



**MODELO DE EVALUACIÓN DE DECISIONES ESTRATÉGICAS DE  
INTEGRACIÓN VERTICAL PARA UNA EMPRESA DEL SECTOR ARTES  
GRÁFICAS DEL VALLE DEL CAUCA**

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO POR  
GINA VANESSA ÁLVAREZ GARCÉS  
LINA MARCELA SALAS GÓMEZ**

**DIRECTOR  
MSC. CAMILO ANDRÉS MICÁN RINCÓN**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
UNIVERSIDAD DEL VALLE  
SANTIAGO DE CALI  
febrero de 2015**

**MODELO DE EVALUACIÓN DE DECISIONES ESTRATÉGICAS DE  
INTEGRACIÓN VERTICAL PARA UNA EMPRESA DEL SECTOR ARTES  
GRÁFICAS DEL VALLE DEL CAUCA**

**GINA VANESSA ALVAREZ GARCÉS  
LINA MARCELA SALAS GÓMEZ**

**Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial  
Director: Camilo Andrés Micán Rincón**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
UNIVERSIDAD DEL VALLE  
SANTIAGO DE CALI  
febrero de 2015**

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

**Firma del Evaluador**

---

**Firma del Evaluador**

---

**Firma del Director**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por la vida y por las bendiciones, también a mis padres que son mi apoyo incondicional. Un ¡gracias! enorme para el profesor Rubén Ramos, un gran asesor metodológico, con cuyas observaciones y acompañamiento se sentaron las bases de lo que es hoy este documento, gracias por la táctica y la estrategia. También para la profesora Anabella Pabón porque sin ella saberlo siempre en momentos de dudas recurríamos a lo que nos había enseñado, y por supuesto a nuestro director el profesor Camilo Micán, por las infusiones de ánimo e impulsarnos siempre a hacer las cosas mejor. El siguiente más que un agradecimiento, es una ovación para mi compañera Lina Salas, solo diré que este trabajo y la experiencia hubiesen sido otros sin ella. Finalmente agradezco a todos los que con sus letras, música y videos me han brindado apoyo y ánimo.

Gina Alvarez

A Dios por ser fuente de motivación y fortaleza.

A mi familia por el apoyo incondicional en todo momento.

A nuestro director Camilo Micán por su orientación en este proceso.

A los profesores de la escuela de Ingeniería Industrial, por brindarnos las herramientas necesarias para enfrentarnos al mundo laboral.

A mis compañeros de grupo de trabajo durante toda la carrera, por hacer parte de esta experiencia y por ser el soporte para hoy estar cerca de cumplir nuestra meta.

A mi compañera de trabajo de grado por su dedicación y apoyo en todas las fases de realización de este proyecto.

Lina Salas

## TABLA DE CONTENIDO

|                                                                             |            |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>LISTA DE TABLAS .....</b>                                                | <b>VII</b> |
| <b>LISTA DE ILUSTRACIONES.....</b>                                          | <b>IX</b>  |
| <b>LISTA DE GRÁFICAS .....</b>                                              | <b>X</b>   |
| <b>LISTA DE ANEXOS.....</b>                                                 | <b>XI</b>  |
| <b>INTRODUCCIÓN .....</b>                                                   | <b>1</b>   |
| <b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>                                      | <b>2</b>   |
| <b>OBJETIVOS.....</b>                                                       | <b>5</b>   |
| <b>JUSTIFICACIÓN.....</b>                                                   | <b>6</b>   |
| <b>CAPÍTULO I: ESTADO DEL ARTE Y DISEÑO METODOLÓGICO .....</b>              | <b>8</b>   |
| 1.1 DECISIONES ESTRATÉGICAS DE OPERACIÓN .....                              | 8          |
| 1.1.1 Marco Conceptual.....                                                 | 8          |
| 1.1.2 Principales Postulados del Tema.....                                  | 8          |
| 1.2 TEORÍA DE OPCIONES REALES.....                                          | 9          |
| 1.2.1 Marco Conceptual.....                                                 | 9          |
| 1.2.2 Principales Postulados del Tema.....                                  | 10         |
| 1.2.3 Principales Tendencias del Tema.....                                  | 11         |
| 1.3 TÉCNICAS MULTICRITERIO .....                                            | 11         |
| 1.3.1 Marco Conceptual.....                                                 | 11         |
| 1.3.2 Principales Postulados del Tema.....                                  | 12         |
| 1.3.3 Principales Tendencias del Tema.....                                  | 14         |
| 1.4 DISEÑO METODOLÓGICO .....                                               | 15         |
| <b>CAPÍTULO II: DECISIONES DE INTEGRACIÓN VERTICAL .....</b>                | <b>20</b>  |
| 2.1 INTEGRACIÓN VERTICAL.....                                               | 20         |
| 2.1.1 Tipos de integración vertical .....                                   | 20         |
| 2.1.2 Caracterización proceso productivo empresas del sector artes gráficas |            |
| 25                                                                          |            |
| 2.1.3 Tipos de integración vertical del sector.....                         | 28         |
| 2.2 CRITERIOS PARA LA TOMA DE DECISIONES DE INTEGRACIÓN                     |            |
| VERTICAL .....                                                              | 31         |
| 2.2.1 Selección de criterios.....                                           | 33         |

|                                                                         |           |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.2.2 Escala de Likert .....                                            | 34        |
| 2.2.3 Perfil de los expertos .....                                      | 34        |
| 2.2.4 Definición de la cantidad de expertos .....                       | 35        |
| 2.2.5 Encuesta para selección de criterios .....                        | 36        |
| 2.3 VALIDACIÓN Y AJUSTE DE LOS CRITERIOS .....                          | 36        |
| <b>CAPÍTULO III. OPCIONES REALES.....</b>                               | <b>41</b> |
| 3.1 OPCIONES IMPLÍCITAS EN LAS DECISIONES DE INTEGRACIÓN VERTICAL ..... | 42        |
| 3.2 MÉTODOS DE VALORACIÓN DE OPCIONES REALES.....                       | 45        |
| 3.3 PLANTEAMIENTO CASO ESTUDIO .....                                    | 46        |
| 3.3.1 Variables de entrada.....                                         | 50        |
| 3.3.2 Variables de salida .....                                         | 51        |
| 3.3.3 Análisis de Sensibilidad .....                                    | 53        |
| 3.3.4 Simulación Montecarlo .....                                       | 53        |
| 3.3.5 Validación para el uso de Opciones Reales .....                   | 53        |
| 3.3.6 Valoración por Opciones Reales .....                              | 54        |
| <b>CAPÍTULO IV. EVALUACIÓN MULTICRITERIO .....</b>                      | <b>57</b> |
| 4.1 MÉTODOS PARA LA INTEGRACIÓN DE CRITERIOS.....                       | 57        |
| 4.2 DESARROLLO DEL CASO ESTUDIO.....                                    | 60        |
| 4.2.1 Variables de entrada.....                                         | 60        |
| 4.2.2 Variables de salida .....                                         | 62        |
| 4.2.3 Análisis de Sensibilidad .....                                    | 63        |
| 4.2.4 Simulación Montecarlo .....                                       | 66        |
| 4.2.5 Validación para el uso de opciones reales .....                   | 68        |
| 4.2.6 Valoración por opciones reales.....                               | 68        |
| 4.2.7 Evaluación multicriterio .....                                    | 73        |
| 4.2.8 Scoring .....                                                     | 74        |
| 4.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....                                         | 76        |
| <b>CONCLUSIONES .....</b>                                               | <b>78</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>                                               | <b>80</b> |
| <b>ANEXOS .....</b>                                                     | <b>86</b> |

## LISTA DE TABLAS

|                                                                                                                                                        |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Tipos de integración vertical .....                                                                                                           | 21 |
| Tabla 2. Tipos de integración vertical .....                                                                                                           | 21 |
| Tabla 3. Tipos de integración vertical .....                                                                                                           | 22 |
| Tabla 4. Indicadores del grado de integración vertical de una organización .....                                                                       | 23 |
| Tabla 5. Análisis tipos de decisiones de integración vertical investigadas .....                                                                       | 24 |
| Tabla 6. Consolidado tipos de decisiones de integración vertical .....                                                                                 | 25 |
| Tabla 7. Características tipos de empresas del sector .....                                                                                            | 27 |
| Tabla 8. Criterios para la toma de decisiones estratégicas .....                                                                                       | 31 |
| Tabla 9. Puntuación Escala de Likert .....                                                                                                             | 34 |
| Tabla 10. Cantidad de expertos .....                                                                                                                   | 35 |
| Tabla 11. Consolidado criterios estratégicos .....                                                                                                     | 37 |
| Tabla 12. Escala de calificación de criterios estratégicos .....                                                                                       | 37 |
| Tabla 13. Calificaciones criterios técnicos .....                                                                                                      | 38 |
| Tabla 14. Calificaciones criterios financieros .....                                                                                                   | 39 |
| Tabla 15. Criterios consolidados con base en juicio de expertos .....                                                                                  | 40 |
| Tabla 16. Tipos de Opciones reales .....                                                                                                               | 41 |
| Tabla 17. Variables opciones reales .....                                                                                                              | 42 |
| Tabla 18. Bibliografía consultada sobre aplicación de opciones reales e<br>integración vertical .....                                                  | 42 |
| Tabla 19. Opciones reales correspondientes a las decisiones de integración<br>vertical en empresas del sector artes gráficas del Valle del Cauca ..... | 43 |
| Tabla 20. Métodos de valoración de opciones .....                                                                                                      | 46 |
| Tabla 21. Métodos multicriterio .....                                                                                                                  | 57 |
| Tabla 22. Resultados volatilidad implícita .....                                                                                                       | 63 |
| Tabla 23. Escenarios variable ventas .....                                                                                                             | 64 |
| Tabla 24. Escenario variable tasa de cambio .....                                                                                                      | 64 |
| Tabla 25. Sensibilidad tasa de cambio vs ingresos (VPN) .....                                                                                          | 65 |
| Tabla 26. Sensibilidad tasa de cambio vs ingresos (Rendimiento) .....                                                                                  | 65 |
| Tabla 27. Coeficientes y probabilidades de ascenso y descenso .....                                                                                    | 69 |
| Tabla 28. Valor de venta de activos .....                                                                                                              | 70 |
| Tabla 29. Valor cláusula de escape .....                                                                                                               | 71 |
| Tabla 30. Valor opción de abandono .....                                                                                                               | 72 |
| Tabla 31. Ponderación de subcriterios .....                                                                                                            | 73 |
| Tabla 32. Ponderación de criterios para Scoring .....                                                                                                  | 74 |
| Tabla 33. Scoring criterios financieros .....                                                                                                          | 74 |
| Tabla 34. Scoring criterios financieros .....                                                                                                          | 75 |
| Tabla 35. Scoring criterios técnicos .....                                                                                                             | 75 |

|                                                |    |
|------------------------------------------------|----|
| Tabla 36. Scoring criterios estratégicos ..... | 75 |
| Tabla 37. Normalización de criterios .....     | 76 |
| Tabla 38. Score total por proyecto .....       | 76 |



## LISTA DE ILUSTRACIONES

|                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Ilustración 1. Diseño metodológico.....                                            | 16 |
| Ilustración 2. Cronograma inicial del proyecto.....                                | 18 |
| Ilustración 3. Cronograma ejecutado del proyecto .....                             | 18 |
| Ilustración 4.Líneas de productos de la industria gráfica.....                     | 25 |
| Ilustración 5.Descripción del proceso productivo del sector artes gráficas .....   | 28 |
| Ilustración 6.Criterios cualitativos para la toma de decisiones estratégicas ..... | 32 |
| Ilustración 7. Esquema del caso estudio .....                                      | 49 |
| Ilustración 8. Metodología para el modelo de evaluación financiera .....           | 50 |
| Ilustración 9. Difusión del valor del activo .....                                 | 70 |
| Ilustración 10. Proceso de difusión del activo y opción de abandono .....          | 71 |
| Ilustración 11. Valor del proyecto ampliado modelo .....                           | 72 |

## LISTA DE GRÁFICAS

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| Gráfica 1. Distribución variable ingresos .....                          | 61 |
| Gráfica 2. Distribución Tasa de Cambio .....                             | 62 |
| Gráfica 3. Variación ingresos a partir de datos históricos .....         | 63 |
| Gráfica 4. Variaciones tasa de cambio a partir de datos históricos ..... | 64 |
| Gráfica 5. Simulación rendimiento.....                                   | 66 |
| Gráfica 6. Simulación VPN .....                                          | 67 |
| Gráfica 7. Simulación VP0.....                                           | 67 |

## LISTA DE ANEXOS

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| Anexo 1. Encuesta realizada a grupo de expertos ..... | 86 |
| Anexo 2. Flujo de caja modelo .....                   | 87 |

## INTRODUCCIÓN

Las organizaciones permanecen en una búsqueda constante de oportunidades de inversión que contribuyan a su éxito y permanencia en el futuro. Esto plantea que la decisión de invertir en un determinado proyecto es un factor que requiere de mecanismos que permitan su evaluación (Chávez; 2003) y permita a los gerentes, elegir los proyectos concienzudamente; de manera que a través de su ejecución se cumplan los objetivos estratégicos de la organización y se incremente el valor de la misma (Manotas; 2009).

Los métodos tradicionales para la evaluación de proyectos como el valor presente neto (VPN) o la tasa interna de retorno (TIR) son idóneos cuando se trata de evaluar decisiones que no admiten demoras; pero pueden subvalorar o sobrevalorar proyectos, si estos poseen una flexibilidad operativa u oportunidades de crecimientos contingentes. La capacidad para responder a la variación ha abierto un nuevo nivel de competencia, haciendo de la flexibilidad un arma competitiva a nivel estratégico (Manyoma; 2006).

La presente propuesta de investigación aborda la evaluación de proyectos de inversión en la estrategia de operaciones, específicamente en la categoría de decisiones de integración vertical, planteando un modelo que integra factores cuantitativos y elementos de juicio cualitativos mediante una técnica multicriterio y el uso de opciones reales. Todo esto se hará en el marco de una empresa del sector artes gráficas del Valle del Cauca.

La elección del sector artes gráficas, se realizó debido a que éste representa una apuesta para la mejora de la competitividad del Valle del Cauca, y es el principal productor de bienes de la cadena de pulpa, papel y ediciones gráficas (35,2% de la participación nacional), contando la cadena con una larga trayectoria y con la presencia en el país de empresas líderes mundiales (DNP; 2007).

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En un mercado competitivo donde los consumidores son más exigentes y sus necesidades cambian constantemente, las organizaciones deben tomar decisiones estratégicas que les permitan permanecer y sobresalir en el mercado.

Parte de estas decisiones están relacionadas con la estrategia de operaciones; ésta busca la elaboración de políticas y planes para la utilización de los recursos de la empresa, en apoyo de la competitividad de la firma a largo plazo. Así mismo, la estrategia de operaciones genera proyectos tendientes a fomentar la realización de cambios necesarios para la mejor adecuación y respuesta de la empresa ante los cambiantes requerimientos del contexto (Chase, Aquilano y Jacobs; 2009).

La estrategia de operaciones se divide en dos categorías: decisiones estructurales, con impacto a largo plazo, difícilmente reversibles y que requieren considerables inversiones de capital; y decisiones infraestructurales, que afectan directamente a las personas y al sistema que participa en el proceso de manufactura; éstas últimas generalmente son decisiones tácticas, relacionadas con aspectos operativos específicos y no requieren grandes inversiones de capital. Las decisiones estructurales están relacionadas con el diseño de instalaciones, la tecnología de los procesos, la administración de la capacidad y la integración vertical, mientras que las infraestructurales están asociadas a recursos humanos, las prácticas de producción y la gestión y organización de la empresa (Matta y Semeraro; 2005; Boyer y Lewis, 2002; Corbett; 2008).

Por tanto, considerando que las decisiones de tipo estructural

- 1) Suponen inversiones importantes y que no son fácilmente reversibles
- 2) Definen las restricciones y condiciones de las decisiones infra-estructurales
- 3) Direccionan el desarrollo competitivo de la organización,

Se plantea necesario que este tipo de decisiones sean evaluadas con precisión y que en el proceso de toma de decisión, se incluyan los componentes relacionados con el modelo competitivo actual; siendo dicho modelo el correspondiente a la flexibilidad operacional asociada a los ambientes en los cuales se desenvuelven hoy en día las organizaciones (Micán; 2013).

Ésta flexibilidad operacional se define como la capacidad de un sistema de manufactura para adaptarse a los cambios en las condiciones ambientales y en los procesos y requerimientos (De Toni; 2005). A nivel estratégico consiste en

decidir el número, la ubicación, la capacidad y la tecnología de la organización (Maheut; 2009).

Dentro de las decisiones de tipo estructural se encuentran las estrategias de integración vertical hacia adelante y hacia atrás y la integración horizontal. Estas estrategias permiten a una empresa obtener control sobre distribuidores, proveedores y competidores (Chase, Richard y otros; 2009) en la cadena de suministro. El presente proyecto se enfoca en este tipo de decisiones estructurales, pero debido al alcance del mismo, se aborda únicamente una decisión de integración vertical hacia adelante.

En la mayoría de los casos, las decisiones de integración vertical se pueden ver como proyectos de inversión y tal como lo presenta Manyoma (2006) las decisiones de inversión relacionadas con la gestión de operaciones pueden ser evaluadas mediante herramientas multicriterio. Así mismo Manyoma (2006) plantea que para el análisis de estas inversiones, deben incluirse criterios estratégicos, técnicos y financieros.

Estos últimos, los criterios financieros, tradicionalmente son analizados usando métodos cuantitativos como el valor presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno (TIR). Sin embargo, con el tiempo se ha aprendido que los métodos tradicionales ya no son adecuados puesto que asumen que las compañías mantendrán su decisión inalterada pese a los sucesos futuros y no consideran la incertidumbre inherente a los negocios. Por el contrario, las opciones reales se pueden definir como una oportunidad para responder a las circunstancias cambiantes de un proyecto de gestión (Yeo y Qiu; 2003) puesto que consideran su flexibilidad operativa y estratégica, así como sus opciones de crecimiento (Lamothe; 2013), respondiendo así a la necesidad de incluir en la evaluación de decisiones la flexibilidad operacional propia de estas, respondiendo a su vez al paradigma competitivo actual.

En este contexto y enfocándose en el caso del sector de las artes gráficas, considerado una apuesta productiva para el departamento del Valle del Cauca, obedeciendo a la estrategia del país para mejorar su productividad y competitividad (DNP; 2007), las estrategias direccionadas al desarrollo de las pymes de este sector, deben ser flexibles y de fácil implementación para que puedan ser adoptadas por las organizaciones colombianas pertenecientes a este importante eslabón productivo (Orejuela y otros; 2008).

La gran variedad y complejidad de productos y procesos presentes en las organizaciones del sector artes gráficas, constituye una motivación para el desarrollo de métodos y estrategias que aporten a la disminución de las dificultades relacionadas con la definición de fechas de entrega confiables, inherentes a este sector, para lo cual es crítico el reconocimiento y la comprensión de las características y los flujos de procesos desde la perspectiva del cliente (Orejuela y otros; 2008).

En ese sentido, teniendo en cuenta que: 1) Los modelos tradicionales de evaluación de inversiones limitan la búsqueda de oportunidades, en tanto que mantienen las decisiones inalteradas en el tiempo. 2) La flexibilidad operativa constituye el ambiente en el cual se desarrollan las organizaciones 3) El sector artes gráficas es considerado una apuesta productiva para el departamento 4) La integración de la cadena productiva es una de las acciones propuestas para alcanzar la visión presentada en la agenda interna sectorial del sector artes gráficas y 5) Se deben tener en cuenta múltiples criterios al momento de evaluar este tipo de decisiones. Se tiene como pregunta de investigación:

¿Cómo evaluar proyectos asociados a decisiones estratégicas de integración vertical en el sector artes gráficas?

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un modelo para la evaluación de proyectos asociados a la toma de decisiones estratégicas de integración vertical para una empresa del sector artes gráficas del Valle del Cauca.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Establecer los criterios técnicos, financieros y estratégicos a tener en cuenta para la toma de decisiones de integración vertical en una empresa del sector artes gráficas.
- Caracterizar las opciones reales implícitas en las decisiones de integración vertical en una empresa del sector artes gráficas.
- Integrar los criterios definidos con el análisis de opciones reales, mediante una propuesta de evaluación multicriterio de proyectos de decisiones de integración vertical para una empresa del sector artes gráficas.



## JUSTIFICACIÓN

La cadena de pulpa, papel, cartón, industria gráfica y editoriales es considerada por el Valle del Cauca como una apuesta productiva para el desarrollo de la industria del departamento (DNP; 2007). De acuerdo con la Agenda Interna del departamento, en el país, el principal departamento productor de bienes de la cadena de pulpa, papel y ediciones gráficas es el Valle del Cauca (35,2%), seguido por Bogotá y Antioquia con el 23,8% y el 18,5% respectivamente (DNP; 2007).

La Apuesta del Valle del Cauca reconoce que la cadena está en una situación de desventaja frente a la producción de Estados Unidos; sin embargo, opta por los países de América Latina como mercado objetivo, debido a la cercanía geográfica y a la calidad que pueden ofrecer los productos colombianos frente a los competidores de la región. La Estrategia del Valle del Cauca para esta cadena es el desarrollo de productos con valor agregado y con un alto componente tecnológico (DNP; 2007).

Tratándose de un sector por el cual el departamento apuesta a su desarrollo, una mejora en su capacidad competitiva se verá reflejada en la economía de la región. Esto convierte el estudio de las estrategias y acciones de este sector en relevantes, en tanto estén orientadas a atender la necesidad de integrar la cadena productiva y dinamizar el desarrollo de sus eslabones (Pulpa de Madera, papel - artes gráficas e industria editorial en la región) (DNP; 2007).

El sector de artes gráficas se caracteriza por presentar gran cantidad de empresas de pequeño y mediano tamaño (BRP Benchmark, 2012), lo cual proporciona a las organizaciones la posibilidad de tomar decisiones de integración vertical como herramienta para lograr ventajas competitivas.

Los esfuerzos por realizar descripciones y análisis de competitividad y productividad del sector de las Artes Gráficas proviene de un historial bastante amplio, los estudios más notables los han desarrollado firmas internacionales como Monitor en 1994 y a nivel nacional ANDIGRAF y el DNP 2004. Estos trabajos han hecho esfuerzos y análisis por entender la dinámica de los diferentes componentes de esta actividad industrial, visto desde la perspectiva sectorial o desde la cadena productiva (Ministerio de Comercio Industria y Turismo; 2007). Esta última visión es la que acompaña el presente documento, el cual toma como

premisa las conclusiones de documentos anteriores, como antecedentes para iniciar la exploración del pasado reciente de esta cadena y poder entregar algunas conclusiones acerca de su desarrollo y proponer un modelo que permita enfrentar los desafíos futuros.

