstico a diez empresas manufactureras de diferentes tamaños en Bogotá y Manizales mediante entrevistas directas semi-estructuradas. El diagnóstico también pretende ayudar en la etapa de apreciación del mundo empresarial, mediante un análisis cualitativo y cuantitativo de las entrevistas. El objetivo del diagnóstico es evaluar cómo se gestiona la información necesaria para apoyar la gestión ambiental empresarial, especialmente en tres áreas: cumplimiento de la normatividad ambiental, políticas y

estrategias ambientales, y control ambiental. En el siguiente capítulo se detalla a profundidad todo el proceso del diagnóstico.

Paralelamente, en el mundo personal y material, en las tres primeras etapas se aplican diferentes métodos dentro del marco de multimetodología; el más utilizado es la herramienta de los mapas conceptuales (Novak & Gowin, 1988). Algunos otros métodos mencionados dentro de la matriz son por ejemplo, la revisión de literatura, las entrevistas no estructuradas, la apreciación desde la teoría NRBV o las tablas resumen, aplicadas en las etapas de identificación del problema, apreciación y análisis, con el fin de enriquecer la investigación y darle mayor peso metodológico, siempre y cuando se reconozca la función principal de cada método, en qué etapa en específico y en qué mundo se encuentra ubicado dentro de la matriz.

En la tercera, cuarta y quinta etapa de la multimetodología, el análisis, la evaluación y acción, se plantean las metodologías o pasos a seguir para proponer la alternativa de solución a lo encontrado en el problema y la apreciación. En este caso se refiere a los métodos o técnicas necesarias para desarrollar y verificar el modelo conceptual de SI, para esto se escogen varios métodos de la Metodología de Sistemas Suaves (SSM) que se detallan a continuación. Además se utilizan algunos conceptos y guías de otras técnicas como los mapas conceptuales o el lenguaje UML, este último permite desarrollar diagramas de actividades o diagramas de componentes que enriquezcan y complementen el enfoque de esta investigación.

2.1.2 Metodología de sistemas suaves

Para el desarrollo del modelo conceptual de SI se pretende aplicar algunos conceptos, técnicas y procedimientos que sugiere la Metodología de Sistemas Suaves (SSM, por sus siglas en inglés) propuesta por Peter Checkland, la cual se define como una técnica cualitativa para convertir situaciones asistemáticas hacia sistemas estructurados, ya que es una manera útil de acercarse a situaciones complejas en el mundo real referentes a organizaciones humanas (Checkland & Scholes, 1994).

Lo anterior, distingue el SSM de otras metodologías que se ocupan de los problemas “duros” y que a menudo están más orientados a la tecnología. Por ende, esta metodología pretende asumir que la mayoría de los problemas en gestión y en organizaciones no deben considerarse como puros problemas técnicos; en vez de esto, dichos problemas presentan un alto grado de complejidad y diversidad, principalmente debido a la presencia de componentes sociales, políticos y humanos, lo que requiere de la aplicación de un acercamiento sistemático a la situación (Checkland, 1993).

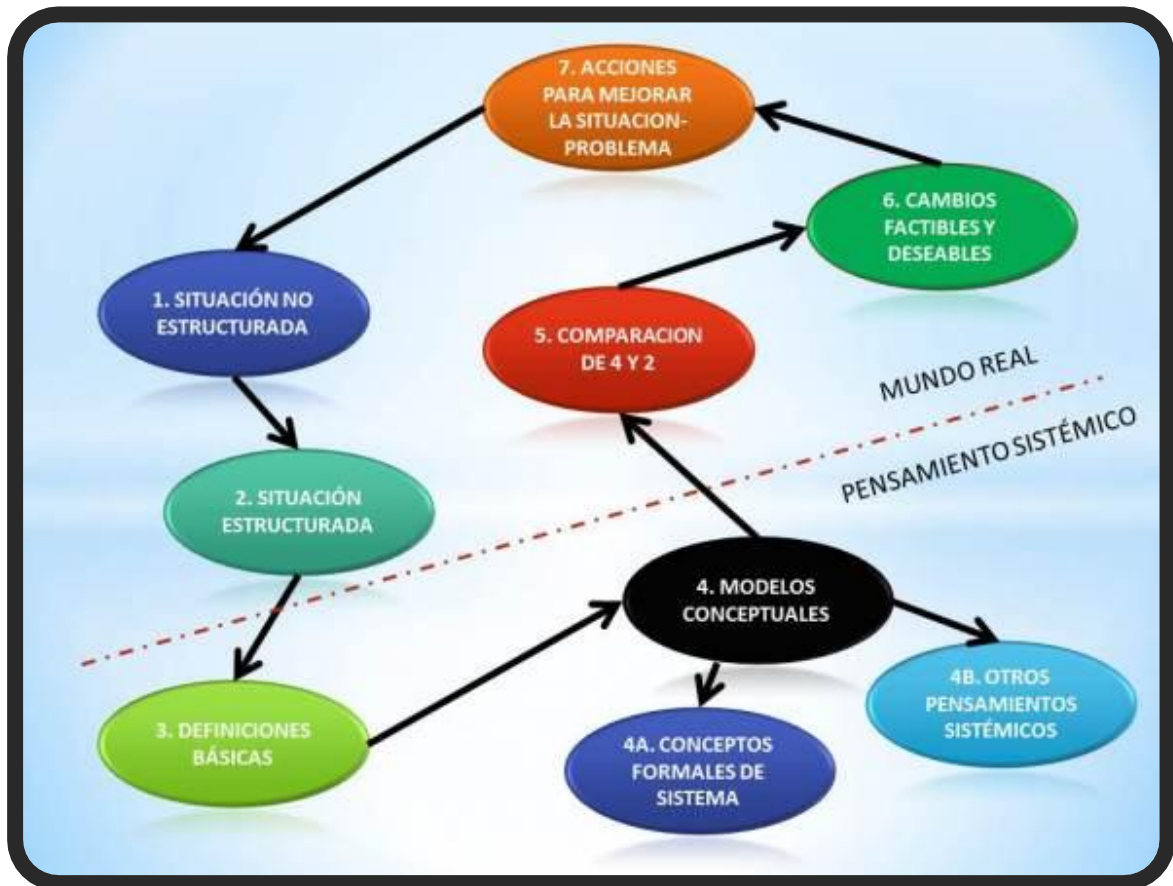
Para la presente investigación, se puede justificar esta metodología de SSM, principalmente, porque sirve de guía para el diseño de modelos conceptuales enfocados a la acción y a proponer soluciones a una situación problemática. En este caso, la cuestión es cómo apoyar la capacidad de integración con *stakeholders* mediante la gestión de información con el fin de lograr una gestión ambiental más proactiva en la empresa.

Adicionalmente, el pensamiento de sistemas suaves permite reconocer la complejidad de un problema de investigación y poder analizarlo desde el punto de vista de las organizaciones y de la gestión, esto tiene relación con los conceptos de GAP e integración con *stakeholders* que presentan un alto grado de complejidad. Es decir, los problemas de gestión, organizacionales e información tienen como eje fundamental la interacción con personas, yendo más allá de sólo la perspectiva tecnológica y computacional.

La metodología sugiere siete pasos o estadios para su desarrollo, sin embargo para este trabajo se decide aplicar solo determinados métodos o técnicas de los estadios tres, cuatro, cinco y seis. El enfoque de multimetodología basado en Minger (2006) permite incorporar métodos o técnicas o de otras metodologías, en el cuadro multimetodológico de esta investigación (ver **Tabla 2-1**) se detalla de forma más precisa en donde se incorporan estas técnicas del SSM. La Figura 2-2 organiza cada uno de los estadios propuestos por Checkland (1993), dependiendo si hacen parte del mundo real o del pensamiento sistemático, a continuación se explican los métodos de SSM que van a ser aplicados en este proyecto.

Figura 2-2: Etapas de la Metodología de Sistemas Suaves.

Fuente: Basado en (Checkland, 1993)



En la etapa tres (SSM) se elaboran definiciones básicas según los diferentes puntos de vista involucrados, estas definiciones se fundamentan en seis factores que se resumen en la técnica CATWOE (por sus siglas en inglés), la cual se aplica en esta investigación con el fin establecer una transformación deseada y de identificar los elementos, agentes y variables necesarias para construir el modelo conceptual de SI. En el estadio cuarto de la metodología se busca construir los modelos conceptuales que procuren alcanzar dicha transformación o proceso de cambio idealizado, la técnica del modelado según Checkland (1993) consiste en: *“ensamblar sistémicamente una agrupación mínima de verbos que describen actividades que son necesarias en un sistema especificado... y que están unidas gráficamente en una secuencia... lógica”*, que es similar a un diagrama de

procesos. Adicionalmente, el diseño del modelo conceptual puede empezar con un diagrama de bajo nivel de resolución (con poco detalle), para luego pasar a otros diagramas, de mayor nivel de resolución, donde se amplíe la información de cada elemento, con acciones más detalladas para lograr el objetivo del modelo (Checkland, 1993).

La cuarta etapa propone que el modelo conceptual puede ser verificado pero no validado, ya que no se trata que los modelos sean válidos o inválidos, más bien que sean sustentables o defendibles, por ende, es posible verificarlos para garantizar que no sean deficientes en su esencia. Para esto, la metodología sugiere una comparación de los modelos diseñados con ciertos elementos del sistema formal, con el fin de eliminar errores (Checkland, 1993). Se compara entonces si el modelo propuesto presenta todos y cada uno de los siguientes elementos, definidos por Checkland (1993) como componentes del modelo formal:

- Tiene un propósito o misión en curso.
- Tiene una medida de desempeño.
- Incluye un proceso de toma de decisiones.
- Tiene componentes que son en sí sistemas.
- Tiene componentes que interactúan.
- Existe en sistemas más amplios.
- Tiene un límite bien definido.
- Tiene recursos físicos, participantes humanos y conceptos abstractos.
- Tiene alguna garantía de continuidad.

Consecuentemente, el estadio quinto plantea comparar el modelo conceptual con la definición del problema, con el fin de continuar la verificación y mejoramiento del modelo. Para ello, postula que la comparación se debe hacer junto con los participantes interesados en la situación, o junto con expertos en el tema, con el objeto de determinar

si el modelo conceptual requiere ser mejorado en su conceptualización (Checkland & Scholes, 1994). Lo anterior, puede realizarse con entrevistas abiertas o semi-estructuradas, en las cuales se realicen preguntas estratégicas acerca de las actividades presentes en el modelo propuesto. Preguntas que permitan examinar aquellas características del modelo conceptual que difieren más de la realidad presente y porqué son tan diferentes, o alternativas que generen mayor posibilidad al cambio. Luego de la verificación, se desarrolla una versión final del modelo conceptual que incluya las sugerencias pertinentes de las entrevistas, para mejorar el modelo en su conceptualización.

Al final se postulan los cambios deseables y factibles, según lo dice el estadio 6 de SSM, dentro de la discusión y recomendaciones del documento final de la investigación, dichos cambios deben dirigirse al mejoramiento de la problemática y podrían ser aplicables en la realidad (Checkland, 1993).

2.2 Definición de mapas conceptuales y modelos conceptuales

A lo largo de la investigación se han desarrollado mapas conceptuales, como está plasmado en el cuadro multimetodológico, con el objetivo de construir un modelo conceptual de SI que apoye la capacidad ambiental de gestión de *stakeholders*. Por medio de estos mapas conceptuales se proporciona un resumen esquemático de diversos conceptos o herramientas que se han utilizado para esta investigación, puesto que dichos mapas permiten englobar, en un contexto más amplio, pequeños conceptos que, sí se observan por separado, no representan algo significativo.

Para lo anterior, es necesario definir y diferenciar los términos de mapas conceptuales y modelos conceptuales. Los primeros, según Novak & Gowin (1988), se definen como herramientas gráficas para organizar y representar relaciones significativas entre conceptos; todo mapa conceptual debe responder a una pregunta de enfoque, e identificar los conceptos claves que se relacionan con esta pregunta (Novak & Cañas, 2006). Por otro lado, según Moreira (1998) los modelos conceptuales son

representaciones precisas, completas y simplificadas de objetos, fenómenos o situaciones reales y están basados en el conocimiento científicamente compartido. En general, un modelo conceptual es una representación externa que facilita la comprensión o la enseñanza de sistemas. En resumen, se evidencia que los mapas conceptuales son una de las tantas herramientas existentes para desarrollar modelos conceptuales.

Con base en lo anterior, los mapas conceptuales dentro de esta investigación tienen como objetivo apoyar las etapas de apreciación, análisis de la situación y de evaluación. Adicionalmente, mediante la elaboración de dichos mapas, se pueden organizar y sintetizar investigaciones de diferentes autores. Por último, los mapas conceptuales sirven de apoyo en la cuarta etapa de SSM, donde se pretende entrelazar y relacionar conceptos, con el fin de plantear un modelo conceptual que sirva de guía para la acción en futuras aplicaciones.

Los modelos conceptuales elaborados en la etapa final de esta investigación (como lo sugiere el paso cuatro de la metodología de sistemas suaves) se basan para su creación en los mapas conceptuales y también en el análisis de la literatura y de las entrevistas, con el fin de conceptualizar y definir un modelo lógico y organizado de SI sobre la capacidad gestión de *stakeholders*.

2.3 Alcance de la investigación

El modelo de SI a desarrollar se enfoca en el sector manufacturero, debido a que el sector industrial es mucho más contaminante que el sector comercial o de servicios (Bonilla Durán, 2000). El proyecto se delimita a pymes que, según la ley colombiana 590 de 2004, se definen como empresas entre 11 y 200 empleados (Ministerio de Comercio, 2004), principalmente porque las pymes no son tan pequeñas como las microempresas, como para que no posean procesos primarios y secundarios bien delimitados, y no son tan grandes como para que la infraestructura del SI y el diseño del SI se vuelvan muy complejos de sustentar (Frysinger, 2001).

Respecto al alcance del proyecto dentro de la teoría NRBV, en la Figura 2-3, la relación señalada con la flecha roja delimita el proyecto, que se orienta únicamente a la relación entre el recurso SI como soporte a una capacidad organizacional. Es importante reconocer que el modelo de SI a diseñar es sólo un apoyo a la capacidad, sin pretender abarcar todas sus definiciones, y al ser solamente un soporte de información no puede garantizar que la capacidad se implemente completamente en la pyme, debido a que las capacidades organizacionales toman un tiempo largo en desarrollarse, por medio de interacciones complejas entre los recursos propios de cada empresa (Amit & Schoemaker, 1993). Por ello, el SI no podría funcionar por sí solo y se necesita de una relación integral de los recursos propios de las TI, en combinación con otros recursos y capacidades (Bharadwaj, 2000), para avanzar hacia la GAP y hacia un mayor desarrollo sustentable.

Figura 2-3: Modelo de recursos y capacidades en SI/TI basado NRBV

Fuente: Adaptado de (Reyes Rodríguez, 2011)



Por otro lado, todo el modelo de SI propuesto se estructura en un modelo conceptual amplio, que contendrá una sección materializada a manera de prototipo que se integre al programa OpenERP (un sistema ERP con la filosofía de software libre), utilizando en cierto grado diagramas UML o diagramas entidad-relación. El proyecto también incluye el apoyo de un (1) estudiante de Ingeniería de Sistemas, dentro del grupo de investigación GRIEGO, que colabora en el desarrollo informático y en lo relacionado con la programación del prototipo de SI, siempre bajo la dirección del proponente de esta investigación.

Se justifica la elección de la plataforma OpenERP por varias razones, primero está constituido por un modelo de código abierto que permite realizar investigaciones y desarrollos; también, es un conjunto de aplicaciones organizacionales, con más de 700 módulos de OpenERP disponibles; presenta un enfoque modular donde los usuarios comienzan implementando una pequeña aplicación y agregan más módulos paulatinamente; es una herramienta flexible que permite personalizar la interfaz de usuario y gestionar todos los procesos de negocio; y por último, es más asequible para las pymes al no tener que pagar por la licencia (OpenERP, 2005).

No habrá implementación ni validación del prototipo del SI en una empresa real; ésta se sugiere para posteriores investigaciones, principalmente porque el proceso de implementación no sólo sería uno de los componentes de información ambiental dentro del software, sino de toda la herramienta OpenERP, lo que tardaría más de un año en una mediana empresa y requiere de recursos, procesos y personas que no se encuentran disponibles. En vez de este proceso, se sugiere que el modelo conceptual sea verificado como lo plantea la SSM.

3. Diagnóstico a empresas

3.1 Metodología del diagnóstico

El presente diagnóstico tiene como objetivo principal diagnosticar el estado actual de la gestión ambiental en el sector industrial manufacturero de Manizales y Bogotá, así como evaluar el nivel de desarrollo en sistemas de información que apoyen dicha gestión ambiental empresarial. Entre los objetivos específicos del diagnóstico está: establecer en cada empresa cuál es el grado de desarrollo en cuanto al cumplimiento de normatividad ambiental, políticas y estrategias ambientales, y control de riesgos ambientales; otro objetivo es permitir que se dé continuidad al proyecto de investigación, aportando conocimientos prácticos y conclusiones para reforzar la problemática y para aumentar la apreciación con miras al desarrollo del Modelo de SI.

La ejecución del diagnóstico se fundamenta en lo estudiado en distintas fuentes bibliográficas que tratan los temas de SI y de gestión ambiental, así pues, se pretende dar soporte y análisis al diagnóstico desde el punto de vista teórico, tratando de confrontar la información recolectada en las entrevistas con la literatura encontrada.

El estudio se efectúa en empresas manufactureras de diferentes tamaños en sectores de Bogotá y Manizales, mediante entrevistas directas semi-estructuradas, con un cuestionario guía diseñado previamente, dirigido a la persona encargada de la gestión ambiental en cada empresa; el cuestionario se basa en una herramienta de diagnóstico que se detallará más adelante y también se pueden efectuar preguntas abiertas para que las personas entrevistadas ofrezcan unas ideas generales sobre la temática a evaluar.

Posteriormente, se realiza un estudio preliminar mediante análisis tanto cualitativo como cuantitativo, que permita indagar sobre la situación actual de las empresas pertenecientes al sector industrial y así servir de soporte al desarrollo de esta

investigación. Por ende, las conclusiones de este estudio están orientadas a apreciar el mundo real a sustentar la problemática de esta investigación.

La metodología escogida de entrevistas directas es uno de los métodos de recolección de información más utilizados para investigaciones de tipo cualitativas; aun así, es posible darle un carácter multimetodológico al proyecto, al aplicar también un análisis cuantitativo a las entrevistas. La parte de análisis cualitativo se apoya en el software NVIVO, que permite realizar una codificación y categorización de la información según su significancia; el análisis cuantitativo se apoya en las herramientas estadísticas de Microsoft Excel.

3.1.1 Definición de la Población Objetivo

Antes de realizar el trabajo de campo, es necesario tener presente cuál es la población que se va a evaluar o diagnosticar. En este proyecto, es claro que se tratan de empresas con actividad económica de tipo industrial, que pertenezcan a cualquier sector manufacturero: alimentos, metalúrgico, químico, textil, agroindustrial, entre otros, que pueden ser públicas o privadas y de cualquier tamaño. Para delimitar aún más la población, se decide escoger sólo empresas ubicadas en Manizales y Bogotá, delimitando un sector específico, para Manizales el sector industrial de Maltería, a las afueras de la ciudad, y para Bogotá, el sector industrial de la localidad de Kennedy. Luego de revisar varias bases de datos de empresas con estas especificaciones, se obtuvieron los datos de 82 empresas que cumplían las características anteriores, por ende el tamaño de la población (N) es de 82.

3.1.2 Definición de la Muestra

Para el desarrollo del diagnóstico se tiene en cuenta la teoría del muestreo por conveniencia, un tipo de muestreo no probabilístico, que consiste en seleccionar aquellos casos que proporcionen una mayor cantidad de información, definiendo previamente las características de las empresas que conforman la muestra y cuyas características sean similares a las de la población objetivo (Alaminos Chica & Castejón Costa, 2006). Sin embargo, los resultados que se obtienen no pueden generalizarse más allá de las

empresas que componen la muestra. Este muestreo tienen las ventajas de que los escogidos llegan a ser accesibles, fáciles de medir y cooperativos (Malhotra, Dávila Martínez, & Treviño Rosales, 2004, pág. 321).

Para esta investigación, de entrevistas semi-estructuras, la muestra por conveniencia definida es de 10 empresas manufactureras de Bogotá y Manizales, con las características de la población objetivo. La principal razón para pertenecer a la muestra, es que estas empresas facilitaron el acceso a sus instalaciones y colaboraron abiertamente con la información que se solicitaba en la entrevista. El análisis cuantitativo sólo pretende visualizar mejor los resultados y no pretende generalizar, ni basarse una muestra representativa.

3.1.3 Duración del Trabajo de Campo

Las entrevistas a realizar en 10 empresas tienen una duración de dos semanas, mientras se concretan las empresas, las personas y las citas, y se procede a evaluar cada compañía.

3.2 Diseño de la herramienta de diagnóstico

Para una adecuada evaluación y recolección de los datos relevantes en las empresas es necesario diseñar un cuestionario claro, conciso y objetivo, para lo que se escoge el diagnóstico “MIO” o Matriz de Inteligencia Organizacional, que es una herramienta cualitativa y cuantitativa, que permite identificar, dentro de una organización, los elementos o características que presentan mayores falencias y los que presentan mejor rendimiento en relación a unos determinados procesos o estrategias de la empresa.

Para el presente proyecto, el tema a evaluar es la gestión ambiental y los sistemas de información que se utilicen para esta GA en el sector productivo, exclusivamente manufacturero, con el fin de lograr los cinco objetivos específicos de este proyecto.

3.2.1 Componentes de la herramienta

El instrumento de diagnóstico que se presenta a continuación consta de un formulario adecuado al tema de Gestión Ambiental; el cuestionario es de 15 preguntas, divididas en tres sub-temas a cada uno se le da una ponderación de acuerdo a su importancia:

1. **Cumplimiento de la Normatividad Ambiental:** que pretende determinar si la empresa conoce las normas ambientales que le aplican y de qué forma establece procedimientos para su cumplimiento, es decir, la gestión ambiental de tipo proactiva. (25%)

2. **Política y estrategia ambiental de la empresa:** para evaluar si la empresa posee estrategias, a nivel superior, de tipo ambiental, alineadas a las metas del desarrollo sustentable y si cuenta con un plan de gestión ambiental, es decir gestión ambiental de tipo proactiva. (35%)

3. **Gestión de Riesgos y Control Ambiental:** que analiza a cómo está la empresa operativamente en cuanto a caracterizaciones, programas de ahorro, acciones para disminuir el impacto ambiental, entre otras. (30%)

4. **Sistema de información para la gestión ambiental:** es decir, cómo la compañía administra, almacena y controla la información ambiental para un correcto funcionamiento de los tres sub-temas anteriores. (30%)

3.2.2 Herramienta de diagnóstico

El instrumento de diagnóstico se basa en la matriz que cuenta, en cada una de las preguntas, con una fila de criterios de respuesta que le permiten al evaluador tener un referente de cómo calificar y aumentar en cierto grado la objetividad de las calificaciones. Son cinco criterios por pregunta, que muestran un nivel de evolución según el asunto a evaluar, cada pregunta se califica con una escala de 1 a 5, permitiendo su ponderación y análisis cuantitativo (Ver anexo B, Herramienta: Diagnóstico). Para la parte cualitativa, es

importante aclarar, que como se trata de una entrevista personalizada, el cuestionario no es estricto y seguramente surgirán nuevas preguntas o se cambiarán algunas a medida que avance la conversación.

3.2.3 Tabla resumen del diagnóstico

Tabla 3-1: Resumen del diagnóstico

Fuente: Elaboración propia

Metodología:	Entrevistas directas individuales de 45 min. Cuestionario semi-estructurado, flexible.
Objetivo	Realizar un diagnóstico exploratorio en empresas industriales sobre el tema de la gestión de información para su Gestión Ambiental.
Población:	Empresas del sector manufacturero de cualquier tamaño, ubicadas en el sector industrial de Maltería en Manizales y en la localidad de Kennedy en Bogotá.
Muestra:	10 empresas. Tamaños: 1 micro, 6 pequeñas, 1 mediana y 2 grandes.
Dirigido a:	Persona encargada de la gestión ambiental de cada empresa, o al gerente.

Tipo de empresa	Tamaño	Persona entrevistada
Zapatos	Micro	Gerente
Hierro	Pequeña	Jefe de producción
Cuero	Pequeña	gerente
Muebles	Pequeña	Gerente
Metales	Pequeña	Jefe de producción
Jeans	Pequeña	Dueño-gerente
Cerrajería	Mediana	Jefe de calidad
Madera	Pequeña	Jefe de calidad
Electrodomésticos	Grande	Responsable de la gestión ambiental
Alimentos	Grande	Responsable de sistemas de gestión

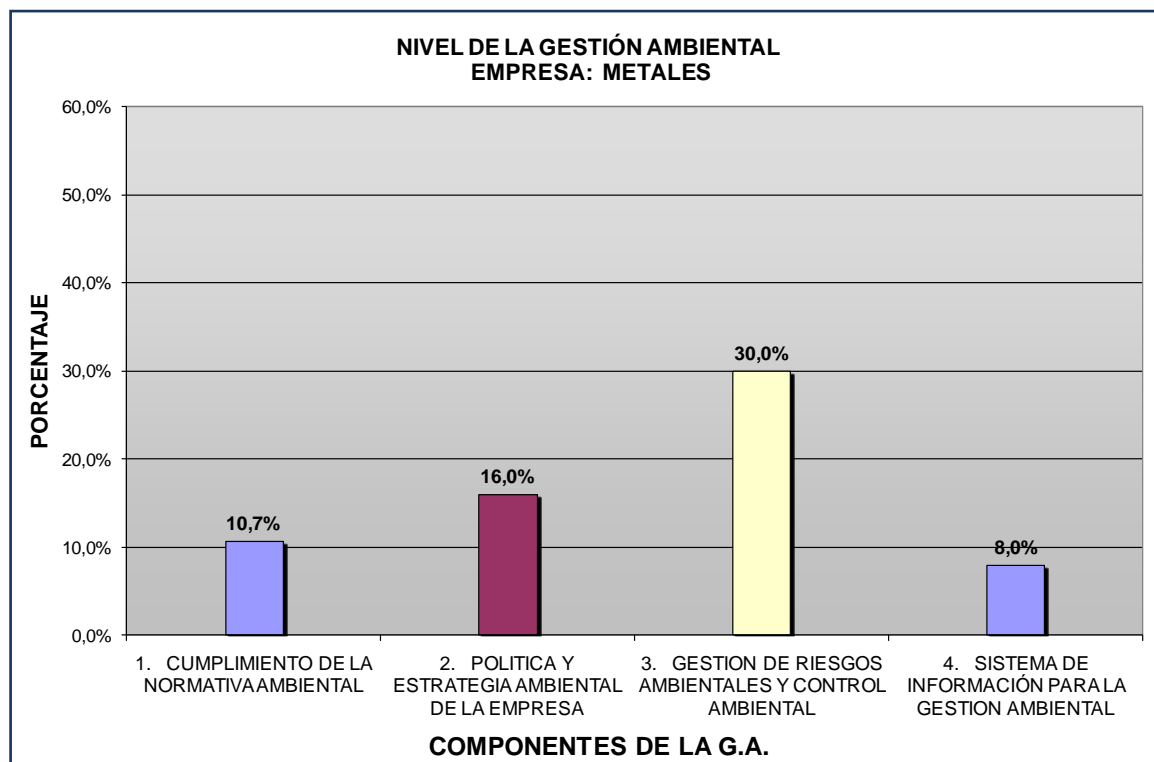
3.3 Análisis cuantitativo de resultados

A continuación se hace un análisis cuantitativo detallado de la gestión ambiental (GA) y del uso de los sistemas de información en cada una de las empresas evaluadas; en este documento se presenta el análisis de cinco de estas compañías y se anexa el análisis de las demás. Este análisis se basa en los resultados obtenidos con el instrumento de diagnóstico y la herramienta EXCEL. Al final se desarrolla una tabulación y resultados globales de todas las empresas entrevistadas, donde se determina el nivel promedio de gestión ambiental empresarial y se establece el orden de las empresas y su análisis adyacente (ver anexo C análisis cuantitativo de resultados globales).