## **CAPÍTULO I: ESTADO DEL ARTE Y DISEÑO METODOLÓGICO**

### **1.1 DECISIONES ESTRATÉGICAS DE OPERACIÓN**

#### **1.1.1 Marco Conceptual**

Algunas características de los proyectos estratégicos es que involucran un alto nivel de riesgo y tienen un impacto significativo en el desempeño en el largo plazo de las organizaciones. Ejemplo de esto lo constituyen las adquisiciones de empresas, fusiones, introducción de nuevas líneas de productos principales, instalación de nuevos procesos productivos, introducción de manufactura avanzada y tecnología de negocios y, cambios sustanciales en la capacidad de producción (Alkaaran, Northcott; 2006).

Similar a ello, mucho antes (Mintzberg, Raisinghani & Theoret; 1976), presentaron una categorización de decisiones estratégicas puestas en práctica en determinadas organizaciones, teniendo en cuenta el tiempo que tomaron y el tipo de organización. En manufactura estas decisiones se encuentran asociadas al desarrollo de nuevos productos, ofertas y nuevos mercados y la elaboración de una planta nueva.

De acuerdo con Rudberg & Olhager (2003) las decisiones que buscan alcanzar los objetivos a largo plazo de una organización se encuentran en el marco de la estrategia de operaciones (Rudberg & Olhager; 2003). En ese sentido Hayes y Wheelwright (1985) agrupan estas decisiones en dos categorías: estructurales y no estructurales. Dentro de las decisiones estructurales se encuentran la tecnología del proceso, administración de capacidad, diseño de plantas e integración vertical. Por otro lado dentro de las no estructurales se encuentran: los recursos humanos, organización, planeación y control de la producción, el desarrollo de productos y los sistemas de medición de desempeño (Hayes, Wheelwright; 1985).

#### **1.1.2 Principales Postulados del Tema**

*Competing Through Manufacturing. Artículo de investigación. Robert H. Hayes, Steven C. Wheelwright. USA. 1985.*

Este artículo presenta un listado de las posibles decisiones de una organización para llevar a cabo sus operaciones de manufactura. Así mismo presenta las cuatro

etapas del papel estratégico de la manufactura buscando lograr su efectividad y excelencia. A lo largo del artículo se presentan los elementos a tener en cuenta para integrar las funciones en un todo efectivo que permita a la organización competir en un mundo cada vez más competitivo.

*Manufacturing Networks and Supply Chains: An Operations Strategy Perspective. Artículo de investigación. Martin Rudberg, Jan Olhager. Suecia. 2003.*

En este artículo se analizan las redes de manufactura y la cadena de suministro desde la perspectiva de la estrategia de operaciones. La estrategia de operaciones se aborda a partir de dos categorías de decisiones estructurales contenidas en esta: las instalaciones y la integración vertical. El artículo ofrece una clasificación de las diferentes decisiones que una organización puede tomar para alcanzar los objetivos a largo plazo.

## **1.2 TEORÍA DE OPCIONES REALES**

### **1.2.1 Marco Conceptual**

Con el tiempo se ha aprendido que los métodos tradicionales como el cálculo del valor presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno (TIR) ya no son adecuados para la evaluación de proyectos de inversión, puesto que asumen que las compañías mantendrán su decisión inalterada pese a los sucesos futuros y, en este sentido no consideran la incertidumbre inherente a los negocios (Yeo y Qiu; 2003).

Estos métodos pueden ser efectivos y prácticos en casos en que la decisión de inversión requiere inmediatez, pero pueden no ser tan efectivos cuando el proyecto tiene un componente de flexibilidad. Estos modelos son considerados como estáticos, pues implícitamente suponen que una vez que se presenta un proyecto, sus características básicas no pueden modificarse. (Dixit y Pindyck; 1994).

Por tal motivo durante la década de 1990 se desarrollaron métodos alternos para tomar decisiones de inversión más acordes con la realidad, entre los cuales se encuentran las opciones reales. Esta herramienta derivada del modelo para la evaluación de opciones financieras propuesto por Black y Scholes (1970), afirma que una decisión de inversión no puede tomarse teniendo como único criterio un valor de VPN mayor que cero, pues en la práctica la irreversibilidad, la

incertidumbre y el margen de maniobra de quien toma la decisión, tienen un peso considerable (Mascareñas, 1999).

### **1.2.2 Principales Postulados del Tema**

*Análisis de la incorporación de flexibilidad en la evaluación de proyectos de inversión utilizando opciones reales y descuento de flujos dinámico. Artículo de Investigación. Macarena Gallardo Gómez, Alejandro Andalaft Chacur. Chile.2008*

En este artículo se plantea una definición de la teoría de opciones reales, así como la comparación de esta teoría con la de descuento de flujos de caja dinámico. Se presentan los métodos de valoración de toma de decisiones de proyectos de inversión que se pueden utilizar en diversas situaciones de acuerdo al nivel de flexibilidad e incertidumbre (alto-bajo), las limitaciones de la teoría de opciones reales, su ámbito de aplicación y los tipos de opciones reales.

*The value of management flexibility—a real option approach to investment evaluation. Artículo de Investigación. K.T. Yeo\*, Fasheng Qiu. Singapur.2002*

En este artículo se describe el método de descuento de flujos de caja y sus principales indicadores como el valor presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno (TIR) como un antecedente de la teoría de opciones reales. Se compara esta teoría con la teoría de opciones financieras, planteando como principal diferencia el hecho de que las opciones reales son aplicadas a activos reales como fábricas o maquinaria y las opciones financieras a activos financieros como acciones o bonos. Adicionalmente plantea la importancia de la flexibilidad en la toma de decisiones para reaccionar correctamente a los cambios dinámicos del mercado y la incidencia de esta flexibilidad en la simetría de la distribución del valor presente neto.

*Strategic capital investment decision-making: A role for emergent analysis tools? A study of practice in large UK manufacturing Companies. Artículo de Investigación. Nueva Zelanda. 2005*

En este artículo se presentan las limitaciones de las herramientas tradicionales de análisis financiero. Se plantea que el VPN no incluye la flexibilidad del proyecto y que el modelo de descuentos de flujos de caja considera un ambiente estático donde todas las decisiones de inversión de capital son reversibles sin ninguna penalidad. Por otra parte, presenta a las opciones reales como una teoría derivada del modelo de evaluación de opciones financieras de Black and Scholes que reconoce el valor de la flexibilidad en los proyectos de capital. Opciones como ampliar, aplazar, reducir su tamaño o abandonar un proyecto de inversión tienen

valor, puesto que permiten a una empresa responder a su estrategia y oportunidades competitivas en lugar de enfocarse sólo en un determinado curso de acción.

### **1.2.3 Principales Tendencias del Tema**

La teoría de opciones reales es un tema utilizado en la actualidad para la valoración de proyectos en diferentes áreas, las cuales presentan un alto nivel de riesgo como lo son el desarrollo de nuevos productos, el desarrollo de software e industrias como la aeronáutica entre otras; donde los métodos de valoración tradicional tienen problemas para ser aplicados (Hernández;2012).

Los fracasos anteriores y el incremento de la incertidumbre han dado lugar a la aplicación de conceptos de opciones reales en sectores como el de bienes raíces en donde se tienen opciones de información, espera o abandono. (Rocha,Salle , Alcaraz, Sardinha, Teixeira;2006).

Por otro lado, la incorporación de esta teoría ha contribuido a descubrir los beneficios de la flexibilidad, y de la internacionalización en la toma de decisiones de las corporaciones multinacionales, puesto que se provee a las empresas la capacidad de responder a los riesgos mediante el diseño y análisis de proyectos, operaciones internacionales y compromiso estratégico (Driouchi, Bennett; 2010).

## **1.3 TÉCNICAS MULTICRITERIO**

### **1.3.1 Marco Conceptual**

La gran mayoría de los métodos para la toma de decisiones multicriterio sugeridos en la literatura, se pueden clasificar en tres categorías: modelos de programación matemática, de clasificación y modelos de ponderación lineal (Angelou; 2012).

Entre los modelos lineales de ponderación, se asignan pesos a los criterios con el fin de distinguir entre los criterios de diferente importancia. Las alternativas se multiplican por estos pesos y se calcula un puntaje ponderado para cada uno (Redondo; 2011).

Por otro lado, el Proceso Analítico de Jerarquía (AHP) (Saaty; 1980) es la técnica de ponderación lineal que más ha sido aplicada en los problemas de toma de

decisiones multicriterio. Así como otras técnicas de ponderación lineal, AHP es totalmente compensatorio (Angelou; 2012).

Contrario a estas, las técnicas outranking son sólo parcialmente compensatorias, según Dulmin y Mininno (2003) estas técnicas son particularmente adecuadas para resolver problemas de decisión multicriterio, debido a su capacidad para lidiar con variables cualitativas y cuantitativas, para controlar los efectos compensatorios y comprender las relaciones entre los criterios (Angelou;2012).

En la literatura existen dos aplicaciones importantes para los métodos outranking ELECTRE (De Boer et al., 1998) y PROMETHEE (Dulmin y Mininno, 2003) las cuales sirven como herramienta para la toma de decisiones dentro de una organización (Angelou; 2012).

### **1.3.2 Principales Postulados del Tema**

*Multicriteria approach to rank scheduling strategies. Artículo de Investigación. O. Rouxa, D. Duvivierb, V. Dhaeversa, N. Meskens, A. Artibac .Bélgica-Francia.2006*  
En este artículo se presentan los resultados de la comparación de dos estrategias de programación mediante el uso de PlanOrdo. Para la comparación se utilizan dos modelos híbridos (1 y 2). El modelo híbrido 1 está compuesto por un conjunto de reglas de secuenciación y un simulador, el modelo híbrido 2 por herramientas de optimización y el método para la toma de decisiones multicriterio Promethee II, utilizado para comparar y clasificar soluciones de acuerdo con criterios seleccionados.

*Office building retrofitting strategies: multicriteria approach of an architectural and technical issue. Artículo de Investigación. Emmanuel Rey. Suiza. 2004*  
Este artículo expone el problema de la obsolescencia física y funcional de edificios y construcciones y se plantea un proyecto de modernización en el que se incluyen tres tipos de estrategias: de estabilización, de sustitución y una estrategia de doble fachada. El objetivo del artículo es determinar cuál de las estrategias de modernización es globalmente más eficiente mediante el uso del algoritmo matemático de la familia de métodos ELECTRE. Para este proyecto la estrategia de doble fachada presenta el mayor nivel de desempeño para cada conjunto de criterios, seguida por la estrategia de sustitución y de estabilización.

*Supplier evaluation and management system for strategic sourcing based on a new multicriteria sorting procedure. Artículo de Investigación. Ceyhun Araz, Irem Ozkarahan. Turquía. 2006* |

En este artículo se propone una metodología para el efectivo abastecimiento estratégico y la evaluación de la participación de proveedores involucrados durante el desarrollo de productos. Se utiliza la metodología PROMETHEE para evaluar el desempeño de las alternativas de proveedores, considerando simultáneamente sus capacidades e indicadores de rendimiento.

*La evaluación de inversiones en tecnologías de la información. Aplicaciones a la teoría de la decisión multicriterio. Artículo de investigación. Carlos Piñeiro Sánchez. España. 2002.*

En este artículo se propone un método práctico para la evaluación de inversiones en tecnologías de la información basado en el modelo AHP de decisión multicriterio, mediante un caso de estudio cuyo objetivo es la clasificación de tres proyectos de inversión por parte de un distribuidor minorista que considera cuatro criterios: el rendimiento económico medio esperado, el apoyo prestado a los procesos de negocios, la importancia para los negocios en el futuro y el riesgo tecnológico estimado.

*Project selection for oil-fields development by using the AHP and fuzzy TOPSIS methods. Artículo de investigación. Morteza Pakdin Amiri. Iran.2010.*

En este artículo se propone un modelo para la solución del problema de selección de proyectos para el desarrollo de yacimientos de petróleo, compuesto por los métodos AHP y TOPSIS difuso. El modelo consiste en tres etapas básicas: en la primera se realiza la identificación de los criterios que se utilizan en el modelo, en la segunda los cálculos del AHP y finalmente en la tercera etapa se evalúan las alternativas y se determina la posición final usando TOPSIS difuso.

*La decisión multicriterio; aplicación en la selección de ofertas competitivas en edificación. Pérez. Valencia .2013*

En este artículo se presenta la ponderación lineal (Scoring) como un método compensatorio que se basa en la asignación de pesos a los distintos criterios y se representa una función de valor para cada una de las alternativas. Se plantea como un método fácil de utilizar y muy empleado cuando se dispone de poca información, en situaciones de incertidumbre.



*Multiattribute Decision-Making: Use of Three Scoring Methods to Compare the Performance of Imaging Techniques for Breast Cancer Detection.* Azar. Pennsylvania. 2000.

En este artículo se usan tres métodos Scoring para evaluar el desempeño de diferentes técnicas para detectar cáncer de mama. Los métodos Scoring utilizados son el método de ponderación aditivo (SAW, por sus siglas en inglés) el cual probablemente es el más conocido y ampliamente utilizado en la academia, el método de producto ponderado (WPM, por sus siglas en inglés) y el método para ordenar las preferencias por similitud con solución ideal (TOPSIS, por sus siglas en inglés). Estos tres métodos comparten algunos pasos para su implementación, pero como resultado se encuentra que el método más robusto en cuanto a resultados es el SAW, seguido por TOPSIS el cual presenta resultados similares, aunque difiere en unos de los factores, y finalmente el método WPM presenta resultados muy extremos como para tenerlos en cuenta como solución, lo que se puede deber a los valores exponenciales en su fórmula matemática.

### **1.3.3 Principales Tendencias del Tema**

Las técnicas de inteligencia artificial y el método análisis envolvente de datos (DEA) están siendo utilizados para la toma de decisiones de la estrategia operacional como por ejemplo la selección de proveedores y la evaluación para el abastecimiento estratégico (Angelou; 2009).

Por otro lado, las técnicas de clasificación estadística multivariable han sido usadas por décadas en el estudio de problemas, sin embargo, su incapacidad para proporcionar un enfoque realista y flexible, para apoyar los problemas de toma de decisiones en el mundo real en situaciones en las que la clasificación es requerida, ha llevado a los investigadores operacionales, científicos de gestión, así como profesionales hacia la explotación de los recientes avances en el campo de la investigación de operaciones, gestión de la ciencia y la inteligencia artificial (Araz & Ozkarahan; 2007)

Entre las "alternativas" enfocadas en el estudio de problemas de clasificación / selección, se encuentran los métodos de análisis de decisión multicriterio (MCDA) los cuales proporcionan un arsenal de herramientas y métodos para desarrollar la clasificación y modelos de clasificación dentro de un contexto realista y flexible (Zopounidis; 2002).

## 1.4 DISEÑO METODOLÓGICO

- **Enfoque y alcance**

La investigación tiene un enfoque cuantitativo puesto que se medirán los criterios que se requieren para la toma de las decisiones de integración vertical y también será necesaria la recolección de datos para el desarrollo de la propuesta de evaluación. El alcance es de tipo descriptivo.

- **Técnicas**

- Multicriterio: Conjunto de aproximaciones y técnicas que tienen como objetivo original y central, ayudar a la toma de decisiones en el mundo de la empresa (Aznar & Guijarro; 2012).
- Opciones Reales: Opciones sobre activos reales que representan una oportunidad para responder a los cambios de un proyecto, incorporan flexibilidad y el potencial de los mismos (Yeo & Qiu; 2003).

- **Herramientas**

- Entrevistas: Para la obtención de información que permita caracterizar los criterios de decisión y su forma de medición.
- Modelo: Herramienta de representación simplificada de la realidad que relaciona en forma lógica todas las variables intervinientes en un problema de decisión, buscando transformar las variables de decisión en medidas de desempeño dado un conjunto específico de variables exógenas y restricciones (Universidad del CEMA; 2007), en los negocios estos modelos representan en menor escala el negocio sobre el cual se va a tomar una decisión (Brener; 2014). Un modelo prescribe una serie de pasos que deben seguir los individuos para incrementar la probabilidad de que sus decisiones sean lógicas y estén bien fundamentadas (Medina, Espinosa; 2002) haciendo uso de letras, números y otros símbolos para representar relaciones expresadas en términos de variables (Ackoff, Asiani; 1968).

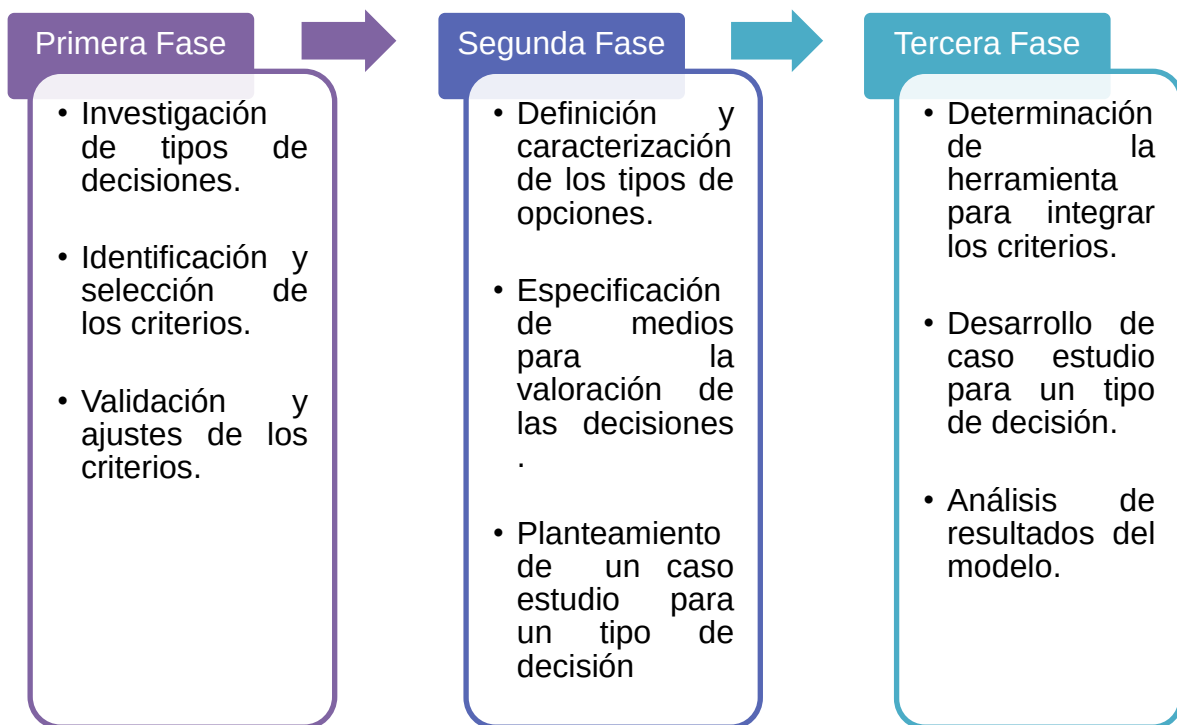
- **Fuentes de información**

Las fuentes de información son secundarias como: artículos, libros, trabajos de grado, publicaciones en revistas especializadas y como fuente primaria el juicio de expertos.

- **Procedimiento**

Para lograr el cumplimiento de los objetivos definidos en la presente propuesta de investigación, se plantea un diseño metodológico dividido en tres fases cada una correspondiente a uno de los objetivos específicos presentados anteriormente. La ilustración 1 presenta esta distribución.

Ilustración 1. Diseño metodológico



Fuente: Autores

A continuación se presenta la descripción de las actividades a desarrollar en cada fase.

- **Primera fase**

1. Investigación de los tipos de decisiones estratégicas de integración vertical entre las cuales puede elegir una organización por medio de revisión bibliográfica.

2. Identificación y selección de los criterios financieros, técnicos y estratégicos que afectan las decisiones estratégicas de integración por medio de revisión bibliográfica.
3. Validación y ajustes de las decisiones definidas y los criterios identificados a partir de la realización de una encuesta a un grupo de expertos.

- **Segunda fase**

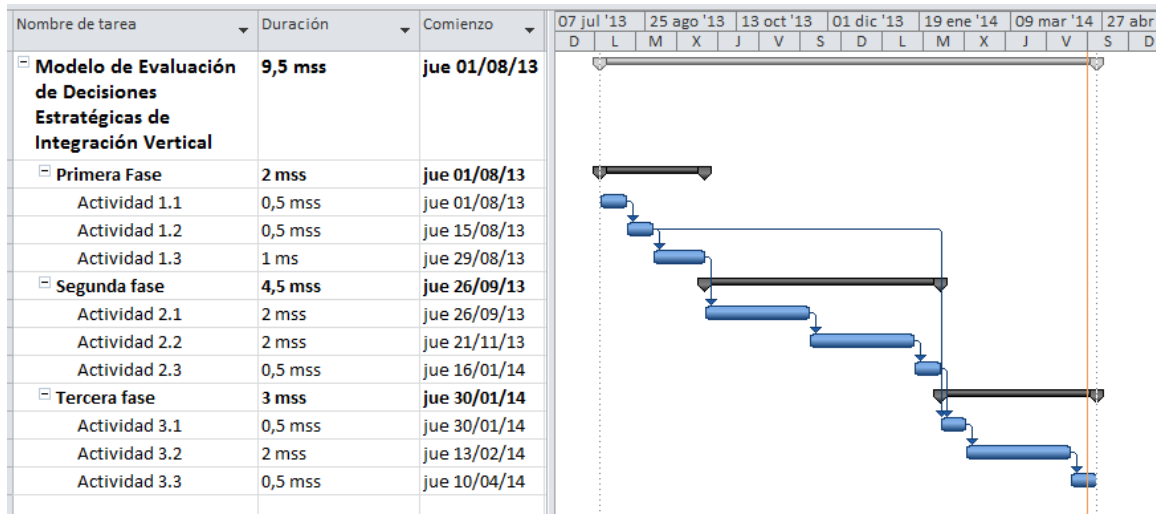
1. Definición y caracterización de los tipos de opciones implícitas en las decisiones caracterizadas a partir de la revisión bibliográfica realizada en la fase 1.
2. Especificación de los medios a tener en cuenta para la valoración por opciones reales de las diferentes decisiones identificadas.
3. Plantear un caso estudio en donde se aplique el modelo de evaluación presentado, para un tipo de decisión de integración vertical y un tipo de opción real buscando ejemplificar el procedimiento.

- **Tercera fase**

1. Determinación de la técnica y herramienta que se va a utilizar para la integración de los criterios de evaluación de las decisiones estratégicas de integración vertical.
2. Desarrollo de un caso estudio en donde se integren la evaluación de los diferentes criterios en un tipo de decisión y de opción real, mediante el uso de la técnica definida.
3. Análisis de los resultados obtenidos al utilizar el modelo de evaluación de decisiones estratégicas de integración vertical en el caso estudio.

- **Cronograma inicial**

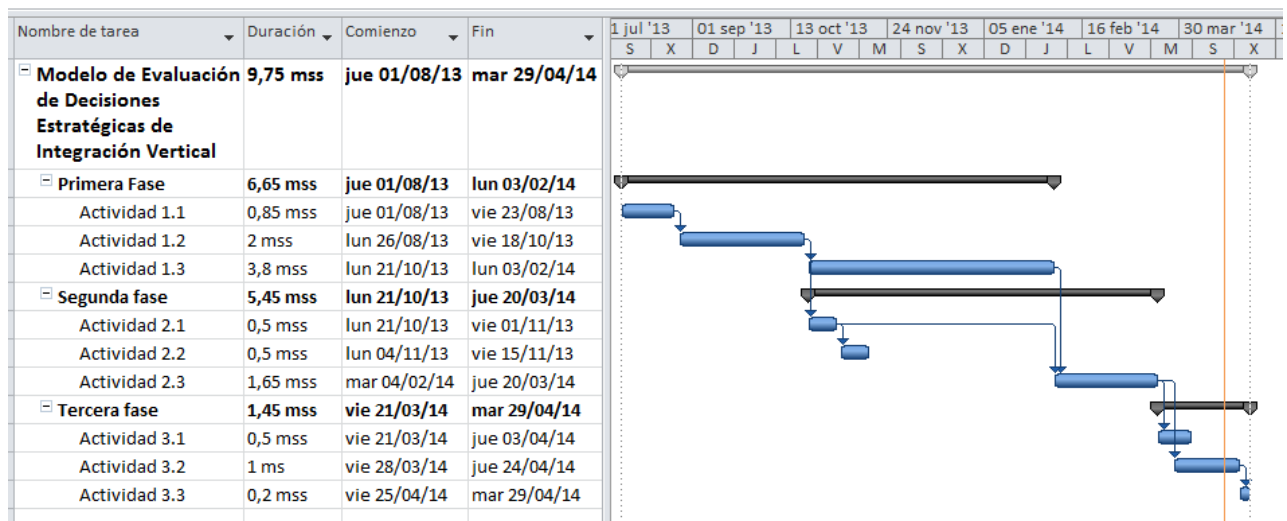
Ilustración 2. Cronograma inicial del proyecto



Fuente: Autores

- **Cronograma ejecutado**

Ilustración 3. Cronograma ejecutado del proyecto



Fuente: Autores

La diferencia entre las fechas del cronograma inicial planteado al finalizar el anteproyecto y el cronograma ejecutado, se refleja principalmente en la finalización de la fase 1 y 2 del proyecto, puesto que en estas fases se requería

el juicio de expertos del sector para la validación de criterios asociados a las decisiones de integración vertical y del tipo de opción real a utilizar en el caso estudio ilustrado en el presente documento. El contacto con los expertos y la asignación de fechas y horarios para las reuniones, fue un proceso complejo puesto que no se contaba con mucha disponibilidad en horarios de oficina debido a que se estaba desarrollando el proceso de Práctica Profesional.

Debido al incremento en la duración de la fase 1 y 2 del proyecto, la fase 3 se desarrolló en aproximadamente la mitad del tiempo estipulado al inicio del proyecto, lo cual se facilitó gracias a que los expertos ya habían suministrado la información necesaria y se contaba con mayor tiempo disponible para su desarrollo.

## **CAPÍTULO II: DECISIONES DE INTEGRACIÓN VERTICAL**

### **2.1 INTEGRACIÓN VERTICAL**

La integración en la cadena de suministro implica la unión de dos o más firmas de manera autónoma para planear y ejecutar operaciones. Cao y Zhang (2010) definen la integración vertical a través de siete componentes interconectados entre sí: intercambio de información, congruencia de objetivos, la sincronización de la decisión, alineación de incentivos, el intercambio de recursos, la comunicación colaborativa, y la creación conjunta de conocimiento. Estos componentes agregan valor a la integración al reducir tiempos de respuesta, incrementar el aprovechamiento de los recursos y mejorar la innovación.

Dentro de la cadena de suministro se incorpora tanto la trayectoria que siguen los productos desde el lugar de producción hasta el lugar de consumo, como el conjunto de personas u organizaciones, que actuando como intermediarios, facilitan el flujo de productos e información. En las decisiones de integración vertical, un miembro de la cadena asume, controla o administra funciones de otros miembros, implantando un determinado mecanismo de actuación (Hax, Majluf; 2004).

Este tipo de relaciones ayudan a la empresa que decide integrarse verticalmente a compartir riesgos, conseguir recursos complementarios, reducir los costos de las transacciones, mejorar la productividad, y aumentar los beneficios y las ventajas competitivas en el tiempo. (Cao, Zhang; 2010)

#### **2.1.1 Tipos de integración vertical**

Varios autores han planteado diversas clasificaciones para la integración vertical bajo ciertos criterios específicos. A continuación se presentan los tipos de decisiones de integración vertical expuestos por algunos autores.

Hax y Majluf (2004) clasifican las decisiones de integración vertical en tres tipos (Tabla 1):

Tabla 1. Tipos de integración vertical

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Corporativa</b>  | <p>Una única empresa es quien desarrolla todas o parte de las actividades que se deben realizar desde la fabricación del producto, hasta la colocación del mismo en el lugar, momento, tiempo y forma requeridas por los consumidores. Este tipo de integración tiene lugar cuando un miembro del canal controla y coordina las actividades comerciales de otros, debido a que posee la propiedad total o mayoritaria de estos.</p> <p>Este sistema de integración es el más costoso de todos y proporciona la mayor eficacia y eficiencia distributiva, al ser una única empresa la que organiza las funciones de varios miembros del canal proporcionando el máximo grado de control.</p> |
| <b>Administrada</b> | <p>Con este tipo de integración se logra la cooperación de distintos miembros del canal de distribución gracias al poder de negociación de uno de ellos. Aunque no existe ningún compromiso formal de colaboración entre los miembros, uno de ellos ejerce una influencia dominante sobre los demás, de forma que motiva u obliga al resto a aceptar sus decisiones y a formar parte de una orientación global del canal.</p>                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Contractual</b>  | <p>En este tipo de integración, aunque los distintos miembros del canal son empresas independientes (conservan su personalidad jurídica) deciden coordinar sus actividades relativas al proceso de distribución a través de contratos, por lo que se precisa que los socios cooperativistas realicen aportaciones económicas periódicas.</p> <p>En este tipo de integración, se presentan dos tipos de formas comerciales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Cadena voluntaria de minoristas ( patrocinada por mayoristas)</li> <li>-Cooperativas de detallistas</li> </ul>                                                                                                       |

Fuente: Adaptado de Hax y Majluf (2004)

Por su parte Mahlbürg (2000) propone tres tipos de integración (tabla 2):

Tabla 2. Tipos de integración vertical

| <b>Hacia Adelante</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Hacia Atrás</b>                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Afilada</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Este tipo de integración permite enlazar el control existente sobre el proceso productivo, con la forma en que los productos son comercializados a los clientes. La integración hacia adelante permite diferenciar los productos de la competencia al integrar las necesidades de los clientes a la operación a la vez que permite asegurar la salida de los productos de la firma.</p> | <p>Consiste en incorporar los inputs al proceso de manufactura, es decir un movimiento corriente arriba en la cadena de valor. Este tipo de integración mejora el control sobre el conocimiento al evitar otorgar información y componentes claves del producto a los proveedores.</p> | <p>Este tipo de integración busca la fabricación de los elementos claves sin comprometerse totalmente con el proceso, promoviendo el uso de outsourcing para lo demás. Si el proceso interno se puede expandir con facilidad se realizará, convirtiéndose esta acción en una amenaza a los proveedores poco colaboradores con la firma.</p> |

Fuente: Adaptado de Mahlbürg (2000)



Tamayo y Piñeros (2007) consideran la anterior una clasificación no excluyente, puesto que una empresa puede realizar una combinación de éstas teniendo en cuenta: el tipo de producto, la estructura y desempeño de la competencia y la disponibilidad de los factores productivos (Tamayo, Piñeros; 2007).

Mark Barrat (2004) también clasifica la integración vertical en tres tipos, con una nueva adhesión no encontrada en otros autores:

Tabla 3. Tipos de integración vertical

| <b>Integración Externa<br/>(Proveedores)</b>                                                                                                                                                | <b>Integración Interna</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Integración Externa<br/>(Clientes)</b>                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Es un movimiento corriente arriba; se encuentran la administración de las relaciones con los proveedores, planificación de proveedores y programación de la producción, diseño y transporte | Este tipo de integración está basada en la interacción, compartir información, objetivos, recursos y una visión entre departamentos funcionales. Un peligro potencial de este tipo de integración es que se puede llegar a convertir la organización en un silo. La integración interna se debe acompañar con la externa y debe estar alineada con los drivers y restricciones del resto de la cadena de suministro. | Representa un movimiento corriente abajo, se encuentran la administración de las relaciones con los clientes, colaboración en la planeación de la demanda, reposición de la demanda y distribución compartida. |

Fuente: Adaptado de Barrat (2004)

Las decisiones comprendidas en el marco de la integración vertical se sitúan en el nivel corporativo de una organización, estas decisiones de acuerdo con Selva y Conde (2012), pueden ser de tres tipos.

1. Definir los límites que una empresa debería establecer en cuanto a las actividades genéricas de la cadena de valor de la producción.
2. Establecer la relación de la empresa con las audiencias relevantes fuera de sus límites, fundamentalmente sus proveedores, distribuidores y clientes.
3. Identificar las circunstancias bajo las cuales dichos límites y relaciones deberían cambiar para aumentar y proteger la ventaja competitiva de la empresa. (Selva, Conde;2012)

En ese sentido Selva y Conde (2012) proponen cuatro indicadores para la toma de este tipo de decisiones (tabla 4).

Tabla 4. Indicadores del grado de integración vertical de una organización

|                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1. DIRECCIÓN DE LA INTEGRACIÓN</b>                  | <p><b>Hacia atrás:</b> Representa un movimiento que avanza corriente arriba hacia las fuentes de materias primas o partes.(Lee J. Krajewski),Cuando una empresa dada sus características, se acerca a sus proveedores incorporándolos a su cadena de valor (Selva, Conde;2012)</p> <p><b>Hacia adelante:</b> Implica una mayor aproximación a sus clientes, siendo la empresa misma, como un todo la encargada de proporcionar al cliente el producto final (Selva, Conde;2012); mediante la adquisición de más canales de distribución por ejemplo (Krajewski)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>2. GRADO DE INTEGRACIÓN Y DOMINIO DE LA EMPRESA</b> | <p><b>Integración plena:</b> Cuando la empresa tiene pleno dominio de sus activos. Puede ser: a) Hacia atrás y, b)Hacia adelante</p> <p><b>Cuasi integración:</b> Las empresas cuasi integradas no poseen el total dominio de todos los activos en sus cadenas de valor (Selva, Conde; 2012).Describe una relación vertical no ligada por posesión, pero el control sobre los proveedores o compradores es ejercido a través de contratos de larga duración (Jones; 2004).</p> <p><b>Integración parcial:</b> La integración parcial representa una integración sectorizada, ya sea hacia atrás o hacia delante, lo que hace a una empresa parcialmente dependiente de fuentes externas para el suministro de un insumo, o para la entrega de un producto dado.</p> <p><b>No integración:</b> Una empresa puede decidir libremente no integrarse verticalmente o simplemente no puede integrarse. Bajo estas circunstancias pasa a ser dependiente totalmente de proveedores externos para sus necesidades.</p> |
| <b>3. AMPLITUD DE LA INTEGRACIÓN</b>                   | <p>Indica el grado en que una empresa depende de sus propios recursos internos para satisfacer sus necesidades de insumos o para comercializar sus productos. Esta amplitud puede medirse como la fracción del valor proporcionado por los insumos o productos internos de la empresa con respecto al valor total de sus transacciones tanto internas como externas, para una unidad de la empresa.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>4. EXTENSIÓN DE LA INTEGRACIÓN VERTICAL</b>         | <p>Se refiere a la longitud de la cadena de valor que posee una empresa. Esta cadena puede estar constituida sólo por unas pocas etapas o cubrir totalmente el proceso productivo. Una forma de medir la extensión de la integración es a través de la fracción del valor final de un producto o servicio agregado por la empresa.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

Fuente: Adaptado de Selva y Conde (2012)

A partir de la evaluación de las propuestas teóricas presentadas por los autores, se determinó una clasificación de los tipos de decisiones de integración vertical, la cual constituye la base a partir de la cual se desarrolla el proyecto; entendiendo dichas decisiones como las posibilidades de una empresa y en ese marco los tipos de decisiones que podría evaluar en un momento específico de tiempo.

La tabla 5 presenta los diferentes factores que se tuvieron en cuenta para analizar las decisiones de integración vertical propuestas por los autores investigados. En ésta se pueden observar los elementos que tienen en común dichas decisiones, lo cual llevó a que se agruparan en el consolidado de decisiones que se muestra en la tabla 6.

Tabla 5. Análisis tipos de decisiones de integración vertical investigadas

| Autor/es                             | Tipo de decisión                    | Criterios –Factores   |                         |                               |                            |                           |                                   |           | Decisión consolidada                |
|--------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------------|-----------|-------------------------------------|
|                                      |                                     | Dominio total activos | Dominio parcial activos | Empresas con mucha influencia | Intercambio de información | Comunicación colaborativa | Creación conjunta de conocimiento | Autónomos |                                     |
| Hax y Majluf (2004)                  | Integración corporativa             | X                     | X                       |                               |                            |                           |                                   |           | Integración plena                   |
| Silva y Conde (2012)                 | Integración plena                   | X                     | X                       |                               |                            |                           |                                   |           |                                     |
| Hax y Majluf (2004)                  | Integración administrada            |                       |                         |                               |                            |                           |                                   | X         | Integración administrada            |
| Hax y Majluf (2004)                  | Integración contractual             |                       |                         |                               |                            |                           |                                   | X         | Integración contractual             |
| Mahlburg (2000)                      | Integración afilada                 |                       |                         |                               |                            |                           |                                   |           | No aplica                           |
| Mahlburg (2000) Silva y Conde (2012) | Integración vertical hacia adelante |                       | X                       |                               | X                          | X                         | X                                 |           | Integración vertical hacia adelante |
| Mahlburg (2000) Silva y Conde (2012) | Integración vertical hacia atrás    |                       | X                       |                               | X                          | X                         | X                                 |           | Integración vertical hacia atrás    |
| Silva y Conde (2012)                 | Integración parcial                 |                       | X                       |                               | X                          | X                         | X                                 |           | Integración parcial                 |
| Silva y Conde (2012)                 | Cuasi integración                   |                       | X                       |                               | X                          | X                         | X                                 |           | Cuasi integración                   |
| Barrat (2004)                        | Integración interna                 |                       |                         |                               | X                          | X                         | X                                 | X         | Integración interna                 |

Fuente: Autores

Tabla 6. Consolidado tipos de decisiones de integración vertical

| CONSOLIDADO TIPOS DE INTEGRACIÓN VERTICAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Integración plena (Hax y Majluf; Silva y Conde)</li> <li>• Integración vertical administrada (Hax y Majluf)</li> <li>• Integración contractual (Hax y Majluf)</li> <li>• Integración hacia adelante (Malburg; Silva y Conde)</li> <li>• Integración hacia atrás (Malburg; Silva y Conde)</li> <li>• Integración interna</li> <li>• Cuasi-integración (Silva y Conde)</li> </ul> |

Fuente: Autores

El grado y la amplitud de la integración tal como lo plantearon sus autores, se consideran indicadores de las decisiones de integración vertical y no tipos de decisiones en sí mismas. Por tanto no se consideran en esta clasificación, así como tampoco la no integración de Silva y Conde (2012), puesto que no representa una decisión de integración en sí misma.

### 2.1.2 Caracterización proceso productivo empresas del sector artes gráficas

La industria gráfica Colombiana es muy heterogénea y diversificada en tipos de proceso, niveles de desarrollo tecnológico, tamaño de las unidades productivas, niveles de inversión, intensidad de capital y estructura (Valero; 2002). Abarca las profesiones, empresas y ocupaciones industriales que crean productos impresos, como el diseño gráfico, la publicidad, redacción, fotografía, dibujo y pintura (Briceño; 2012).

#### • Línea de productos

La impresión en Colombia ha sido históricamente el eje principal de la producción en la industria de la Artes Gráficas, es por esto que las principales líneas de productos son las que se presentan en la ilustración 4:

Ilustración 4. Líneas de productos de la industria gráfica

| Editoriales                                                                                                                                                                | Publicitarios                                                                                                                                                                         | Comerciales                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Productos impresos de reproducción masiva, como revistas, libros, periódicos, publicaciones empresariales (CCB; 2011).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Destinados a la publicidad ya sea en un producto o servicio como por ejemplo calcomanías, <i>banners</i> o catálogos (CCB; 2011).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dirigidos a la venta de productos o servicios de consumo, entretenimiento o productos exclusivos de una industria. Ejemplo: Artículos escolares, manuales (CCB; 2011).</li> </ul> |

Fuente: Cámara de Comercio de Bogotá (2011)

- **Cadena de abastecimiento del sector**

Los eslabones de la cadena de abastecimiento del sector se encuentran ubicados principalmente en tres regiones de Colombia: Valle del Cauca, Antioquia y Bogotá (Briceño; 2012). El principal departamento productor de bienes de la cadena de pulpa, papel y ediciones gráficas es el Valle del Cauca (35,2%), seguido por Bogotá y Antioquia con el 23,8% y el 18,5% respectivamente (DNP; 2007).

La cadena de abastecimiento del sector, se clasifica en tres eslabones: proveedores, comunicación gráfica y clientes finales (con sus principales grupos de interés), donde se resalta la relación entre los eslabones proveedores- comunicación gráfica en temas de desarrollo, diseño y contenidos para ofrecer mayor competitividad en el mercado mundial (Briceño; 2012).

- **Características de las empresas del sector**

Según el Censo General 2005 del DANE, en Colombia existían 8.722 establecimientos de la industria gráfica, 2.893 de servicios digitales y de comunicación gráfica y 14.770 empresas dedicadas a comercializar sus productos (FENALCO; 2011).

Por otro lado, de acuerdo con la Asociación de Industria Gráfica – ANDIGRAF, en Colombia alrededor de 9.000 empresas de artes gráficas prestan diferentes servicios, de las cuales el 85% son empresas medianas y pequeñas y como grandes sólo se pueden clasificar aproximadamente 20 en todo el país (UNEP; 2010).

En la tabla 7 se presentan las principales características de los diferentes tipos de empresas del sector.

Tabla 7. Características tipos de empresas del sector

| TIPO DE EMPRESA                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Grandes                                                                                                                                                                                                                                                     | Medianas                                                                                                                                                                                                                   | Micro y pequeñas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuertes exportadoras.</li> <li>• Ingresos anuales por encima de US 12 millones, con un promedio anual de US 40 millones en el año 2007. (Ministerio de Comercio Industria y Turismo de Colombia; 2009).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exportan poco, pero tienen mayor presencia en el país.</li> <li>• Ingresos anuales entre US 0.5 y 12 millones, con un promedio anual de US 2.7 millones (Rojas; 2010).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• No son fuertes exportadoras.</li> <li>• Constituidas como negocios familiares.</li> <li>• Alta informalidad laboral y empresarial (por cada empresa formal existe una informal).</li> <li>• En promedio tres empleados por empresa.</li> <li>• Ventas anuales hasta US 180 millones.</li> <li>• Asociadas a violación de copyright y falsificación (Rojas; 2010).</li> <li>• Enfatizan su competencia en el precio de sus productos.</li> </ul> |

Fuente: Adaptado de Rojas (2010)

Actualmente las pequeñas y medianas empresas (pymes) del país hacen grandes esfuerzos por implementar tecnología y desarrollar el recurso humano para responder a las necesidades del mercado, ocupando una importante parte de la cadena de pulpa, papel, industria gráfica y editoriales (UNEP; 2010).

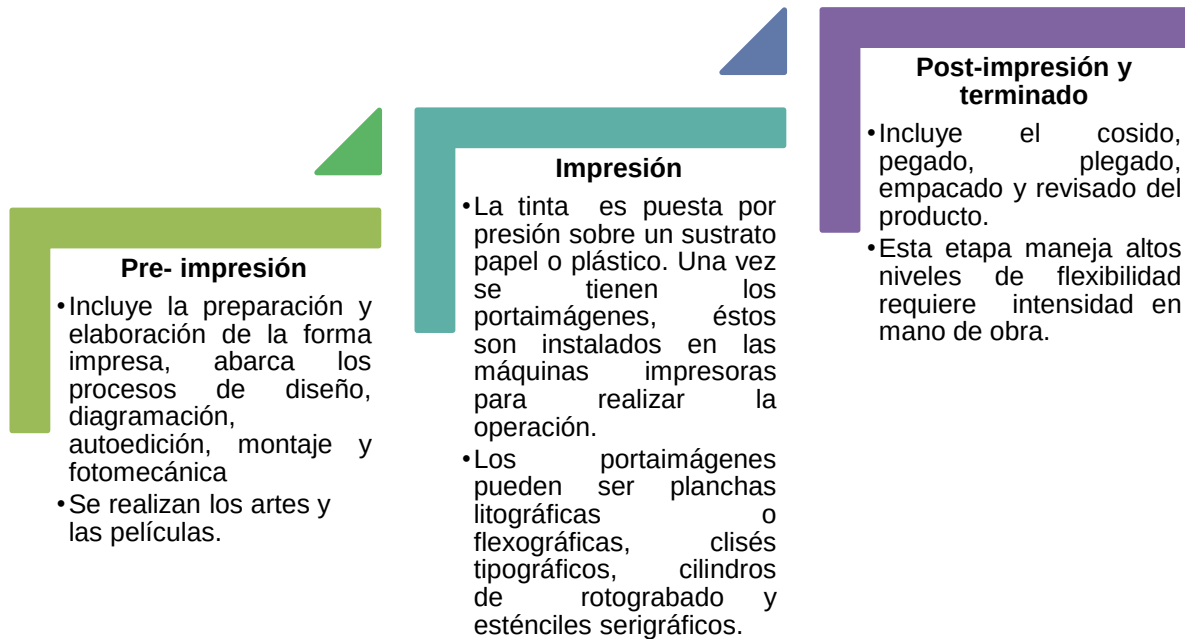
#### • Producción del sector

La producción industrial del sector gráfico en 2010 tuvo una facturación de 9 billones de pesos y generó 46.306 empleos. Las ciudades que representan la mayor cantidad de ventas son: Bogotá con 66%, Cali con 18%, Medellín con 6,07% y el resto del país con 7,66%. Por tamaños, de las ventas totales de las empresas de Cali, el 91,89% de las ventas corresponden a las empresas grandes y el 8,11% restante a las pequeñas, no hay representación de las empresas medianas en esa ciudad (FENALCO; 2011).