3.3.1 Empresa metales

Figura 3-1: Nivel de la gestión ambiental: Empresa Metales

Fuente: Elaboración Propia

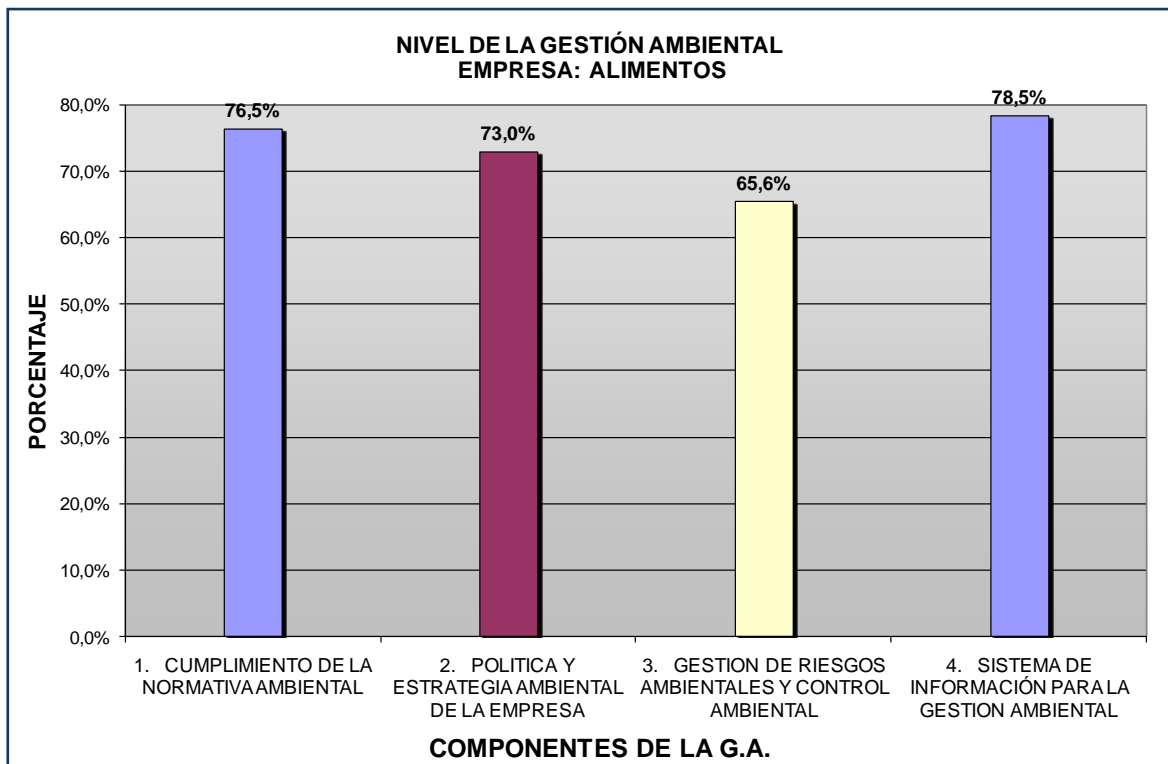


La empresa presenta un porcentaje casi nulo en cumplimiento de la normatividad (10,7%) ya que posee un pensamiento pasivo, no investiga, ni consultar las normas, y sólo espera si alguna vez lo visita la autoridad ambiental. En cuanto a políticas ambientales (16%), se encuentra también en un estado muy crítico, porque reconoce no tener nada al respecto. En cuanto al control ambiental (30%), tiene implementadas estrategias de ahorro de energía o de reciclaje de subproductos, que ayudan mínimamente a la protección del ambiente. En cuanto a sistemas de información (8%), la empresa no tiene ni siquiera un software para la gestión de la empresa y toda su información es manual y sin organización.

3.3.2 Empresa de alimentos

Figura 3-2: Nivel de la gestión ambiental: Empresa Alimentos

Fuente: Elaboración Propia

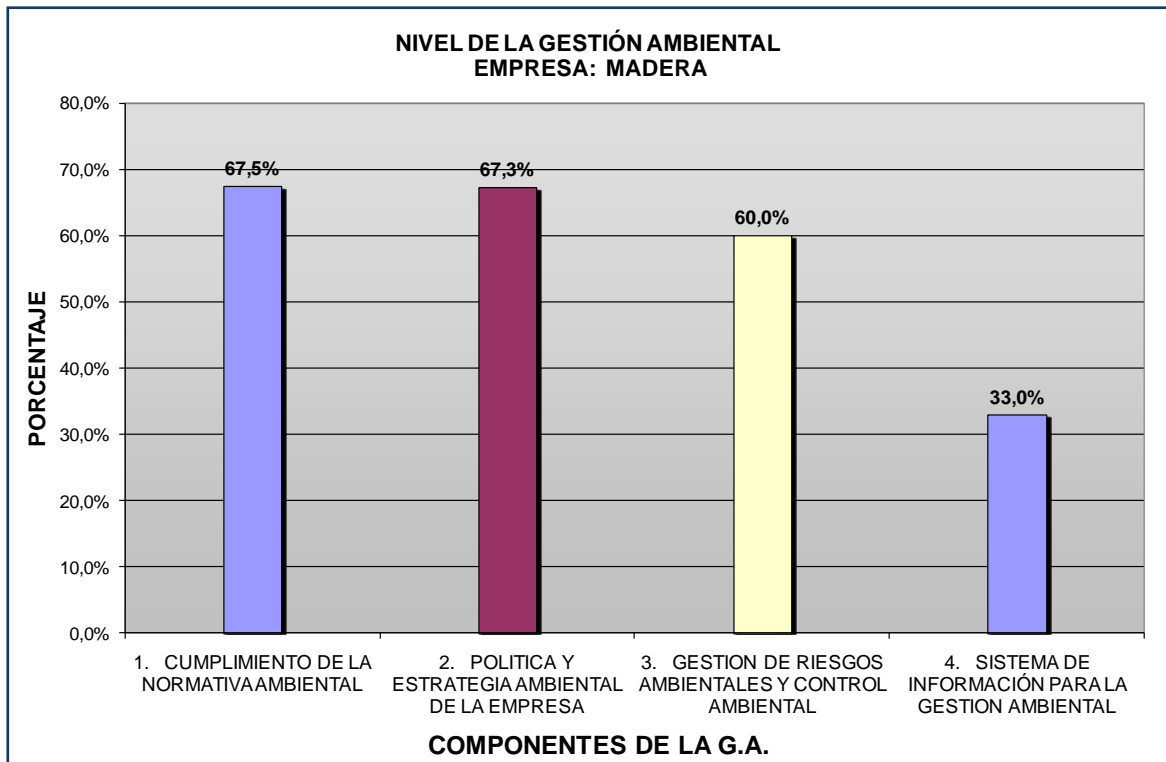


Esta industria de alimentos es una de las mejores empresas de la región, sobre todo en el tema de sistemas de gestión y certificaciones, entre ellos su SGA bajo la norma ISO 14001. Al analizar cuantitativamente a la empresa, según la Figura 3-2, se observan unos niveles ambientales altos, en particular en el cumplimiento de la normatividad (76,5%), que es una prioridad para la empresa, está muy bien documentado y estructurado en su SGA. Lo mismo sucede en la parte de políticas y estrategias (73%) en donde, gracias a su certificación, poseen metas, objetivos y políticas claras para la protección del ambiente, al igual que indicadores de evaluación. En control ambiental (65,6%), el porcentaje es bueno, pero disminuye debido a que no poseen una evaluación clara de los impactos ambientales de sus productos una vez salen de la empresa; además, al igual que la mayoría de empresas, no tienen en cuenta el ciclo de vida de los recursos naturales para realizar un aprovechamiento racional de estos. La calificación más alta de la empresa fue gracias a su Sistema Integral de Gestión (78,5%), el cual es un SI que permite administrar, entre otras cosas, información de tipo ambiental.

3.3.3 Empresa madera

Figura 3-3: Nivel de la gestión ambiental: Empresa Maderas

Fuente: Elaboración propia

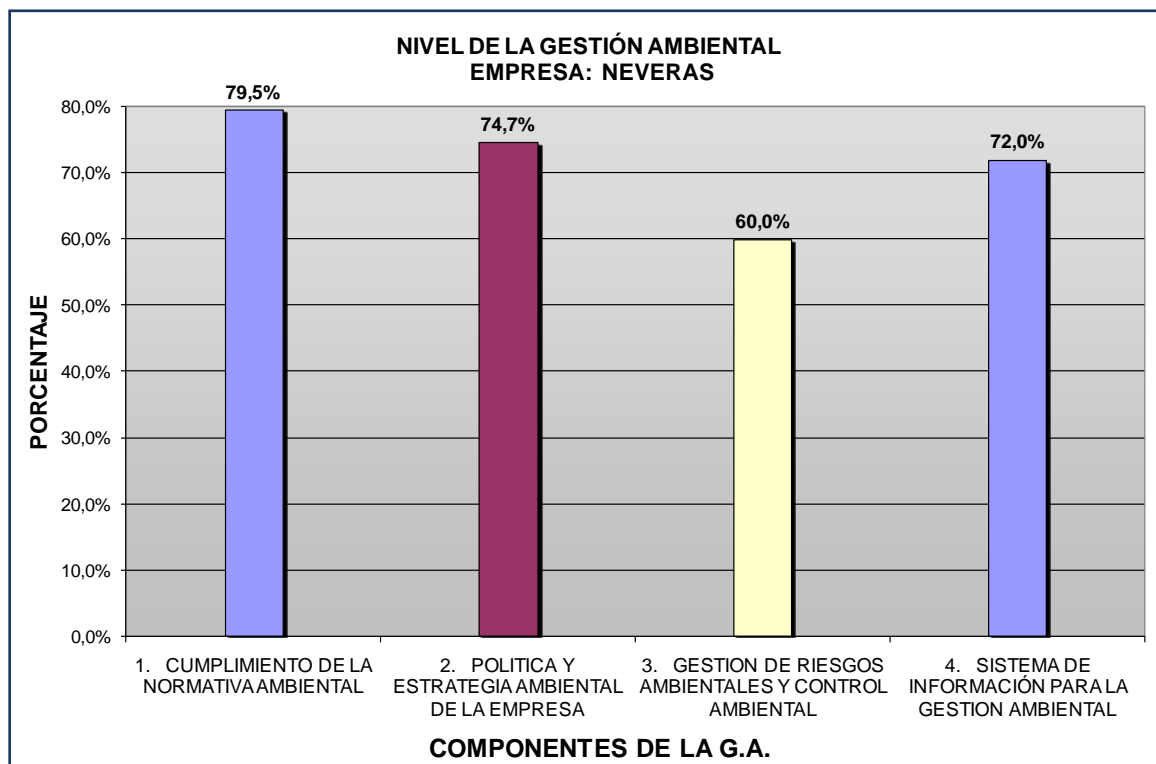


Esta empresa, debido su actividad productiva del sector maderero, tiene un gran impacto en la naturaleza y desde hace un año ha venido desarrollando un sistema de gestión de calidad que permite establecer metas y procedimientos, en los que se incluye el aspecto ambiental. Es por ello, que aunque es una pequeña industria, presenta un compromiso grande frente al cumplimiento de la normatividad (67%) o frente al desarrollo de políticas y programas ambientales (67%). Sin embargo, la empresa misma reconoce que quedan aspectos por mejorar en gestión de riesgos (60%), sobre todo en caracterizar en el mejoramiento de la caracterización de fuentes contaminantes. Por otro lado, la empresa no cuenta con un sistema de información integral y relacional, pero si cuenta con información como matrices, indicadores y documentación ambiental muy completa (33,0%).

3.3.4 Empresa neveras

Figura 3-4: Nivel de la gestión ambiental: Empresa de Neveras

Fuente: Elaboración propia



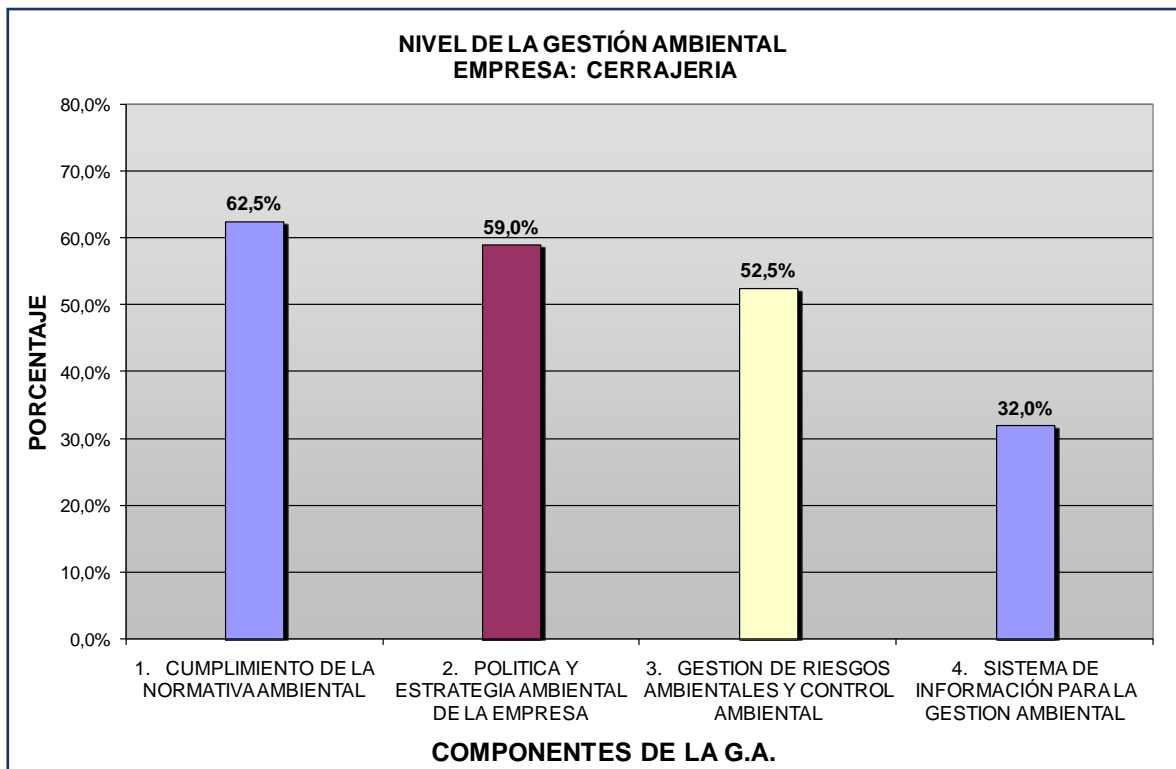
Con esta empresa se demuestra la amplia diferencia entre una pequeña empresa y una gran empresa, sobre todo en el tema de sistemas de gestión; tener una certificación ISO 14001 es una ayuda considerable para mejorar el desempeño ambiental y sirve de guía para incorporar la palabra ambiental en la estrategia de la empresa (74,7%). Sin embargo, hay aspectos que se deben mejorar, casi los mismos puntos que en la empresa de alimentos. Ellos mismos reconocen que todavía no se encuentran en la etapa de gestión ambiental proactiva y por ahora se dedican más que todo a cumplir la normatividad (79,5%), con algunas pequeñas ideas que van más allá de las regulaciones ambientales. Por otra parte es importante resaltar la presencia de dos sistemas de información (72,0%) que permiten actualizar y suministrar información valiosa tanto para

el cumplimiento de normatividad, como para la evaluación del el impacto ambiental de nuevos proyectos y para su SGA.

3.3.5 Empresa cerrajería

Figura 3-5: Nivel de la gestión ambiental: Empresa cerrajería

Fuente: Elaboración propia



La industria de cerrajerías es una mediana empresa, con 50 años de historia, aun así, su nivel de gestión ambiental no es tan bueno para ser una empresa tan experimentada. Sólo hasta hace unos pocos años ha venido progresando en este aspecto, empezando por tratar de cumplir la normatividad ambiental, donde su porcentaje es de 62,5%. En políticas ambientales ha habido un esfuerzo por concientizar más a las directivas y a los obreros de la importancia de desarrollar estrategias y proyectos ambientales (59%). Y en el tema de control ambiental, se encuentran menos avanzados (52,5%) ya que tienen

problemas en el consumo, tratamiento y reutilización del agua, convirtiéndose en prioridad la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales.

3.4 Análisis cualitativo

A continuación, se muestra el análisis cualitativo de las respuestas obtenidas en cada una de las 10 entrevistas, con el soporte del software NVIVO, lo que permite realizar una categorización o codificación de la información más valiosa para su posterior análisis y conclusiones. La Tabla 3-2 presenta algunas de las categorías con sus respectivos fragmentos ilustrativos para determinar temas comunes y temas emergentes. En los fragmentos ilustrativos de las entrevistas no se identifica cada empresa en particular con el fin de mantener la total confidencialidad. Si se desea observar con más detalle el proceso de entrevista en el anexo D se presenta un ejemplo de una de las 10 empresas entrevistadas, con el cuestionario de preguntas y las respuestas obtenidas.

Tabla 3-2: Análisis Cualitativo

Fuente: Elaboración propia basado en las entrevistas a las empresas.

Categorización	Fragmentos Ilustrativos	Tipo de empresa
Iniciativas ambientales proactivas más allá del cumplimiento	"tenemos el programa de Producción más limpia (PML)... Capacitamos a las personas en PML y asesoramos a empresas pequeñas en PML"	Alimentos
	"también se revisa la relación con la comunidad... Se piensa en el desarrollo humano del personal, sobre todo generar conciencia ambiental, porque lo que ellos aprenden aquí se lo llevan para la casa... Hay un programa de manejo eficiente de recursos"	Madera
	"se tiene un programa de manejo eficiente de aguas...De ese programa se derivó otro proyecto que es la recirculación del consumo de agua en el proceso..."	Electrodomésticos
	"...un <i>sticker</i> que va en la nevera, es una idea que se tiene... de caja ecología. Donde estamos diciendo ...recicle, donde podría reciclar, ...que podría pasarle al medio ambiente si el tira eso en la basura"	Electrodomésticos
Capacitación en temas ambientales y concientización ambiental	"contamos con una matriz de capacitación en general... las personas ya reciclan, ya conocen los colores que corresponden a cada material reciclable"	Madera
	"A todo el mundo y además en la inducción se hace una capacitación en todas las normas, incluyendo la ambiental... Falta más conciencia de ahorro de agua, de energía... Es un tema cultural, que requiere de un proceso largo... ,pero ha mejorado"	Alimentos
	"no manejamos nada de eso... no nos ha llegado y tampoco hemos buscado programas de la alcaldía..."	Muebles
	"tenemos gestores ambientales...que capacitamos con más frecuencia. Ellos son personas de planta que nos ayudan a...dar ideas y crear conciencia en la planta..."	Electrodomésticos
	"Si, a administrativos y operativos, sobre todos cuando salió el 1299... se organizaron muchas capacitaciones... mucha divulgación"	Cerrajería
	"Ya las hicimos extensivas a familiares de los empleados y a proveedores."	Electrodomésticos

Categorización	Fragmentos Ilustrativos	Tipo de empresa
Sistemas de información integrales disponibles	"Nosotros tenemos un sistema integrado de gestión... Es un sistema de gestión tan robusto; nosotros integramos toda la documentación en ese software"	Alimentos
	"El SIG funciona muy bien... ha venido evolucionando al ser un desarrollo propio"	Alimentos
	"...habían carteleras y tableros, de que producción habían, de qué instrucciones se debían seguir..."	Jeans
	"SI tengo una BD pero en construcción, tengo una general..."	Madera
	"Esa información se soporta a nivel manual la mayoría"	Muebles
	"SharePoint... Es un sistema de información... en la intranet... y allí está toda la documentación del sistema, está la red del procesos..., el control de documentos, control de versiones."	Electrodomésticos
	"No, tampoco. Nada documentado"	Metales
Soporte mediante SI de la gestión ambiental	"Este SIG nos permite actualizar, con base en el boletín ambiental, la matriz... de requisitos legales ambientales"	Alimentos
	"...el programa de PML se soporta en el SIG. Ya sea como un procedimiento, como una especificación o como un instructivo. Los indicadores también están el en SIG; hay un módulo que se llama Gestión Ambiental y ahí vamos metiendo todos los datos"	Alimentos
	"El SIG tiene lo que se necesita, donde registrar los RP, los RS, los vertimientos, saca indicadores"	Alimentos
	"No, nosotros no, como básicamente para la cuestión ambiental y eso no. Pero a nivel de las tareas generales que maneja la empresa si"	Muebles
	"... el SAS (Sistema de Automatización de Solicitudes),...llega un aviso de que cambio se va a hacer..., para que yo le dé el visto bueno en la parte ambiental...; por ejemplo un producto químico..., tienen que llegar las hojas de seguridad para dar la aprobación."	Electrodomésticos
	"Tengo una BD (matriz) que es un listado de legislación, normas externas y ambientales... Tenemos un mapa ambiental que registra los impactos ambientales..., indicadores de eco-eficiencia en Excel"	Madera
Cumplimiento	"Pues exactamente no cumplimos la normatividad, no le voy a decir mentiras"	Zapatos

Categorización	Fragmentos Ilustrativos	Tipo de empresa
de la normatividad	...tenemos una matriz de legislación donde estamos colocando todas... Las leyes que salgan en la parte ambiental"	Electrodomésticos
	"No, tenemos muy poco conocimiento en eso... Y además nunca han venido las leyes aquí. "	Metales
	"Sí, estamos certificados con la ISO 14001... Tenemos diferentes mecanismos de control, uno de ellos es el boletín ambiental legal"	Alimentos
	"...estamos haciendo lo posible por dar cumplimiento a las obligaciones. De hecho por eso yo estoy aquí, por la resolución 1299 de 2008..."	Madera
	"Todas las leyes y decretos aplican, el de vertimiento, el decreto 4741 de residuos peligrosos, los decretos para el transporte de RP"	Alimentos
Apoyo de la dirección a proyectos ambientales	"...desde que se les muestre el beneficio económico hay total apoyo. Y hay otras cosas que aunque no se muestre mucho el beneficio económico, pero no contamina el medio ambiente, también lo han apoyado. Pero gana el beneficio económico sin duda alguna..."	Electrodomésticos
	"si usted va hacer una inversión es porque se va a ver la ganancia, la ganancia si se ve pero es demoradita,... es difícil convencerlos..."	Cerrajería
	"A ellos hay que venderle el proyecto como un ingreso también por el lado de incentivos tributarios... lo otro son los apoyos gubernamentales o bancarios con préstamos blandos."	Madera

A partir de lo encontrado en las entrevistas y en la categorización anterior, se plantean ciertas conclusiones que ayudan a orientar mejor la presente investigación.

De acuerdo con el análisis realizado a las entrevistas, se puede determinar que muchas empresas, más que todo grandes y medianas, sólo se rigen bajo lo estipulado en leyes y normas ambientales y sus estrategias ambientales no van más allá de ese cumplimiento; la mayoría de las pequeñas industrias no tienen conocimiento de la normatividad que les aplica. Las autoridades ambientales no han realizado la gestión necesaria para que la regulación sea cumplida a cabalidad, sobre todo en las microempresas y pequeñas empresas y estas no tienen mayor intención de cumplir, mucho menos de ir más allá hacia un GAP.

A nivel general, se observa que las empresas, según su tamaño tiene una mejor gestión ambiental y mejor manejo de la información, y se apoyan en sistemas de información para tomar decisiones y acciones concernientes a este tema.

Las pequeñas empresas no poseen un soporte de información automatizado y su gestión de información se hace manualmente. Por otro lado, se observó que algunas empresas cuentan con SI integrales y contribuyen a la gestión ambiental empresarial, sin embargo, se quedan cortos y sólo sirven para realizar algunas funciones de control ambiental operativo, como almacenar y administrar información ambiental de normatividad, matrices e indicadores, lo que demuestra que todavía no se ha evolucionado a sistemas de información que soporten políticas y estrategias claras de la gestión ambiental y en especial de la gestión ambiental de tipo proactiva, lo que se puede comparar con lo encontrado en la literatura.

Respecto a estos SI existentes, las funcionalidades ambientales encontradas en algunas empresas fueron:

- Recibir un boletín de la autoridad ambiental e incluirlo en el SI mediante matrices, como la matriz de requisitos legales ambientales.

- Registrar caracterizaciones, informes o seguimientos del cumplimiento de la norma.
- Almacenar documentos relacionados con sus Sistemas de Gestión, incluido el ambiental.
- Indicar si hay impacto ambiental o no en un módulo de gestión de nuevos proyectos.
- Tener indicadores de generación de residuos, de consumo de agua y energía, analizando históricos de consumo y definiendo metas.