#### • Proceso productivo

El encadenamiento productivo del sector origina procesos de manufactura tales como pre-impresión, impresión y post-impresión, que configuran la tercerización de la producción industrial (Orejuela y otros; 2008). En la ilustración 4 se presenta la descripción de estos procesos productivos.

Ilustración 5.Descripción del proceso productivo del sector artes gráficas



Fuente: Adaptado de Orejuela y otros (2008)

Dados los grandes esfuerzos que realizan las empresas, particularmente las pymes por responder a un mercado cada vez más amplio y global, se hace necesario la integración y sincronización de procesos para lograr mayores y mejores beneficios que justifiquen mencionados esfuerzos. La decisión de integración trae consigo la elección del tipo de integración a adoptar, en ese sentido se cuenta con unas alternativas, como se describió anteriormente; dentro de las cuales la organización podrá elegir teniendo en cuenta criterios que le permitan dar cuenta de cual será adaptable y conveniente para la organización.

La información obtenida a través de la caracterización del sector, permite a toda la gama de grupos interesados, tomar decisiones informadas sobre las prioridades en la gestión de los recursos y la estrategia de operaciones que mejor se ajusta a la cadena de suministro de este sector.

### 2.1.3 Tipos de integración vertical del sector

Tomando como punto de partida las decisiones definidas en el numeral 2.1.1, y contrastándolas con la caracterización del sector artes gráficas presentada en el numeral 2.1.2; se determinan cinco tipos de decisiones de integración propias de la industria gráfica del Valle del Cauca. Se consideran cinco tipos de decisiones por ser las que a partir de un conocimiento específico del sector y de las empresas

que lo conforman en el Valle del Cauca, pueden presentarse en el entorno empresarial del sector.

- **Integración plena**

En primer lugar, considerando las características del sector artes gráficas en el Valle del Cauca, se puede determinar que con un 85% de empresas medianas y pequeñas, el dominio total de todos los activos en una integración plena no es un escenario común en la región, esto debido a que según Stuckley, White (1993) la integración vertical es compleja, difícil de revertir y costosa.

- **Integración administrada**

Siguiendo con la misma línea, teniendo en cuenta que las empresas grandes que podrían ejercer un tipo de influencia dominante frente a otras no son mayoría en el sector, una integración administrada no es una situación probable para una empresa de artes gráficas, por tal motivo en adelante no se considerará.

- **Integración contractual**

De acuerdo con las formas comerciales planteadas por Hax y Majluf (2004) para la integración contractual, en el sector se pueden llevar a cabo integraciones de tipo cadena voluntaria de minoristas (patrocinada por mayoristas), las cuales según Stern, Ansary y otros (1999) son sistemas contractuales que suponen una integración hacia adelante, en el que las empresas pequeñas podrían realizar agrupaciones y vincularse a una empresa mediana por medio de un contrato, con el objetivo de lograr una mejor posición comercial.

Por otro lado, según Stern, Ansary y otros (1999) este tipo de integración también abarca sistemas contractuales que suponen integración hacia atrás, en la cual las empresas pueden realizar cooperativas de compras de mayoristas, así como también contratos de compra industriales o al por mayor para los minoristas. Según lo planteado por Malburg (2000), Silva y Conde (2012), uno de los fines de la integración hacia atrás es mantener buenas relaciones con los proveedores, haciéndolos parte del proceso productivo.

Las empresas del sector artes gráficas podrían verse beneficiadas de este tipo de estrategia, puesto que como lo expresa Briceño (2012), la relación entre los proveedores y la comunicación gráfica tiene efecto en la competitividad del sector. De igual forma, se puede ver la estrategia de integración vertical hacia adelante como una oportunidad de involucrar las necesidades de los clientes a la producción y asegurar su aceptación en el mercado.



De la misma manera, las cooperativas de detallistas en el sector son otro tipo de integración contractual, que pueden estar conformadas por empresas medianas y pequeñas las cuales manteniendo su independencia, se asocian adaptando la forma jurídica de cooperativa, realizando aportes económicos periódicos proporcionales a la participación efectuada, así como también recibiendo descuentos de acuerdo con la misma.

Al realizar este tipo de agrupaciones, las empresas del sector pueden continuar funcionando de manera autónoma, al tiempo que obtienen beneficios y facilidades respecto a los procesos técnicos, publicitarios, financieros, de aprovisionamiento entre otros.

- **Integración interna**

Como parte de una estrategia de integración interna (tanto hacia arriba, como hacia abajo), es importante contar con una organización que esté preparada internamente para formar parte de una cadena más grande, para incluir más procesos dentro de sus operaciones y conseguir que se mantengan alineados con los objetivos de cada uno de los participantes. Por tal motivo la integración interna constituye una decisión necesaria para las empresas de este sector, de manera que cuenten con una estructura organizada que permita sacar el máximo provecho de su integración con otros miembros de la cadena.

- **Cuasi integración**

Finalmente, la cuasi integración planteada por Silva y Conde (2012), permite que las empresas del sector, formen vínculos con una o varias empresas grandes, por medio de contratos de largo plazo, en los cuales las empresas no poseen el control total de los activos de su cadena de valor, pero obtienen beneficios asociados a la estabilidad que les proporciona los ingresos fijos percibidos al tener un contrato de exclusividad con dichas empresas, así como también el uso de tecnología innovadora y la capacitación del recurso humano.

## 2.2 CRITERIOS PARA LA TOMA DE DECISIONES DE INTEGRACIÓN VERTICAL

La evaluación de decisiones estratégicas de integración vertical involucra diferentes factores propios del tipo de decisión a evaluar. En esta evaluación deben involucrarse criterios tanto técnicos y estratégicos como financieros, los cuales son fundamentales para realizar la evaluación entre varias alternativas.

Estos criterios afectan significativamente a los objetivos del evaluador y deben expresar las preferencias de los implicados, incluyendo aspectos cuantitativos y cualitativos (Manyoma; 2006).

A partir de la investigación realizada, se obtuvieron los criterios financieros, técnicos y estratégicos para la toma de decisiones estratégicas de integración vertical como se presentan en la tabla 8.

Tabla 8. Criterios para la toma de decisiones estratégicas

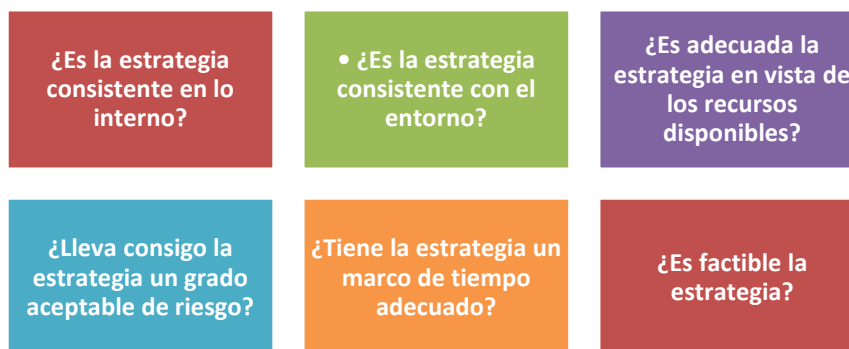
| Categoría   | Criterio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Autor          |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| FINANCIEROS | <b>TIR:</b> Tasa Interna de Retorno, el criterio de decisión asociado consiste en establecer una comparación entre la TIR del proyecto y el costo de oportunidad del inversionista, luego si esta es superior al costo de oportunidad del inversionista el proyecto es recomendable.                                                                                                                   | Miranda (2005) |
|             | <b>VPN:</b> Valor Presente Neto, el criterio de decisión consiste en determinar si el valor presente de los flujos del proyecto es superior a cero para que el proyecto sea elegible.                                                                                                                                                                                                                  |                |
|             | <b>R(B/C):</b> Relación costo beneficio: se basa en el contraste entre el flujo de costos o recursos utilizados y los beneficios o bienes generados que se desprenden de la ejecución de la operación.                                                                                                                                                                                                 |                |
|             | <b>CM:</b> Costo Mínimo, utilizado cuando las vidas útiles de las alternativas son iguales o presentan iguales beneficios, aunque estos no se pueden medir en términos financieros. Se toma el flujo de fondos independiente de cada alternativa y se convierte en un flujo uniforme para la correspondiente vida útil, de manera tal que el VPN del flujo original sea equivalente al flujo uniforme. |                |
|             | <b>CAE:</b> Costo Anual Equivalente. Aplica para alternativas con vidas útiles diferentes. Se realiza el mismo procedimiento planteado para el costo mínimo, la única diferencia está en que se deben comparar alternativas con vidas útiles diferentes, se calcula en consecuencia el costo anual para cada alternativa teniendo en cuenta la vida útil.                                              |                |
| TÉCNICOS    | <b>Factor Humano:</b> Definir perfiles requeridos y el perfil necesario para el sistema a emplear.<br><b>Capacidades:</b> A través del porcentaje de uso de la capacidad se mide la rigidez y flexibilidad del sistema.<br><b>Flexibilidades:</b> Dimensiones de volumen, producto, máquina entre otras utilizadas por el sistema.                                                                     | Manyoma 2006   |

| Categoría    | Criterio                                                                                                            | Autor                          |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| TÉCNICOS     | <b>Productividad:</b> Tasa de producción, producción total, lead time, inventario y utilización del activo.         | Chan, Jiang y Tang 2000        |
|              | <b>Flexibilidad:</b> del producto, de la máquina, proceso, expansión entre otros.                                   |                                |
|              | <b>Tiempo de Construcción:</b> tiempo de planeación e implementación.                                               |                                |
|              | <b>Riesgo:</b> Técnico u operativo.                                                                                 |                                |
| ESTRATÉGICOS | <b>Aplicabilidad:</b> Da cuenta de si la estrategia responde al análisis estratégico previamente elaborado.         | CEEIV 2008                     |
|              | <b>Aceptabilidad:</b> Responde a la pregunta cómo afecta la decisión a los stakeholders.                            |                                |
|              | <b>Viabilidad:</b> Da respuesta a los interrogantes ¿puede realizarse? ¿Se tiene acceso a los recursos necesarios?  | Rumelt 1980                    |
|              | <b>Consistencia:</b> La estrategia no debe presentar objetivos que sean incoherentes entre sí.                      |                                |
|              | <b>Consonancia:</b> La estrategia debe obedecer a un cambio del entorno.                                            |                                |
|              | <b>Ventaja:</b> La estrategia debe crear o ayudar a mantener una ventaja competitiva.                               |                                |
|              | <b>Factibilidad:</b> La estrategia no debe sobreutilizar los recursos disponibles ni causar problemas sin solución. | Hunger, Wheelen y otros (2007) |
|              | <b>Exclusividad mutua:</b> Elegir una alternativa impide elegir otra.                                               |                                |
|              | <b>Éxito:</b> Debe cumplir con ser viable y alta probabilidad de éxito.                                             |                                |
|              | <b>Integridad:</b> Debe considerar los factores estratégicos clave.                                                 |                                |
|              | <b>Congruencia interna:</b> Debe estar orientada a los objetivos y estrategias organizacionales.                    |                                |

Fuente: Adaptado de Autores varios

Ballesteros (2007) presenta los siguientes criterios cualitativos que resultan importantes como apoyo para la evaluación de estrategias en una organización.

Ilustración 6. Criterios cualitativos para la toma de decisiones estratégicas



Fuente: Adaptado de Ballesteros (2007)

Estos últimos se tendrán en cuenta dentro del marco de los criterios planteados en la tabla 8.

Previo a la selección de los criterios estratégicos, se tuvo en cuenta el proceso de alineación del portafolio de proyectos en el que se enmarca el presente trabajo de grado, el cual se enfoca en evaluación de proyectos en el sector artes gráficas. Por lo tanto se considera que criterios estratégicos como la consonancia, consistencia y ventaja en la tabla 8 ya fueron analizados en procesos anteriores como la identificación o categorización del proyecto estudiado, y por lo tanto no se incluyen en la validación por expertos. Por otro lado, de acuerdo a la definición planteada por Hunger, Wheelen y otros (2007) para el criterio Exclusividad Mutua se concluye que este criterio no debe ser considerado en el modelo.

Así mismo, partiendo de la descripción de los criterios estratégicos, se encuentra que los criterios Viabilidad (CEEIV 2008), Factibilidad (Rumelt 1980) y Éxito (Hunger, Wheelen y otros; 2007) se pueden consolidar en único criterio al que en adelante se denominará Factibilidad, así como también los criterios Congruencia Interna e Integridad Mutua (Hunger, Wheelen y otros; 2007) se consolidan en un único criterio que en adelante se denominará Congruencia Interna.

### **2.2.1 Selección de criterios**

Para determinar los criterios de tipo financiero, técnico y estratégico a considerar, se recurrió al juicio y opinión de expertos, convirtiéndose así en una toma de decisiones multiexperto de acuerdo con Martínez (2009).

La toma de decisiones multiexperto proporciona ventajas como información y conocimiento más completos, puesto que al ser un grupo se tiene acceso a más fuentes informativas ofreciendo mayores aportes, tanto en cantidad como en diversidad de puntos de vista para la toma de decisiones. Además, la participación en grupo facilita una amplia discusión, se incrementa la legitimidad y la aceptación de la solución final y se facilita su posterior implementación (Martínez; 2009).

Este proceso de selección de criterios multiexperto inicia con la definición de la escala de medición a emplear para rankear los criterios en el numeral 2.2.2, continúa con la descripción del perfil de los expertos a encuestar en el numeral 2.2.3 y finaliza con la definición del número de los mismos en el 2.2.4.

### 2.2.2 Escala de Likert

Esta escala de medición consta de cinco categorías que buscan expresar qué tan de acuerdo o en desacuerdo se está con una afirmación, calificándola de uno (1) a cinco (5), o de menos dos (-2) a dos (2) (Malhotra; 2004). En consideración con la facilidad de comprensión expresada por uno de los expertos con quién se realizó una prueba piloto, para este proyecto se usará la primera escala, explicada a continuación (Tabla 9).

Tabla 9. Puntuación Escala de Likert

| Puntuación | Descripción                      |
|------------|----------------------------------|
| 5          | Definitivamente si es importante |
| 4          | Probablemente es importante      |
| 3          | Indeciso                         |
| 2          | Probablemente no es importante   |
| 1          | Definitivamente no es importante |

Fuente: Adaptado de Malhotra (2004)

Una vez se reúna la información de los expertos, se suman las puntuaciones otorgadas a cada uno de los criterios permitiendo así rankearlos en orden de importancia y determinar cuáles serán utilizados en adelante.

Para garantizar la fiabilidad de la escala por consistencia, Malave (2007) propone calcular la correlación entre la puntuación total e individual de cada ítem para todos los encuestados y seleccionar las más altas.

### 2.2.3 Perfil de los expertos

Para que el proceso de evaluación y los resultados sean exitosos, no sólo es importante comprender los criterios, sino también tener en cuenta a las partes interesadas quienes realizan la evaluación, puesto que estos tienen diferentes puntos de vista los cuales pueden ser igualmente importantes en la toma de decisiones (Mirani y Lederer; 1998). Por ejemplo los usuarios, profesionales y gerentes pueden diferir respecto a la naturaleza de los beneficios y los costos asociados a un proyecto de desarrollo. Además, el impacto de un proyecto puede variar de acuerdo al grupo al que pertenezcan los expertos (Mcaulay; 2002).

Para la conformación del grupo de expertos, se estableció un perfil con las características que se requieren para la realización de la encuesta; esto con el fin de asegurar la obtención de la información necesaria para el desarrollo de un modelo veraz. Por lo anterior, las personas que integran el grupo de expertos cuentan con las siguientes características:

- Ser los agentes decisores de organizaciones de artes gráficas y tener la suficiente autoridad para realizar cambios en la estructura estratégica y organizacional de la compañía.
- Pertenecer a una organización del sector artes gráficas del departamento del Valle del Cauca.
- Tener mínimo 2 años de experiencia en el sector artes gráficas del departamento.

#### 2.2.4 Definición de la cantidad de expertos

Teniendo en cuenta que en la medida en que se aumenta la cantidad de expertos en un grupo, aumenta la cantidad de estos con menos calificación y en la medida en que se disminuye, también lo hace el nivel de confianza de los resultados (Llanes y otros; 2008), se encuentra un planteamiento teórico para determinar el número de expertos.

Sánchez (1984) propone que la cantidad de expertos a seleccionar debe ser menor o igual que  $a * n$  donde:

$a$  = Número entre 0.7 e 1, prefijado por el investigador

$n$  = Número de alternativas a evaluar (Sánchez y otros; 2009).

Se considera como  $n$  el número de alternativas a evaluar para cada categoría de criterios (estratégicos, técnicos y financieros) y un valor de “ $a$ ” de 0,7, seleccionado por practicidad. De esta manera se obtiene el resultado que se muestra en la tabla 10.

Tabla 10. Cantidad de expertos

| Categoría                         | a   | n | No. De expertos |
|-----------------------------------|-----|---|-----------------|
| Estratégicos                      | 0,7 | 4 | 2,8             |
| Técnicos                          | 0,7 | 6 | 4,2             |
| Financieros                       | 0,7 | 5 | 3,5             |
| <b>No. De expertos a utilizar</b> |     |   | <b>4</b>        |

Fuente: Autores

Luego de realizar los contactos pertinentes, cuatro expertos expresaron disponibilidad para participar del estudio.

### **2.2.5 Encuesta para selección de criterios**

La encuesta utilizada para que los expertos seleccionen los criterios a utilizar en la evaluación de decisiones de integración del sector artes gráficas en el departamento, contiene tres tipos de preguntas:

- Preguntas abiertas: cuya intención es que los expertos expliquen los conceptos desde el punto de vista de su campo de experiencia, pretendiendo de esta forma extraer los principales conceptos de bajo nivel y el grado de madurez de éstos (Álvarez; 2008).
- Preguntas concretas dirigidas: las cuales están encaminadas a profundizar en la maduración de conceptos de las anteriores respuestas y cuyo grado de consenso o maduración no sea suficiente. La estructura de estas preguntas contiene una breve definición del concepto y una pregunta muy concreta para profundizar en el mismo, buscando que los expertos suministren datos concretos y precisos (Álvarez; 2008).
- Preguntas cuantitativas: cuya respuesta debe ser numérica, según ciertas escalas predefinidas (Álvarez; 2008). En este caso se utiliza la escala de Likert presentada anteriormente en el numeral 2.2.2.

De esta manera, finalmente a partir del ranking establecido por el grupo de expertos, se procede a la selección de los criterios estratégicos, técnicos y financieros que se van a usar para la evaluación de las decisiones de integración vertical en el sector artes gráficas del Valle del Cauca.

La encuesta realizada al grupo de expertos se diseñó teniendo en cuenta los tipos de preguntas presentados anteriormente, así como también la escala de Likert para dar prioridad a los criterios. La encuesta se presenta en el Anexo 1.

## **2.3 VALIDACIÓN Y AJUSTE DE LOS CRITERIOS**

Esta etapa inicia con los resultados obtenidos a partir de la encuesta con los expertos. Finalmente, ésta pudo ser concretada con dos de ellos debido a cuestiones de agenda, por parte de los expertos, que impidieron la elaboración de la totalidad de las encuestas planteadas en el numeral 2.2.4, por lo tanto la escala de consistencia propuesta por Malave no fue necesaria.

Los resultados de las encuestas de los dos expertos, mostraron diferencias muy estrechas entre criterios, por tanto, con soporte teórico, se hizo una validación de

la información obtenida a partir del juicio de los expertos, para cada uno de los criterios como se muestra en adelante.

- **Criterios estratégicos**

Para la selección de los criterios estratégicos se incluyen los criterios de aplicabilidad, aceptabilidad, factibilidad y congruencia interna. Los porcentajes de participación consolidados a partir del juicio de los expertos se presentan a continuación en la tabla 11.

Tabla 11. Consolidado criterios estratégicos

| <b>Criterios</b>          | <b>Calificación<br/>Experto 1</b> | <b>Calificación<br/>Experto 2</b> | <b>Total<br/>general</b> | <b>% de<br/>participación</b> |
|---------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| <b>Estratégicos</b>       |                                   |                                   |                          |                               |
| Aplicabilidad             | 3                                 | 4                                 | 7                        | 20,00%                        |
| Aceptabilidad             | 4                                 | 4                                 | 8                        | 22,86%                        |
| Factibilidad              | 5                                 | 5                                 | 10                       | 28,57%                        |
| Congruencia interna       | 5                                 | 5                                 | 10                       | 28,57%                        |
| <b>Total estratégicos</b> |                                   |                                   | <b>35</b>                |                               |

Fuente: Autores

La medición de estos criterios al momento de incorporarlos al desarrollo del modelo multicriterio, se realizó nuevamente con una escala de calificación tipo Likert de 1 a 5, en la que el experto reflejó el nivel de cumplimiento del proyecto con los objetivos asociados a los criterios. La escala utilizada se presenta en la tabla 12.

Tabla 12. Escala de calificación de criterios estratégicos

| <b>Escala cuantitativa</b> | <b>Descripción</b> |
|----------------------------|--------------------|
| 5                          | Excelente          |
| 4                          | Muy buena          |
| 3                          | Regular            |
| 2                          | Insuficiente       |
| 1                          | Nula               |

Fuente: Autores



- **Criterios técnicos**

La tabla 13 presenta las calificaciones para los criterios técnicos, así como también la participación del total general de cada uno de ellos.

Tabla 13. Calificaciones criterios técnicos

| <b>Criterios</b>       | <b>Calificación<br/>Experto 1</b> | <b>Calificación<br/>Experto 2</b> | <b>Total General</b> | <b>% de<br/>Participación</b> |
|------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------|-------------------------------|
| <b>Técnicos</b>        |                                   |                                   |                      |                               |
| Factor Humano          | 4                                 | 5                                 | 9                    | 16,98%                        |
| Capacidades            | 5                                 | 5                                 | 10                   | 18,87%                        |
| Flexibilidades         | 3                                 | 5                                 | 8                    | 15,09%                        |
| Productividad          | 5                                 | 5                                 | 10                   | 18,87%                        |
| Tiempo de Construcción | 3                                 | 4                                 | 7                    | 13,21%                        |
| Riesgo                 | 4                                 | 5                                 | 9                    | 16,98%                        |
| <b>Total técnicos</b>  |                                   |                                   | <b>53</b>            |                               |

Fuente: Autores

Por otro lado los criterios técnicos presentan una relación de importancia menos estrecha que en el caso de los criterios estratégicos. En este caso se usará como criterio el porcentaje mínimo de participación, equivalente a la división del 100% entre el total de criterios propuestos, es decir: 16,6%. Este criterio se utiliza debido a que los subcriterios son diferentes entre sí y no permiten una reagrupación como sucedió con los criterios estratégicos. Por tanto, en adelante se consideran la productividad, capacidad, el factor humano y riesgo, los cuales son los cuatro mejor rankeados por los expertos, y que cumplen con importancia relativa superior al 16,6% definido.

En cuanto a la unidad de medición de cada uno de estos criterios; la productividad se mide teniendo en cuenta una medición de la productividad multifactorial, es decir una en la que se incluyen todos los insumos necesarios para la producción (Render; 2004), por tanto la evaluación de este criterio vendrá dada por las unidades de producto que salen por cada peso necesario para su elaboración, cifra que será suministrada por el experto evaluador de acuerdo a la información interna de la empresa.

De otro, y partiendo de la definición de capacidad brindada por (Munoz, 2009) en la que se refiere a esta como la tasa máxima de flujo de un sistema bajo sus condiciones de operación, la unidad de medición del criterio técnico capacidad será en términos de unidades anuales producidas.

El factor humano estará dado, de acuerdo a la productividad de este factor; es decir que se definirá como la cantidad de horas de trabajo invertidas en la producción de un producto. Y finalmente el riesgo operativo, que es el riesgo de no estar en capacidad de cubrir los costos de operación, es medido en Pesos Colombianos, dado que se expresa como la desviación estándar de la proyección de la utilidad operativa (Navarro; 2003).

- **Criterios financieros**

La tabla 14 presenta las calificaciones para los criterios financieros, así como también la participación del total general de cada uno de ellos.

Tabla 14. Calificaciones criterios financieros

| <b>Criterios</b>         | <b>Calificación<br/>Experto 1</b> | <b>Calificación<br/>Experto 2</b> | <b>Total<br/>general</b> | <b>% de<br/>participación</b> |
|--------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| <b>Financieros</b>       |                                   |                                   |                          |                               |
| TIR                      | 5                                 | 3                                 | 8                        | 19,05%                        |
| VPN                      | 5                                 | 5                                 | 10                       | 23,81%                        |
| R(B/C)                   | 5                                 | 3                                 | 8                        | 19,05%                        |
| CM                       | 5                                 | 3                                 | 8                        | 19,05%                        |
| CAE                      | 5                                 | 3                                 | 8                        | 19,05%                        |
| <b>Total financieros</b> |                                   |                                   | <b>42</b>                |                               |

Fuente: Autores

De acuerdo con los expertos, el de mayor utilización y relevancia al interior de sus compañías es el Valor Presente Neto (VPN), entre los cuatro criterios restantes las puntuaciones son parejas, sin embargo los criterios del VPN y el de la Tasa Interna de Retorno no son consistentes, en todas las ocasiones en términos de resultados entre ellos, por el contrario como argumenta Vélez (2002), al evaluar alternativas pueden presentarse contradicciones al elegir la de mayor TIR y que no necesariamente sea la de mayor VPN. Al utilizar el criterio de la TIR para ordenar alternativas se pueden encontrar resultados económicamente inadecuados y una de sus restricciones es el hecho de que un mismo proyecto puede presentar varias TIR (Vélez, 2002). En este sentido el criterio definido entre TIR y VPN fue el VPN.

En cuanto a la relación Costo Beneficio R (B/C), ésta se emplea normalmente como mecanismo de evaluación de proyectos del sector público (Guerra, 2002). Y por su parte el criterio del Costo Mínimo solo es aplicable para proyectos con igual vida útil (Miranda, 2005), lo cual es una condición que no se adapta al objetivo de presentar un modelo genérico, por tanto se procede a considerar otros criterios.

El método del Costo Anual Equivalente, CAE es útil para proyectos mutuamente excluyentes con vidas útiles diferentes, inversiones iniciales distintas y flujos anuales iguales (Fernández; 2007). Este criterio y el VPN serán en adelante los criterios financieros a considerar en el modelo, puesto que cada uno de ellos representa un método para valorar proyectos distintos, haciendo que dada una evaluación de dos o más proyectos se pueda elegir el método que se ajuste a las características de los mismos.

Dado que el VPN es un monto que implica llevar a presente los ingresos, su unidad de medición al momento de ser integrado al modelo de evaluación estará dada en Pesos Colombianos (CO); así mismo como el CAE implica trabajar con los costos asociados a un determinado proyecto, su unidad de medición son los Pesos Colombianos.

Finalmente, la tabla 15 presenta los criterios estratégicos, técnicos y financieros consolidados de acuerdo al análisis realizado a lo largo de la sección 2.2. Estos criterios son los considerados para usar, en el modelo de evaluación de decisiones de integración vertical en el sector caso de estudio.

Tabla 15. Criterios consolidados con base en juicio de expertos

| <b>Categoría</b>    | <b>Criterios</b>    | <b>Tipo</b>     |
|---------------------|---------------------|-----------------|
| <b>Financieros</b>  | VPN                 | Excluyentes     |
|                     | CAE                 | Excluyentes     |
| <b>Técnicos</b>     | Productividad       | Complementarios |
|                     | Capacidades         | Complementarios |
|                     | Factor humano       | Complementarios |
|                     | Riesgo              | Complementarios |
| <b>Estratégicos</b> | Aplicabilidad       | Complementarios |
|                     | Factibilidad        | Complementarios |
|                     | Aceptabilidad       | Complementarios |
|                     | Congruencia interna | Complementarios |

Fuente: Autores

### CAPÍTULO III. OPCIONES REALES

Las opciones reales son aquellas cuyo activo subyacente es un activo real, Mascareñas (2003) presenta una clasificación de estas opciones como se muestra en la tabla 16.

Tabla 16. Tipos de Opciones reales

| TIPOS DE OPCIONES REALES               |                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>OPCIÓN DE DIFERIR/APRENDER</b>      | <b>Opción de Aprendizaje:</b> Se presentan cuando la empresa tiene la posibilidad de acelerar la adquisición de información a través de una inversión. Pueden ser de dos tipos: proporcionan información fiable del valor futuro del activo o cambian el valor actual del activo. |
|                                        | <b>Opción de diferir:</b> Esta opción permite posponer la realización del proyecto un tiempo determinado, con esto se reduce la incertidumbre sobre el valor subyacente en el futuro, representando así un costo de oportunidad.                                                  |
| <b>OPCIÓN DE INVERSIÓN/CRECIMIENTO</b> | <b>Opciones de Ampliar:</b> Proporciona el derecho de adquirir una parte más del proyecto por un costo adicional. Esta opción será ejercida cuando el mercado futuro sea favorable solamente y por lo general es más valiosa para empresas con mayor riesgo económico.            |
|                                        | <b>Opción de Intercambio:</b> Permite intercambiar productos, procesos o plantas debido a una alteración favorable en la demanda o en el precio subyacente.                                                                                                                       |
|                                        | <b>Opción de ampliación del alcance:</b> Apalanca un proyecto de un sector determinado para ser utilizado en otro sector relacionado.                                                                                                                                             |
| <b>OPCION DE DESINVERTIR/REDUCIR</b>   | <b>Opción de reducir:</b> Representa el derecho a renunciar a una parte del proyecto por un ahorro, es útil al momento de introducir nuevos productos.                                                                                                                            |
|                                        | <b>Opción de Intercambio:</b> Proporciona flexibilidad al momento de dar respuesta a cambios en la demanda, adaptándose a una estructura de costos ligera.                                                                                                                        |
|                                        | <b>Opción de reducción del alcance:</b> Permite reducir, e incluso abandonar, el alcance de las operaciones en un sector relacionado cuando el potencial de negocio se reduce o desaparece                                                                                        |
|                                        | <b>Opción de abandonar:</b> Proporciona el derecho a vender, liquidar o cerrar un proyecto a cambio de un precio. La existencia de esta opción aumenta el deseo de invertir en un proyecto dado                                                                                   |
|                                        | <b>Opción de Cierre Temporal:</b> Posibilidad de parar temporalmente el proceso productivo cuando los ingresos no son suficientes para solventar los costos variables y volver a producir cuando la situación cambie.                                                             |

Fuente: Adaptado de Mascareñas (2003).

El valor de una opción real es función de seis variables, precio del activo financiero, precio de ejercicio, tiempo hasta el vencimiento, varianza de los rendimientos del activo financiero, tasa de interés sin riesgo y dividendos del activo subyacente (Mascareñas y otros; 2004). La tabla 17 describe brevemente dichas variables.

Tabla 17. Variables opciones reales

| Variable                                                   | Descripción                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Valor actual del activo subyacente (S)                     | Es el precio actual que tiene el activo sobre el cual se posee la opción, es observable en el mercado y surge de una cartera de referencia                                             |
| Precio del ejercicio ( E )                                 | Es la cantidad a pagar, cuando se trata de una opción de compra sobre el activo subyacente o la cantidad a recibir, cuando se trata de una opción de venta sobre el activo subyacente. |
| Tiempo de Maduración (t)                                   | Es el tiempo durante el cual el propietario de la opción podrá ejercerla.                                                                                                              |
| Tasa libre de riesgo ( $r_f$ )                             | Valor del dinero en el tiempo                                                                                                                                                          |
| Volatilidad o Varianza del valor del activo ( $\sigma^2$ ) | Mide la variabilidad de los precios futuros del activo subyacente y refleja la incertidumbre económica que rodea un proyecto                                                           |
| Dividendos o flujos de caja recibidos (D)                  | Variable generada por el activo subyacente durante o después del periodo de maduración.                                                                                                |

Fuente: Adaptado de Mascareñas y otros (2004).

### 3.1 OPCIONES IMPLÍCITAS EN LAS DECISIONES DE INTEGRACIÓN VERTICAL

Una vez realizada la revisión bibliográfica de los tipos de integración vertical y de opciones reales, y conociendo el funcionamiento del sector artes gráficas en el Valle del Cauca, se realizó una asociación entre las decisiones de integración vertical de acuerdo a la definición expuesta en la tabla 6 del capítulo II y a los tipos de opciones reales presentados en la tabla 16 del presente capítulo. Este proceso fue robustecido por medio de la consulta bibliográfica de aplicaciones de opciones reales a integración vertical en diferentes sectores y realizando la analogía con el sector artes gráficas. Lo anterior se presenta en la tabla 18.

Tabla 18. Bibliografía consultada sobre aplicación de opciones reales e integración vertical

| Título y descripción                                                                                                                                                                        | Opción Real | Decisión de integración    | Autor(es)                | Año  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------|--------------------------|------|
| Valoración de Proyectos de Inversión en Plantas Químicas mediante el uso de Opciones Reales “switch”. Aplicación a una Integración Vertical en una Unidad de Producción de Ácido Sulfúrico. | Intercambio | Integración hacia atrás    | Salas, Espuny y Martínez | 2007 |
| Las Opciones Reales en la Estrategia Empresarial. El caso del Grupo Antolín.                                                                                                                | Expansión   | Integración hacia adelante | De la fuente             | 2005 |

| Título y descripción                                                                                                                    | Opción Real          | Decisión de integración    | Autor(es) | Año  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------|-----------|------|
| Evaluación de una Inversión Irreversible en un Escenario de Incertidumbre, Caso Integración Vertical de los Trece Ejidos S.P.R. de R.L. | Expansión y Abandono | Integración hacia adelante | Guzmán    | 2010 |

Fuente: Autores

En la tabla 19 se expone una breve descripción de la relación entre las decisiones de integración vertical y las opciones reales propuesta por los autores, teniendo en cuenta aspectos relevantes de la caracterización del sector artes gráficas.

Tabla 19. Opciones reales correspondientes a las decisiones de integración vertical en empresas del sector artes gráficas del Valle del Cauca

| TIPO DE DECISIÓN DE INTEGRACIÓN VERTICAL | EXPLICACIÓN                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Integración plena                        | <b>Ampliación</b><br>La integración plena implica el control total de los activos de la cadena. Por tanto es de suponer que hubo un proceso de adquisición por un costo adicional                                                                        | <b>Intercambio</b><br>Esta decisión está orientada a una estrategia organizacional que permita responder a las variaciones del mercado.                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Integración contractual                  | <b>Intercambio</b><br>Para la integración contractual es importante la coordinación a través de contratos, en ese sentido hay un intercambio de información de procesos que busca dar respuesta eficiente a un determinado comportamiento de la demanda. | <b>Abandonar</b><br>Esta opción resulta conveniente al momento de considerar formar parte o no de este tipo de cooperativas, puesto que si no se obtienen los resultados esperados con esta, existe contractualmente la alternativa de detener la integración. | <b>Cierre temporal</b><br>Los involucrados en la cadena pueden incluir cláusulas que les permitan salir temporalmente de la cooperativa en caso de que los ingresos no sean suficientes y les permitan volver cuando la situación cambie a favor. |
| Integración vertical hacia adelante      | <b>Ampliación</b><br>La integración hacia adelante proporciona el dominio total o parcial de los activos de los distribuidores de una cadena, la opción de ampliación es una alternativa adecuada para estudiar este tipo de adquisiciones.              | <b>Intercambio</b><br>Este tipo de opción es de gran utilidad puesto que permite fortalecer las relaciones entre la empresa y los clientes por medio de los distribuidores, logrando responder a las necesidades de la demanda apropiadamente.                 |                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Integración vertical hacia atrás         | <b>Ampliación</b><br>La integración hacia atrás proporciona el dominio total o parcial de los activos de los                                                                                                                                             | <b>Intercambio</b><br>Este tipo de opción es de gran utilidad al evaluar inversiones que por ejemplo requieran la compra de materias primas con una importante volatilidad de precios o cuando se plantea la posibilidad de invertir en                        |                                                                                                                                                                                                                                                   |

| TIPO DE DECISIÓN DE INTEGRACIÓN VERTICAL | EXPLICACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                          | proveedores de una organización, por lo tanto la opción de ampliación es una herramienta adecuada para valorar este tipo de inversiones, puesto que en este caso se está analizando la adquisición de una parte más de la cadena de suministro por un costo adicional.                                                                                                                                                                                                                           | una planta propia para obtener esta materia prima a un costo menor.                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Integración parcial                      | <b>Aprendizaje</b><br>La integración parcial representa una integración sectorizada, lo que hace a una empresa parcialmente dependiente de fuentes externas para el suministro de un insumo o para la entrega de un producto (Selva y Conde; 2012). Por la tanto, la opción de aprendizaje resulta útil en el momento que una empresa desee adquirir información adicional que le permita decidir si establece una relación de integración plena o de cuasintegración con la empresa proveedora. | <b>Ampliación</b><br>La integración parcial representa una integración sectorizada, lo cual permite que una empresa tenga la opción de adquirir una parte más de la cadena de suministro por un costo adicional cuando las condiciones del mercado sean favorables.                                                    | <b>Intercambio</b><br>Este tipo de integración hace a una empresa parcialmente dependiente de fuentes externas para el suministro de un insumo o para la entrega de un producto, ésta opción agrega flexibilidad al proceso de adquisición de materias primas o distribución de bienes, puesto que permite intercambiar productos, procesos o plantas dependiendo del nivel actual de demanda. |
| Cuasi integración                        | <b>Abandono</b><br>En este tipo de decisión de integración, el control sobre los proveedores o compradores es ejercido a través de contratos de larga duración (Jones; 2004), por lo que esta opción proporciona la flexibilidad de liquidar o cancelar el contrato a cambio de un precio pagado a la empresa contratista.                                                                                                                                                                       | <b>Cierre temporal</b><br>Puesto que en este tipo de decisión el control sobre los proveedores o compradores es ejercido a través de contratos de larga duración, esta opción proporciona la posibilidad de suspender temporalmente el contrato cuando las condiciones no sean favorables para la empresa contratante. | <b>Intercambio</b><br>Las empresas cuasi integradas no poseen el total dominio de todos los activos en sus cadenas de valor (Selva, Conde; 2012). Esta opción resulta favorable puesto que permite intercambiar productos, procesos o plantas dependiendo de las necesidades de la empresa.                                                                                                    |

Fuente: Autores

### **3.2 MÉTODOS DE VALORACIÓN DE OPCIONES REALES**

Abíznano (2012) presenta las etapas que comprende la valoración de opciones reales, entre estas etapas se encuentran la identificación de las opciones reales que incorpora el proyecto y posterior a esto, la selección de un método para la valoración de las opciones. El proceso completo se indica a continuación:

1. Definir los proyectos y cuando implementarlos, identificar fuentes de incertidumbre.
2. Valoración del proyecto mediante el VPN y el análisis de sensibilidad, escenarios y simulación.
3. Identificación de las opciones reales asociadas al proyecto o creación de estas.
4. Selección de un método para la valoración de las opciones.
5. Toma de decisión basada en la comparativa del VPN expandido y el VPN básico.
6. Seguimiento y ajuste del modelo inicial. (Abíznano, 2012).

Dentro del proceso de selección del método para valorar opciones se encuentran tres categorías posibles:

En primer lugar se encuentran los métodos basados en ecuaciones diferenciales parciales (EDP), que son métodos basados en la aplicación de la fórmula de Black Scholes. A continuación se encuentran los métodos basados en programación dinámica, que son fundamentalmente modelos binomiales que pueden ser más adecuados que los primeros; y finalmente se encuentran los métodos basados en la simulación, siendo el más utilizado de estos la simulación Montecarlo. (Abíznano, 2012).

Nader (2009) por su parte describe en detalle, estos tres métodos de valoración de opciones que se valen de las variables de las opciones reales descritas anteriormente y de unos supuestos (tabla 20).



Tabla 20. Métodos de valoración de opciones

| Modelo                       | DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                   | SUPUESTOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Black Scholes</b>         | Primer modelo para la valoración de opciones financieras sin necesidad de la tasa de interés requerida en el método tradicional (VAN) para descontar los flujos de caja. Es utilizado también para valorar opciones reales (Náder; 2009).                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mercado financiero perfecto</li> <li>• No hay costos de transacción</li> <li>• El activo subyacente no paga dividendos</li> <li>• Son posibles las ventas al descubierto</li> <li>• El precio del subyacente (S) realiza un recorrido aleatorio con varianza (<math>\sigma^2</math>) proporcional al cuadrado de dicho precio</li> <li>• La varianza de la rentabilidad del subyacente es conocida y constante por unidad de tiempo del período.</li> </ul>                                                                                                                                                 |
| <b>Modelo Binomial</b>       | Es un modelo de tipo discreto que considera que la evolución del precio del activo subyacente sólo puede tomar dos valores posibles, uno de alza con probabilidad “q” y uno de baja con probabilidad “(1-q)” (Trigeorgis, 1995).                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mercado financiero perfecto</li> <li>• El cambio del valor del activo con el tiempo es definido por la volatilidad que este adquiere</li> <li>• Ausencia de costos de transacción</li> <li>• Existencia de una tasa de interés sin riesgo a corto plazo (rf) conocida, positiva y constante para el período considerado.</li> <li>• Todas las transacciones se pueden realizar de manera simultánea y los activos son perfectamente divisibles</li> <li>• El activo subyacente no paga dividendos</li> <li>• El precio del activo subyacente evoluciona según un proceso binomial multiplicativo</li> </ul> |
| <b>Simulación Montecarlo</b> | El método de Montecarlo se utiliza para simular un conjunto muy grande de procesos estocásticos. La valoración de las opciones se realiza en un mundo de riesgo neutral, esto es, se descuenta el valor de la opción a la tasa libre de riesgo (Náder; 2009). | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se tiene información suficiente sobre la distribución conjunta de las variables riesgosas (Contreras, 2010)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

Fuente: Adaptado de Náder (2009)

### 3.3 PLANTEAMIENTO CASO ESTUDIO

De acuerdo a lo planteado en el objetivo 2 del diseño metodológico, en este apartado se realiza la selección de un tipo de opción real y un tipo de decisión vertical, a partir de los cuales se plantea el caso estudio.

Por tanto, el proyecto valorado en este trabajo de grado es una decisión estratégica de integración contractual con opción de abandono, en una empresa de comunicación gráfica del Valle del Cauca, la cual se dedica al diseño y elaboración de estuches plegadizos, etiquetas, insertos e impresos publicitarios.

Esta empresa cuenta con aproximadamente veinte clientes, siendo el de mayor participación en sus ingresos una empresa farmacéutica multilatinas que en 2013 fue adquirida por una farmacéutica Europea multinacional, en adelante ésta será nombrada empresa cliente. Esta adquisición ocasionó que la empresa cliente presentara un incremento en su portafolio de productos, generando mayor demanda a la empresa de comunicación gráfica en la que se centra el presente caso estudio; la cual debió realizar inversiones en adecuaciones para la ampliación de su capacidad de producción.

Como lo plantea Hax y Majluf (2004), en este tipo de integración las partes del canal son empresas independientes (conservan su personalidad jurídica) las cuales coordinan sus actividades por medio de contratos y, debido a la naturaleza contractual que se establece entre estas empresas, las cláusulas de terminación (escape) son la forma más directa de construir opciones de abandono porque crean una flexibilidad operativa de forma contractual con otras partes implicadas en el proyecto, generando un costo en la creación de esta flexibilidad, pero a su vez los beneficios podrían ser grandes, sobre todo en los negocios más arriesgados y volátiles (Agudelo, Rey; 2008).

En algunos casos y sobre todo cuando el riesgo de la inversión es elevado, el valor de la opción de abandono puede llegar a superar incluso el de la propia corriente de flujos, el valor de la posibilidad de abandono constituye el principal elemento diferenciador entre las alternativas de inversión, a pesar de que, generalmente, no se conoce el valor del proyecto en el momento de su evaluación inicial, sino que depende de su evolución en el futuro (Mascareñas; 2009).

La opción de abandono proporciona a su propietario el derecho a vender, liquidar o cerrar un proyecto determinado a cambio de un precio y es formalmente equivalente a una opción de venta americana con un precio de ejercicio igual al valor de venta del proyecto (Gómez; 2004). Esta opción tiene un efecto económico sobre las decisiones y por lo general no debe valorarse aisladamente. El valor de la opción de abandono aumenta en las siguientes situaciones:

- Cuanto mayor sea la incertidumbre sobre el valor futuro del negocio
- Cuanto mayor sea la cantidad de tiempo que se dispone para ejercer dicha opción.
- Cuanto mayor sea la relación entre el valor de abandono del proyecto respecto a su valor terminal o residual (Agudelo, Rey; 2008).

Un proyecto debe ser descartado cuando el valor de su abandono inmediato exceda el valor presente de su abandono futuro. Este valor del abandono futuro

coincide con el valor actual del derecho de desinvertir en el momento óptimo más el presente de los flujos de tesorería percibidos hasta la fecha (Agudelo, Rey; 2008).

Por lo tanto, de acuerdo a lo expuesto anteriormente, para valorar la opción de abandono asociada a decisiones de integración contractual, se propone un modelo que parte con el análisis de las variables que más influyen en este tipo de decisiones y su impacto económico; para lo cual se requiere proyectar los flujos de caja a 5 años, para posteriormente valorar la opción de abandono utilizando el método binomial.