El análisis de las entrevistas también muestra que existe resistencia y un problema cultural en el personal de la planta, a la hora de implementar proyectos o estrategias ambientales, lo que implica un proceso constante de concienciación a través de programas de aprendizaje organizacional. Sólo tres empresas entrevistadas poseen iniciativas como programas de capacitación ambiental, no sólo a empleados sino también a proveedores, incluso a vecinos.

Las directivas de la mayoría de las empresas no apoyan iniciativas ni proyectos ambientales, si estos no ofrecen un beneficio económico directo y a corto o mediano plazo. Por esta razón, la mayoría de los proyectos ambientales encontrados en las empresas entrevistadas que si tienen un apoyo de las directivas, son proyectos de producción más limpia, que presentan un retorno de la inversión a corto plazo.

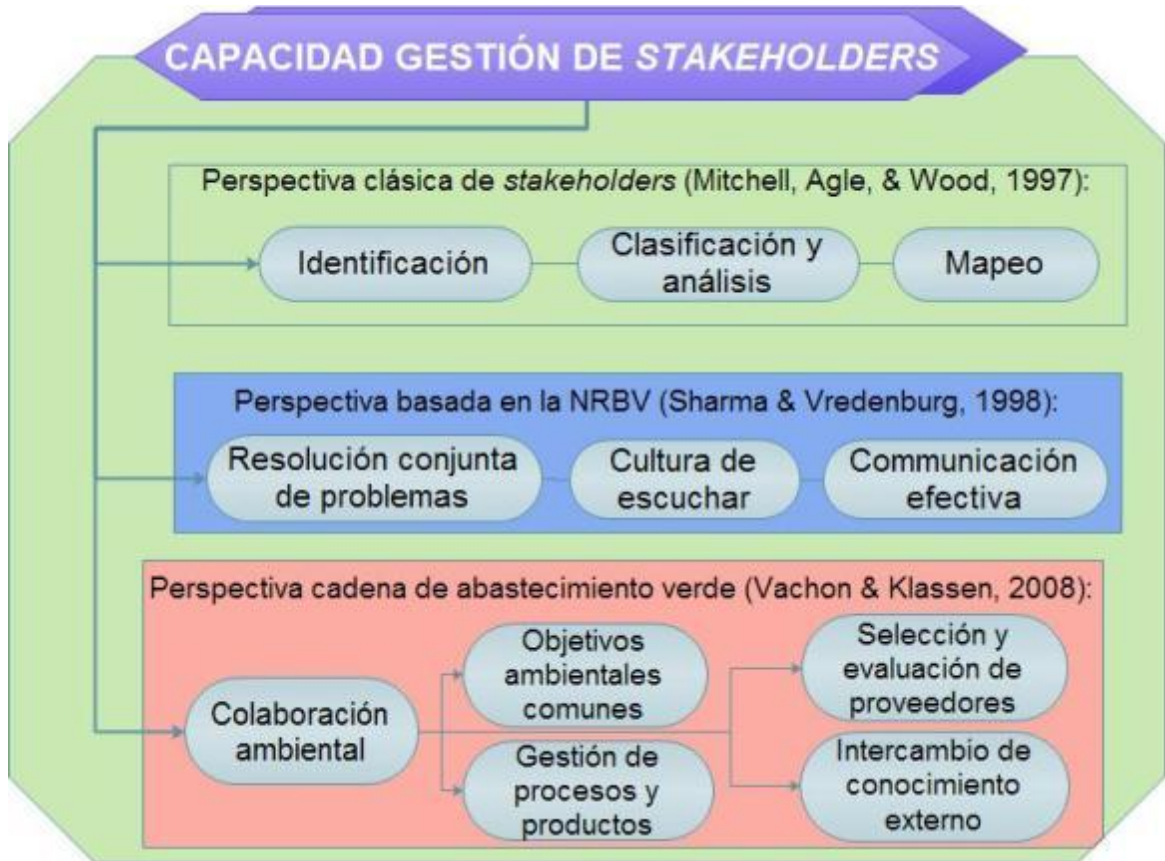
4. Desarrollo y resultados

4.1 Construcción del modelo conceptual

A partir del análisis de las entrevistas y de lo encontrado en la literatura, el proyecto empieza a aplicar algunos conceptos de la técnica de los mapas conceptuales, que sirva como insumo y análisis para la primera parte del modelado. A continuación, se muestran dos mapas conceptuales que describen la lógica del tema a estudiar; el primer mapa conceptual (Figura 4-1) representa una clasificación de conceptos de la “integración con *stakeholders*” desde tres puntos de vista diferentes: el primero es una perspectiva más clásica que poco incluye lo ambiental o la NRBV, pero sugiere la herramienta del mapeo de *stakeholders*; el segundo punto de vista es la NRBV, que permite analizar a la integración de *stakeholders* como una capacidad medioambiental, y que se relaciona con la tercera perspectiva, la cadena de abastecimiento verde.

Figura 4-1: Mapa conceptual de la capacidad de gestión de *stakeholders*.

Fuente: Elaboración propia basada en (Mitchell et al. 1997; Sharma & Vredenburg, 1998; Vachon & Klassen, 2008).



Basado en este primer mapa, se observa que muchos de los aspectos de cada punto de vista de la capacidad se pueden interrelacionar en un diagrama de Venn (Figura 4-2). Este segundo mapa conceptual muestra los elementos comunes y más importantes de las tres perspectivas, teniendo en cuenta la correlación y pertinencia de cada concepto y cómo se interceptan en la gráfica. El diagrama demuestra que los elementos de mayor peso para una integración con *stakeholders* son: planeación conjunta, comunicación efectiva, resolución conjunta de problemas, establecer estrategias diferenciadas con cada *stakeholder*, entre otros. A partir de aquí, se analiza hasta dónde un SI puede apoyar cada uno de estos conceptos, teniendo presente que, para generar en una empresa cada elemento, se necesita mucho más que un soporte de información como, por

ejemplo, para el concepto de “cultura de escuchar a los *stakeholders*” se requiere también de una actitud positiva de empleados, liderazgo, aprendizaje organizacional, entre otros factores tangibles o intangibles.

Figura 4-2: Relación de conceptos en la capacidad de gestión de *stakeholders*

Fuente: Elaboración propia basada en (Mitchell et al. 1997; Sharma & Vredenburg, 1998; Vachon & Klassen, 2008).



Posteriormente, analizando estos diagramas o mapas conceptuales se comienza con el desarrollo de un modelo integral de SI, que soporte la información de la mayoría de los

elementos anteriores de la capacidad de integración con *stakeholders*. Para este desarrollo se siguen algunos métodos o técnicas de SSM; en primer lugar, se describen las definiciones básicas necesarias para el modelo conceptual con la técnica del CATWOE, que sugiere el estadio tres de SSM y que se hace parte de la etapa de análisis en la multimetodología, con el fin de analizar e identificar, a partir de lo encontrado hasta el momento por la investigación, los elementos, los agentes, los visiones o puntos de vista como sustento para diseñar el modelo, junto con la transformación o proceso de cambio idealizado.

Tabla 4-1: Definiciones básicas según técnica CATWOE

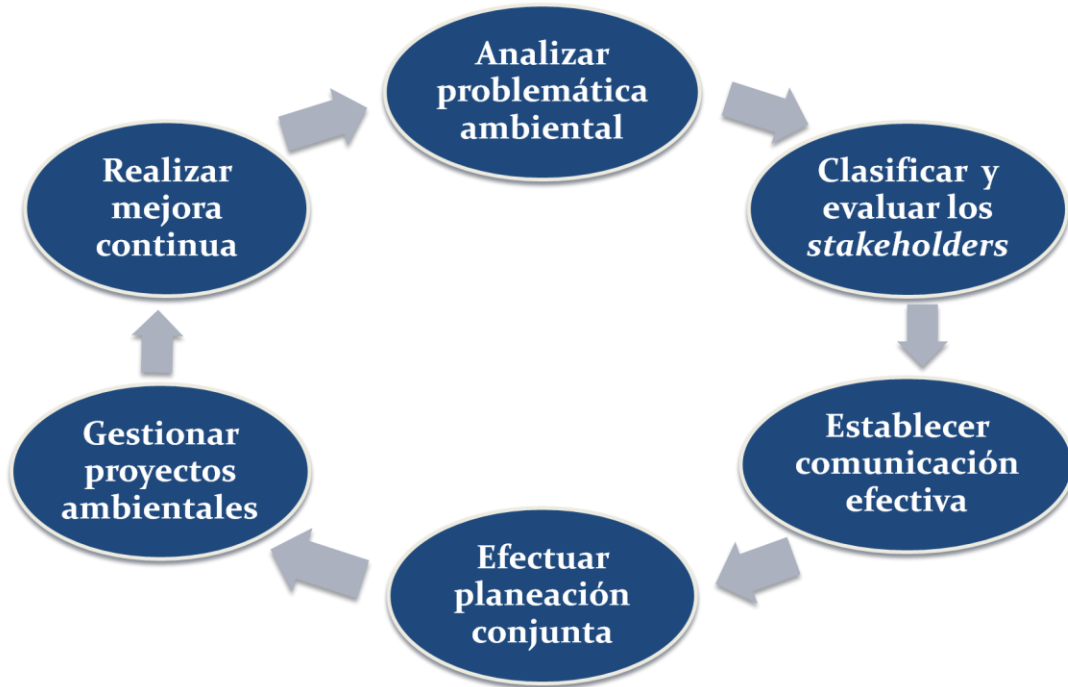
Fuente: Elaboración propia a partir de (Checkland, 1993).

Definiciones básicas CATWOE (en inglés)	Descripción de las definiciones según mi modelo	Observaciones
C: (Customer) CLIENTE	La compañía, todos los <i>stakeholders</i> , el medio ambiente y la sociedad en general.	
A: (agents) AGENTES	Encargado de la gestión ambiental en la empresa, la alta dirección de la empresa y el representante de cada <i>stakeholder</i> .	Puede ser uno o varias personas por cada agente.
T: (Transformation) PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DESEADO	<p>ENTRADA</p> <p>SALIDA</p>	Soporte de información: requisitos, procesos y salidas de información; módulos o herramientas de SI, que apoyen la transformación.
W: (Weltanschauung) VISIÓN DEL MUNDO	Visión Basada en Recursos Naturales. Y puntos de vista alternos sobre GAP.	Descritas en el estado del arte.
O: (Owner) DUEÑO DEL SISTEMA	Junta directiva de la empresa	Tiene el poder para detener o iniciar el proceso
E: (Environment) RESTRICCIONES DEL ENTORNO	Normatividad ambiental, modelo del negocio, otros recursos y capacidades de la RBV. Conceptos adicionales de TI/SI.	

Con base en el CATWOE, se empieza a diseñar un diagrama del proceso de integración con las partes interesadas. Para ello, la SSM sugiere una técnica de modelado en su estadio cuarto, que consiste en ensamblar una agrupación mínima de verbos que describen actividades en una secuencia lógica y que apunten al proceso de transformación deseado (Checkland & Scholes, 1994). El diagrama (Figura 4-3) muestra las actividades principales a seguir por una pyme para una adecuada capacidad de integración con *stakeholders*; el proceso es cíclico, empezando por un análisis de la problemática con una matriz AUDIO (Esty & Winston, 2006) o una matriz de aspectos e impactos ambientales (ICONTEC, Guía Implementación de la Norma NTC ISO 14001, 2004). La segunda etapa es identificación, clasificación y evaluación de *stakeholders* mediante la herramienta de mapeo de *stakeholders* (Mitchell et al. 1997). Luego, se pretende establecer una comunicación efectiva y un acercamiento con las partes interesadas (Sharma & Vredenburg, 1998; Esty & Winston, 2006). Posteriormente, efectuar una planeación mediante colaboración conjunta con reuniones, programas y una gestión de proyectos ambientales, lo que algunos autores llaman resolución conjunta de problemas (Sharma & Vredenburg, 1998; Esty & Winston, 2006; Vachon & Klassen, 2008). Al final, el proceso debe realizar una mejora continua para evaluar su desempeño y para que la empresa mejore cada vez más en su gestión con *stakeholders* y en el desarrollo de estrategias ambientales más proactivas.

Figura 4-3: Diagrama de procesos propuesto para la integración con *stakeholders*

Fuente: Elaboración propia basada en: (Aragón-Correa et al., 2008; Checkland, 1993; Esty & Winston, 2006; ICONTEC, 2004; Mitchell et al., 1997; Sharma & Vredenburg, 1998; Vachon & Klassen, 2008).



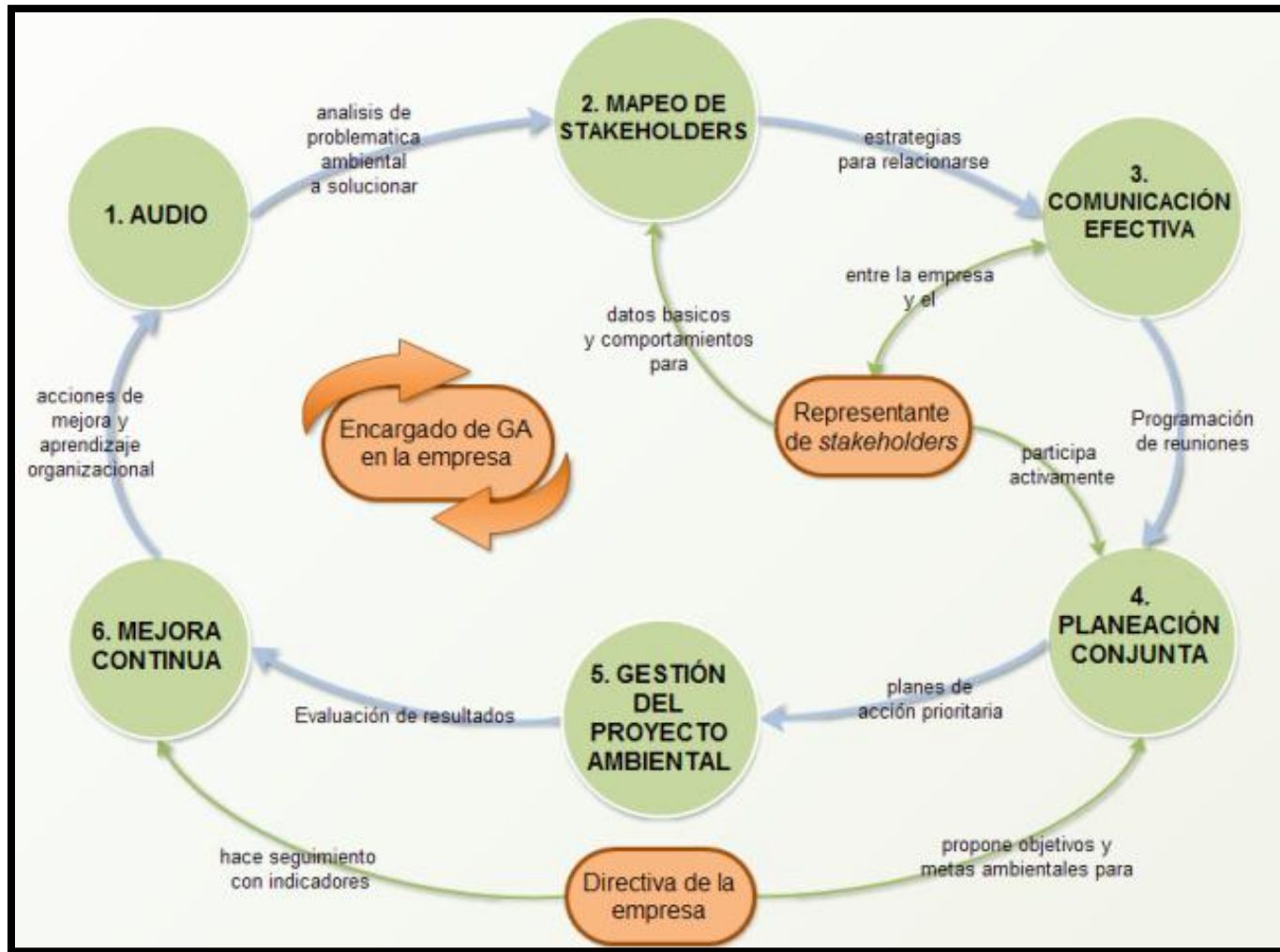
Este diagrama de procesos se diseña con la influencia directa de los mapas conceptuales presentados anteriormente; además, basándose en autores dentro de la teoría de NRBV y otros autores por fuera de esta teoría. Este es un primer nivel de resolución del modelo conceptual que debe continuar con el análisis de cómo un modelo de SI puede soportar cada etapa del proceso y qué agentes principales participan de este proceso.

Por consiguiente, es necesario otro diagrama donde se especifiquen los agentes que participan del proceso de integración con *stakeholders* y cómo estos interactúan con las etapas. Esta gráfica es realizada a manera de mapa conceptual, siguiendo una técnica propuesta por la metodología de SSM que sugiere iniciar el desarrollo de modelos

conceptuales a un nivel bajo de detalle, para luego pasar a otros modelos con un nivel de resolución mayor. En la Figura 4-4 se muestra, entonces, además del proceso sugerido para garantizar que una empresa se integre con sus *stakeholders*, la información que podría salir de una etapa hacia la siguiente y se ubican a los agentes definidos en el CATWOE que participan de la transformación. Los agentes son: 1) el encargado de la gestión ambiental de la empresa, que participa activamente de todo el proceso como ejecutor, planificador y conocedor de todos los procesos de la empresa y de sus impactos hacia el ambiente; 2) el representante de cada parte interesada y cómo se relaciona con las etapas 2, 3 y 4 del proceso; 3) por último, la directiva de la empresa que debe participar fundamentalmente de la planeación estratégica ambiental y hacer un seguimiento y evaluación de los resultados del proyecto ambiental. Estos tres agentes anteriores pueden constituirse de a una o varias personas

Figura 4-4: 2º nivel de resolución modelo conceptual, agentes del proceso

Fuente: Elaboración propia



Antes de continuar con el último nivel de resolución del modelo es importante establecer, para cada etapa del diagrama de procesos, las actividades o sub-etapas en las que es posible realizar algún soporte de información y con qué herramienta de información o módulo puede realizarse este requerimiento de información. En la siguiente tabla se resume lo anterior.

Soportes de información para cada sub-etapa del proceso de integración con *stakeholders*.

Tabla 4-2: Soportes de información para cada sub-etapa del proceso

Fuente: Elaboración Propia

ETAPAS	SUB-ETAPAS	SOPORTE DE INFORMACIÓN	MÓDULO O HERRAMIENTA
Analizar de la problemática ambiental	Analizar las problemáticas ambientales de la compañía mediante una matriz AUDIO	Registrar y calcular la matriz AUDIO	Funcionalidades a desarrollar
	Identificar aspectos e impactos ambientales	Registrar una matriz aspectos e impactos ambientales	módulo matriz aspectos e impactos ambientales ¹
	Analizar problemas en el ciclo de vida del producto	Obtener información ambiental de un Software para ACV	Software ACV ⁴
Clasificar y evaluar stakeholders	Identificación de <i>stakeholders</i>	Registrar datos básicos de cada <i>stakeholder</i> y del representante	Módulo gestión de <i>stakeholders</i> ¹
	Clasificar y evaluar mediante un mapeo de <i>stakeholders</i>	Registrar calificaciones y calcular el mapeo.	Módulo gestión de <i>stakeholders</i> ¹
	Establecer estrategias diferencias de cómo relacionarse con cada uno	Asignar estrategias a cada <i>stakeholder</i>	Módulo gestión de <i>stakeholders</i> ¹
Establecer una Comunicación	Estrategia de comunicación efectiva y acercamiento	Asignar los medios o el medio más efectivo, gestión de emails	funcionalidades en OpenERP ²

ETAPAS	SUB-ETAPAS	SOPORTE DE INFORMACIÓN	MÓDULO O HERRAMIENTA
Planeación conjunta	Resolución conjunta de problemas	Programar reunión	funcionalidades de calendario en OpenERP ²
	planes de acción prioritaria	Formatos y documentar plan de acción	gestión documental ²
	Establecer objetivos y metas ambientales comunes	Almacenar acta, objetivos y metas ambientales	gestión documental ² funcionalidades a desarrollar
Gestión del proyecto	etapa de implementación	Tareas, recursos, Gantt, etc.	gestión de proyectos ^{2,4}
	capacitación	Gestión de capacitaciones	Módulo formación ^{2,1}
	intercambio de conocimiento externo	Intercambiar documentación, foros.	gestión documental, y wiki ³
	acceder a información técnica ambiental	Reportes, informes de datos operativos ambientales	plataforma de integración EMIS ³
Mejoramiento continuo	gestión de indicadores, Evaluación- acciones de mejora	BD y cálculo de indicadores, acciones preventivas	módulo SGC ² módulo mejora continua ⁴

¹Módulos desarrollados por esta investigación. ²módulos desarrollados por la comunidad internacional de OpenERP. ³Herramienta propuesta desde la academia. ⁴Software comercial.

Como se observa en la tabla, las herramientas de información que podrían soportar cada requerimiento de información relacionado con una sub-etapa provienen de distintas partes (como lo indica el pie de página de la tabla), muchas son módulos, submódulos o funcionalidades presentes en el software OpenERP, desarrolladas por la comunidad internacional o por este proyecto; también, pueden integrarse al ERP de la compañía software o SI sugeridos por la académica o el mercado. En consecuencia, la tabla anterior demuestra, como respuesta a una pregunta de investigación, que la administración de información para apoyar una GAP se extiende mucha más transversal que vertical a lo largo de OpenERP y de las actividades primarias y secundarias de la compañía. Es decir, la gestión de información ambiental y de *stakeholders* no se puede aislar como responsabilidad de una sola área de la empresa o como un solo módulo dentro de OpenERP. Administrar la información, que apoye una gestión ambiental estratégica, requiere de un diseño que relacione información de todas las áreas de la

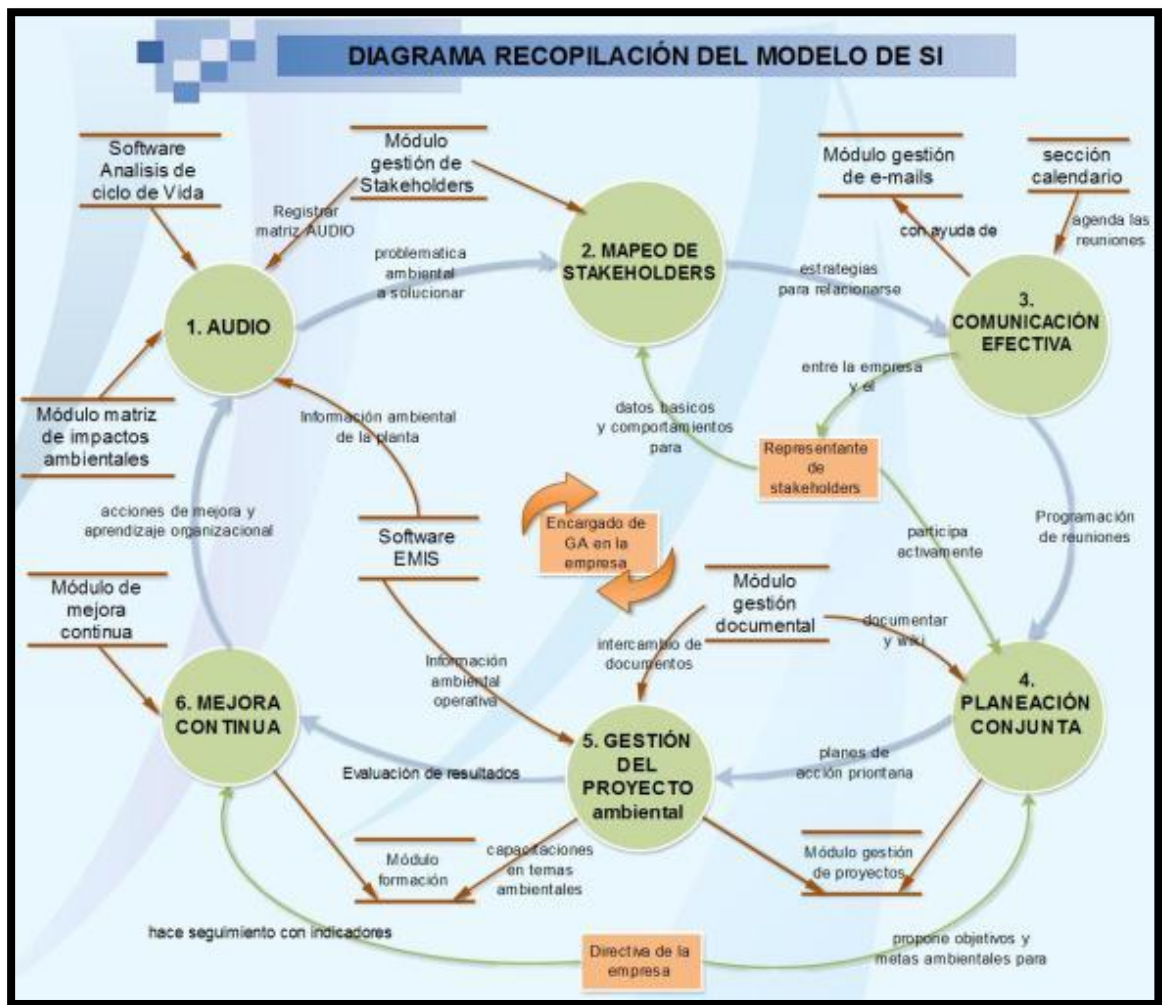
compañía, de muchos módulos dentro del SI, y de otras herramientas o software externos a la empresa.

Ahora, a partir de los dos primeros diagramas con menor nivel de resolución, y de la tabla de soporte anterior, se establece la propuesta con el tercero y último nivel de resolución: un modelo conceptual de SI dibujado como un mapa conceptual (

Figura 4-5) más completo, e integrador de los diagramas previos. Se trata de un modelo que recoge el proceso sugerido para gestionar la integración con *stakeholders*, junto con los agentes involucrados en el proceso, las herramientas o software de apoyo y su soporte de información.

Figura 4-5: Mapa conceptual, propuesta de modelo conceptual de SI.