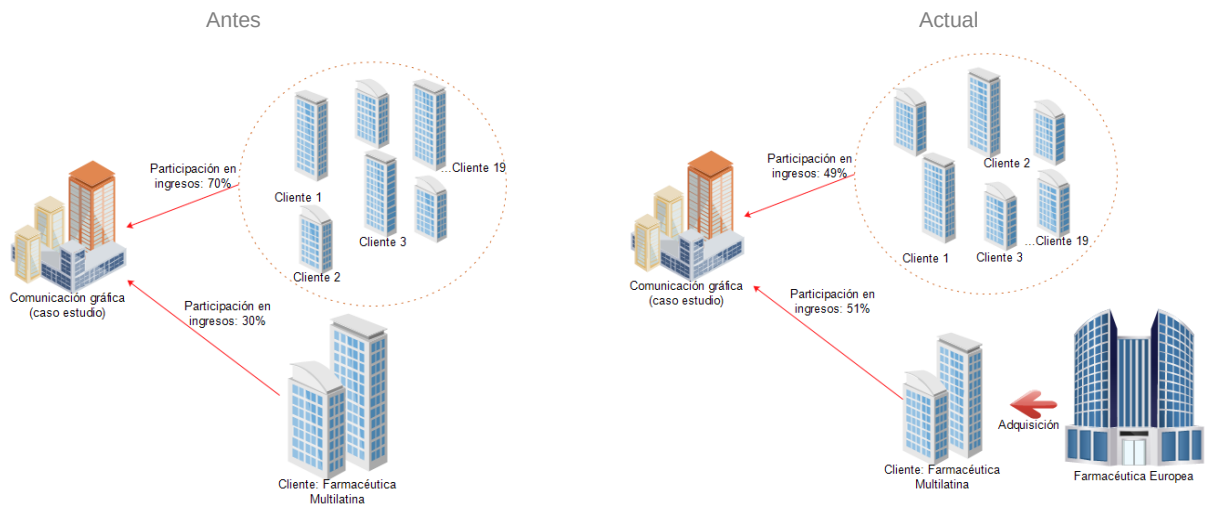
El flujo de caja para el modelo, se construye teniendo en cuenta que antes de que la empresa cliente fuese adquirida por otra multinacional, esta constituía el 30% de los ingresos de la empresa de comunicación gráfica objetivo del caso estudio, porcentaje que una vez realizada la adquisición pasó a ser el 51%, dejando la participación de los otros 19 clientes en un 49% que en realidad no representa ningún cambio, ya que se mantiene constante con respecto a los valores previos a la adquisición.

Para calcular la inversión inicial que la empresa de comunicación gráfica debió realizar para cumplir al cliente se tuvo en cuenta el incremento de la demanda de la empresa cliente (farmacéutica) para la empresa de comunicación gráfica, la cual pasó del 30% al 51% después de la adquisición explicada anteriormente. Esta inversión se realiza en el año 2014, dado que los cambios en la demanda se generan a partir de la adquisición acontecida en el 2013.

Por su parte, el capital de trabajo se calculó como el promedio de la relación entre el capital de trabajo y los ingresos de la empresa entre 2011 y 2013, el cual tiene un valor del 23% y se asume constante durante la vigencia del contrato. Al finalizar el contrato bien sea por cumplimiento o por abandono, se recupera la inversión en capital de trabajo, con el fin de dar cierre contractual al proyecto. Así mismo, debido a que la inversión está relacionada con la ampliación de la capacidad de producción, se depreció la cantidad asociada a propiedad, planta y equipo equivalente al 58,33% de la inversión inicial.

En la siguiente ilustración se representa la situación descrita en el caso estudio.

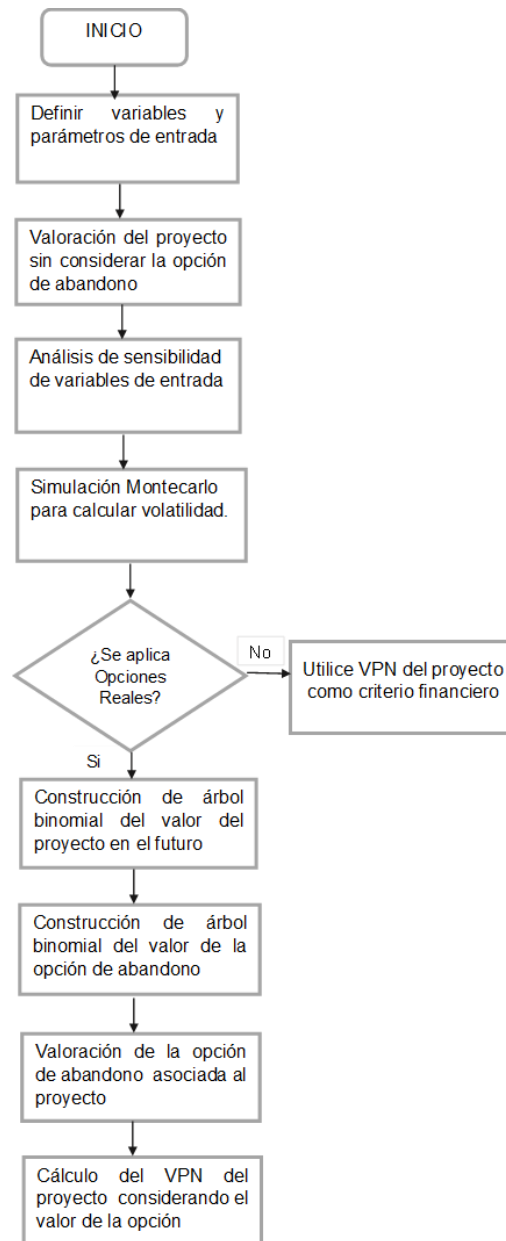
Ilustración 7. Esquema del caso estudio



Fuente: Autores

En ese sentido, la ilustración 8 presenta los pasos a desarrollar para la evaluación de los criterios financieros del modelo propuesto y en los siguientes apartados se explica en detalle el proceso a realizar en cada una de las etapas.

Ilustración 8. Metodología para el modelo de evaluación financiera



Fuente: Autores

### 3.3.1 Variables de entrada

Se tienen en cuenta aquellas variables que ejercen mayor influencia en el Valor Presente Neto o demás variables de salida del proyecto, y una vez determinadas, se requiere conocer su comportamiento o distribución de probabilidad, para lo cual se puede utilizar el software @Risk, puesto que posteriormente estas

variables podrían ser utilizadas como entradas para la Simulación Monte Carlo del modelo.

### 3.3.2 Variables de salida

- **Valor presente Neto (VPN)**

Inicialmente el proyecto se valora sin flexibilidad bajo el enfoque de Flujo de Caja Descontado (FCD), en el cual se utiliza el Weighted Average Cost of Capital (WACC) como tasa de descuento calculado con base en la ecuación 3.1 (Buitrón, Palacios;2013):

$$WACC = \left( \frac{D}{D+E} \right) Kd(1 - T) + \left( \frac{E}{D+E} \right) Ke \quad (3.1)$$

Dónde:

E: Valor de la inversión (fondos propios), valor actual neto de los flujos esperados para las acciones (Fernández; 2011).

D: Valor de la deuda, valor actual neto de los flujos esperados para la deuda (Fernández; 2011).

Kd: Costo de la deuda.

Ke: Costo del patrimonio, utilizando Capital Asset Pricing Model calculado a partir de la fórmula (Buitrón, Palacios; 2013).

$$Ke = r_f + \beta(r_m - r_f) \quad (3.2)$$

Donde:

$r_f$  : Tasa del activo libre riesgo.

$R_m$ : Rentabilidad del mercado.

$\beta$  : Riesgo del mercado del activo.

- **Volatilidad**

Existen varias formas para estimar la volatilidad para opciones reales, sin embargo, tres son las más utilizadas y aplicables en el campo de la administración de proyectos: volatilidad del portafolio replica o volatilidad histórica, volatilidad del factor predominante y volatilidad implícita (Maya; 2008).

La volatilidad del portafolio replica o volatilidad histórica también conocida como “Benchmark Forecast”, se basa en información histórica -series de datos relativas a los precios- de un proyecto similar o de firmas comparables en el mercado, mientras que la volatilidad del factor predominante se enfoca en índices históricos de factores representativos para el proyecto, es decir aquellos factores que generan el flujo de caja del proyecto (Méndez, Lamothe; 2007).

Debido que al utilizar en un proyecto la volatilidad que se calcula a partir de la variable predominante en la vida del mismo, se podría sobrestimar el valor de la opción, dado que este único factor solo refleja un fragmento de la incertidumbre total del proyecto y ante la falta de una estimación que se ajuste a un proyecto en particular y no solo al mercado en general, se requiere del uso de una estimador que recoja elementos tanto del mercado, como de las variables internas.

Por tal motivo, en el presente trabajo de grado se utiliza el enfoque de estimación de volatilidad implícita como metodología más confiable, para tratar de capturar el valor que proviene de la incertidumbre (Méndez & Lamothe, 2007). Para calcular la volatilidad implícita del proyecto se deben seguir los siguientes pasos:

1. Se construye la hoja de cálculo que permite averiguar el valor presente del proyecto en el momento 0 ( $VP_0$ ) y se descuentan los valores con el WACC calculado (Buitrón, Palacios; 2013).
2. Se calcula el rendimiento del modelo con la siguiente fórmula (Buitrón, Palacios; 2013):

$$Z = \ln \left( \frac{VP_1 + FC_1}{VP_0} \right) \quad (3.3)$$

Esta medida de rentabilidad muestra cómo varía el valor presente en el año uno ( $VP_1$ ) en relación con el valor presente constante del año cero ( $VP_0$ ) (Buitrón, Palacios; 2013)

**3.** Se utiliza la simulación de Montecarlo para generar la distribución de los valores presentes (VP) en el momento 1, añadiendo los flujos de caja (FC) esperados en ese período y dejando constante el valor presente del momento 0. Por lo que la volatilidad que se usa en el proyecto, viene dada por la desviación estándar de la distribución generada de los rendimientos simulados (Buitrón, Palacios; 2013).

### **3.3.3 Análisis de Sensibilidad**

Para la variación de escenarios se tiene en cuenta el comportamiento histórico de las variables, realizando incrementos y disminuciones de los valores base de acuerdo al escenario optimista, pesimista y más probable.

### **3.3.4 Simulación Montecarlo**

Se propone realizar una simulación de 1.000 iteraciones con el software @Risk al modelo, teniendo como variables de entrada aquellas que resultaron más sensibles a partir del análisis de sensibilidad realizado en la sección 3.3.3 y como variables de salida el Valor Presente Neto, el rendimiento y el valor presente de los flujos de caja en el año 0 (VP0).

### **3.3.5 Validación para el uso de Opciones Reales**

El uso de opciones tiene valor en las siguientes dos condiciones de acuerdo con (Kadukula y Papudesu; 2006): alta incertidumbre y flexibilidad para favorecer el proyecto. Adicional a ello estos autores argumentan que el análisis de opciones reales no ofrece mucho valor en proyectos de inversión con Valor Presente Neto muy alto puesto que son lo suficientemente atractivos para que la gerencia tome una decisión respecto a ellos, lo mismo aplica para proyectos con VPN muy bajo; en ese sentido establecen que las opciones reales aportan mayor valor a proyectos con VPN cercano a cero, bien sea positivo o negativo y alta incertidumbre.

Por tanto, el uso de opciones reales en el marco de la presente propuesta, se evalúa a partir de los resultados del flujo de caja del modelo.

En caso de que, como se presenta anteriormente, el proyecto evaluado tenga un Valor Presente Neto muy alto o muy bajo, no se realiza valoración por opciones reales, sino que se usa el criterio financiero en este caso VPN, para la evaluación multicriterio de la sección 4.2.7.



### 3.3.6 Valoración por Opciones Reales

De acuerdo a lo planteado en la sección 3.2, el método utilizado para la valoración de opciones es el modelo binomial desarrollado por Cox, Ross y Rubinstein (1979) el cual se basa en dos principios:

- Valoración neutral al riesgo: El cual implica la existencia de un activo gemelo que genera exactamente los mismos flujos de caja que el activo a valorar, permitiendo construir una cartera réplica.
- Ausencia de arbitraje: Una oportunidad de arbitraje es una estrategia de inversión que garantiza un resultado positivo con respecto a cierta contingencia con ninguna posibilidad de obtener un resultado negativo y sin realizar inversión alguna. La hipótesis de no arbitraje excluye la posibilidad de obtener rendimientos en exceso sin exposición al riesgo (Buitrón, Palacios; 2013).

El modelo binomial parte de que el valor actual de los flujos de caja simulados en el año cero, pueden evolucionar con un aumento o una disminución de su valor de acuerdo a los coeficientes de ascenso y descenso denominados  $u$  y  $d$  respectivamente (Buitrón, Palacios; 2013), los cuales se calculan de acuerdo a las ecuaciones 3.4 y 3.5 respectivamente.

$$u = e^{(\sigma \sqrt{\Delta t})} \quad (3.4)$$

$$d = \frac{1}{u} \quad (3.5)$$

Dónde:

$\sigma$ = Desviación típica anual de los rendimientos del activo (Buitrón, Palacios; 2013).

$\Delta t$ =Variación de tiempo que ocurre de un periodo al siguiente que sirve para ajustar la volatilidad anual al periodo que se está utilizando

Una vez calculados estos coeficientes, se procede a calcular las probabilidades neutrales al riesgo de que exista una ascenso  $u$  o un descenso  $d$  en el valor del activo, representadas por  $p$  y por  $q$  (Buitrón, Palacios; 2013).

$$q = \frac{u - (1 + r_f)}{u - d} \quad (3.6)$$

$$p = \frac{(1 + r_f) - d}{u - d} \quad (3.7)$$

- **Árbol binomial**

Después de calcular los coeficientes  $u$  y  $d$  con las ecuación 3.4 y 3.5 respectivamente, se procede a realizar el árbol binomial, donde a partir del valor de los flujos de caja en el año 0 (VP0), se determinan los valores que toma el valor presente de los flujos de caja con respecto a los movimientos de ascenso y descenso durante los años de duración del contrato.

Como se planteó en la sección 3.3, un proyecto debe ser descartado cuando el valor de su abandono inmediato exceda el valor presente de su abandono futuro. En este sentido, debido a la naturaleza contractual del tipo de decisión de integración estudiada en el presente trabajo de grado, la decisión de abandonar un proyecto está determinada por las cláusulas de terminación del contrato, en las cuales se estipulan las situaciones que pueden dar pie a la terminación del mismo, así como también los montos de penalización que se deben pagar por el término anticipado de mencionado contrato.

La opción de abandono en el presente caso estudio está determinada por la regla de decisión, presentada en la ecuación 3.8.

*Venta de activos + Inversión en capital de trabajo > Cláusula de terminación + VP (Ingresos)*

(3.8)

El cálculo del valor de venta de los activos del proyecto se puede definir como el valor de salvamento, el cual representa el valor de un activo una vez que se finaliza su vida útil. Este valor se debe calcular para las construcciones, instalaciones, adecuaciones, maquinaria y equipos (Vásquez A., 2005), usando la ecuación 3.9

$$VS = VC - N * Depreciación \quad (3.9)$$

Dónde:

VC: Valor inicial de compra o revalúo.

VS: Valor de salvamento.

N: Número de año de vida útil.

Otra alternativa frente al cálculo del valor de venta de los activos es a través del valor de estos en el mercado, esto implica conocer en detalle los activos fijos con los que se cuenta y los precios de los mismos en el mercado bajo ciertas condiciones.

El valor ampliado del proyecto, se calcula a partir del árbol binomial del valor del activo, incluyendo la opción de abandono, usando la ecuación 3.10 para calcular el valor del proyecto en el último año en que se puede ejercer la opción y a partir de ahí se resuelve el árbol hacia atrás, dónde el valor de la opción en cada año y en cada escenario se determina con la ecuación 3.11.

$$\text{Máx} [X_t - S_t; 0] \quad (3.10)$$

$$\text{Máx} \left( Cu_{t+1} \times \frac{p}{(1+r_f)} + Cd_{t+1} \times \frac{q}{(1+r_f)} \right); \text{Máx} (X_t - S_{ti}) \quad (3.11)$$

Dónde:

$X_t$  : Precio de ejercicio en el momento t.

$S_t$ : Subyacente en el momento t.

$Cu_{t+1}$ : Valor de la opción en el momento inmediatamente posterior en el escenario

$Su_{t+1} = S_t \times u$ .

$Cd_{t+1}$ : Valor de la opción en el momento inmediatamente posterior en el escenario

$Sd_{t+1} = S_t \times d$ .

Finalmente se calcula el valor de la opción de abandono por medio de la ecuación 3.12.

$$\text{Opción de abandono} = \text{VPN con opción de abandono} - \text{VPN sin flexibilidad} \quad (3.12)$$

## CAPÍTULO IV. EVALUACIÓN MULTICRITERIO

En este capítulo se presentan algunos de los métodos multicriterio más utilizados en el ámbito académico, sus supuestos y metodologías. Adicionalmente se selecciona el método a utilizar en el caso estudio planteado en la sección 3.3, se presenta el desarrollo del mismo y finalmente se realiza el análisis de los resultados del modelo.

### 4.1 MÉTODOS PARA LA INTEGRACIÓN DE CRITERIOS

El análisis multicriterio es una herramienta de apoyo en la toma de decisiones que permite integrar diferentes criterios de acuerdo a la opinión de expertos en un solo marco de análisis, para de esta manera obtener una visión integral.

En la tabla 21 se presentan algunos de los métodos multicriterio usados en el ámbito académico.

Tabla 21. Métodos multicriterio

| Método                           | Descripción                                                                                                                                                                                 | Metodología                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Scoring                          | Este método proporciona una manera rápida y sencilla para identificar la alternativa preferible en un problema de decisión multicriterio (Roche, Vejo; 2005).                               | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Identificar la meta general del problema</li><li>2. Identificar las alternativas</li><li>3. Listar los criterios a emplear en la toma de decisión</li><li>4. Asignar una ponderación para cada uno de los criterios</li><li>5. Establecer en cuánto satisface cada alternativa a nivel de cada uno de los criterios</li><li>6. Calcular el score para cada uno de los criterios</li></ol>                                                                                                                                                                |
| Analytic Hierarchy Process (AHP) | Es un método diseñado para cuantificar juicios u opiniones gerenciales sobre la importancia de cada uno de los criterios empleados en el proceso de toma de decisión (Roche, Vejo C; 2005). | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Descomponer el problema en una jerarquía de elementos interrelacionados.</li><li>2. Desarrollar la matriz de comparación por pares (MCP).</li><li>3. Desarrollar la matriz normalizada (MCN)</li><li>4. Identificar el vector de prioridad para cada criterio.</li><li>5. Determinar el coeficiente consistencia (RC)</li><li>6. Encontrar la matriz de prioridad (MP)</li><li>7. Desarrollar la matriz de comparación de criterios.</li><li>8. Seleccionar la mejor alternativa de acuerdo al vector de prioridad global (Roche, Vejo; 2005).</li></ol> |

| <b>Método</b>                                                                        | <b>Descripción</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>Metodología</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Technique for Order Preference by Similarity to the Ideal Solution ( <b>TOPSIS</b> ) | La técnica TOPSIS parte del supuesto intuitivo de que las alternativas en evaluación pueden ser representadas por puntos en un espacio euclidiano n-dimensional; así, se seleccionaría aquella que tiene la menor distancia a una alternativa ideal, pero la mayor a otra denominada anti-ideal, las cuales se conforman con los mejores y peores valores nominales en los atributos (Alcaraz J. Coronel N.; 2010). | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Normalizar cada vector <math>X_n</math> de los atributos que son sujetos a evaluación y convertirlos a <math>TX_n</math>.</li> <li>2. Calcular las distancias euclidianas que existen de los puntos representados por las distancias euclidianas que existen de los puntos representados por cada alternativa y los puntos que representan la alternativa ideal y anti-ideal.</li> <li>3. Ordenar las alternativas de acuerdo a la cercanía y lejanía de los puntos de cada alternativa a los puntos de la solución ideal y anti-ideal</li> <li>4. Elegir la alternativa con el menor valor, de acuerdo con la ordenación realizada en el paso 3 (Alcaraz J. Coronel N.; 2010).</li> </ol> |
| Analytic Network Process ( <b>ANP</b> )                                              | El método ANP está compuesto por jerarquías de control, conglomerados, nodos, interrelaciones entre nodos e interrelaciones entre conglomerados. Fue desarrollado con el objetivo de extender las capacidades de AHP a casos en los que existe interdependencia y retroalimentación entre los elementos del sistema (A. Toncovich, J. M. Moreno y otros; 2007).                                                     | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se realizan las comparaciones pareadas y se valoran las ponderaciones relativas</li> <li>2. Se evalúa el peso relativo de las alternativas y se calcula el vector de prioridades y el índice de consistencia.</li> <li>3. Se obtiene la supermatriz inicial, la cual muestra las interrelaciones entre todos los elementos del sistema.</li> <li>4. Se genera la supermatriz ponderada y se calculan los vectores y ponderaciones de prioridad globales para seleccionar la mejor alternativa.</li> </ol>                                                                                                                                                                                  |

Fuente: Autores

Para el propósito de este proyecto se utilizó el método Scoring debido a la simplicidad de la metodología para identificar la mejor alternativa, lo cual es relevante en este modelo teniendo en cuenta que se busca facilitar la comprensión para quienes lo usarán; los empresarios del sector artes gráficas. Este método permite obtener una puntuación global con la suma de las contribuciones obtenidas de cada criterio.

Es muy habitual que las contribuciones obtenidas con este método para cada uno de los criterios no sean homogéneas, es decir, que estén definidas en diferentes escalas numéricas y que sigan diferentes distribuciones estadísticas. Sin embargo, para realizar la fusión de dichas contribuciones debe realizarse un proceso de

normalización para transformarlas a un dominio común (Farrús M., Anguita J. y otros; 2005).

Los dos tipos de normalización más utilizados son la normalización min-max y la normalización z-score. La normalización min-max es la técnica más simple: los valores mínimos y máximos de las contribuciones se desplazan a los valores 0 y 1 respectivamente, transformando todas las contribuciones en el rango [0,1], de manera que la distribución original se mantiene (excepto para el factor de escala).

Por otro lado, la normalización z-score es la técnica más utilizada y consiste en transformar la distribución original de las contribuciones en una distribución de media cero y varianza unitaria (Farrús M., Anguita J. y otros; 2005).

Para el proceso de Scoring de este proyecto se utilizó la normalización z-score; debido a que es un método de fácil aplicación y por su similitud matemática con la distribución normal, con la cual se ha trabajado anteriormente.