Fuente: Elaboración propia basada en: (Aragón-Correa et al., 2008; Aragón-Correa & Sharma, 2003; Carlson, 2006; Checkland, 1993; Christmann, 2000; Esty & Winston, 2006; Frysinger, 2001; Funk et al, 2009; Hart, 1995; ICONTEC, 2004; Mitchell et al., 1997; OpenERP, 2011; Sharma & Vredenburg, 1998; Vachon & Klassen, 2008).

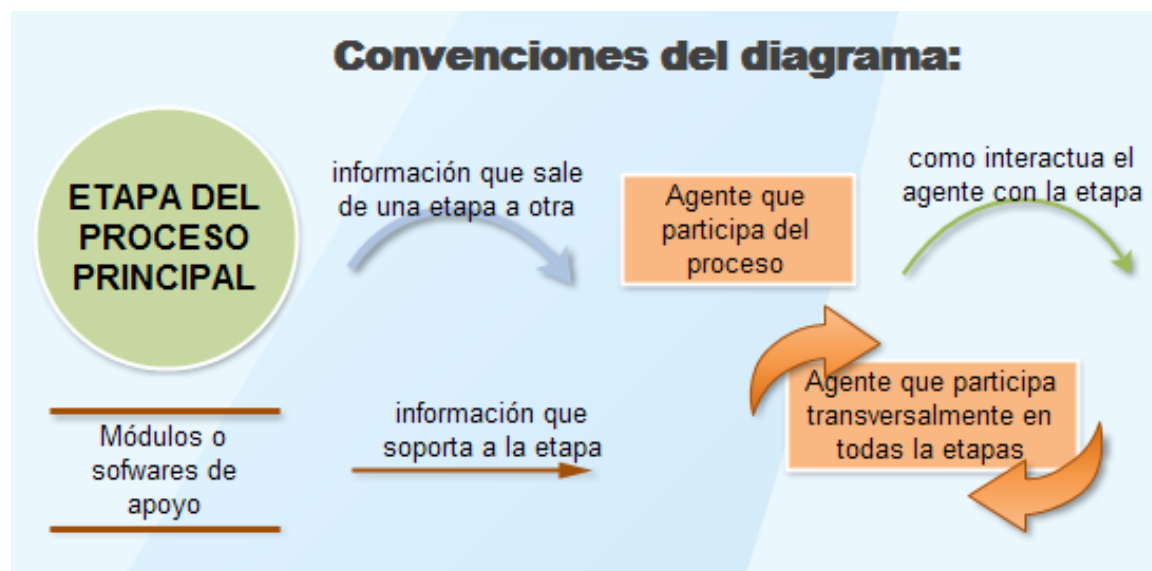


Para diferenciar cada elemento del modelo se utilizan diferentes colores y símbolos; la gráfica siguiente (Figura 4-6) explica cada una de las convenciones aplicadas. Este modelo es el último nivel de resolución porque, además de los agentes y los procesos, incluye qué módulos, submódulos o herramientas externas pueden servir de apoyo al

proceso, y que tipo de información apoyarían en cada etapa, como se indica en las flechas.

Figura 4-6: Convenciones de la Figura 4-5

Fuente: Elaboración propia



Para entender mejor esta propuesta de modelo conceptual de SI se debe reconocer que tiene un carácter de “guía para la acción”; es decir, hay una fuerte base teórica y académica, que se muestra en las fuentes del diagrama; además, se utilizan experiencias empíricas encontradas en la literatura y en las entrevistas a empresas, con el fin de ayudar a orientar nuestro conocimiento y nuestra acción a través del modelo, en relación con la problemática identificada.

En el caso específico de este modelo conceptual de SI, lo más importante es servir de guía para que una pyme entienda como puede aprovechar funcionalidades y herramientas de información, que automaticen y mejoren los procesos de integración de *stakeholders* y de GAP. Adicionalmente, gracias al modelo propuesto se concluye que muchas de las necesidades de información que tiene el proceso ya cuentan con desarrollos, módulos o herramientas existentes en el mercado o dentro de OpenERP. Sin

embargo, la clave es la integración y enfoque de esas herramientas existentes hacia la gestión de *stakeholders* y la GAP.

Por consiguiente, es necesario comprender al modelo como una guía, pero no de implementación de un SI, sino como una guía para el diseño, desarrollo o integración de herramientas de información, que procuren por apoyar en una pyme el proceso de gestión hacia las partes interesadas, reconociendo además que dicho respaldo de información debe venir acompañado de otros recursos y capacidades, para garantizar el surgimiento de esta capacidad ambiental. En general, si se logra una buena aplicación de este modelo junto con otros recursos, capacidades y una actitud correcta por parte de la empresa, se abrirán las puertas hacia una gestión ambiental más proactiva y un mayor aprendizaje organizacional.

4.2 Verificación del modelo conceptual de SI

A continuación, se realiza una verificación de la propuesta anterior, siguiendo un método que propone la SSM (estadio 4): verificar el modelo conceptual con conceptos de sistema formal. Para ello, es necesario comparar las características del “modelo formal” (Checkland, 1993) con el modelo desarrollado en esta investigación para así determinar ciertas deficiencias y mejorarlas.

Primero se verifica, desde el mundo personal como lo dice la multimetodología (ver Tabla 2-1), si el modelo conceptual tiene bien establecido cada característica del sistema formal, que son componentes cuya ausencia o ineficiencia en situaciones reales pueden ser vitales para el sistema (Checkland, 1993). En la siguiente Tabla 4-3 se resume esta verificación, si nuestro modelo cumple o no cumple con las características del sistema formal y cómo mejorar las deficiencias.

Tabla 4-3: Verificación del modelo

Fuente: Elaboración propia basado en (Checkland, 1993).

Componentes del Sistema Formal	Modelo conceptual cumple	Como mejorar el modelo
Tiene un propósito o misión en curso.	Sí, aunque no está explícito.	El propósito es soportar la integración con <i>stakeholders</i> para avanzar hacia una GAP.
Tiene una medida de desempeño.	No.	Incluir una medida para evaluar el propósito del modelo, por los <i>stakeholders</i> .
Incluye un proceso de toma de decisiones.	Sí, en varias etapas del proceso.	
Tiene componentes que son en sí sistemas.	Sí.	
Tiene componentes que interactúan entre sí.	Sí.	
Existe dentro de sistemas más amplios.	Sí, el sistema del modelo de negocio de la empresa.	
Tiene un límite bien definido.	No, puede estar pero muy tenue.	Definir los límites del sistema de manera más evidente.
Tiene recursos físicos, participantes humanos y conceptos abstractos.	Sí, definidos como agentes, información, herramientas y procesos	
Tiene alguna garantía de continuidad	Sí, al ser cíclico e incluir la mejora continua.	

Consecutivamente, se aplican las mejoras al modelo, ya sean directamente sobre el diagrama o como parte de su explicación textual; la primera sugerencia es hacer más notorio el propósito del modelo, que se define de una vez como: “servir de soporte de información al proceso de integración con *stakeholders*, proceso que procure por un direccionamiento de la PYME hacia una gestión ambiental proactiva”; la segunda sugerencia es incluir una medida de desempeño, para esto se elige un sistema de indicadores que evalúe el cumplimiento del propósito del modelo y esté presente en la última etapa del proceso, de mejora continua; y en tercer lugar es necesario mostrar los límites del sistema dentro del diagrama; para ello, se toma un ejemplo de aplicación de la

SSM (Checkland & Scholes, 1994), en donde el límite del sistema está definido con una línea punteada; para el modelo propuesto, se decide diferenciar los elementos exclusivos del sistema de los elementos, de otros sistemas. Las últimas dos mejoras al modelo se verán implementadas más adelante, en el mapa conceptual verificado.

Posteriormente, se empieza a aplicar otra técnica de verificación del modelo, como indica la etapa cinco de la metodología de sistemas suaves, que consiste en un proceso de constatación y comparación entre los modelos conceptuales propuestos y la realidad social que describen (definición del problema) (Checkland & Scholes, 1994). Como se explica en el capítulo de metodología, en esta fase se realizará la comparación junto con expertos en el tema para evaluar si el modelo conceptual debe ser mejorado en su conceptualización; los expertos serán consultados por separado mediante entrevistas semi-estructuras, en las que se realicen preguntas estratégicas acerca de las actividades presentes en el modelo propuesto y de su aplicabilidad en el mundo real, reconociendo los amplios conocimientos y experiencias de los expertos en temas como gestión ambiental empresarial o responsabilidad social corporativa. El buen desarrollo de este proceso de verificación hace que los resultados del modelo conceptual sean coherentes y sustentables.

Algunas de las preguntas estratégicas propuestas, a manera de categorías que guíen la entrevista al experto, son las siguientes, aunque también es necesario que se genere un diálogo y una discusión abierta:

- ¿Si el modelo conceptual fuese tenido en cuenta en este momento por una pyme, qué etapas del proceso considera de especial cuidado, o en qué etapas pueden presentarse problemas para su implementación?
- ¿Al comparar esta propuesta de modelo conceptual con la definición del problema y con sus conocimientos acerca del mundo real, considera que hay elementos que difieren bastante de la realidad y por qué cree que son tan diferentes?
- ¿Qué elementos o conceptos del diagrama cree usted que deberían modificarse, ampliarse, reducirse o eliminarse del modelo, y por qué?

- ¿Qué otras soluciones o conceptos puede añadirle al modelo conceptual que aumenten la posibilidad de superar las problemáticas del mundo real?
- ¿La estructura, organización y contenido del modelo conceptual resultaría fácil de entender para una pyme? ¿El alcance del modelo, su contenido y su tamaño, son adecuados y fáciles de aterrizar para una pyme?

La siguiente tabla resume el análisis cualitativo a las entrevistas con expertos, donde se muestran algunas de las sugerencias o conceptos que plantea cada entrevistado para modificar, ampliar o mejorar el modelo conceptual; además, se indica la relación de cada sugerencia con esta investigación y con el modelo:

Tabla 4-4: Análisis cualitativo a las entrevistas con expertos.

Fuente: Elaboración Propia.

Experto	Sugerencias, ideas o elementos para cambiar en el modelo conceptual:	Relación con el modelo o con la investigación
Experto 1	Analizar: ¿cómo los <i>stakeholders</i> de menor poder y sin organización podrían participar o evaluar el proceso de integración con <i>stakeholders</i> ?	Incluir un elemento de evaluación del proceso, mediante veeduría de la comunidad en general por medio de redes sociales.
	Analizar: ¿Cómo hacer para que los accionistas de la empresa, que tienen mucho poder, no impongan sus intereses por encima de los demás y se comprometan con el proceso?	Para investigación futura. Se tratará un poco el tema en la sección de discusión y recomendaciones de esta investigación.
Experto 2	ACV no es solo para la primera etapa del proceso.	Se reconoce la importancia del ACV, en las actividades 3, 5, 6 del modelo.
	Un sistema de información gerencial o estratégico podría soportar las etapas de planeación y gestión proyectos.	Analizar las funcionalidades de estos sistemas y la compatibilidad, se encontraron módulos de inteligencia de negocios integrados al ERP
	En una PYME no existe área de investigación y desarrollo (I+D).	Analizar en discusión o recomendaciones si una pyme puede acceder a I+D.
	Entender la clasificación de los <i>stakeholders</i> en internos o externos, y de <i>stakeholders</i> con objetivos no económicos	Analizar en discusión y recomendaciones

Experto 3	Incluir transversalmente los conceptos de: aprendizaje organizacional, visión compartida, compromiso de la alta dirección.	Por el alcance de la investigación no podría aplicarse estos conceptos por completo, solo reconocer elementos comunes a la capacidad de integración con <i>stakeholders</i> .
	Que la dirección se comprometa con el proceso, lo lidere, haga un seguimiento evaluación y desempeño de este.	Incluir más relaciones e intercambio de información entre este agente y las actividades 5 y 6 de proceso.
	¿Cómo debe organizarse internamente la empresa para garantizar que el modelo sea implementado?	Para investigación futura. Se tratará el tema en la sección de discusión y recomendaciones de esta investigación.
	Incluir indicadores ambientales del GRI (Global Reporting Initiative, 2011) como medida cuantitativa del desempeño del proceso.	Sobre todo los GRI relacionados con la eco-eficiencia y con volúmenes de producción
	Incorporar las planeación estratégica del proceso a las estrategias globales del negocio, alinear ambos tipos de estrategia.	Tiene que ver con la capacidad de visión compartida. Pero no podría aplicarse todo el concepto
	Analizar algunas de las flechas de relaciones entre agentes, etapas y soporte de información.	Incluir relación entre: EMIS- etapa 3, 4 y 6. Entre <i>stakeholder</i> - etapa 5 y 6.

En seguida, dentro de esta investigación se debe reconstruir el modelo conceptual, para incluir las mejoras anteriores referentes al proceso, el soporte de información y su relación con los agentes. Se debe tener presente que algunas de las sugerencias de la tabla se salen del alcance de esta investigación y quedan para investigaciones futuras.

La siguiente tabla resume las sugerencias y mejoras a incluir (provenientes de las dos técnicas de verificación realizadas) y si se dirigen a cambios en las relaciones de agentes y procesos, o a cambios en el soporte de información y en las herramientas.

Tabla 4-5: Sugerencias y mejoras a incluir.**Fuente:** Elaboración propia

Mejora en agentes o procesos	
Sugerencia o mejora conceptual	Aplicación del cambio en el diseño del modelo
Incluir más relaciones de las directivas, que haga una verificación, evaluación y desempeño del todo proceso al final, y un seguimiento del proyecto.	La directiva lidera la etapa 4 de planeación conjunta, hace seguimiento a la etapa 5 de ejecución y hace evaluación de todo el proceso en la etapa 6 de mejora continua
Analizar la relación del representante de <i>stakeholders</i> con otras etapas del proceso en el modelo, además de las etapas 2, 3 y 4.	Los <i>stakeholders</i> también participan en los etapas 1, 5 y 6, pero ya no activamente sino como apoyo o como consultores, para dar capacitaciones, seguimiento, ofrecer asesorías, financiamiento, o investigación.
Distinguir muy bien el límite del sistema y los elementos que interactúan con este, mediante colores distintivos.	En azul, son agentes, información o etapas exclusivas de este proceso dirigido a la GAP. En café o naranja, son agentes, información o etapas que participan de este proceso pero que también hacen parte de otros sistemas.
Mejor en soporta de información o en herramientas	
Analizar si los software externos, como el EMIS o para el ACV, apoyan también otras etapas del proceso propuesto por el modelo.	Los Software EMIS y ACV pueden ofrecer reportes e información ambiental operativa a todas las etapas, principalmente en las etapas 1 y 5, donde también se hacen registros, cálculos y seguimientos al ACV del producto y al impacto ambiental de los procesos de producción.
Que los <i>stakeholders</i> de menor poder y sin organización como la comunidad vecina o la sociedad puedan participar o evaluar el proceso.	Integración del ERP con redes sociales, que soporte una comunicación, participación y evaluación de la comunidad a la gestión ambiental de la pyme.
Diferenciar cuáles herramientas o módulos provienen del exterior y cuáles hacen parte del SI de la compañía.	Las herramientas de mejora continua, EMIS y ACV hacen parte de software comercial externo. En azul son módulos desarrollados por esta investigación y en café con dos líneas son funcionalidades o módulos que pueden integrarse al ERP de la empresa.
Analizar las funcionalidades de sistemas de información gerencial o estratégicos, para soportar las etapas de planeación y gestión proyectos.	Se incluye el módulo de <i>business Intelligence</i> compatible con un ERP, que ha sido más desarrollado por software privativo que software libre y que permite administrar y reportar indicadores claves para el negocio.
Incluir indicadores ambientales cuantitativos, como medida del desempeño del proceso, relacionados con la eco-eficiencia.	Sub-módulo de gestión de indicadores ambientales, puede estar dentro del módulo de mejora continua o de <i>business Intelligence</i> . Los indicadores ambientales se basan en el <i>Global Reporting Initiative (GRI)</i> .

A continuación, se postula la versión final del modelo conceptual (Figura 4-7). Se trata de un mapa conceptual más completo, más integral, ya verificado, para garantizar que sea sustentable y con cambios importantes en su contenido. Adjunto, se incluye otro diagrama (Figura 4-8) que explica las convenciones del modelo, con los elementos bien definidos y diferenciados.

Figura 4-7: Modelo conceptual verificado.

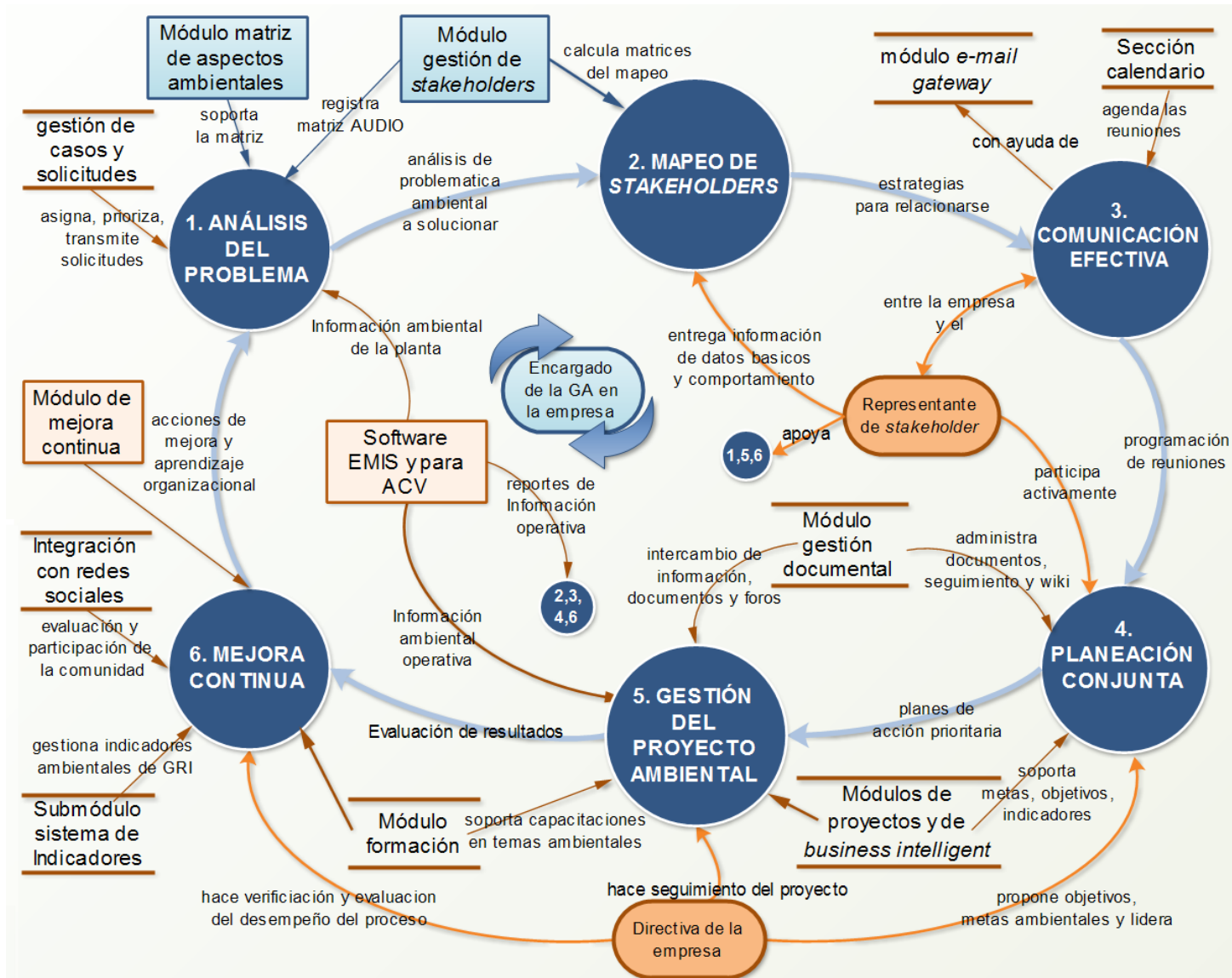


Figura 4-8: Convenciones del diagrama.

Fuente: Elaboración propia.



En el mapa conceptual se puede diferenciar cuáles herramientas provienen del exterior, cuáles módulos fueron desarrollados por este proyecto dentro de un prototipo integrado a un ERP y cuáles módulos ya existen o pueden existir dentro del ERP de la empresa. Adicionalmente, el modelo final permite diferenciar qué elementos son exclusivos del sistema del proceso de integración con *stakeholders*, y cuáles, haciendo parte de otros sistemas, juegan un papel importante y una interrelación con este proceso.

En la sección de discusión y recomendaciones se realiza un análisis y una discusión más amplia de las implicaciones de esta propuesta conceptual, donde se incluyen acciones factibles y deseables dirigidas a dar soluciones a la problemática identificada, basadas en el estadio 6 de la SSM.

4.3 Complementos al modelo conceptual y el prototipo

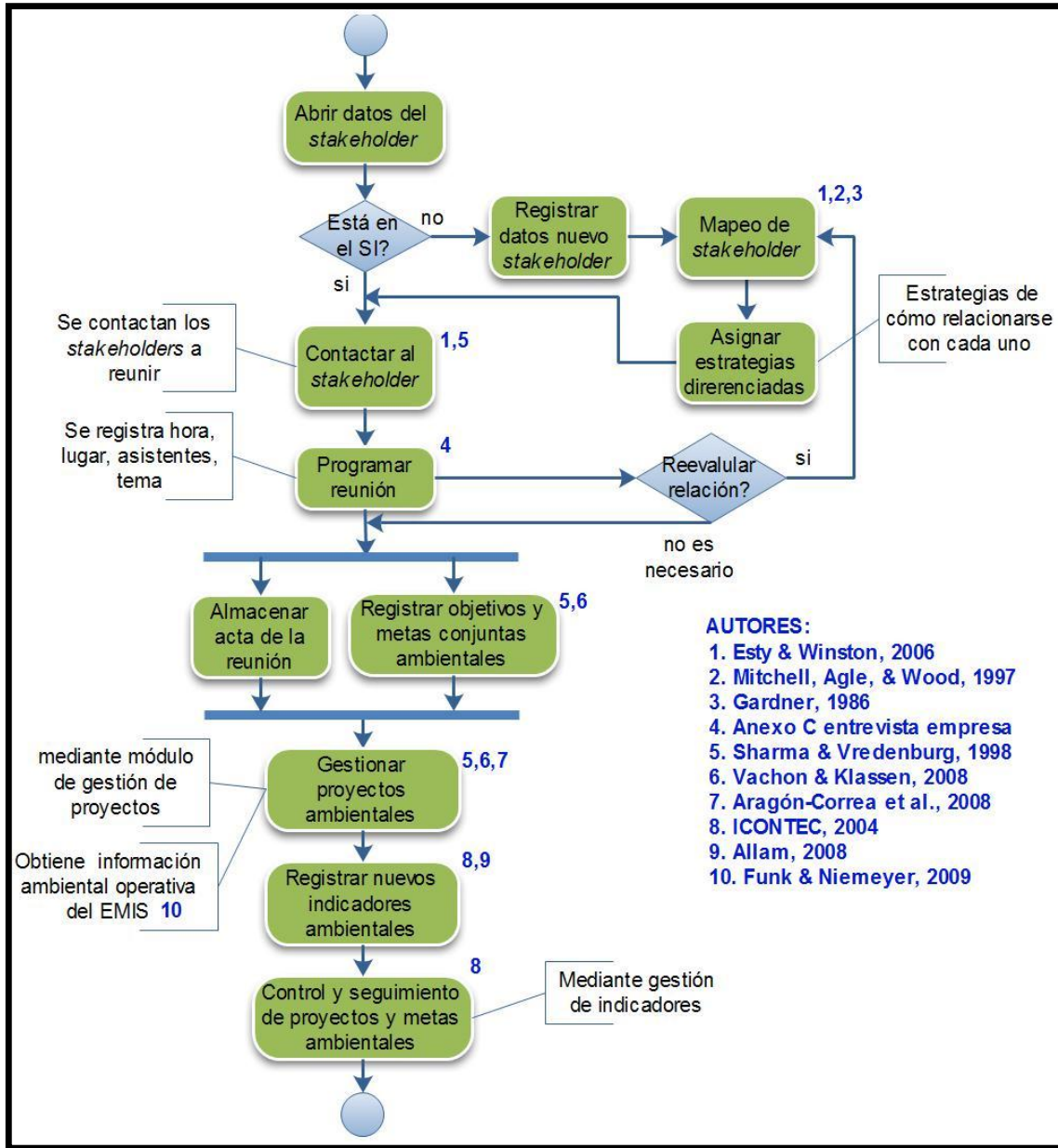
A continuación, se presentan algunos diagramas técnicos basados en el lenguaje UML, como elementos adicionales que permitan sustentar el modelo conceptual anterior; son modelos con menor nivel de abstracción y mayor nivel técnico, los cuales relacionan los procesos con el sistema de información, estableciendo los requerimientos de información

que harían parte de un SI. Primero se desarrolla un diagrama de casos de uso como anexo E basado en el lenguaje UML (Raistrick, 2004).

Tomando como base el diagrama de casos de uso, es importante desagregar y profundizar más en los algunos de los requerimientos para poder gestionar la información que apoye a la integración con *stakeholders*. Por lo tanto, se diseña un diagrama de actividades (Figura 4-9), también basado en el lenguaje UML. Todos estos diagramas se realizan a partir de un análisis exhaustivo de la literatura, de la teoría de la NRBV y de lo encontrado en las entrevistas a empresas, y como complemento más materializado del modelo conceptual.

Figura 4-9: Diagrama de actividades apoyar la gestión de *stakeholders*.

Fuente: Elaboración propia



Los diagramas anteriores y el modelo conceptual verificado ayudan a entender cómo un SI puede apoyar la integración con las partes interesadas, ofreciendo soportes de información a la empresa para: administrar los datos, clasificar y evaluar a los

stakeholders; analizar información ambiental operativa y relacionarla con todo el proceso; establecer canales de comunicación y medios electrónicos para contactarse con cada *stakeholder*; también, programar las reuniones, administrar los planes, objetivos e indicadores ambientales establecidos en común acuerdo; gestionar información para la ejecución y evaluación de los proyectos ambientales, entre otras cosas.