La selección de la herramienta multicriterio y la ponderación de los criterios técnicos, financieros y estratégicos y sus correspondientes subcriterios, proporcionada por los expertos del sector analizado, dan paso a la aplicación de la evaluación multicriterio.

Una vez que se tienen estas ponderaciones, se realiza la evaluación del proyecto para cada subcriterio, de acuerdo a la unidad de medida expuesta en la sección 2.3.

Como se plantea en la sección 4.1 las contribuciones para los subcriterios obtenidas con este método, están definidas en diferentes escalas numéricas, por lo que se propone utilizar el método Z-score para la normalización de las escalas de acuerdo a la ecuación 3.13.

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (3.13)$$

Dónde:

x: Valoración del experto para cada subcriterio i del proyecto analizado.

$\mu$ : Media del subcriterio i de los n proyectos analizados.

$\sigma$ : Desviación estándar para cada subcriterio i de los n proyectos analizados.

Una vez se tengan las contribuciones estandarizadas, se calcula la contribución de cada subcriterio  $i$  a la categoría  $j$  (correspondiente a los criterios financieros, técnicos y estratégicos) usando la ecuación 3.14.

$$\text{Contribución categoría}_j = \sum_{i=1}^n \text{Peso experto subcriterio } i * \text{Contribución estandarizada subcriterio } i \quad (3.14)$$

Los resultados encontrados de acuerdo a la ecuación 3.14, se utilizan como entrada para calcular el score de cada proyecto  $n$ , realizando la suma ponderada de las contribuciones de la categoría  $j$  multiplicada por el peso o importancia dada por el experto del sector, como se presenta en la ecuación 3.15.

$$\text{Score del proyecto} = \sum \text{Contribución categoría}_j * \text{Peso experto categoría}_j \quad (3.15)$$

## 4.2 DESARROLLO DEL CASO ESTUDIO

En esta sección se calcula el indicador financiero de acuerdo a la metodología propuesta en la ilustración 8 de la sección 3.3. Para comenzar con el desarrollo se realiza el flujo de caja libre del proyecto, en este se tiene en cuenta la inversión en que la empresa deberá incurrir para el cumplimiento del contrato, siendo ésta asociada a maquinaria y adecuaciones para el aumento de la capacidad de producción. También se considera la recuperación de la inversión en capital de trabajo para darle cierre contractual al proyecto en el año 5, la cual tiene un valor de \$ 4.174.336.138, como se presenta en el anexo 2.

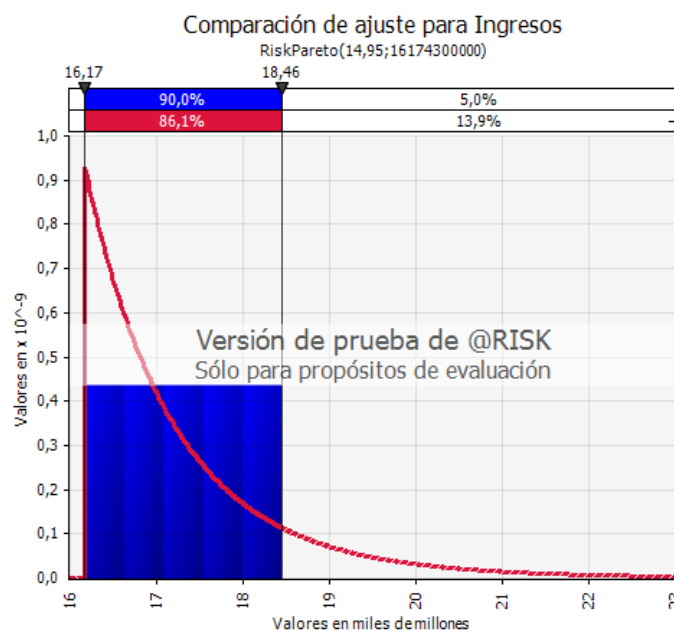
### 4.2.1 Variables de entrada

- **Ingresos**

La empresa de comunicación gráfica del presente caso estudio, cuenta con aproximadamente veinte clientes, pero en este caso se analizó la relación contractual que tiene con una empresa farmacéutica multinacional la cual es su mayor cliente, abarcando aproximadamente el 51% de sus ingresos una vez firmado el contrato de integración.

A partir de datos históricos de la empresa y usando el software @Risk se encontró usando el estadístico Kolmogorov Smirnov, que esta variable presenta una distribución Pareto con media \$ 1.731.000.000 y desviación \$905.494.481. Los resultados se muestran en la Gráfica 1.

Gráfica 1. Distribución variable ingresos



Fuente: Software @Risk

- **Tasa de cambio**

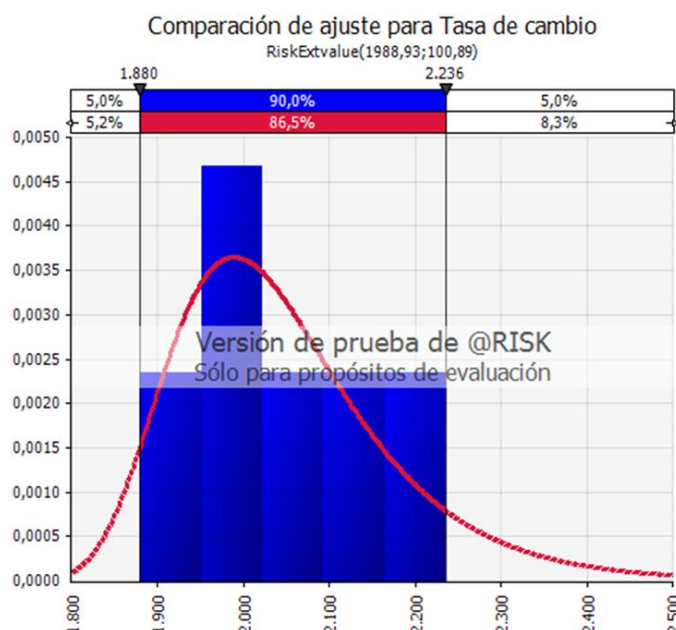
Los costos de venta para este caso estudio se descomponen de la siguiente manera: materia prima, mano de obra directa y costos indirectos de fabricación. De acuerdo con la información del catálogo de la comunicación gráfica de Publicar (2009) el porcentaje de costos asociados al papel de imprenta equivalen al 40% de las ventas totales.

Esta materia prima es importada desde Canadá, de aquí la importancia de considerar entre las variables de entrada la tasa de cambio del dólar canadiense, para analizar su el impacto sobre el Valor Presente del proyecto.

Para esta variable se utilizó la tasa de cambio de pesos (\$) a dólares canadienses (C\$) del 2013 al 2019 de la base de datos Exchange-Rates y se encontró usando el estadístico Kolmogorov Smirnov, que presenta una distribución de Extvalue con media \$2046,12 y desviación \$129,34. Los resultados se muestran en la Gráfica 2.



Gráfica 2. Distribución Tasa de Cambio



Fuente: Software @Risk

#### 4.2.2 Variables de salida

Se considera el VPN como variable de salida, puesto que es un indicador que permite dar cuenta del impacto del proyecto en relación a su inversión y la volatilidad por expresar la flexibilidad del proyecto, la cual será la base para la posterior evaluación a través de Opciones Reales. Estas dos variables de salida, se explican en detalle a continuación.

- **Valor Presente Neto**

En la base de datos consultada para la construcción del flujo de caja, se encuentra publicado un WACC del sector del 15%. En adelante se considera este último para el caso estudio puesto que es el valor usado por la empresa de artes gráficas al realizar una valoración de la misma, sin embargo cuando no se conoce el valor del WACC, es necesario el uso de la metodología planteada en la sección 3.3.2.

- **Volatilidad**

De acuerdo a la ecuación 3.3 y a los datos presentados en el Anexo 2, se calcula la volatilidad implícita del proyecto para el modelo. Los resultados se presentan en la tabla 22.

Tabla 22. Resultados volatilidad implícita

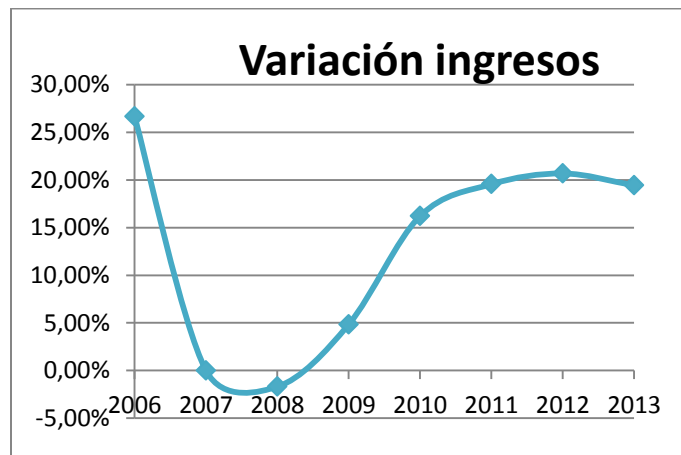
|                                      | Modelo              |
|--------------------------------------|---------------------|
| Valor presente en el periodo 1 (VP1) | \$ 8.689.948.537,21 |
| Flujo de caja del periodo 1 (FC1)    | \$ 2.287.362.379,75 |
| Valor presente en el periodo 0 (PV0) | \$ 7.556.476.988,87 |
| <b>Volatilidad implícita</b>         | 37,343%             |

Fuente: Autores

#### 4.2.3 Análisis de Sensibilidad

Teniendo en cuenta lo planteado en la sección 3.3.3, la Gráfica 3 muestra las variaciones encontradas entre el año 2006 y 2013 para la variable Ingresos.

Gráfica 3. Variación ingresos a partir de datos históricos



Fuente: Autores

A partir de estas variaciones, se determinó el valor base para los diferentes escenarios, tomando como valor pesimista la menor variación encontrada en los datos históricos, como más probable el promedio entre 2011 a 2013 y como valor optimista la mayor variación encontrada. Posteriormente se incrementó y disminuyó el valor base del escenario dos puntos porcentuales respectivamente, teniendo en cuenta el comportamiento histórico de los datos.

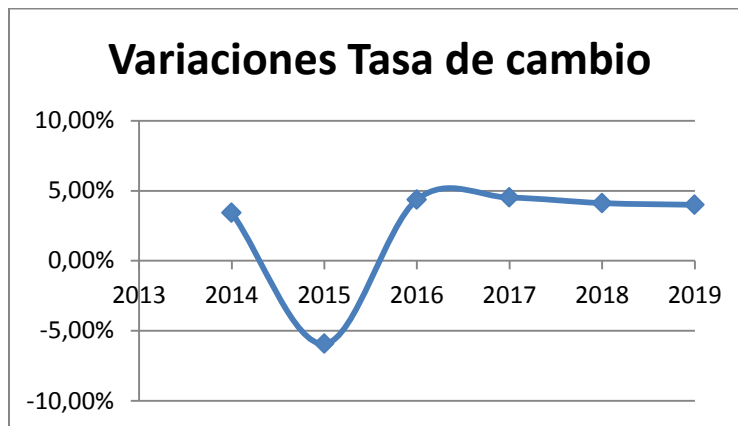
Tabla 23. Escenarios variable ventas

| Escenario    | Base escenario | Variaciones |     |
|--------------|----------------|-------------|-----|
| Pesimista    | -2%            | -4%         | 3%  |
| Más probable | 20%            | 14%         | 23% |
| Optimista    | 27%            | 25%         | 29% |

Fuente: Autores

Por otro lado, la Gráfica 4 presenta las variaciones encontradas entre el año 2013 y 2019 para la tasa de cambio.

Gráfica 4. Variaciones tasa de cambio a partir de datos históricos



Fuente: Autores

La determinación del valor base de esta variable se desarrolló siguiendo la misma metodología usada para la variable ingresos, pero en este caso el valor pesimista y optimista está representado por la mayor y menor variación de la tasa de cambio, respectivamente, puesto que a la empresa caso estudio le conviene más las variaciones negativas, ya que deben invertir menos pesos por cada dólar.

El caso más probable se determinó de acuerdo al comportamiento de los datos, como el promedio de los valores entre el año 2016 al 2019.

Tabla 24. Escenario variable tasa de cambio

| Escenario    | Base escenario | Variaciones |        |
|--------------|----------------|-------------|--------|
| Pesimista    | 4,51%          | 1,51%       | 7,51%  |
| Más probable | 4,25%          | 2,25%       | 6,25%  |
| Optimista    | -5,93%         | -3,93%      | -7,93% |

Fuente: Autores

Finalmente de acuerdo a los escenarios planteados en la tabla 23 y 24, se realiza el análisis de sensibilidad para el modelo, usando la herramienta Tablas de Datos de Excel.

Tabla 25. Sensibilidad tasa de cambio vs ingresos (VPN)

|               |                        | Tasa de Cambio (%)   |                      |                      |                      |                     |                     |
|---------------|------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| Ingresos (\$) | \$<br>1.421.530.126,14 | -7,93%               | -3,93%               | 1,51%                | 2,25%                | 6,25%               | 7,51%               |
|               | -4%                    | -\$<br>1.283.499.983 | \$<br>254.256.732    | \$<br>2.610.810.625  | \$<br>2.956.797.356  | \$<br>4.940.334.901 | \$<br>5.606.473.075 |
|               | 3%                     | -\$<br>2.163.233.834 | -\$<br>625.477.120   | \$<br>1.731.076.774  | \$<br>2.077.063.504  | \$<br>4.060.601.049 | \$<br>4.726.739.224 |
|               | 14%                    | -\$<br>3.545.672.744 | -\$<br>2.007.916.030 | \$<br>348.637.864    | \$<br>694.624.595    | \$<br>2.678.162.140 | \$<br>3.344.300.314 |
|               | 23%                    | -\$<br>4.676.759.125 | -\$<br>3.139.002.410 | -\$<br>782.448.517   | -\$<br>436.461.786   | \$<br>1.547.075.759 | \$<br>2.213.213.933 |
|               | 25%                    | -\$<br>4.928.111.654 | -\$<br>3.390.354.939 | -\$<br>1.033.801.046 | -\$<br>687.814.315   | \$<br>1.295.723.230 | \$<br>1.961.861.404 |
|               | 29%                    | -\$<br>5.430.816.712 | -\$<br>3.893.059.997 | -\$<br>1.536.506.104 | -\$<br>1.190.519.373 | \$<br>793.018.172   | \$<br>1.459.156.346 |

Fuente: Autores

La tabla 25 muestra la influencia de las variaciones en los ingresos y la tasa de cambio en el Valor Presente Neto del proyecto (VPN). Si la tasa de cambio aumenta en un 7,51% y los ingresos aumentan en un 29% el VPN no refleja mayor cambio, apenas aumentando en un 3% respecto del valor base de \$ 1.421.530.126. Por el contrario el VPN supera el valor base a medida que la tasa de cambio aumenta y los ingresos decrecen.

Tabla 26. Sensibilidad tasa de cambio vs ingresos (Rendimiento)

|               |         | Tasa de Cambio (%) |        |        |        |        |        |
|---------------|---------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Ingresos (\$) | 37,343% | -7,93%             | -3,93% | 1,51%  | 2,25%  | 6,25%  | 7,51%  |
|               | -4%     | 50,08%             | 42,22% | 35,35% | 34,62% | 31,25% | 30,36% |
|               | 3%      | 54,13%             | 43,94% | 35,81% | 34,99% | 31,27% | 30,30% |
|               | 14%     | 65,83%             | 48,06% | 36,79% | 35,76% | 31,31% | 30,20% |
|               | 23%     | 90,86%             | 54,08% | 37,96% | 36,66% | 31,35% | 30,09% |
|               | 25%     | 102,50%            | 56,05% | 38,28% | 36,91% | 31,36% | 30,06% |
|               | 29%     | 150,74%            | 61,22% | 39,04% | 37,48% | 31,38% | 30,00% |

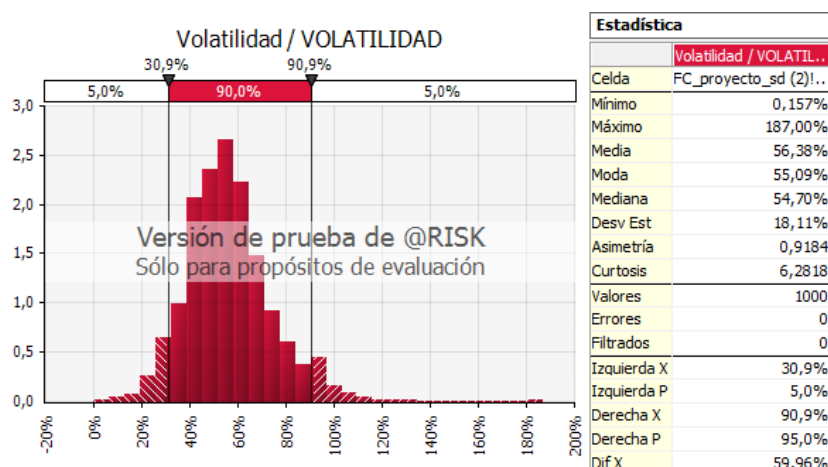
Fuente: Autores

De la misma manera, la tabla 26 presenta la influencia de las variaciones en los ingresos y la tasa de cambio en el rendimiento del proyecto. A ingresos constantes la volatilidad tiende a disminuir con el aumento de la tasa de cambio y por el contrario muestra su valor máximo en tabla con un incremento de ingresos del 29% y una disminución del valor actual de la tasa de cambio de más del 7%.

#### 4.2.4 Simulación Montecarlo

Se realizó una simulación de 1.000 iteraciones con el software @Risk al modelo teniendo como variables de entrada los ingresos y la tasa de cambio; esta última se considera puesto que es una variable externa que afecta el estado de resultados, esto se hace para los 5 años de duración del contrato. Como variables de salida el Valor Presente Neto, el rendimiento y valor presente de los flujos de caja en el año 0 (VP0). A continuación se presentan los resultados obtenidos para cada variable de salida, a partir del flujo de caja mostrado en el Anexo 2.

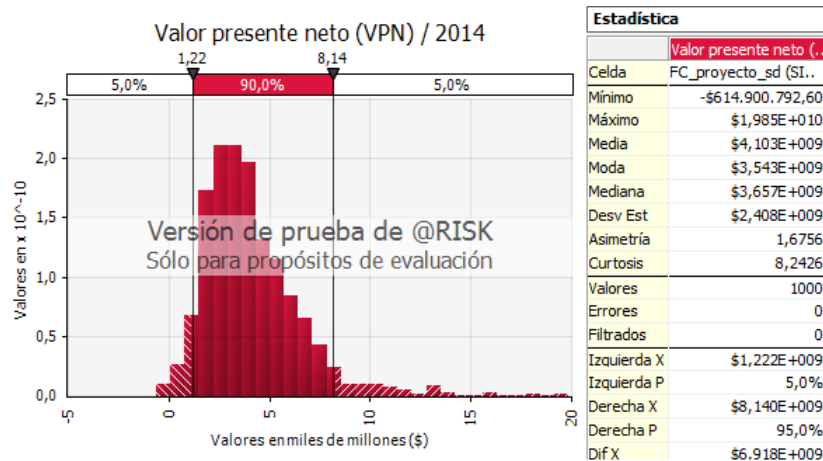
Gráfica 5. Simulación rendimiento



Fuente: Software @Risk

En la gráfica 5 realizada con el software @Risk, se observa que la variable de salida Rendimiento presenta un valor medio de 56,38% con una desviación de 18,11%, la cual es un indicador de rentabilidad del proyecto y es utilizada para el cálculo de los coeficientes de ascenso y descenso en la sección 4.2.6.

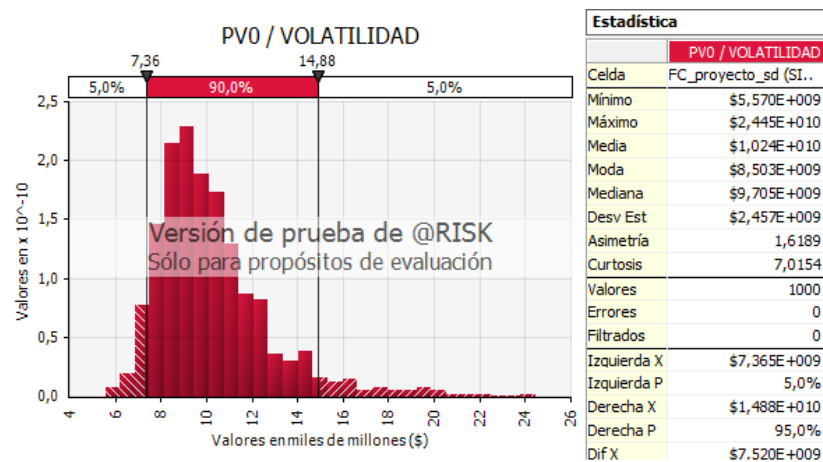
Gráfica 6. Simulación VPN



Fuente: Autores

Así mismo, en la gráfica 6 se observa que la variable de salida VPN presenta un valor medio de \$4.103.000.000, un valor mínimo de \$-614.900.792.60 y máximo de \$ 1.985.000.000. El valor de la curtosis clasifica esta variable como leptocúrtica, en la cual existe una gran concentración de datos alrededor del valor medio. Con un 95% de confianza se puede afirmar que el valor del VPN bajo estas condiciones, será igual o mayor a \$ 1.421.530.126,14.

Gráfica 7. Simulación VP0



Fuente: Autores

Finalmente en la simulación de la variable de salida VP0 (gráfica 7), se obtuvo un valor medio de \$ 1.024.000.000, el cual igual que la variable VPN presenta una distribución leptocúrtica, lo que quiere decir que la mayoría de los datos están alrededor del valor medio mencionado anteriormente.

#### **4.2.5 Validación para el uso de opciones reales**

Como se planteó anteriormente en el literal 3.3.5 la valoración con opciones reales se da bajo ciertas condiciones. En el presente caso estudio el proyecto que se evalúa presentó un VPN de \$ 1.421.530.127,24 este valor se aleja mucho de la condición necesaria para aplicar opciones reales, ya que presenta una cifra cuantiosa respecto al cero.

Por otra parte, la medida de la flexibilidad frente a la incertidumbre se obtiene a partir de la volatilidad implícita que para el proyecto es 37,343%; estas cifras muestran una incertidumbre y un nivel de flexibilidad poco sustanciales que no justifican el uso de análisis de opciones reales.

La flexibilidad en el proyecto se ve limitada por las condiciones que lo caracterizan. Para proyectos con opción de abandono en los que existe una cláusula de terminación (escape), la forma más directa de obtener flexibilidad es realizar contratos a plazos de un año con proveedores, alquilar la planta física requerida para la producción o para este caso puntual no adquirir equipos sino realizar leasing, compartir el riesgo y la inversión en capital con un inversionista externo que esté dispuesto a continuar incluso si los resultados no son los esperados (Damodaran; 2008). Estas acciones no se encuentran dentro del rango de posibilidades para la compañía del caso estudio, por tanto no tienen mayor posibilidad de incrementar la flexibilidad del proyecto.