Es necesario aclarar que, de los requerimientos previos (diagrama de actividades), sólo una parte está incluida en el prototipo propuesto, principalmente los requerimientos de la comunicación, los datos básicos y el mapeo de las partes interesadas. Para lo cual es necesario realizar modelos entidad-relación (E-R) basados en la plataforma de base de datos PostgreSQL (anexo F), y por último desarrollar funcionalidades y módulos dentro de la aplicación OpenERP a través de la programación en el lenguaje Python. En el anexo G se da un ejemplo de las vistas obtenidas del prototipo. Posterior a la programación, se evalúa la funcionalidad e integridad del prototipo, se efectúan las correcciones respectivas y se redactan manuales técnicos y de usuario.

Dentro de esta investigación también se desarrolló otro módulo integrado a OpenERP (ver anexo H) que permite el registro y seguimiento de la matriz de aspectos e impactos ambientales, propuesta por la ISO 14001 para el análisis de los impactos ambientales y sus causas dentro del proceso de producción (ICONTEC, 2004). Este análisis de la problemática con el enfoque de impactos y aspectos ambientales se relaciona mucho con la matriz AUDIO; por ende, se sugiere para posteriores investigaciones analizar el prototipo desarrollado, con el fin de incluir conceptos que propone la matriz AUDIO y que no estaban incluidos en el módulo de la matriz inicial.

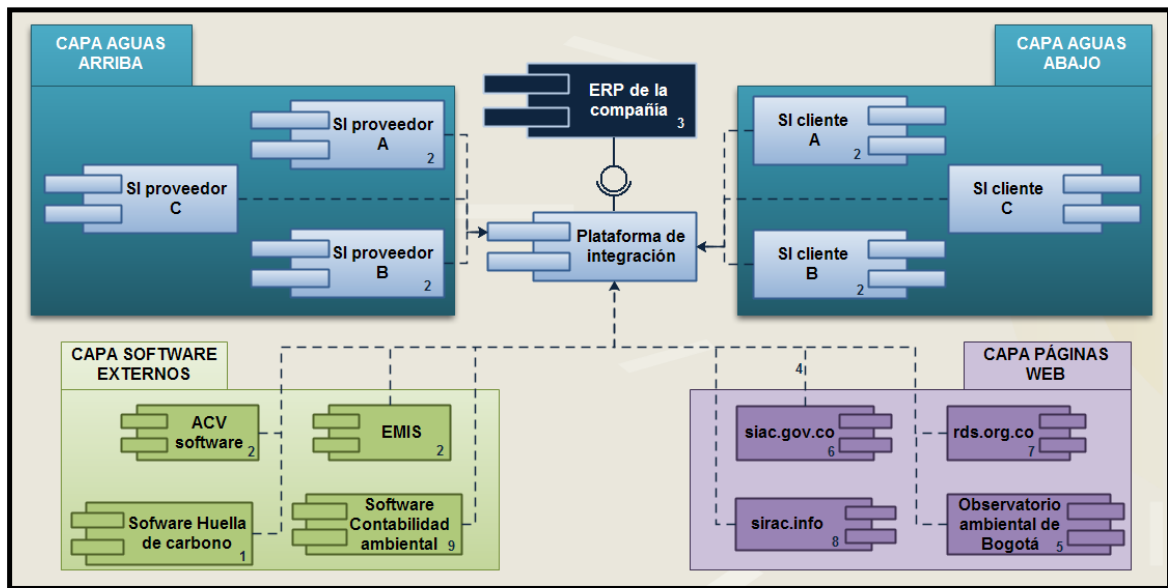
Además de la información anterior, es posible complementar el modelo mostrando cómo un empresa puede apoyarse en diferentes SI, herramientas o software externo que se integren a su ERP. También, que permitan el flujo y acceso a información, datos o procedimientos adicionales que no posea el SI integral, y que sea información importante para el desarrollo de la capacidad de integración con *stakeholders*. En el modelo conceptual de SI se incluyó algún software comercial como EMIS o ACV. En este caso, para acompañar el modelo, se diseña un diagrama de componentes (Figura 4-10),

basado también en el lenguaje UML, que muestra más herramientas informáticas disponibles, de qué sector provienen y cómo podrían integrarse al ERP de la compañía.

Este diagrama de componentes está basado en autores como (Funk et al. 2009), que sugieren una plataforma de integración que permita al ERP aprovechar toda la información ambiental operativa y de normatividad presente en un EMIS y en otros sistemas (ej.: software para el ACV). Otros autores sugieren herramientas para la medición de la huella de carbono, para analizar los impactos ambientales de la compañía (Esty & Winston, 2006), o para llevar una contabilidad ambiental (Allam, 2008). Los números en el diagrama son las citas de los autores en el pie de página de la figura, autores de donde se obtuvo la idea para ese elemento de la gráfica.

Figura 4-10: Diagrama de componentes.

Fuente: Elaboración propia, basado en autores nota al pie del gráfico.



¹ (Esty & Winston, 2006) ² (Funk et al., 2009) ³ www.openerp.com ⁴ Anexo D Entrevista ⁵ <http://oab.ambientebogota.gov.co> ⁶ www.siac.gov.co ⁷ www.rds.org.co ⁸ www.sirac.info ⁹ www.cecodes.org.co (Allam, 2008).

El diagrama de componentes está dividido por secciones o capas; es decir, agrupaciones de componentes según una característica común. Las capas principales son: 1) una capa

aguas arriba, es decir, la integración con los proveedores de primero y segundo nivel; 2) una capa aguas abajo, donde la integración es con SI de clientes primarios y secundarios; 3) una capa de software externo, herramientas que pueden ser comerciales y que aportan servicios e información, sobre todo en control ambiental operativo y normatividad. 4) y una capa de páginas web o SI en línea de entidades sin ánimo de lucro, como autoridades ambientales, ONGs o consultoras. La información sobre esta última capa puede ampliarse en el anexo A, que muestra una tabla detallada de diferentes herramientas en línea propuestas por entidades en Colombia.

5. Discusión y conclusiones

A lo largo de este capítulo se realiza, en primer lugar, un análisis y discusión de los resultados de esta investigación; seguidamente, se adopta una técnica de la metodología SSM en su etapa seis de acciones factibles y deseables, que equivalen a redactar las recomendaciones dirigidas a las pymes y, por último, se plantean las conclusiones finales e investigación futura.

5.1 Discusión

Uno de los logros de esta investigación es servir de guía a empresarios, investigadores o académicos mediante un modelo que facilite la gestión de información de la capacidad de integración con *stakeholders*, enfocada hacia una gestión ambiental proactiva en pymes industriales. El modelo de sistema de información fue desarrollado inicialmente de manera conceptual, sirviendo como entrada para que investigadores futuros o empresas de software continúen con las etapas de diseño técnico, arquitectura, programación o implementación y validación del SI, en empresas de manufactura. Es decir, que el modelo pueda ser usado como guía conceptual para diseñar o mejorar las herramientas aquí propuestas y establecer los protocolos de integración con un ERP.

Por otro lado, los diagramas desarrollados, dentro del modelo conceptual, son una ayuda para analizar cómo un SI puede apoyar en una empresa la gestión de sus grupos de interés, desde la perspectiva ambiental. El modelo invita a la acción mediante la aplicación de conceptos como: la identificación, clasificación de los *stakeholders* y diseño de estrategias diferentes para relacionarse con cada uno, dependiendo de su nivel de legitimidad, urgencia y poder (Mitchell, Agle, & Wood, 1997); también, conceptos como la colaboración ambiental y la planeación conjunta, que implican definición de objetivos, metas y planes ambientales en común acuerdo y resolución de problemas en conjunto (Vachon & Klassen, 2008; Sharma & Vredenburg, 1998). Son conceptos provenientes de

teorías distintas: los primeros vienen de la perspectiva clásica de la teoría de *stakeholders* y los segundos de la teoría NRBV y de la teoría “cadena de abastecimiento verde”. No obstante, se pueden encontrar elementos comunes en las tres teorías, como se hizo en el diagrama de Venn (ver Figura 4-2).

Lo anterior permite analizar que, desarrollar una integración con *stakeholders* es un proceso complejo y a mediano o largo plazo; es decir, requiere de tiempo y esfuerzo para su consolidación en una compañía, como lo sugiere (Esty & Winston, 2006) en su teoría de la promoción de la eco-ventaja a largo plazo. Al respecto, el primer nivel del modelo conceptual (ver Figura 4-3) es un resumen de este proceso de transformación deseado, a manera de metodología continua para que la pyme progrese en su nivel de gestión ambiental y a la vez obtenga un desempeño superior. Por su parte, la propuesta de modelo conceptual de SI (ver Figura 4-5) sirve para impulsar dicha transformación mediante la gestión de información, aunque un SI no pueda abarcar todos los conceptos planteados por la literatura o los expertos.

Sin embargo, se pudo comprobar que muchos de los conceptos que pretende soportar este modelo de SI cuentan con funcionalidades o herramientas existentes, ya sean desarrollos externos o internos a un ERP. Y se debe analizar, también, que algunos de estos soportes de información se complementan o se cruzan; es decir, a la hora de programar e implementar un SI que se base en este modelo conceptual, es necesario articular e integrar requerimientos de información, aun cuando sean para apoyar capacidades ambientales muy diferentes.

La adaptación o validación en una pyme del modelo conceptual verificado (ver Figura 4-7) requiere de un proceso gradual de implementación, donde poco a poco se agreguen nuevos módulos o funcionalidades; así lo facilita la plataforma OpenERP, analizando siempre cómo dirigir estas funcionalidades hacia apoyar una gestión ambiental proactiva en la compañía. Sin embargo, como se ha planteado varias veces o largo de esta investigación, para aprovechar al máximo este modelo conceptual, el SI necesita de una relación integral con recursos en TI, y una combinación con otros recursos empresariales y capacidades organizacionales (Bharadwaj, 2000).

Frente a esto, algunas de las capacidades más discutidas a lo largo de esta investigación, que en combinación con recursos estratégicos podrían aportar al surgimiento de una GAP, son: el aprendizaje organizacional, la visión compartida, la mejora continua y el compromiso de la alta dirección; la verificación del modelo con expertos (ver Tabla 4-4) dejó abierta la discusión sobre la pertinencia de estas capacidades en esta investigación. La primera, el aprendizaje organizacional es una capacidad dinámica; es decir, si la empresa involucra conocimiento organizacional, se desarrolla la habilidad de absorción y generación de otras capacidades y de implementar nuevas prácticas ambientales (Sharma & Vredenburg, 1998; López-Gamero, Molina-Azorín, & Claver-Cortés, 2009; Cohen & Levinthal, 1990), lo que sugiere que el aprendizaje organizacional es una capacidad transversal que sustenta otras capacidades, como la integración con *stakeholders*.

Respecto a la capacidad de visión compartida, una investigación exploratoria en firmas colombianas no pudo establecer una asociación entre dicha capacidad con la adopción de estrategias ambientales, ni tampoco su relación con recursos en SI/TI (Reyes Rodríguez, 2011); sin embargo, Aragón-Correa et al. (2008) identificó que esta capacidad y la capacidad de gestión de *stakeholders* influyen la adopción en pymes de estrategias ambientales proactivas, aunque esa investigación era en pymes españolas y no considera la relación de recursos con capacidades. A pesar de esto, el modelo conceptual incorpora algunos conceptos de la visión compartida, como la sugerencia de que las directivas de la empresa se comprometan a incentivar, liderar, seguir y evaluar el proceso de integración con *stakeholders*, transmitiendo a los demás agentes del proceso el propósito de una visión sostenible compartida. Esto es bastante similar a algunos conceptos del “compromiso de la alta dirección”, que ha sido abordado, pero no como una capacidad, por Wade y Hulland (2004), por Díez & McIntosh (2009) y también en el análisis cualitativo del diagnóstico a empresas (ver Tabla 3-2).

Frente a esta discusión, queda un análisis por hacer en investigación futuras para implementar el modelo conceptual de SI, como recurso estratégico ¿la firma debe contar con capacidades precedentes? y ¿cuáles? Además, analizar hasta dónde el modelo de SI podría apoyar las otras capacidades mencionadas; y cómo el apoyo hacia la GAP,

mediante la combinación de recursos y capacidades, genera ventaja competitiva y desempeño ambiental y financiero.

Desde otro punto de vista, es necesario analizar cómo las organizaciones o personas sin ánimo de lucro y con bajo poder tendrían garantías para participar del proceso aquí propuesto. Sharma & Vredenburg (1998) reconocieron la importancia de escuchar a los *stakeholders* con objetivos no económicos como la comunidad, las ONGs, universidades o los medios. En el modelo propuesto se pueden encontrar algunos elementos al respecto, como herramientas o módulos de SI que apoyan la inclusión de la sociedad, se plantea la integración del ERP a las redes sociales, lo que abre las puertas para que el proceso de integración con *stakeholders* reciba la participación y evaluación de la sociedad en general, además esta evaluación del proceso incluiría un módulo de gestión de indicadores, mediante indicadores basados en el Global Reporting Initiative (2011) y diseñados por estos mismos *stakeholders* con objetivos no económicos. Adicionalmente, en la primera etapa de análisis se pretende escuchar las problemáticas ambientales provenientes de diferentes partes interesadas, como las organizaciones ambientalistas, mediante un módulo que administra quejas, reclamos y solicitudes desde la Web.

No obstante, lo anterior debe venir de la mano de un compromiso de los accionistas y directivas de la empresa frente al proceso, de una cultura de escuchar a estos *stakeholders* con bajo poder, y sobre todo de garantías democráticas y participativas para que, quienes tienen el poder no tomen decisiones que vayan en contravía de estos *stakeholders* en especial.

Frente a esto, se ha propuesto que es necesario que el máximo órgano de gobierno de una organización sea participativo y pluralista, para avanzar hacia un desarrollo sustentable, un gobierno donde tengan cabida entidades o personas pertenecientes a minorías, y *stakeholders* con poco poder o capacidad de organización, finalmente establecer indicadores, procedimientos, reglas de juego y mecanismos para garantizar que estos *stakeholders* puedan expresar su opinión (Global Reporting Initiative, 2011).

5.2 Recomendaciones

Con base en la literatura, en la identificación del problema y en la construcción del modelo, se despliegan las acciones factibles y deseables (SSM); en este caso, se refieren a una serie de recomendaciones, a manera de cambios necesarios en una pyme para superar las diferencias emergidas entre la situación problemática y la transformación deseada en el modelo conceptual. Las primeras recomendaciones son dirigidas especialmente a pymes para que avancen hacia una gestión ambiental superior:

- La pyme debe reconocer que un SI a implementar es solo un soporte de información y un recurso estratégico que debe integrarse con otros recursos de la compañía para garantizar el surgimiento y mejoramiento de capacidades valiosas, así como un mejor desempeño empresarial. Para Aragón-Correa et al. (2008), algunas de las capacidades claves en pymes, además de la gestión de *stakeholders*, son: visión compartida, que implica interiorizar la visión de la empresa a todos sus empleados y proactividad estratégica, visto como la capacidad de innovación y emprendimiento; estas tres capacidades bien desarrolladas facilitan la adopción de prácticas ambientales proactivas.
- La adaptación de un SI ambiental más estratégico necesita las habilidades de mejora continua, facilidad de uso y flexibilidad, debe hacer parte de un SI integral como un ERP, requiere de procesos de educación a los usuarios y debe poder adaptarse a nuevas investigaciones y desarrollos.
- Una de las claves para desarrollar un proyecto en esta dirección es el compromiso y respaldo de la alta dirección, de los accionistas y los gerentes. El empresario debe comprender la importancia que tienen los SI hacia la gestión ambiental desde el punto de vista estratégico, facilitando la gestión de información de muchos aspectos, no sólo operativos, como la planeación a mediano y largo plazo.
- La empresa debe ir evolucionando hacia un aprendizaje de orden superior, donde la generación de conciencia ambiental y de cultura de la información sean prioridades en la organización. De esta forma, se requiere capacitar constantemente a todos los empleados de la empresa para que sean conscientes del desafío ambiental y sepan aprovechar la información obtenida en el SI, para así diseñar estrategias encaminadas a lograr un óptimo desempeño ambiental y una ventaja competitiva.

-
- Para lo anterior, se recomienda que la pyme esté abierta a la colaboración externa, desee renovarse continuamente y pueda afrontar correctamente la resistencia al cambio. Para ello, el respaldo y asesoría de los diferentes *stakeholders* externos a la empresa es fundamental, reconociendo que hay una cultura de resistencia natural en los empleados, que puede cambiarse por una cultura de comunicarse y escuchar a los *stakeholders*; es decir, convertir la presión externa en oportunidades de integración e incluso de financiamiento.
 - Este respaldo o asesoría de diferentes *stakeholders*, especialmente aquellos sin ánimo de lucro, significa que la PYME integre la capacidad de gestión de *stakeholders* con la capacidad de aprendizaje organizacional, aplicando elementos comunes en ambas, como: mantener un intercambio de conocimiento externo; gestionar asesorías gratuitas de estos *stakeholders*; participar de alianzas, gremios y redes de conocimiento para obtener beneficios como financiamiento a menores tasas de interés, capacitaciones específicas y acceso a investigación y desarrollo en centros de investigación, para atacar una problemática de la empresa.

Por otra parte, también se pueden proponer recomendaciones para el prototipo, para las etapas de desarrollo de software o para la parte conceptual del modelo de SI, obtenidas de la literatura o de lo encontrado en el desarrollo de esta investigación, así:

- Las aplicaciones personalizadas desarrolladas para las necesidades de la empresa son más rentables que la compra externa de una plataforma de SI; además, permiten adaptar más fácilmente el SI a los requerimientos de la compañía. Sin embargo, es necesario que se tenga en cuenta a los directos usuarios del sistema en la etapa de diseño, sin interrumpir los procesos de la empresa, mediante un diseño más evolutivo y progresivo que intrusivo.
- En adición, todas las etapas de desarrollo requieren la asesoría y evaluación de expertos, y esta investigación ofrece una guía a las pymes para la primera etapa previa al diseño del SI, brindando un marco conceptual y unos requisitos de información iniciales en el tema de la gestión ambiental estratégica.

- Un SI ambiental puede poseer información relacionada no sólo con la gestión ambiental sino con la gestión de seguridad y salud ocupacional en la empresa. De ahí la importancia de analizar el desarrollo de SI desde una perspectiva integradora, lo que permite mejorar el acceso a información sobre mejores prácticas de HSE, lograr además que los datos se introduzcan una sola vez y sean utilizados por todos los usuarios, mejorando la velocidad y la consistencia de los procesos, reduciendo el trabajo administrativo y la redundancia de la información.
- Muchos de los requerimientos de información propuestos por este modelo de SI se pueden lograr mediante funcionalidades o aplicaciones ya existentes en el mercado respecto a otras áreas de la empresa. Pero la clave es lograr la adaptación y aplicación de esas funcionalidades hacia la gestión de *stakeholders* y la gestión ambiental proactiva.
- Cada módulo o aplicación desarrollada debe tener una sección de ayuda, un manual técnico y otro para usuarios que proporcione instrucciones para su fácil manejo.

5.3 Conclusiones

A partir de la revisión bibliográfica, de la etapa de desarrollo del modelo conceptual y de la programación del prototipo se concluye que la gestión de información, relacionada con la integración con *stakeholders* y con GAP en una empresa, se despliega mucha más transversal que verticalmente a lo largo del ERP y de las actividades y procesos de la firma. Es decir, en un SI integral se requiere de un diseño que atraviese y relacione información ambiental con la gran mayoría de las áreas de una compañía y no puede verse a la gestión ambiental estratégica como un proceso aislado o vertical. Así mismo, la investigación permitió comprobar que no es posible separar todas las funcionalidades y requerimientos de información de la capacidad de gestión de *stakeholders* en un solo módulo del SI, y mucho menos a la GAP, debido principalmente a la complejidad de estos conceptos, mencionada por varios autores. En cambio, dicha gestión de información se debería distribuir en nuevos módulos, o en funcionalidades dentro de módulos existentes en OpenERP, o en herramientas externas al ERP de la empresa.

Por otra parte, el análisis de la literatura y la investigación del estado del arte permiten llegar a varias conclusiones como: los SI ambientales propuestos desde la academia o desde el mercado empresarial tienen una funcionalidad de cumplimiento de normatividad ambiental o de control operativo ambiental dentro de la planta de producción, frente a esto algunos autores han sugerido, para investigaciones futuras, analizar como la información ambiental puede apoyar la toma de decisiones o la planeación estratégica en una firma. De igual manera, se puede concluir que la gestión ambiental muchas veces es vista por los empresarios como una actividad secundaria que no agrega valor, sin embargo, la gerencia de una compañía debería entender a la gestión ambiental como un conjunto de recursos y capacidades que facilitan la implementación en la empresa de estrategias ambientales, para así mejorar su ventaja competitiva y su desempeño corporativo.

Con base en el análisis del diagnóstico realizado en empresas de Bogotá y Manizales y en investigaciones colombianas, se concluye que las pymes colombianas no poseen una completa gestión de información y muchas veces sus procesos principales no son administrados por SI integrales. En las pymes la gestión ambiental ni siquiera es tratada adecuadamente, y escasamente hay una administración de la información que apoye este tema ambiental. Sólo algunas empresas entrevistadas de gran tamaño mostraron una integración de la parte ambiental en su SI, pero únicamente desde el punto de vista de cumplimiento de la normatividad.

Se encontró, a la hora de diseñar los requisitos de información del modelo, que algunos de éstos se complementan o se entrecruzan, lo que conlleva a que el SI tenga un diseño menos atomizado y más articulado. Además, un SI ambiental completo, como lo plantean la literatura, debe tener las características de mejora continua y adaptabilidad, y debe poseer una perspectiva de funciones transversales dentro de toda la organización, facilitando a los usuarios la gestión de información para comprender, cambiar y reinventar los procesos del negocio.

El modelo de SI es un primer paso para avanzar hacia una GAP, ya que éste permite apoyar la gestión de los grupos de interés: facilitando a la empresa su identificación,

clasificación y análisis; además, permitiendo el registro y seguimiento de estrategias diferenciadas para relacionarse con cada *stakeholders*; también, programar las reuniones, almacenar y gestionar los proyectos ambientales, administrar objetivos e indicadores ambientales en común acuerdo, entre otros aspectos; entonces, si se garantiza un desarrollo y aplicación adecuada de este modelo SI, en interacción con otros recursos y capacidades organizacionales y junto con una actitud correcta por parte de la empresa, se lograría avanzar hacia una gestión ambiental más proactiva, a un mayor aprendizaje organizacional y mejor desempeño financiero.

Por otro lado, diseñar un modelo de SI que apoye la GAP completamente es un proceso a largo plazo, que implica comprender por completo los conceptos y componentes de la GA estratégica; esta investigación es el paso importante para impulsar la GAP en una pyme, mediante la gestión de información de capacidades valiosas ambientales, según la NRBV. No obstante, es importante recalcar que el sistema de información siempre será sólo un soporte, y nunca pretende ser la solución completa, sobre todo en el tema de gestión y desempeño ambiental, el cual evoluciona a gran velocidad en el todo mundo.

5.4 Investigación Futura

Este proyecto abre el camino para investigaciones futuras, como validar el modelo en una pyme; además, adaptar el modelo a las características propias de un contexto, según el país o el tipo de empresa. También, en un futuro se puede evaluar la utilidad y los factores de éxito del modelo de SI luego de su implementación y estudiar más elementos de la teoría NRBV, como la relación entre el modelo de SI y el desempeño de la empresa, o qué papel juegan los activos complementarios o la visión exógena que proponen los autores bajo esta teoría.

Surge un pregunta crucial para investigaciones posteriores: ¿Qué capacidades preexistentes debe poseer la empresa y cómo debe organizarse internamente la firma para poder poner en práctica este modelo conceptual?; frente a esto, algunos autores sugieren que, para el desarrollo de capacidades nuevas, es necesario que la empresa tenga una disposición al cambio, una actitud innovadora y la habilidad de mejora

continua. Es decir, se puede analizar en futuros trabajos: si una pyme no posee muchos recursos ni capacidades empresariales ¿podría poner en práctica el modelo propuesto?, y analizar otros factores al respecto, como las claves del éxito en la implementación de un SI, el concepto de SI/TI como recursos y capacidades, el compromiso de la dirección y la resistencia al cambio.

A. Anexo: Principales entidades ambientales públicas o privadas

La tabla a continuación nos presenta un resumen estructurado de herramientas web desarrolladas por las algunas entidades ambientales públicas o privadas que permiten obtener información, gestionar y realizar un mejoramiento continuo del desarrollo sustentable nivel empresarial y nacional.

Tabla 5-1: Herramientas de entidades ambientales públicas o privadas

Fuente: Elaboración propia

Entidad	Nombre SI o herramienta	Función principal	Link
Ministerio de Medio Ambiente e Institutos de Investigación Ambiental	SIAC (Sistema de información ambiental de Colombia)	Es un espacio virtual que facilita la divulgación, el intercambio, el acceso y uso de la información ambiental, como la normatividad, a través de diferentes herramientas tecnológicas, diseñadas como canales para la interacción de las fuentes de la información (entidades del SINA y aliadas) y las personas usuarias de la información.	http://www.siac.gov.co
RED de organismos privados o públicos de Colombia	Red desarrollo Sostenible	Intercambio de información y opiniones sobre desarrollo sostenible a través de su página en Internet, contribuyendo así a la difusión de información ambiental. Espacio para generar conciencia entre los distintos agentes de la sociedad civil, divulgando y promoviendo los principios, recomendaciones y formulaciones expresados por la Organización de las Naciones Unidas en la Cumbre de la Tierra.	http://www.rds.org.co

Secretaría Distrital de Ambiente	Observatorio Ambiental de Bogotá	Sitio web que permite conocer a través de indicadores ambientales el estado y la calidad del ambiente en Bogotá, así como los resultados de la gestión desarrollada por varias entidades del Sistema Ambiental del Distrito Capital (SIAC) frente a problemas ambientales del Distrito Capital.	http://oab.ambientebogota.gov.co
Consejo nacional de producción más limpia CNPML	Sistema Interactivo de Referenciación Ambiental Sectorial – SIRAC	Es una herramienta de mejoramiento continuo creada por el Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales – CNPMLTA – donde cualquier empresa del sector industrial o de servicios puede introducir los valores de sus indicadores de proceso y evaluar el comportamiento del desempeño ambiental, permitiéndole realizar un benchmarking efectivo al comparar sus indicadores con los de otras empresas del sector en diversas regiones y países. Para empresas de curtiembres, hoteles u hospitales.	http://www.sirac.info/
CECODES	Bases de datos de Reportes empresariales	La página web cuenta con diferentes herramientas que permiten obtener información para mejorar el desarrollo ambiental empresarial, ayudando a mejorar la imagen de la empresa, aumentar el valor de la marca, la participación del mercado y la lealtad de los clientes; fomentar el pensamiento innovador, la cultura de medición, ayudando a demostrar que la empresa trabaja de acuerdo a sus valores y principios relacionados con la sociedad y el medio ambiente.	http://www.cecodes.org.co
Instituto amazónico de investigación científica - SINCHI	Herbario Virtual - COAH	Posee colecciones biológicas con documentos que soportan la investigación científica y sirven como base para conocer, conservar y utilizar sosteniblemente la base natural del país. Presenta las colecciones del Instituto SINCHI, para dar a conocer la importancia y diversidad de plantas, peces y reptiles en la región Amazónica.	http://sinchi.org.co/
IDEAM	Subsistema de Información sobre uso de recursos naturales renovables SIUR	El Subsistema de Información sobre Uso de Recursos – SIUR- es el conjunto que integra y estandariza el almacenamiento, procesamiento, análisis, consulta de datos y protocolos para contar con información homogénea y sistemática sobre el uso, transformación o aprovechamiento de los recursos naturales, por las diferentes actividades económicas del país. Hasta el momento se han desarrollado los protocolos para los sectores Manufacturero, Hidrocarburos y Agropecuario, que cuentan con una herramienta de captura y de salida de información, llamada Registro Único Ambiental.	http://institucional.ideam.gov.co/jsp/loader.jsf?lServicio=Publicaciones&lTipo=publicaciones&lFuncion=loadContenidoPublicacion&lId=679

B. Anexo: Herramienta de diagnóstico

La siguiente herramienta se divide en 4 temas ya descritos en el capítulo de diagnóstico a empresas, consiste simplemente calificar de 1 a 5 cada pregunta basándose en unos criterios revisados por 3 expertos. La herramienta consta de un cuestionario de mínimo 16 preguntas, aunque algunas de ellas pueden no aplicarle a la empresa, sin afectar su calificación. Las hojas siguientes muestran los resultados por tema de la calificación en porcentaje y una gráfica con la misma calificación de la empresa.

Tabla 5-2: Herramienta de diagnóstico

Fuente: Elaboración propia

1. CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA AMBIENTAL					
1,1	¿La empresa conoce las normas ambientales que la controlan y establece los procedimientos y procesos para cumplirlas? ¿Cómo?				
	Escala de valores para calificación, según el criterio.				
	1	2	3	4	5
CRITERIO	No conoce las normas ambientales, ni tiene procedimientos y procesos relacionados	La empresa sabe que existen normas ambientales pero no se ha documentado.	La empresa conoce las normas, pero no han establecido procedimientos y procesos para cumplirlas.	Existen procedimientos que se han cumplido parcialmente.	Los procedimientos se están cumpliendo totalmente.

1,2	¿Se definen y documentan las tareas, responsabilidades, competencias y procedimientos específicos que aseguren el cumplimiento de las normas ambientales, tanto internas como externas? ¿Cómo?				
CRITERIO	No existen documentos que evidencien el cumplimiento de normas ambientales.	No existe documentación pero ha cumplido las normas de manera empírica.	La empresa tiene documentación básica pero su ejecución es incierta.	Existe documentación ambiental pero su ejecución es parcial.	Existe toda la documentación, procedimientos y control sobre todas las normas ambientales aplicables a la empresa.

1,3	¿La empresa está al tanto del Decreto 1299 del 2008, que obliga a la creación de un departamento de Gestión Ambiental en todo nivel industrial de Colombia? ¿Cómo han avanzado con este asunto?				
CRITERIO	No se tiene conocimiento alguno de la norma.	Se conoce en menor medida la norma, y no se han establecido acciones para su cumplimiento.	Se tiene conocimiento de la norma, y se espera planear acciones en un futuro para cumplirla.	Se han desarrollado acciones y procedimientos parciales para el cumplimiento de la norma.	Existe toda la planeación, procedimientos y acciones para el cumplimiento exitoso de la norma.

1,4	¿Se tiene conocimiento de las leyes que los rigen sobre vertimiento de aguas, residuos sólidos, residuos peligrosos, calidad del aire, se establecen los procedimientos para cumplirlas, se tienen los registros y permisos correspondientes? ¿Cuáles de los anteriores temas aplican a la empresa?				
CRITERIO	No se tiene conocimiento alguno de las leyes.	Se conoce en menor medida las normas, y no se han establecido acciones para su cumplimiento.	Se tiene conocimiento de las normas, y se espera planear acciones en un futuro para cumplirlas.	Se han desarrollado acciones y procedimientos para el cumplimiento de las leyes.	Se va más allá del cumplimiento y se realizan acciones de minimización o de cumplimiento de las normas antes de lo establecido.

2. POLITICA Y ESTRATEGIA AMBIENTAL DE LA EMPRESA

2,1	¿Cómo fue el diseño, la localización e instalación de la planta industrial? ¿La empresa tuvo en cuenta las regulaciones ambientales, un adecuado ambiente laboral para sus trabajadores y el nivel de impacto en el entorno?				
CRITERIO	La empresa no consideró variable alguna para su diseño y localización.	Se tuvieron algunos criterios de impacto ambiental únicamente en su ubicación.	La ubicación y diseño de la planta consideró los criterios de impacto ambiental para lo básico solamente.	El diseño y ubicación tienen un impacto ambiental mínimo en los aspectos más relevantes.	Presenta un impacto ambiental mínimo en todos los aspectos en su ubicación y diseño.

2,2	¿Cuáles son los objetivos, políticas y estrategias generales de la empresa? ¿Hasta qué punto se tiene en cuenta el aspecto ambiental y de la protección del ambiente?				
CRITERIO	No se tiene en cuenta la protección del medio ambiente de ninguna de forma.	La empresa considera importante el aspecto ambiental pero no está formulado entre sus objetivos.	El aspecto ambiental está escasamente planteado entre los objetivos de la empresa.	La empresa si tiene en cuenta el aspecto ambiental en algún nivel de su planeación estratégica.	La protección del medio ambiente es uno los principales objetivos y metas de la empresa.

2,3	¿La empresa cuenta con un plan estratégico de gestión ambiental o con un SGA (sistema de gestión Ambiental) o cuenta con certificación ISO 14001? ¿Qué resultados han tenido? ¿Qué muestran los indicadores?				
CRITERIO	La empresa no cuenta con ningún tipo de plan ambiental.	La empresa cree que es importante pero no ha concretado un plan concreto.	La empresa ha esquematizado un plan pero no lo han ejecutado.	El plan ambiental se ha ejecutado parcialmente con buenos resultados.	El plan de gestión ambiental se encuentra en plena ejecución con resultados exitosos.

2,4	La empresa al desarrollar un nuevo proyecto, por ejemplo: nuevos productos, procesos, servicios, o realizar cambios en su infraestructura física ¿Tiene en cuenta el aspecto ambiental? ¿De qué forma?				
CRITERIO	La empresa no tiene en cuenta factores ambientales en sus proyectos.	La empresa considera mínimamente factores ambientales en sus actividades.	Los factores ambientales se consideran dependiendo del tipo de proyecto.	En todo proyecto se consideran los factores ambientales estrictamente necesarios.	Todos los factores ambientales se consideran en todos los proyectos actuales y futuros.

2,5	¿Qué programas o políticas ambientales tienen que vayan más allá del cumplimiento de la normatividad? (gestión ambiental proactiva)				
CRITERIO	La empresa no tiene ni siquiera un correcto cumplimiento de la normatividad.	La empresa considera realizar acciones ambientales, únicamente cuando los obliga la ley.	Tiene además el interés de tomar acciones más adelante, para el beneficio ambiental y de la empresa.	Ya está implementando algún tipo de programa o política ambiental, que no es obligatoria por ley.	Poseen toda una filosofía y estrategias que apuntan a acciones y programas de gestión ambiental proactiva.

2,6	¿Desarrollan actividades o programas de capacitación al personal en temas ambientales, que aumenten su nivel concientización ambiental? (Educación ambiental).				
CRITERIO	Los empleados no están conscientes de sus implicaciones ambientales, y la empresa no se interesa en cambiar esto.	La empresa reconoce la importancia de capacitar al personal pero no ha ejecutado algún programa al respecto.	Se desarrollan programas o capacitaciones en temas ambientales con poco impacto o solo en algunos empleados	Se ejecutan algunas capacitaciones periódicas a todos los empleados, en unos cuantos temas ambientales	También se recapacita, se hace seguimiento, formación en muchos temas ambientales, con gran impacto.

3. GESTION DE RIESGOS AMBIENTALES Y CONTROL AMBIENTAL

3,1	¿La empresa tiene una caracterización o identificación clara, de las fuentes de contaminantes que existan en cualquier etapa de su cadena productiva? ¿Cuáles son las principales?				
CRITERIO	La empresa no tiene conocimiento de sus fuentes de contaminación, ni desea identificarlas.	No posee documentación ni identificación de sus fuentes de contaminación pero tiene planeado hacerlo.	La empresa tiene identificado sus principales fuentes de contaminación pero sin documentar.	La empresa ha documentado la mayoría de sus fuentes de contaminación.	La empresa posee una documentación detallada de todas las fuentes de contaminantes.

3,2	¿La empresa trata de minimizar el consumo de energía, agua y materias primas contaminantes mediante la mejora de sus procesos productivos, el reciclaje, la sustitución de insumos, el mantenimiento preventivo y el uso de otras tecnologías? (Producción más limpia).				
CRITERIO	La empresa no tiene un plan de reducción de consumos de agua, luz y materias primas.	Se han realizado esporádicamente campañas de reducción de consumos.	La reducción de consumos ha sido mínima.	La empresa ha reducido sus consumos con un plan de ejecución parcial.	La empresa ha reducido sus consumos en forma importante bajo un plan de total ejecución y control.

3,3	¿Han Medido el impacto ambiental y social de sus productos y procesos, una vez estos salen de la empresa, durante toda la cadena de abastecimiento? (Logística verde).				
CRITERIO	La empresa no tiene mediciones sobre su impacto ambiental, ni lo considera necesario.	La empresa esta consiente de algunos de los impactos de sus productos, pero no hay hecho mediciones y planes.	La empresa desea establecer a futuro un programa de logística verde o de minimización del impacto de sus productos	Tienen un una medición del impacto de sus productos o procesos a nivel externo, pero poca cobertura.	No solo tienen una medición detallada de todos sus impactos, si no que presentan estrategias de Responsabilidad social para contrarrestar.

3,4	¿A la hora de programar su producción, en función a la capacidad instalada, la empresa relaciona su capacidad, con la capacidad de la naturaleza para renovar sus recursos? (Aprovechamiento racional).				
CRITERIO	Nunca toman en cuenta el factor de su capacidad de producción, con la capacidad de los recursos naturales	Solo disminuyen su producción, cuando el proveedor se ve limitado en la explotación de los recursos naturales	Reconocen en menor medida que el medio ambiente es limitado y no puede ser explotado indiscriminadamente.	Respecta el ciclo de vida natural de los productos renovables, sin excederse en sus requerimientos.	No solo tienen en cuenta el ciclo de vida del producto, si no que exigen a sus proveedores el correcto procesamiento y protección de los recursos naturales.

3,5	¿Para la selección, instalación, operación y mantenimiento de los equipos se realizaron consideraciones ambientales, además de los aspectos técnicos y económicos?				
CRITERIO	No se tiene ninguna consideración ambiental en el desarrollo operacional de la empresa.	La empresa tiene alguna consideración ambiental solo en la operación de equipos más críticos	Las consideraciones ambientales se tienen en cuenta según el aspecto técnico y económico	Se aplican consideraciones ambientales en las operaciones más importantes.	Todas las consideraciones ambientales son aplicadas en todas las operaciones.

4. SISTEMA DE INFORMACIÓN

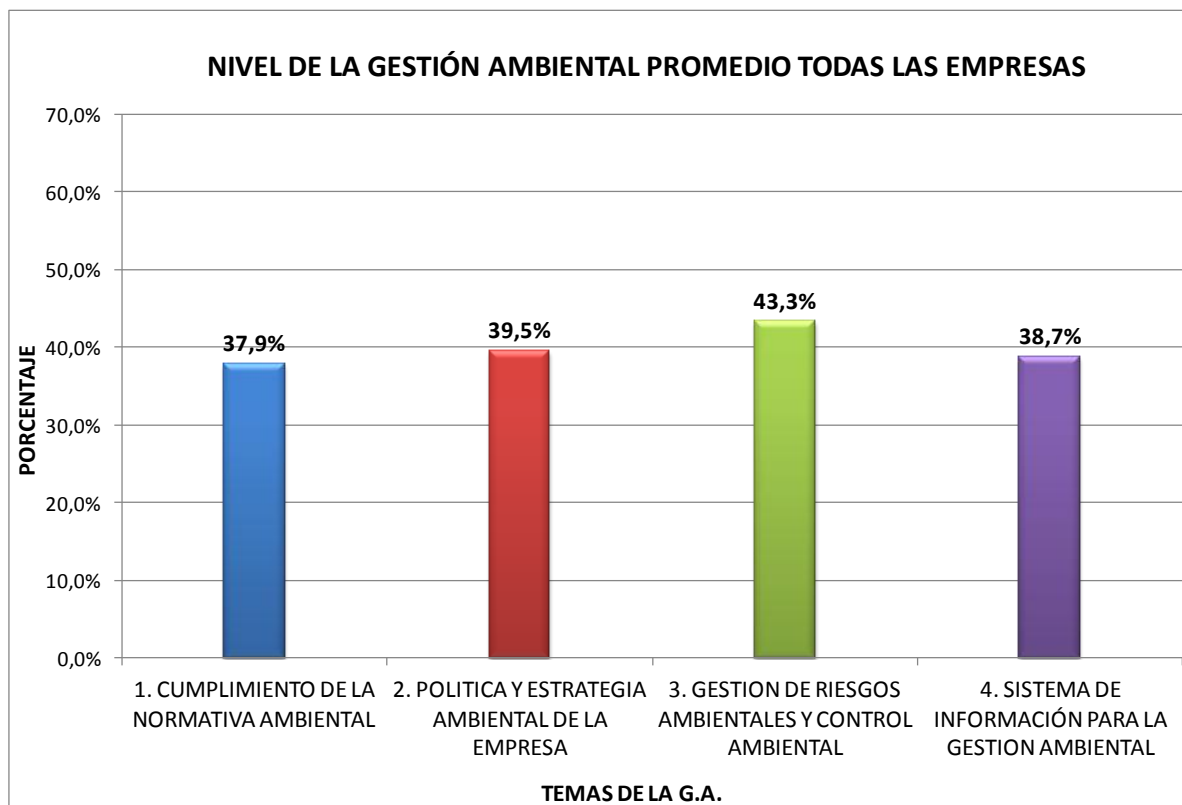
4.1	¿Poseen un sistema de información, ya sea manual o informático, que permita dar soporte de información para el cumplimiento de la normatividad? ¿Cómo funciona?
4.2	¿Poseen un sistema de información, ya sea manual o informático, que permita dar soporte de información para la gestión del SGA? ¿Cómo funciona?
4.3	Hacer otras preguntas a libertad del entrevistador, dependiendo de lo que se valla encontrando en la empresa, con referencia al tema de los sistemas de información para apoyar la gestión ambiental.

C. Anexo: Análisis cuantitativo de resultados generales

Posterior a evaluar individualmente las calificaciones obtenidas por cada empresa, se desarrolla una tabulación y resultados generales de todas las empresas entrevistadas, donde se determina el nivel promedio de gestión ambiental empresarial, y se establece el orden de las empresas, con las siguientes gráficas y su análisis adyacente:

Figura 5-1: Nivel de la gestión ambiental promedio en todas las empresas

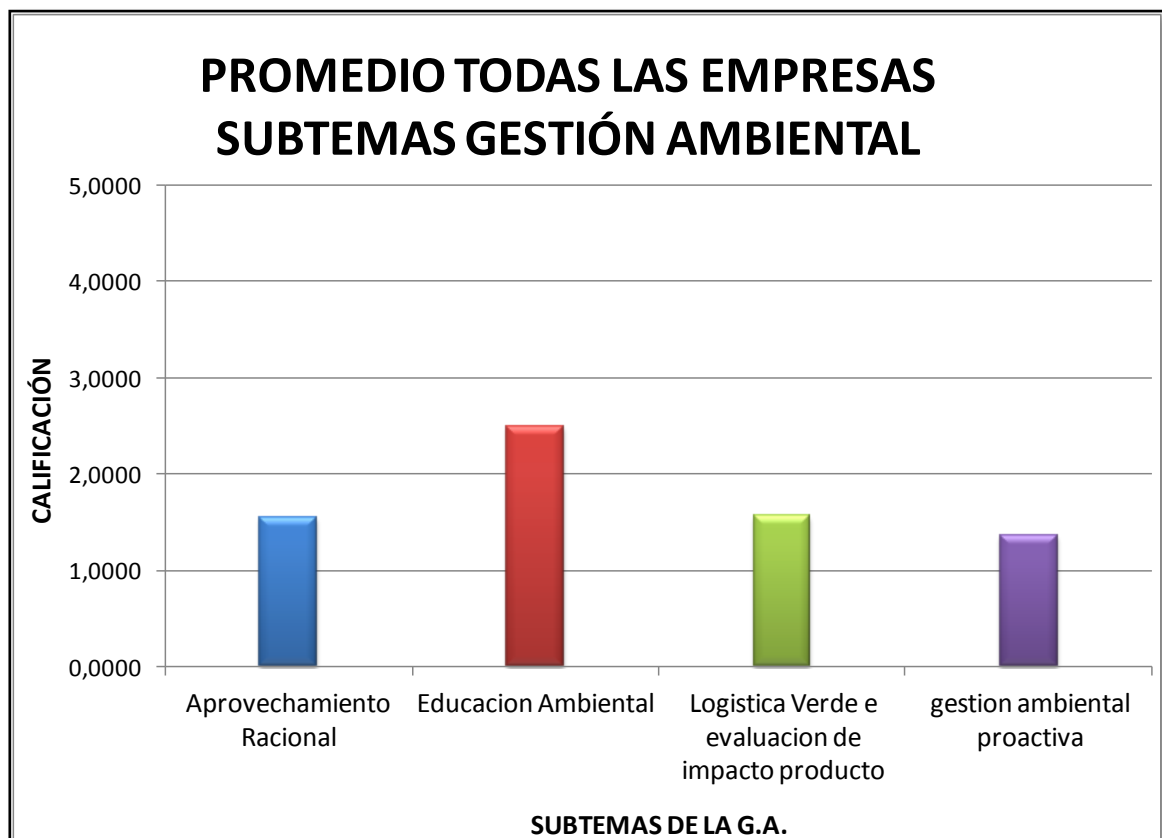
Fuente: Elaboración propia



A nivel general las empresas entrevistadas no poseen una buena gestión ambiental, ya que su porcentaje es menor del 50% en promedio, en cada uno de los cuatro temas analizados en las 10 empresas. Así mismo, para estas industrias en particular, se observa que la gestión ambiental y el control ambiental es lo más predominante con un 43,3%, debido a que en general se hace una gestión relativa de agua, energía, residuos y reciclaje. Sin embargo, la calificación baja en SI puede deberse a que las empresas se encuentran todavía muy atrasadas en el tema y sólo las grandes empresas poseen SI integrales con soporte a la gestión ambiental.

Figura 5-2: Subtemas de gestión ambiental

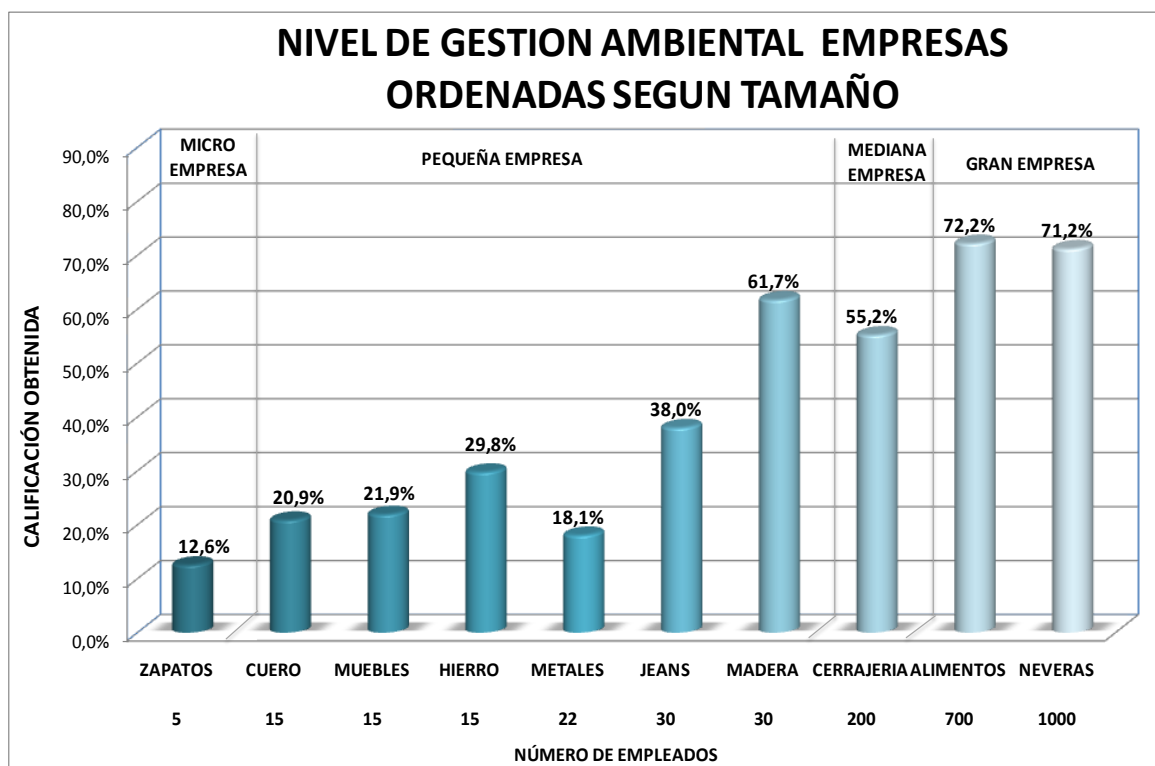
Fuente: Elaboración propia



También se realizó un análisis general de las empresas entrevistadas en 4 subtemas de la gestión ambiental, el análisis de la gráfica muestra que las empresas en promedio tuvieron una baja calificación en los subtemas. Aun así, las grandes empresas se destacaron en la categoría de educación ambiental, con programas de capacitación ambiental, no sólo a empleados sino también a proveedores, incluso a vecinos. Sin embargo los otros subtemas obtuvieron una calificación baja y fue más baja aún en el tema de GAP, donde ni siquiera las grandes empresas reconocieron tener muchas iniciativas que fueran más allá de cumplir la normatividad.

Figura 5-3: Nivel de la gestión ambiental según el tamaño de la empresa.

Fuente: Elaboración propia



Las dos grandes empresas llevan batuta en cuanto a la gestión ambiental, de acuerdo a la gráfica de clasificación por tamaños son las más posicionadas, debido en gran parte por el tamaño de la empresa, pero también a que tienen una amplia trayectoria y reconocimiento mundial, además poseen un sistema integrado de gestión y buena

capacitación ambiental. Por otro lado, se observa en la gráfica que entre más pequeña la empresa, como es la de zapatos, menor es su gestión ambiental, se muestra una tendencia creciente de la gestión ambiental de acuerdo a como avanza el tamaño de la empresa, pero no es muy marcada, por lo que dicha tendencia no puede afirmarse como regla general. Por ejemplo, se detalla que la empresa de madera, que es una pequeña empresa, tiene mejor gestión ambiental que la empresa de cerrajería que es una mediana empresa, lo que demuestra que una empresa por más pequeña que sea puede mejorar su desempeño ambiental. De aquí podríamos concluir que las compañías deberían seguir el ejemplo de grandes empresas que sí posean un nivel avanzado de gestión ambiental.

D. Anexo: Ejemplo de Entrevista empresa de alimentos

En este anexo se coloca una de las 10 entrevistas realizadas, a manera de ejemplo, para permitir a los lectores darse una idea de cómo fue el proceso de entrevista y diagnóstico a las empresas.

Tamaño de la empresa: 550 empleados de planta y 140 administrativos.

Sector: Alimentos

Edad de la empresa: 60 años

Edad de la planta: 20 años

5. ¿La empresa conoce las normas ambientales que la controlan y establece los procedimientos y procesos para cumplirlas? ¿Cómo?

Si, nosotros estamos certificados con la ISO 14001 y con ella se estableció todo el SGA de la empresa, tenemos como diferentes mecanismos de control, uno de ellos es el boletín ambiental legal, que envían desde el gobierno, nosotros lo leemos y la abogada de la organización realiza un boletín ambiental para nosotros actualizar la matriz de requisitos legales ambientales. De acuerdo a esta matriz, nosotros determinamos, respecto a las normas que hayan, que normas nos aplicarían a nosotros, o que decretos o que resoluciones o lo que sea, y lo que nos aplica a nosotros lo incluimos dentro de la matriz para su cumplimiento.

6. ¿Se definen y documentan las tareas, responsabilidades, competencias y procedimientos específicos que aseguren el cumplimiento de las normas ambientales, tanto internas como externas? ¿Cómo?

La matriz como tal es un resumen de todas las normas que nos rigen. Y ahí tenemos incluido en que parte exactamente nos aplica y que debemos cumplir, y por definición de rol, hay un rol específico que debe cumplir con esas tareas ambientales.

7. Entonces esas actividades y procesos de control documentados, ¿cómo se administra la información para esto?

Nosotros tenemos un sistema integrado de gestión que es un software que manejamos. En donde está absolutamente toda la documentación de toda la compañía, debido a que la empresa está certificada en 9001, 18001, BASC, HASSC Y S.A. 8000. Y entonces como es un sistema de gestión tan robusto, nosotros integramos toda la documentación en ese software llamado sistema integrado de gestión. Este SIG nos permite actualizar, con base en el boletín ambiental, la matriz y la documentación legal actualizando las versiones.

8. ¿La empresa está al tanto del Decreto 1299 del 2008, que obliga a la creación de un Departamento de Gestión Ambiental en todo nivel industrial de Colombia? ¿Cómo ha avanzado con este asunto?

Ya tenemos registrado el departamento, y hay una persona responsable. Digamos que nosotros no tenemos un departamento específico de gestión ambiental, si no que desde el área de aseguramiento de la calidad se lidera la parte ambiental. Con un grupo de profesionales capacitados, hay una persona que maneja las plantas de tratamiento, y otra persona encargada del resto de la gestión ambiental de la organización. **Dentro de ese departamento de aseguramiento ¿hacen reuniones específicas de la parte ambiental?** Sí.

9. ¿Se tiene conocimiento de las leyes que los rigen sobre vertimiento de aguas, residuos sólidos, residuos peligrosos, calidad del aire, se establecen los procedimientos para cumplirlas, se tienen los registros y permisos correspondientes? ¿Cuáles de los anteriores temas aplican a la empresa?

Todas las leyes y decretos aplican, el de vertimiento lo aplicamos, el decreto 4741 de residuos peligrosos también lo aplicamos, los decretos para el transporte de RP. Como nosotros actualizamos esa matriz legal, se depuran los decretos ambientales que aplican para nosotros y todos los cumplimos. También en emisiones porque tenemos una caldera de carbono. Tenemos el permiso de vertimientos y el permiso de emisiones que son los dos permisos que existen. Ambos los escaneamos y los subimos al SIG.

10. ¿Cómo fue el diseño, la localización e instalación de la planta industrial? ¿La empresa tuvo en cuenta las regulaciones ambientales, un adecuado ambiente laboral para sus trabajadores y el nivel de impacto en el entorno?

Digamos que hace 20 años, cuando la empresa se pasó para Maltería, pues aquí era zona rural, según el POD, esto es zona industrial, se volvió urbano porque construyeron unas casas campestres aquí al lado, pero cumplimos con lo que indica el POD, en cuando a decibeles, emisiones de ruido, en el tema de vertimientos a la quebrada cristales para un sector industrial, con el 80% de remoción. En el momento en que nos pasamos para acá se cumplió con los estándares de la época y se han ido puliendo de acuerdo a 20 años para acá, como se han ido modernizando todos los sistemas.

11. ¿Cuáles son los objetivos, políticas y estrategias generales de la empresa? ¿Hasta qué punto se tiene en cuenta el aspecto ambiental y de la protección del ambiente?

Si, nosotros dentro de nuestra política integrada de gestión, tenemos una parte que dice conservación del ambiente.

12. ¿La empresa cuenta con un plan estratégico de gestión ambiental o con un SGA (sistema de gestión Ambiental) o cuenta con certificación ISO 14000? ¿dentro del SGA desarrollan indicadores?

Nosotros tenemos unos indicadores básicos, un indicador de vertimientos, que mide la remoción que hacemos, el de emisiones, el de Generación de residuos sólidos reciclables y no reciclables, y el de la generación de residuos peligrosos. Adicionalmente, estamos en un programa de producción más limpia, entonces estamos midiendo nuestros consumos de agua, que cantidad por línea, en donde tenemos los picos de consumo de agua, y lo mismo con consumo de energía. **¿Este programa de PML es interno, o viene de alguna entidad?** Es un programa interno, nosotros nos hemos asesorado del Centro Nacional de Producción más limpia de Medellín. En el marco de este programa se adelantan proyectos como, el uso eficiente del agua, el uso eficiente de energía, en la planta de Cartagena uso eficiente de vapor, dependiendo de las necesidades. **Y este programa de PML, ¿está también soportado en el SIG?** Sí, es que toda la documentación se soporta en el SIG. Ya sea como un procedimiento, como una especificación o como un instructivo. Los indicadores también están el en SIG, hay un módulo que se llama Gestión Ambiental y ahí vamos metiendo todos los datos. **¿Qué resultados han tenido? ¿Qué muestran los indicadores?** Digamos que ahora en cuanto al consumo de agua y energía hemos tenido indicadores muy positivos, en RP realmente no es un indicador representativo porque no generamos mucho RP y según el RUA (registro único ambiental) somos un pequeño productor de residuos peligrosos. Pero en vertimientos si es la mayor falencia, porque la naturaleza de nuestras aguas es muy atípica, hay días que tiene una carga orgánica muy alta y hay días que no. Porque es un agua rica en todas las materias primas que utilizamos, y por eso hemos tenido falencias en el porcentaje de remoción de la planta de tratamiento.

13. ¿Poseen un sistema de información, ya sea manual o informático, que permita dar soporte de información para la gestión del SGA? ¿Es posible mostrarnos cómo funciona?

14. La empresa al desarrollar un nuevo proyecto, por ejemplo: nuevos productos, procesos, servicios, o realizar cambios en su infraestructura física ¿Tiene en cuenta el aspecto ambiental? ¿De qué forma?

Nosotros aquí en el área de I y D, tenemos un sub-área que se llama Ing. De procesos, que se encarga de evaluar todo los aspectos que implica hacer un nuevo producto o montar una nueva línea de producción, evaluando desde la parte de salud ocupacional y desde la parte ambiental, aunque básicamente todas las líneas son muy similares, entonces generalmente se replica lo que ya se viene aplicando. **¿Y esta sub-área de Ingeniería de procesos también está plasmada en el SIG?** Lo que pasa es que no lo podemos ver tan aislado, el SIG soporta todo el global de la organización, o sea no hay un módulo para ingeniería de procesos, ni para..., pero esto no quieres decir que el software no sea específico, sino que es integrado, entonces si por ejemplo Ing. Procesos va a crear un plan de calidad, hay un módulo que se llama planes de calidad y cualquier miembro de la empresa puede acceder al este, para irlo nutriendo de información. Pero son documentos no es que haya un módulo para cada área.

15. ¿Qué programas o políticas ambientales tienen que vayan más allá del cumplimiento de la normatividad?

Por ejemplo el programa de producción más limpia PML. **¿Y además de este, tienen otros programas ambientales, como de reforestación, etc.?** Nosotros “no utilizamos nada que mate arboles”. Todos los programas están incluidos en el PML, si utilizamos mucha agua implementamos un programa de reducción del consumo, también capacitamos a las personas en PML, y asesoramos a un grupo de empresas pequeñas en PML.

16. ¿Desarrollan actividades o programas de capacitación al personal en temas ambientales, que aumenten su nivel concientización ambiental? (Educación ambiental).

Sí. **¿A todos los empleados?** A todo el mundo. Y además en la inducción se hace una capacitación en todas las normas, incluyendo la ambiental. **¿Y cómo ha sido el nivel de concientización que has visto en los empleados?** Digamos que ha mejorado, eso es un tema cultural y el tema cultural es muy complicado de manejar, pero ha mejorado,

digamos que falta más conciencia de ahora de agua, de energía, pero ahora ya los colaboradores se preocupan más de apagar la luz, o de agacharse a restregar, en vez de lavar con corros de agua. Pero es un tema cultural, que requiere de un proceso largo.

17. ¿La empresa tiene una caracterización o identificación clara, de las fuentes de contaminantes que existan en cualquier etapa de su cadena productiva? ¿Cuáles son las principales?

Nosotros tenemos una matriz de aspectos e impactos ambientales, y en esa matriz resumimos todos los riesgos, con su probabilidad, severidad y frecuencia de ocurrencia, en cada una de las partes del proceso productivo, con la metodología MED. **¿Cuáles son las principales las fuentes de contaminantes?** El vertimiento de agua, porque utilizamos muchísima agua y el agua que sale no tiene ningún residuo peligroso, no tiene plomo, mercurio, nada de eso, pero tiene una carga orgánica muy alta, y así el cuerpo receptor no alcanza a procesar toda esta carga, haciendo que le falte oxígeno para los seres vivos. Por eso nosotros tratamos de remover lo más posible, para que el receptor pueda procesar más. Incluso si la planta de tratamiento lo permite, se remueve más del 80% o menos. **¿Y en cuanto a emisión de gases?** Pues nosotros tenemos una caladera que es a vapor. Y en SOX y NOX y partes por millón cumplimos con toda la normatividad, incluso muy por debajo. Se hace mantenimiento, seguimiento, y el estudio isocinético anual. En RP, no hay indicadores alarmantes para nosotros.

18. ¿La empresa trata de minimizar el consumo de energía, agua y materias primas contaminantes mediante la mejora de sus procesos productivos, el reciclaje, la sustitución de insumos, el mantenimiento preventivo y el uso de otras tecnologías?

Si, el área de I y D y empaques es la encargada de hacer constantemente más eficiente los procesos, y creando nuevos productos. Realmente nuestras materias primas no demandan grandes cantidades, por ejemplo de papel, de madera, que vaya con en detrimento de un recurso natural. Lo único es el agua, y por eso tratamos de disminuir el

consumo, excepto en las formulaciones, porque esa es nuestra razón de ser del negocio, y no se tocan. Por otro lado, tenemos zona de reciclaje donde separamos, el papel cartón, envolturas de caramelos, y además hacemos reprocesamiento de material orgánico cuando no se ha contaminado.

19. ¿Han Medido el impacto ambiental y social de sus productos y procesos, una vez estos salen de la empresa, durante toda la cadena de abastecimiento? (Logística verde).

Si, el impacto social, nosotros tenemos una área de investigación al consumidor y mercadeo, que se encarga de saber el consumidor que siente cuando come un producto nuestro, que le evoca, entonces nosotros tenemos muy claro que no hacemos dulces si no que hacemos mágicos momentos de vida. El impacto social que tenemos es con el barrio de aquí atrás de la planta, porque el blower que tenemos, es un equipo de aireación, hace una bulla infernal, entonces nosotros ya lo sellamos, sin embargo hemos recibido quejas de los vecinos, entonces en este momento trajimos un experto de ruido, que nos enseña como aislarlo de una mejor manera. **¿Y hacen reuniones con los vecinos?** No, cuando nos llega una queja o algo, somos muy abiertos, les decimos sí señor, lo escuchamos y tratamos de brindar soluciones que estén a nuestro alcance. **¿Y en la parte ambiental, una vez el producto sale de la empresa miden el impacto del producto en el medio ambiente?** Pues el impacto sería la envoltura, y por ese lado no. Es muy difícil recuperar la envoltura después de su consumo, lo único q se podría hacer es pensar en una envoltura biodegradable, pero eso no se ha hecho.

20. A la hora de programar su producción, en función a la capacidad instalada ¿la empresa relaciona su capacidad, con la capacidad de la naturaleza para renovar sus recursos? (Aprovechamiento racional).

No, lo único es que tenemos una conciencia muy grande por disminuir el consumo de agua, y hacer reutilización del agua pero que a la hora de programar la producción, se haga un aprovechamiento racional, pensando en la quebrada, eso no se hace, lo que se

sabe es que el agua es un recurso no renovable y para ello tenemos el programa de producción más limpia. En cuanto a otras materias primas, como el azúcar y la glucosa, eso en el mundo real no se hace, nunca se piensa en que se va a acabar y debemos utilizarla racionalmente, porque en el mundo hay azúcar por montones.

21. ¿Para la selección, instalación, operación y mantenimiento, reparación de los equipos se realizaron consideraciones ambientales, además de los aspectos técnicos y económicos?

Nosotros tenemos un programa de mantenimiento preventivo, que funciona todos los días, pero que digamos, vamos a montar una nueva línea, con tantas maquinas, ¿Cuál es el impacto ambiental? No. Porque nuestras maquinas son eléctricas, y no generan ninguna emisión de gases. Sin embargo, con los aceites de lubricación, los tenemos caracterizados y tratados como un RP, aunque no lo sea. Para su disposición como debe ser.

En otras preguntas ¿tienen algún plan de responsabilidad Social?

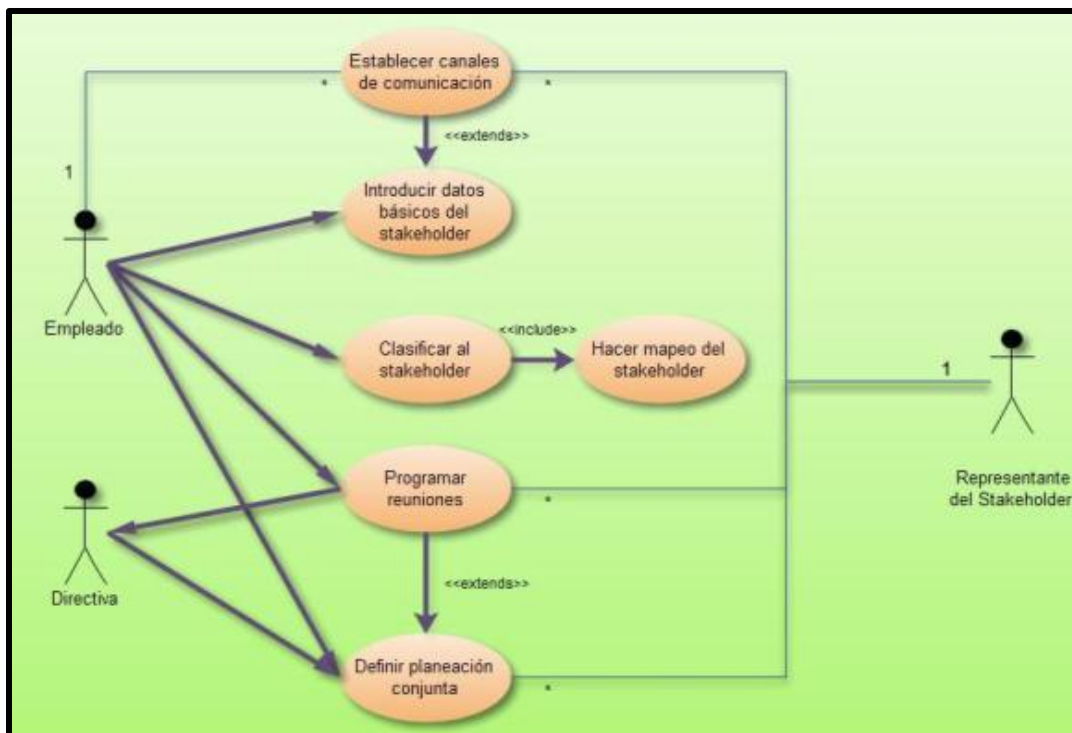
Nosotros tenemos el certificado SA: 8000, que es la norma de Responsabilidad social. Y tenemos una fundación de la empresa, que tienen muchos frentes, el más importante es la generación de oportunidades a personas de estratos 0 y 1 de tener una experiencia laboral, en el proceso de empaclado, además se les capacita en cómo enfrentar el mundo laboral. **Y hablando un poco del SIG ¿Qué opinas de él en cuanto al módulo ambiental?** Pues tiene lo que se necesita, donde registrar los RP, los RS, los vertimientos, saca indicadores. Y en general el SIG funciona muy bien con más de 6 y 7 años y ha venido evolucionando con la empresa, al ser un desarrollo propio. Y en la medida que surja una nueva necesidad los módulos se han ido enriqueciendo, por ejemplo el SIG no tenía un módulo de auditorías internas, pero al surgir tanta normatividad se vio la necesidad de crearlo.

E. Anexo: Diagrama de casos de uso

A manera de complemento al modelo conceptual se desarrolla, entre otros diagramas, un diagrama de casos de uso con lenguaje UML (Raistrick, 2004). El diagrama representa cómo los usuarios (agentes) utilizan el SI en relación con algunos conceptos de la integración con *stakeholders*, este permite ver relativamente que funciones podrían darse en la relación del agente con el sistema de información y describe algunos requerimientos de información en la relación usuario-sistema.

Figura 5-4: Diagrama de casos de uso.

Fuente: Elaboración propia.

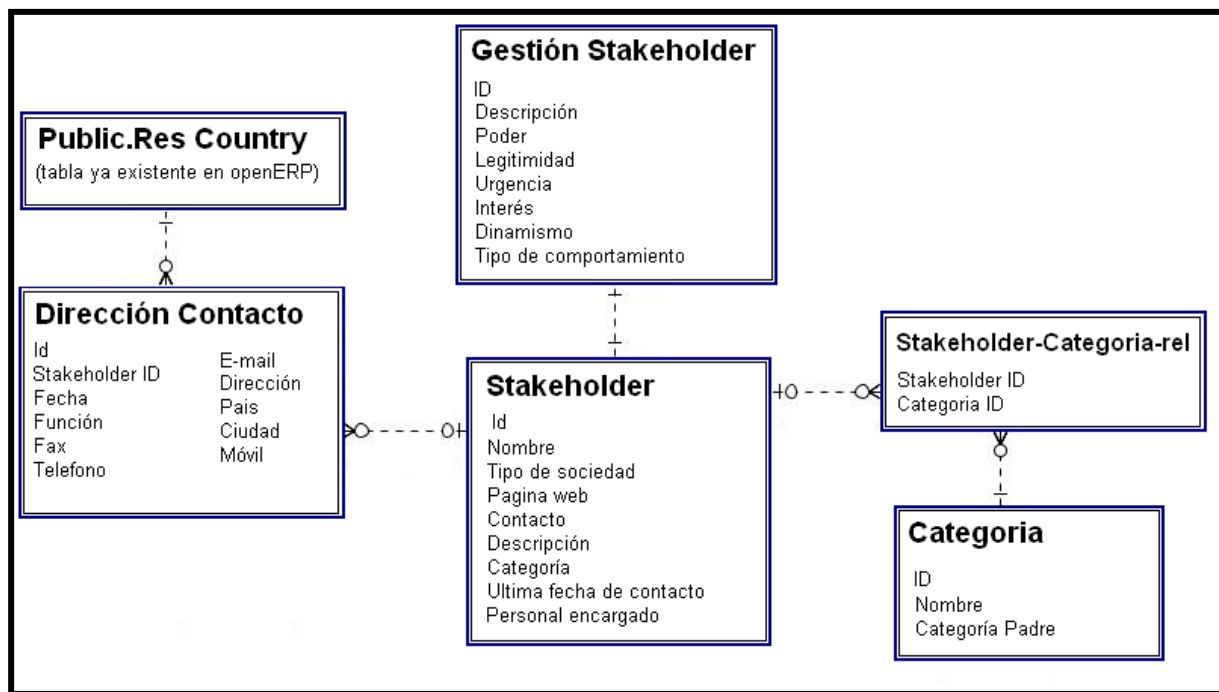


F. Anexo: Modelo entidad-relación

El siguiente modelo entidad-relación es un resumen de los modelos originales realizados para aplicar en la herramienta de bases de datos PostgreSQL, la cual es la plataforma estándar que utiliza OpenERP para sus bases de datos. El modelo E-R muestra algunas de las entidades del módulo “gestión de *stakeholders*” y sus relaciones.

Figura 5-5: Resumen de modelo E-R sobre el módulo gestión de *stakeholders*.

Fuente: Elaboración propia.



G. Anexo: Parte de la interfaz del módulo gestión de *stakeholders*

A continuación, respecto al prototipo, desarrollo con el apoyo de estudiantes en el grupo de investigación GRIEGO, se muestra un ejemplo de la interfaz en OpenERP con funcionalidades para el módulo “gestión de *stakeholders*”. Las siguientes vistas, son capturas obtenidas de la plataforma que detallan como es el registro de la información y la salida de la información respecto al mapeo de *stakeholders*.

Figura 5-6: Vista del registro de información módulo gestión de *stakeholders*

Fuente: Elaboración propia

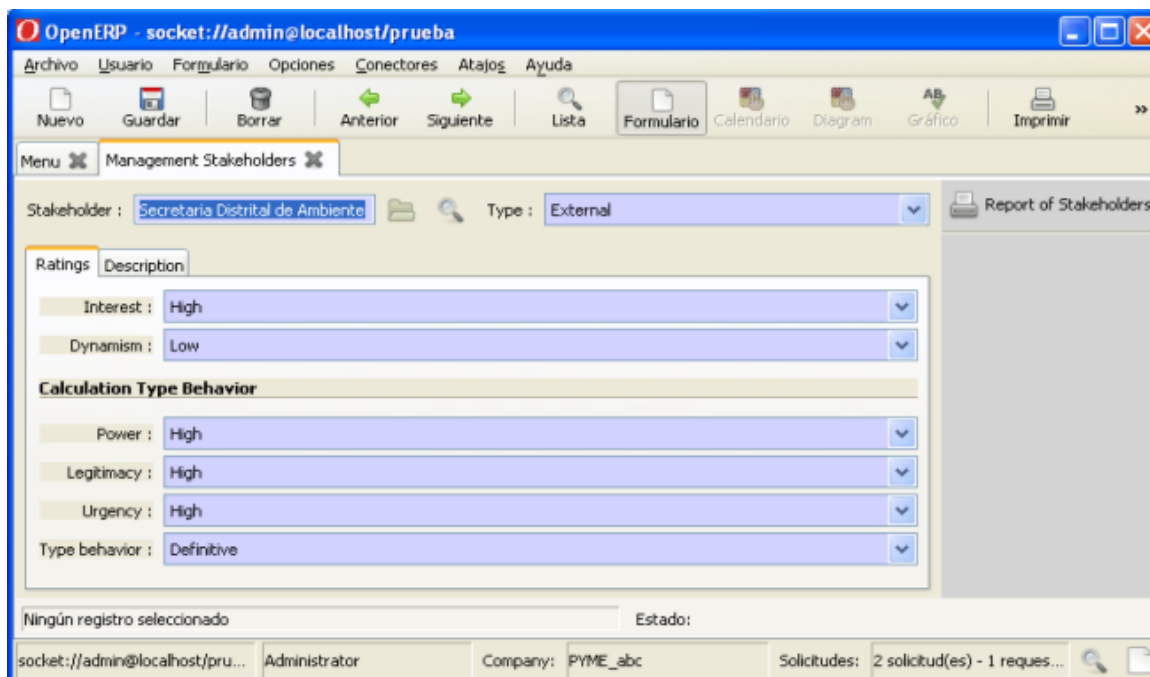


Figura 5-7: Vista de la salida de información módulo gestión de *stakeholders***Fuente:** Elaboración propia

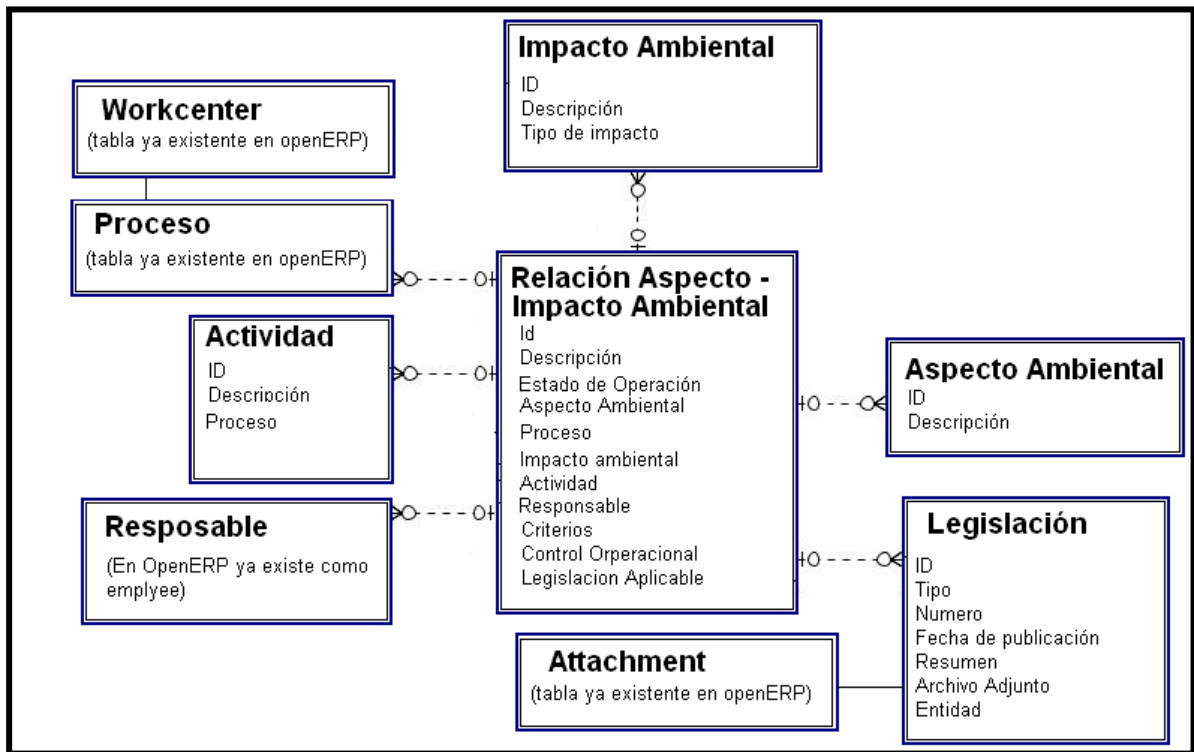
Elaborado Por: Administrator Compañía: PYME_abc		STAKEHOLDERS DE LA COMPAÑIA										Fecha de elaboración: 11/06/07 - 21:46:00							
EMPRESA						CONTACTO						CALIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN					MATRICES		
ITEM	NOMBRE	EMPRESA PADRE	CATEGORIAS	WEBSITE	TIPO	NOMBRE	PAIS/ CIUDAD	DIRECCIÓN	TELÉFONOS	CORREO ELECTRONICO	FUNCIÓN	INTERES	DINAMISMO	PODER	LEGITIMIDAD	URGENCIA	TIPO CONDUCTA	ESTRATEGIA PODER VS INTERES	ESTRATEGIA PODER VS DINAMISMO
1	Secretaria Distrital de Ambiente		Autoridad Ambiental		external	Juan Felipe Garzon	Colombia Bogotá	Cr 7 #30-81	Tel: Cel: Fax:	jfgarzon@unal.edu.co	Jefe area de normatividad ambiental	high	low	high	high	high	definitive	Jugadores claves dominantes	Su postura es viable, son poderosos e importantes pero predecibles

H. Anexo: Módulo matriz de aspectos ambientales

Por último, se describe a continuación el otro módulo desarrollado por esta investigación con el fin de apoyar la capacidad de integración con *stakeholders*, el módulo permite gestionar la matriz de aspectos e impactos ambientales para soportar la etapa de análisis de la problemática. En la siguiente gráfica (Figura 5-8) se resume el modelo entidad-relación diseñado para la bases de datos en PostgreSQL. Y en las últimas imágenes (Figura 5-8) se anexan ejemplos de la interfaz en OpenERP del módulo.

Figura 5-8: Resumen de modelo E-R del módulo matriz de aspectos ambientales

Fuente: Elaboración propia



I. Anexo: Módulos adicionales de la comunidad de OpenERP

La siguiente tabla sintetiza una amplia investigación realizada a los desarrollos de la comunidad de OpenERP, en la Tabla 5-3 se incluyen aquellos módulos o submódulos, encontrados a lo largo de la página www.openerp.com, que tienen relación o que pueden soportar información sobre gestión ambiental o sobre la integración con *stakeholders*, además se detallan las funcionalidades principales de cada módulo.

Tabla 5-3: Módulos adicionales en OpenERP relacionados con esta investigación

Fuente: <http://www.openerp.com>, <http://www.openerpspain.com>

Módulo de OpenERP	Funciones y soporte de información
Gestión de Proyectos	Permite planear el trabajo de acuerdo a las actividades a corto plazo y largo plazo, organizar las actividades en subtareas, hacer un seguimiento del progreso. Permite planear su asignación de recursos sobre una base a corto plazo y largo plazo, programar las comunicaciones automáticas vía e-mail, y realizar Diagramas de Gantt.
CRM and sales management	<p>Hacer un seguimiento de todos los correos y documentos intercambiados con los clientes. Formularios en red, para actualización de datos del contacto. Programar o cancelar reuniones en el calendario.</p> <p>Con los botones de acción convertir un cliente potencial en una oportunidad y una oportunidad en cotización. Registrar movimientos y transacciones relacionadas con un cliente, órdenes de venta, reclamaciones, etc.</p> <p>Rastrear las llamadas entrantes, planificar una nueva llamada. Registrar y rastrear las reclamaciones. Realizar un análisis de clientes potenciales y oportunidades, además análisis de reclamaciones (sobre tratamientos, respuestas dadas, costos).</p>
Extensión a CRM	Para el seguimiento eficiente de incidencias y de casos, mejoras a la gestión de documentos externos y relación con el seguro y los documentos asociados.

Email gateway - Plantillas de E-mail	Para enviar y recibir correos. Diseñar plantillas completas de e-mail, y relacionarlas con cualquier objeto o Documento de OpenERP. Posee un asistente de ayuda. Y un sistema para envío de correos masivos.
web_live chat	Soporte en línea de dudas y reclamaciones, mediante chat en directo.
SGC o SGA	Administrar la información sobre auditorías ambientales o de calidad, registrando las acciones preventivas, correctivas, las no conformidades, la planeación de la auditoria. Plantilla del manual de calidad.
Gestión documental	Administrar y organizar toda la documentación y archivos, mediante un FTP. Un Wiki que permite el registro y seguimiento de documentos, crear, actualizar y compartir documentos por los usuarios.
Share any Document	Agrega un botón 'share' para interface Web Client, permite compartir cualquier clase de dato o documento de OpenERP con colegas, amigos, <i>stakeholders</i> , etc. Se crean nuevos usuarios o grupos en la marcha, y los nuevos usuarios tienen acceso solamente a los datos que se han compartido con ellos. Esto es muy útil para el trabajo de colaboración, el intercambio de conocimiento, la sincronización con otras compañías, el etc.
Events Organization	Gestionar eventos y los asistentes. Enviar correos automáticos.
Ideas	Es un foro donde subir ideas por usuario, hacer comentarios o votar por las mejores ideas de los usuarios.
Event Moodle	Con este módulo usted puede conectar su OpenERP con una plataforma del moodle: para crear cursos virtuales.
Gestión de casos y solicitudes	Herramienta gestión de casos y solicitudes para: oportunidades comerciales, solicitudes de proveedores o quejas, solicitudes de asistencia, comunicaciones de ayuda en línea, solicitudes internas, entre otras. Permite: presentar, asignar, priorizar y transmitir solicitudes a otros áreas; enviar recordatorios; analizar el grado de satisfacción de los terceros; crear comentarios privados no visibles para los usuarios finales; ver un historial completo por solicitudes, etc.

Bibliografía

- Acedo et al. (2006). The resource-based theory: Dissemination and main trends. *Strategic Management Journal*, , 27(7), 621-636.
- Adrián, V. (05 de octubre de 2006). *MDA: Reusabilidad Orientada al Negocio*. Obtenido de Epidata Consulting: http://www.epidataconsulting.com/tikiwiki/tiki-read_article.php?articleId=55
- Alaminos Chica, A., & Castejón Costa, J. L. (2006). *Elaboración, análisis e interpretación de encuestas, cuestionarios y escalas de opinión*. Vicerrectorado de Calidad y Armonización Europea, Universidad de Alicante.
- Allam, N. (2008). Industrial Environmental Information Systems to solve Environmental Issues. *Information and Communication Technologies: From Theory to Applications, ICTTA.* , 1-4.
- Amit, R., & Schoemaker, P. (1993). Strategic assets and organizational rent. *Strategic Management Journal* , vol 14, 33–45.
- Amit, R., & Schoemaker, P. (1993). Strategic Assets and Organizational Rent. *Strategic Management Journal* , 14, no. 1 (Enero 1): 33-46.
- Aragon, J. A. (1998). Strategic proactivity and firm approach to the natural environment. *Academy of Management Journal* , 41 (5), 556-568.
- Aragón-Correa et al. (2008). Environmental strategy and performance in small firms: A resource based perspective. *Journal of Environmental Management* , 86(1), 88-103.
- Aragon-Correa, & Sharma. (2003). A contingent resource-based view of proactive corporate environmental strategy. *Academy of Management Review* , 28 (1), 71-88.
- Aragón-Correa, J., & Rubio-López, E. (2007). Tricks, pitfalls, and mistakes to avoid in the analysis and implementation of proactive corporate environmental strategies. *Long range planning* , Vol 4,3, pp 357-381.

-
- Archer, M. S., R. Bhaskar, et al. (1998). *Critical realism: Essential readings*. London, Routledge.
- Armatte, M. (2006). La Noción de Modelo en las Ciencias Sociales. *EMPIRIA. Revista de Metodología de Ciencias Sociales*. N.o 11 , 33-70.
- Aronoff, S. (1999). Geographic information systems: A management perspective. *Geocarto International* , Volume 4, Issue 4, page 58.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2005). *Situación de la responsabilidad social y ambiental de la empresa en las PYMES de Latinoamérica*. Bogotá: ikei Research & Consultancy.
- Baoqin, Y., Cui, S., & Xu, Z. (2008). The green supply chain management based on EMS. *Automation and Logistics, 2008. ICAL 2008. IEEE International Conference on* , 2199 - 2204.
- Barney, J. (1991). Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. *Journal of Management* , 17, (1), pp.99–120.
- Barr, S., & Sharda, R. (1997). Effectiveness of Decision Support Systems: Development or Reliance Effect? *Decision Support Systems, Elsevier* , 21 (22), 211-220.
- Betancourt, L. L. (2003). *Gestión ambiental empresarial. Metodología para la realización de una revisión medio ambiental inicial*. Cienfuegos. Cuba.: Centro de Información y Gestión Tecnológica (CIGET).
- Bharadwaj, A. S. (2000). A resource-based perspective on information technology capability and firm performance: an empirical investigation. *MIS Quarterly* , 24, no. 1 (Marzo): 169-196 .
- Bhaskar, R. (1975). *A Realist Theory of Science*. Leeds, Books.
- Bilbao, A. (1994). *Desarrollo, pobreza y medio ambiente*. Madrid: Ediciones Talasa.
- Blazek, M., & Dambach, B. (2005). Integrating ISO 14000 Environmental Management Systems and Design for Environment. *Journal of Cleaner Production* , 1134-1152.
- Bonilla Durán, A. (2000). *Contaminación atmosférica industrial*. San José, Costa Rica.
- Bourne, C. P. (1989). "On-line systems: History, technology, and economics.". *Journal of the American Society for Information Science* , 31(3): 155-160.
- Bremmers, H., Haverkamp, & Omta, O. (2009). Dynamic behavioral fingerprinting: what drives the deployment of environmental information and communication capabilities? *Journal of Cleaner Production* 17, no. 8: 751-761.

-
- Brenner, S. N. (1995). *Stakeholder theory of the firm: Its consistency with current management techniques*. En J. Näsi, & B. Carroll, *Understanding stakeholder thinking* (págs. 75-96). Helsinki: LSRJulkaisut.
- Brio, J., & Junquera, B. (2003). A review of the literature on environmental innovation. *Technovation* , 23: 939-48.
- Broncano, F. (1995). *Nuevas meditaciones sobre la tecnica*. Madrid: Trotta.
- Carlson, R. (2006). Framework for structuring information for environmental management of industrial systems. Göteborg, Sweden: Chalmers University of Technology.
- Céspedes-Lorente, J., De Burgos-Jiménez, J., Álvarez-Gil, M.J. (2003). *Stakeholders' Environmental Influence. An Empirical Analysis In The Spanish Hotel Industry*. *Scandinavian Journal Of Management* 19, 333–358.
- Céspedes, J. (2005). ¿Generan los clusters geográficos capacidades basadas en la gestión ambiental y la innovación? Universidad de Almería: Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales.
- Chan, R. Y. (2005). Does the Natural-Resource-Based View of the Firm Apply in an Emerging Economy? A Survey of Foreign Invested Enterprises in China. *Journal of Management Studies* , 42, no. 3 (Mayo): 625-672.
- Checkland. (1993). *Pensamiento de Sistemas, práctica de sistemas*.
- Checkland, P., & Scholes, J. (1994). *La Metodología de los Sistemas Suaves de Acción*. México: Noriega Editores.
- Checkland, P., & Holwell, S. (1999). *Information, Systems and Information Systems: Making Sense of the Field*. John Wiley and Sons, West Sussex.
- CHIEN-CHIH, Y. (2007). A Value-Based Strategic Management Process for e-Government Strategy Planning and Performance Control. *Proceedings of the 1st international conference on Theory and practice of electronic governance* , Pág 169-178.
- Choo, C. W. (1996). The Knowing Organization: How Organizations Use Information To Construct Meaning, Create Knowledge, and Make Decisions. *International Journal of Information Management* , vol. 16 (n° 5), 329-340.
- Christmann, P. (2000). Effects of «best practices» of environmental management on cost advantage: The role of complementary assets. *Academy of Management Journal* , 43, No. (4): 663-681.

-
- Clarkson, M. B. (1995). A *Stakeholder* Framework for Analyzing and Evaluating Corporate Social Performance. *The Academy of Management Review* , Vol. 20, No. 1, pp. 92-117.
- Corbin, J., & Strauss, A. (2008). *Basic of Qualitative Research 3e*. California: Sage publication, Inc.
- Creswell, J. (2007). *Qualitative Inquiry and Research Design*. Thousand Oaks, California: Sage Publication.
- Cruz, G. (2004). El efecto del regulador y de la comunidad sobre el desempeño ambiental de la industria en Bogotá, Colombia. *Desarrollo y Sociedad* , 54, 221-252.
- Dan J. Kima, D. L. (2008). A trust-based consumer decision-making model in electronic commerce: The role of trust, perceived risk, and their antecedents. *Decision Support Systems* , Volume 44 (Issue 2), 544-564.
- Davey, B., & Mathews, C. (1996). A Model for Information Support of Environmental Management. *Information Systems Conference of New Zealand*, (págs. 27-31). New Zealand.
- Diaz, B. (2010). *La contribution de l'apprentissage interorganisationnel sur les projets de systèmes d'information: une etude de cas*. Université de Grenoble.
- Diez, E., & McIntosh. (2009). A review of the factors which influence the use and usefulness of information systems. *Environmental Modelling & Software* , 24, no. 5: 588-602.
- Epstein, M. J. (2000). *El desempeño ambiental en la empresa*. (S. A. Mantilla, Trad.) Bogotá: ECO EDICIONES.
- Esty, D. C., & Winston, A. S. (2006). *Green to Gold: How Smart Companies Use Environmental Strategy to Innovate, Create Value, and Build Competitive Advantage*. New Haven and London: Yale University Press.
- Etzion, D. (2007). Research on Organizations and the Natural Environment, 1992-Present: A Review. *Journal of Management* , 33, no. 4: 637-664.
- Frysjinger, S. P. (2001). An integrated environmental information system for corporate environmental management. *Advances in Environmental Research* , Volume 5, Issue 4, Pages 361-367.
- Funk, Niemeyer, & Moller. (2009). Integration of Environmental Management Information Systems and ERP systems using Integration Platforms. En Athanasiadis, Mitkas, Rizzoli, & M. Gómez, *Information Technologies in Environmental Engineering* (págs. 53-63). Greece: Springer.

-
- Galdeano-Gómez, E., Céspedes-Lorente, J., & Martínez-del-Río, J. (2008). Environmental performance and spillover effects on productivity: evidence from horticultural firms. *Journal of Environmental Management* , 88, 1552–1561.
- Gardner, J., Rachlin, R., & Sweeny, H. (1986). *Manual de Planeamiento Estratégico*.
- Gavronski et al. (2011). A resource-based view of green supply management. *Transportation Research Part E* 47 , 872–885.
- Global Reporting Initiative. (2011). *Guía para la elaboración de Memorias de Sostenibilidad* (Vol. 3.1). Amsterdam: Global Reporting Initiative.
- González, M. (2001). La gestión ambiental como herramienta de mejoramiento más que como supervivencia. *Sotavento* (6), 72-74.
- González-Benito, J. (2005). A study of the motivations for the environmental transformation of companies. *Industrial Marketing Management* , Vol 34, 462–475.
- González-Benito, J. (2011). Stakeholders and environmental management systems: a synergistic influence. *Journal of Cleaner Production* , 19, 1622-1630.
- Grant, R. M. (1991). The Resource-Based Theory of Competitive Advantage: Implications for Strategy Formulation. *California Management Review* , 33, no. 3: 114-135.
- Greaca, I., & Moreira, M. (1998). *Modelos mentales, modelos conceptuales y modelización*.
- Hale, M. (1995). Training for environmental technologies and environmental management . *Journal of Cleaner Production* , Volume 3, Issues 1-2, Pages 19-23.
- Hardin, G. (1968). "The Tragedy of Commons". *Science* , v. 162 pp. 1243-1248.
- Hart, S. (1995). A natural-resource-based view of the firm. *Academic of Management Review* , vol 20, 874–907.
- Hart, S. (1997). Beyond greening: Strategies for a sustainable world. . *Harvard Business Review* , 66-76.
- Hart, S., & Dowell, G. (2011). Natural-Resource-Based View of the Firm: Fifteen Years After. *Journal of Management* , Vol. 37 No. 5, 1464-1479.
- Hevner, A., March, S., & Park, J. (2004). Design science in information systems research. *MIS Quarterly* , 28 (1), 75–106.
- Huang, P.-S. (2008). Effective environmental management through environmental knowledge. 6 (1), 35-50. Tainan, Taiwan: Int. J. Environ. Sci. Tech.

-
- ICONTEC. (2004). *Guía Implementación de la Norma NTC ISO 14001*. Medellín, Colombia.
- Inoue, H. (1994). Ecofactory; Ecologically Conscious Manufacturing for 21st Century. *En Proceedings 20th International Conference on Control and Instrumentation* , Volume 1, 15-23.
- Judge, J., & Douglas, T. J. (1998). Performance implications of incorporating natural environmental issues into the strategic planning process: an empirical assessment. *Journal of Management Studies* , 35, no. 2 (Marzo): 241-262.
- Kaluscha, S. G.-K. (2003). Empirical research in on-line trust: a review and critical assessment. *International Journal of Human-Computer Studies* , Volume 58 (Issue 6), 783-812.
- Kremar, H., Dold, G., Fischer, H., Strobel, M., & Seifert, E. (2000). Informationssysteme Für das Umweltmanagement - Das Referenzmodell ECO-Integral. *Oldenbourg Verlag* .
- Kumar, K., & Hillegersberg, J. (2000). Enterprise resource planning: Introduction. *Communications of the ACM* , 43(4), 22-26.
- Lanteigne, R., & Laforest, V. (2007). Specifications for an internet based clean technology information support system for SMEs. *Journal of Cleaner Production* , 409-416.
- LAUDON, K., & LAUDON, J. (2008). *Administración de los Sistemas de Información*. Editorial Prentice Hall .Octava edición.
- Laudon, K., & Laudon, J. (2008). *Sistemas de información gerencial- Administración de la empresa digital*. Pearson Educación- Prentice Hall.
- Legris, P., Ingham, J., Colletette, P., & Johnson, J. (2003). Why do people use information technology? A critical review of the technology acceptance model. *Information and Management* , 40 (3), 191–204.
- Liz, M. (1995). Conocer y Actuar a Través de la Tecnología. En F. Broncano, *Nuevas meditaciones sobre la técnica*. Madrid: Trotta S.A.
- López-Gamero, M. D., Molina-Azorín, J. F., & Claver-Cortés, E. (2009). The whole relationship between environmental variables and firm performance: Competitive advantage and firm resources as mediator variables. *Journal of Environmental Management* , 90(10), 3110-3121.
- Maya, Á. (1995). *El Reto de la Vida: Ecosistema y Cultura. Una Introducción al Estudio del Medio Ambiente*. Bogotá: Ecofondo.

-
- McIntosh, B.S., Jeffrey, P., Lemon, M., Winder, N., (2005). On the design of computer based models for integrated environmental science. *Journal of Environmental Management* 35 (6), 741–752.
- Melville, N. P. (2010). Information Systems Innovation For Environmental Sustainability. *MIS Quarterly* , 1-21.
- Mingers, J. & A. Gill (1997). *Multimethodology. The theory and practice of combining management science methodologies*. Chichester, John Wiley.
- Mingers, J. (2006). The Process of Multimethodology. En *Realising systems thinking: knowledge and action in management science* (págs. 198 -255).
- Ministerio de Ambiente de Colombia. (2008). *Decreto número 1299 de 2008*. Bogotá, Colombia.
- Ministerio de Comercio Industria y Turismo de Colombia. (2004). *Ley 905 de 2004. Por medio de la cual se modifica la Ley 590 de 2000 o Ley MIPYME*. Bogotá, Colombia.
- Mitchell, R. K., Agle, B. R., & Wood, D. J. (1997). Toward a Theory of *Stakeholder Identification and Salience: Defining the Principle of Who and What Really Counts*. *The Academy of Management Review* 22(4), 853-886 .
- Miyamoto, S., & Fujimoto, J. (1999). Development of Environmental Information Systems with a Distributed Database. *Resources and Environment Protection Res. Labs., NEC Corporation* .
- Möller, A., Page, B., Rolf, A., & Wohlgemuth, V. (2001). *Foundations and Applications of Computer Based Material Flow Networks for Environmental Management*. Hershey, London: Environmental Informations Systems in Industry and Public Administration.
- Moreno, C. E., & Reyes, J. F. (2010). Environmental Strategy and Organizational Capabilities: An Exploration of the Natural-Resource-Based View with a Focus on Colombian Firms. *COMBI 2010 CONFERENCE PROCEEDINGS* (págs. 16-43). Vantaa, Finlandia: Laurea Publications.
- Nakao, Y., Amano, A., Matsumura, K., Genba, K., & Nakano, M. (2007). Relationship between environmental performance and financial performance: an empirical analysis of Japanese corporations. *Business Strategy and the Environment* , 16, 106–118.
- Noguera, P. (2004). *El Reencantamiento del Mundo*. Manizales: PNUMA.

-
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1997). *The knowledge creating company*. Nueva York: Oxford University Press.
- Novak, J., & Cañas, A. (2006). *La Teoría Subyacente a los Mapas Conceptuales*.
- Novak, J., & Gowin, B. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca.
- O’Gorman, C., & Doran, R. (1999). Mission statements in small and medium-sized businesses. *Journal of Small Business Management* , vol 37, 59–66.
- OpenERP. (2005). *Sitio Web de OpenERP s.a*. Recuperado el noviembre de 2011, de <http://www.openerp.com/es/products/at-a-glance>
- Pacheco Muñoz, M. F. (1997). El ambiente, mas alla de la naturaleza. *Elementos* , 29-33.
- Palsson, A.-C., & Carlson, R. (1999). Maintaining Data Quality within Industrial. *The International Journal of Life Cycle* , Vol. 2. No 2. pp. 66-70.
- Peña Reyes, J. I. & B. Diaz Pinzón (2010). *Multiméthodologie dans la recherche en systèmes d’information. Deux exemples de recherche en cours en Colombie*. PRE-ICIS workshop: Information systems research and education in developing countries Paris, Association for Information Systems AIS.
- Perron, G., Côté, R., & Duffy, J. F. (2006). Improving environmental awareness training in business. *Journal of Cleaner Production* , Volume 14, Issues 6-7 Pages 551-562.
- Piattini, M. y. (2000). *Advanced Databases: Technology and Design*. *Technology and Design*. Londres, Artech House .
- Popper, K. (1995). *La lógica de la investigación científica*. Círculo de Lectores.
- Porter, M., & Van der Linde, C. (1995). Green and Competitive: Ending the Stalemate. *Harvard Business Review* , 120-134.
- Pousa Lucio, X. M. (2006). *ISO 14001: un sistema de gestión medioambiental*. España: Ideaspropias Editorial.
- Qin, Y., & Song, G. (2010). *Research on Ethical Responsibility of Environmental Management of Firm Decision-maker Based on Factor Analysis*. Beijing: International Conference on Challenges in Environmental Science and Computer Engineering.
- Raistrick, C. (2004). *Model Driven Architecture with Executable UML*. United Kingdom: Cambridge University Press.

-
- Ramus, C., & Steger, U. (2000). The roles of supervisory support behaviors and environmental policy in employee 'ecoinitiatives' at leading-edge European companies. *Academy of Management Journal* , vol 43, 605–626.
- Reeve, P.& Petch, J., (1999). *GIS Organisations and People. A Socio-Technical Approach*. Taylor and Francis Ltd., London.
- Reix, R. (1998). *Système d'information et management des organisations* . Ed. Vuibert Paris. 2éme Edition.
- Rey, U., & Ritter, C. (2005). *Drawbacks and Opportunities of Industrial Material Flow Analysis in Small and Medium-Sized Enterprises*. Aachen, Germany.
- Reyes Rodríguez, J. F. (2011). *Recursos y Capacidades relacionados con Sistemas y Tecnologías de Información en la Teoría Visión de la Firma Basada en Recursos Naturales: una aproximación a la validación empírica del nuevo modelo en empresas colombianas*. Tesis de Maestría en Ingeniería Industrial, Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ingeniería, Bogotá.
- Reyes, L. M. (2004). Consideraciones teóricas sobre los sistemas de información. *Information Systems Journalism*, 50-62.
- Rodhain, F., & Fallery, B. (2010). Après la prise de conscience écologique, les T.I.C. en quête de responsabilité sociale. *15 ème Congrès de l'AIM juin 2010*. La Rochelle.
- Rodríguez, M. A., & Ricart, J. E. (1998). *Modelo de posicionamiento estrategico medioambiental: desarrollo, validacion y uso*. Universidad de Navarra. Barcelona: IESE.
- Sánchez-Triana, E., & Ahmed, K. (2007). *Prioridades ambientales para la reducción de la pobreza en Colombia; Un análisis ambiental del país para Colombia*. Bogotá: Banco Mundial: Mayol Ediciones.
- Savioz, P., & Blum, M. (2002). Strategic forecast tool for SMEs: how the opportunity landscape interacts with business strategy to anticipate technological trends. *Technovation* , 22, 91-100.
- Schmidt, N.-H. (2009). Towards a Procedural Model for Sustainable Information Systems. *42nd Hawaii International Conference on System Sciences* . Berlin.
- Shaft, T. M., Sharfman, M. P., & Swahn, M. (2001). Using Interorganizational Information Systems to Support Environmental Management Efforts at ASG. *Journal of Industrial Ecology* , 95-115.

-
- Sharma, & Vredenburg, H. (1998). Proactive corporate environmental strategy and the development of competitively valuable organizational capabilities. *Strategic Management Journal* , 19(8), 729-753.
- Sharma, S. (2000). Managerial interpretations and organizational context as predictors of corporate choice of environmental strategy. *Academy of Management Journal* , 43 (4), 681-697.
- Strauss, A., & Corbin, J. (1998). *Basics of qualitative research: techniques and procedures for developing grounded theory*. Thousand Oaks (California): Sage Publications.
- Tan, Y. T. (2001). Toward a generic model of trust for electronic commerce. *International Journal of Electronic Commerce* , Volume 5 (Issue 2), 61–74.
- Tuzkaya, G., Ozgen, A., Ozgen, D., & Tuzkaya, U. R. (2009). *Environmental performance evaluation of suppliers: A hybrid fuzzy*. Istanbul, Turkey: Int. J. Environ. Sci. Tech. Yildiz Technical University, Yildiz, .
- Uribe Botero, E. (2003). La gestión ambiental y sus efectos sobre la competitividad de la industria colombiana. . En *Competitividad y Contaminación Industrial en la Región Andina* (págs. (pp. 17-43)). Quito, Ecuador: Corporación Andina de Fomento.
- URL, IARNA e INGEP. (2009). *Gestión ambiental y gobernabilidad local*. Universidad Rafael Landívar, Guatemala.
- Vachon, S., & Klassen, R. D. (2008). Environmental management and manufacturing performance: The role of collaboration in the supply chain. *Int. J. Production Economics* 111 , 299–315.
- Van Hoof, B. (2005). *Políticas e instrumentos para mejorar la gestión ambiental de las pymes en Colombia y promover su oferta en materia de bienes y servicios ambientales*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Van Hoof, B. (2008). *Producción más Limpia; Paradigma de gestión ambiental*. Bogotá: Alfaomega Colombiana S.A.
- Wahba, H. (2008). Does the market value corporate environmental responsibility? An empirical examination. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management* , 15, 89–99.
- Walsham, G. (1993). *Interpreting information systems in organizations*. Chichester, John Wiley.

- Watson, R., Boundreau, M.-C., & Chen, A. (2010). Action systems and environmentally sustainable development: energy informatics and new directions for the is community. *MIS Quarterly* , 23-38.
- Wernerfelt, B. (1984). A resource-based view of the firm. *Strategic Management Journal* , 5, 272 - 280.
- Zapata, A. (2007). *La gestión Ambiental en el Sector Empresarial*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.
- Zhang, J., & Yu-wen, Y. (2008). Environmental management decisions based on Environmental Kuznets Curve hypothesis: A case study of the less developed regions in China. *Management Science and Engineering, ICMSE 2008. 15th Annual Conference Proceedings., International Conference on*, (págs. 231 - 235).