Estas condiciones descritas, frente a las necesarias para la aplicación del análisis de opciones reales, permiten concluir que para este proyecto, éstas no son aplicables. Por lo tanto el indicador que se tomaría para la comparación multicriterio de la sección 4.2.7 sería el VPN del proyecto.

Sin embargo, con el fin de ilustrar el modelo de evaluación completo de acuerdo a la metodología de la ilustración 8 de la sección 3.3, se realizan algunos supuestos estrictamente académicos en los resultados obtenidos en el modelo.

#### **4.2.6 Valoración por opciones reales**

De acuerdo a lo presentado en la sección 3.3.6, se calculan los coeficientes de ascenso y descenso denominados  $u$  y  $d$  y sus correspondiente probabilidades  $p$  y  $q$  usando las ecuaciones 3.4, 3.5, 3.6 y 3.7, respectivamente, así como también los resultados de la Simulación Montecarlo de la sección 4.2.4.

Los coeficientes y las probabilidades de ascenso y descenso se presentan en la tabla 27, los valores de la desviación presentados en esta tabla son el resultado de un supuesto académico en el cual, debido a que la desviación estándar de la

simulación de la volatilidad implícita no refleja flexibilidad operativa (18,11%), se asume, en el marco totalmente académico y con el fin de lograr evidenciar la aplicación metodológica de la propuesta, como 37,34% equivalente a la volatilidad del proyecto.

Tabla 27. Coeficientes y probabilidades de ascenso y descenso

|                                                             | Modelo |
|-------------------------------------------------------------|--------|
| Supuesto desviación estándar de la volatilidad ( $\sigma$ ) | 37,34% |
| Variación tiempo para ejercer la opción ( $\Delta t$ )      | 1      |
| Coeficiente ascenso (u)                                     | 1,45   |
| Coeficiente descenso (d)                                    | 0,69   |
| Probabilidad ascenso (p)                                    | 48,65% |
| Probabilidad descenso (q)                                   | 51,35% |

Fuente: Autores

Con el valor de  $\Delta t$  igual a 1, se asume que la empresa puede ejercer la opción de abandono cada año.

- **Árbol binomial difusión del valor del activo**

Para el presente caso estudio, al igual que con el VPN se obtuvo cifras considerables para el valor presente en el año 0 (VP0). Por tal motivo, con el fin de ilustrar la opción de abandono en la valoración con el modelo binomial, y por tanto la metodología completa; se asume el valor presente de los activos en el año 0, como el 30% del valor real del proyecto (tabla 22), así como también se asume una volatilidad del 37,34%, que como se mencionó anteriormente equivale a la volatilidad implícita del proyecto

Estas cifras permiten tener un proyecto que cumple con las condiciones para la aplicación de opciones reales, puesto que el VPN calculado a partir del VP0 justifica el uso de opciones reales.

Posteriormente, considerando lo planteado en la sección 3.3.6 se realiza el árbol binomial de difusión del valor del activo usando los datos calculados con las ecuaciones 3.4 y 3.5, los cuales se presentan en la tabla 27. A continuación se presenta el árbol de difusión del valor del activo (Ilustración 9).



Ilustración 9. Difusión del valor del activo

|                     |                     |                     |                     |                      |                      |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
|                     |                     |                     |                     |                      | \$ 14.666.738.903,67 |
|                     |                     |                     |                     | \$ 10.096.130.892,35 |                      |
|                     |                     |                     | \$ 6.949.865.247,14 |                      | \$ 6.949.865.247,14  |
|                     |                     | \$ 4.784.072.974,93 |                     | \$ 4.784.072.974,93  |                      |
| VP0                 | \$ 3.293.208.345,13 |                     | \$ 3.293.208.345,13 |                      | \$ 3.293.208.345,13  |
| \$ 2.266.943.096,66 |                     | \$ 2.266.943.096,66 |                     | \$ 2.266.943.096,66  |                      |
|                     | \$ 1.560.493.738,91 |                     | \$ 1.560.493.738,91 |                      | \$ 1.560.493.738,91  |
|                     |                     | \$ 1.074.195.780,55 |                     | \$ 1.074.195.780,55  |                      |
|                     |                     |                     | \$ 739.443.258,36   |                      | \$ 739.443.258,36    |
|                     |                     |                     |                     | \$ 509.009.942,35    |                      |
|                     |                     |                     |                     |                      | \$ 350.386.751,77    |

Fuente: Autores

- **Cláusula de terminación**

A partir de la información proporcionada por el experto acerca de las condiciones de contratación en la empresa caso estudio, se calculó la cláusula de terminación como el 10% de los ingresos proyectados del año actual y del año siguiente del flujo de caja, debido a que se genera una penalización por los perjuicios causados a la empresa contratante, pues ésta debe realizar una nueva licitación para contratar un nuevo proveedor de comunicación gráfica.

Adicional a ello, como se muestra en la ecuación 3.8, la opción de abandono no solo tiene en cuenta las variables cláusula de terminación y valor presente de los ingresos, ésta también involucra el beneficio que se obtendría de una venta de los activos en caso de no continuar con el contrato, así como de la inversión en capital de trabajo que la empresa no deberá continuar realizando anualmente. De estas dos variables se desconoce el valor de la venta de los activos, para ello, se supone que este valor de venta corresponde con el valor en libros asociado al valor residual de la inversión inicial (año 0), debido a que el cálculo del valor comercial de los activos implica acceso a datos del mercado e información específica de los activos fijos de la empresa, a los que no se tuvo acceso; a partir de la ecuación 3.9 del numeral 3.3.6 se determinaron los siguientes valores de venta.

Tabla 28. Valor de venta de activos

| Valor Residual Inversión Inicial (\$) |               |               |             |             |
|---------------------------------------|---------------|---------------|-------------|-------------|
| Año 1                                 | Año 2         | Año 3         | Año 4       | Año 5       |
| 1.300.500.000                         | 1.156.000.000 | 1.011.500.000 | 867.000.000 | 722.500.000 |

Fuente: Autores

Los resultados de la cláusula de escape se presentan a continuación en la tabla 29.

Tabla 29. Valor cláusula de escape

|                              | Año1          | Año2          | Año3          | Año4          | Año5          |
|------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Cláusula de terminación (\$) | 3.290.334.943 | 3.404.029.885 | 3.519.893.439 | 3.634.601.613 | 1.845.831.687 |

Fuente: Autores

Ilustración 10. Proceso de difusión del activo y opción de abandono

|                     |                     |                     |                     |                      |                      |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
|                     |                     |                     |                     |                      | \$ 14.666.738.903,67 |
|                     |                     |                     |                     | \$ 10.096.130.892,35 |                      |
|                     |                     |                     | \$ 6.949.865.247,14 |                      | \$ 6.949.865.247,14  |
|                     |                     | \$ 4.784.072.974,93 |                     | \$ 4.784.072.974,93  |                      |
| <b>VP0</b>          | \$ 3.293.208.345,13 |                     | \$ 3.293.208.345,13 |                      | \$ 3.293.208.345,13  |
| \$ 2.266.943.096,66 |                     | \$ 2.266.943.096,66 |                     | \$ 2.266.943.096,66  |                      |
|                     | \$ 1.667.969.062,73 |                     | \$ 1.560.493.738,91 |                      |                      |
|                     |                     | \$ 1.535.236.798,40 |                     | \$ 1.277.689.731,93  |                      |
|                     |                     |                     | \$ 1.406.530.924,25 |                      |                      |
|                     |                     |                     |                     | \$ 1.277.689.731,93  |                      |
|                     |                     |                     |                     |                      |                      |

Fuente: Autores

Los valores de color azul presentados en la ilustración 10, presentan la sustitución del valor del activo por el de la regla de decisión, lo cual indica que en estos escenarios se presenta la opción de abandonar el proyecto. Esto se debe a que en todos los años, los escenarios que tienden a la baja tienen un valor de difusión del activo inferior al valor de la regla de decisión. Para el año 4 un escenario del alza también presenta opción de abandono y al llegar al año 5 se observa que hay opción de abandono en la mitad de los escenarios; ésta no es una opción de abandono real, puesto que en este año se finaliza el contrato.

De acuerdo a lo anterior cabe resaltar que independientemente del año en el que se decida abandonar, los flujos de los años siguientes tendrían como valor cero, puesto que ya no existiría contrato entre la empresa de comunicación gráfica y la farmacéutica Europea multinacional.

- **Árbol binomial del valor ampliado del proyecto**

Así mismo, se realiza el árbol binomial para calcular el valor ampliado del proyecto del modelo (Ilustración 11), usando los resultados del árbol del proceso de difusión del activo y opción de abandono (Ilustración 10) para los valores en el último año y el promedio ponderado presentado en la ecuación 3.9 para los años restantes en cada uno de los escenarios.

Ilustración 11. Valor del proyecto ampliado modelo

|                     |                     |                     |                     |                      |                      |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
|                     |                     |                     |                     |                      | \$ 14.666.738.903,67 |
|                     |                     |                     |                     | \$ 10.096.130.892,35 |                      |
|                     |                     |                     | \$ 6.949.865.247,14 |                      | \$ 6.949.865.247,14  |
|                     |                     | \$ 4.606.740.691,63 |                     | \$ 4.784.072.974,93  |                      |
| <b>E0</b>           | \$ 2.927.031.265,32 |                     | \$ 2.927.097.539,18 |                      | \$ 3.293.208.345,13  |
| \$ 1.790.860.859,24 |                     | \$ 1.678.943.476,24 |                     | \$ 1.511.090.187,40  |                      |
|                     | \$ 924.485.900,70   |                     | \$ 693.364.438,31   |                      | \$ -                 |
|                     |                     | \$ 318.150.596,39   |                     | \$ -                 |                      |
|                     |                     |                     | \$ -                |                      | \$ -                 |
|                     |                     |                     |                     | \$ -                 |                      |
|                     |                     |                     |                     |                      | \$ -                 |

Fuente: Autores

Por último, se calculó el valor de la opción de abandono por medio de la ecuación 3.10 presentada en el planteamiento del caso estudio. Como consideración adicional, dado que el valor del VP0 en el árbol se tomó como un porcentaje del valor real, para establecer la comparación con el VPN sin flexibilidad, éste también se toma como un porcentaje del valor real en el proyecto; equivalente al 30%. Los resultados para el modelo se muestran en la tabla 30.

Tabla 30. Valor opción de abandono

|                            | <b>Modelo</b>       |
|----------------------------|---------------------|
| VPN sin flexibilidad(\$)   | \$ 426.459.037,84   |
| VPN opción de abandono(\$) | \$ (686.281.997,90) |
| <b>Valor opción (\$)</b>   | \$ (259.822.960,06) |

Fuente. Autores

De acuerdo a lo presentado en la sección 3.3.5 y 4.2.5, al comparar los resultados presentados en la tabla 30, se observa que el VPN del proyecto con opción de abandono no mejora el VPN sin flexibilidad, por lo tanto se puede afirmar que la

opción de abandonar no es una contingencia adecuada para este tipo de proyecto.

Estos resultados están soportados en el marco de unos supuestos académicos que se definieron para poder llevar a cabo la ilustración completa del modelo. En el caso del valor del VP0, de no haberse tomado la medida de considerar un porcentaje de éste para la construcción de los árboles, no se presentaría en estos la opción de abandono y la valoración usando opciones reales, como se mencionó antes, no hubiese podido ser ejercida.

#### 4.2.7 Evaluación multicriterio

Dentro del proceso del scoring, el tercer paso es asignar las ponderaciones a los criterios y subcriterios a considerar en la toma de decisiones. Esta ponderación se realiza a partir de los resultados obtenidos en la encuesta con los expertos (Anexo 1).

En principio se ponderaron los subcriterios seleccionados previamente por cada uno de los criterios: financieros, técnicos y estratégicos. Para esto se utilizaron los porcentajes consolidados en la encuesta y de acuerdo a la importancia otorgada por los expertos se les asignó un peso, como se muestra en la tabla 31.

Tabla 31. Ponderación de subcriterios

| Categoría           | Criterios           | Peso    |
|---------------------|---------------------|---------|
| <b>Financieros</b>  | VPN                 | 100,00% |
|                     | <b>TOTAL</b>        | 100,00% |
| <b>Técnicos</b>     | Productividad       | 27,27%  |
|                     | Capacidades         | 25,45%  |
|                     | Factor Humano       | 23,64%  |
|                     | Riesgo              | 23,64%  |
|                     | <b>TOTAL</b>        | 100,00% |
| <b>Estratégicos</b> | Factibilidad        | 42,65%  |
|                     | Congruencia interna | 27,94%  |
|                     | Aplicabilidad       | 14,71%  |
|                     | Aceptabilidad       | 14,71%  |
|                     | <b>TOTAL</b>        | 100,00% |

Fuente: Autores con base en juicio de expertos

Durante las encuestas a los expertos, estos prestaron especial atención a los criterios financieros y técnicos, siendo estos los más importantes al momento de tomar una decisión de considerable magnitud. Finalmente uno de los expertos

aportó la priorización de criterios al momento de tomar decisiones en su empresa, quedando como se presenta en la tabla 32.

Tabla 32. Ponderación de criterios para Scoring

| <b>Criterios</b> | <b>Peso</b>    |
|------------------|----------------|
| Técnicos         | 40%            |
| Financieros      | 30%            |
| Estratégicos     | 30%            |
| <b>TOTAL</b>     | <b>100,00%</b> |

Fuente: Autores con base en juicio de expertos

#### 4.2.8 Scoring

El desarrollo del scoring para el caso estudio planteado en este proyecto, se realiza a partir de la información suministrada por uno de los expertos encuestados en el proceso de definición de criterios (véase literal 2.3). Para ilustrar el uso de esta fase del modelo, se realiza la evaluación del proyecto de integración contractual del caso estudio; en adelante Proyecto 1 y la evaluación de un proyecto adicional, llamado en adelante Proyecto 2 cuyos datos son solamente académicos y se plantearon a partir de la revisión de información de otras empresas del sector.

Para la evaluación de los proyectos, el criterio financiero a tener en cuenta es el VPN, que para el proyecto 1 se determinó a partir del Valor Presente Neto del flujo de caja (Anexo 2).

Tabla 33. Scoring criterios financieros

| <b>PROYECTOS</b> | <b>VPN (\$)</b>  |
|------------------|------------------|
|                  | 100,00%          |
| Proyecto 1       | 1.421.530.127,24 |
| Proyecto 2       | 3.100.000.000    |

Fuente: Autores

La evaluación de los criterios técnicos requirió de información adicional por parte del experto, quien suministró los siguientes datos estimados, para el cálculo del valor de los criterios.

Tabla 34. Scoring criterios financieros

| Indicador                                     | Valor      |
|-----------------------------------------------|------------|
| Capacidad producción (und/año)                | 70.000.000 |
| Costo por unidad (\$)                         | \$ 257,00  |
| Alistamiento por lote de 300 unidades (horas) | 1 hora     |

Fuente: Autores

El valor de la capacidad no requirió ningún tipo de cálculo matemático, sin embargo la productividad se calculó como el inverso del costo por unidad y el factor humano como el inverso de las 300 unidades que implican un alistamiento de 1 hora, el riesgo se estimó a partir de la desviación de la utilidad operativa de los cinco años del contrato, como se especificó en el literal 2.3.

Tabla 35. Scoring criterios técnicos

| PROYECTOS  | Capacidad (Uds/año) | Productividad (Uds/\$) | Factor Humano (HH/ud) | Riesgo (\$)      |
|------------|---------------------|------------------------|-----------------------|------------------|
|            | 27,27%              | 25,45%                 | 23,64%                | 23,64%           |
| Proyecto 1 | 70.000.000          | 0,004                  | 0,003                 | \$ 1.460.764.521 |
| Proyecto 2 | 56.000.000          | 0,002                  | 0,003                 | \$ 2.480.000.000 |

Fuente: Autores

En el caso de los criterios estratégicos, la valoración del Proyecto 1 la realizó el experto directamente, haciendo uso de la escala planteada en la tabla 12 del numeral 2.3.

Tabla 36. Scoring criterios estratégicos

| PROYECTOS  | Factibilidad | Aceptabilidad | Congruencia Interna | Aplicabilidad |
|------------|--------------|---------------|---------------------|---------------|
|            | 42,65%       | 27,94%        | 14,71%              | 14,71%        |
| Proyecto 1 | 5            | 3             | 4                   | 4             |
| Proyecto 2 | 4            | 2             | 3                   | 3             |

Fuente: Autores

Siguiendo con el planteamiento del proceso del scoring, la normalización de los criterios se realiza de acuerdo a la ecuación 3.12 del planteamiento del caso estudio y se presenta en la tabla 37.

Tabla 37. Normalización de criterios

| Criterios           | Subcriterios        | Normalización criterios Z-score |                     |                    |                    |
|---------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
|                     |                     | Media                           | Desviación Estándar | Estandarización P1 | Estandarización P2 |
| <b>Financieros</b>  | VPN(\$)             | 2.260.765.063                   | 1.186.857.429       | (0,71)             | 0,71               |
| <b>Técnicos</b>     | Capacidad           | 63000000                        | 9.899.494,94        | 0,71               | (0,71)             |
|                     | Productividad       | 0,003                           | 0,001               | 0,71               | (0,71)             |
|                     | Factor Humano       | 0,002                           | 0,003               | 0,71               | (0,71)             |
|                     | Riesgo (\$)         | 1.970.382.260                   | 720.708.318         | (0,71)             | 0,71               |
| <b>Estratégicos</b> | Factibilidad        | 4,50                            | 0,71                | 0,71               | (0,71)             |
|                     | Aceptabilidad       | 2,50                            | 0,71                | 0,71               | (0,71)             |
|                     | Aplicabilidad       | 3,50                            | 0,71                | 0,71               | (0,71)             |
|                     | Congruencia Interna | 3,50                            | 0,71                | 0,71               | (0,71)             |

Fuente: Autores

Finalmente, utilizando el score para cada subcriterio de la tabla 37 y la ponderación de los criterios proporcionada por el experto (Tabla 32), se calculó el score total para el proyecto 1 y 2, respectivamente. Los resultados se presentan en la tabla 38.

Tabla 38. Score total por proyecto

|            | Score financieros | Score técnicos | Score estratégicos | Score total proyecto |
|------------|-------------------|----------------|--------------------|----------------------|
|            | 30,00%            | 40,00%         | 30,00%             |                      |
| Proyecto 1 | (0,71)            | 0,37           | 0,71               | 0,15                 |
| Proyecto 2 | 0,71              | (0,37)         | (0,71)             | (0,15)               |

Fuente: Autores

### 4.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el presente caso estudio, se utilizó el Valor Presente Neto (VPN) como indicador financiero por las condiciones del proyecto, tal como se plantea en la sección 2.3 del capítulo 2 del presente documento. De la misma manera, si se requiere evaluar proyectos mutuamente excluyentes con vidas útiles diferentes, inversiones iniciales distintas y flujos anuales iguales (Fernández; 2007), el indicador adecuado para la evaluación es el Costo Anual Equivalente (CAE).

Por otro lado, en la tabla 37 se puede observar que si como en este caso, se evalúan sólo dos proyectos, el método z- score presenta inconvenientes cuando se le da la misma clasificación a alguno de los criterios, puesto que como se

presenta en la ecuación 3.12, si la desviación tiene un valor de cero, la estandarización tiende a infinito y por lo tanto el criterio en cuestión, no podría estandarizarse.

Por tanto, teniendo en cuenta que este método de normalización se asemeja a una distribución normal, se puede asumir una desviación estándar igual a 1, lo que ocasiona que la normalización sea cero, es decir que este subcriterio no se tiene en cuenta para calcular el score del proyecto.

Los valores ponderados resultantes de la evaluación de cada proyecto corresponde con el inverso aditivo del otro, sin embargo esto cambia cuando se considera la evaluación de más de dos proyectos, como se mostró en una prueba de evaluación para tres proyectos.

Por otra parte, en la tabla 38 el score 0,71 muestra que si los proyectos se evaluaran sólo bajo el criterio financiero, el proyecto 2 sería más atractivo que el proyecto 1.

Así mismo, el score negativo -0,71 para el criterio financiero del proyecto 1, evidencia que este criterio se encuentra por debajo del valor medio de la estandarización (\$2.445.430.429), pero aun así el score total muestra que, teniendo en cuenta los criterios técnicos y estratégicos, el proyecto 1 tiene una mejor calificación que el proyecto 2. Sin embargo, la diferencia principal que hace que se prefiera al proyecto 1 sobre el 2, radica en que el primero presenta un mejor score en los criterios técnicos, categoría mejor rankeada por el experto del sector.



## CONCLUSIONES

Dentro del marco teórico de las decisiones de integración vertical se encuentran varias referencias importantes que permitieron robustecer la caracterización de cada uno de los tipos de decisiones, sin embargo en cuanto a ciertos tipos de integración esta información estuvo más limitada a unos pocos autores.

Debido al alcance del proyecto, la propuesta se enfoca en sólo un tipo de decisión de integración vertical y en un tipo de opción real, pero como se plantea en el capítulo III del presente documento, el análisis con el modelo propuesto para las decisiones de integración contractual, puede extenderse a opciones reales de intercambio o de cierre temporal para este tipo de decisión; por lo que queda planteado para futuras investigaciones, el impacto que pueden generar otros tipos de opciones no tratadas en este trabajo sobre el valor de este tipo de proyectos en el departamento.

Por otra parte, en cuanto a la selección de los criterios de tipo estratégico, técnico y financiero a utilizar dentro del modelo, este proceso se vio fuertemente soportado en el juicio de los expertos, personas que trabajan en empresas del sector y cuya disponibilidad para reuniones fuera de la empresa se vio restringida con mucha frecuencia. A partir de esta experiencia se evidencia la importancia de un buen planteamiento de una encuesta, en términos de que sea clara para el encuestado, sea adaptable a la realidad de la empresa que el experto representa y facilite la adquisición de la información necesaria para el desarrollo del proyecto, de ahí la importancia de una prueba piloto.

El proceso de identificación de los tipos de opciones reales implícitas en las decisiones de integración vertical, fue complejo puesto que las opciones reales son un tema que no se había estudiado a profundidad durante la carrera, lo que conllevó a un gran esfuerzo investigativo tanto para conocer el funcionamiento de las opciones reales, así como su adaptación a un caso puntual del sector artes gráficas.

En el tipo de integración vertical del caso estudio desarrollado, la cláusula de terminación del contrato es uno de los factores determinantes para ejercer la opción real de abandono ya que crea flexibilidad operativa, determinando si es mejor renunciar a un monto de dinero en un determinado momento del contrato o seguir realizando inversiones que no generan valores rentables del activo subyacente en el futuro.

La integración contractual con la empresa farmacéutica le genera valor a la empresa de comunicación gráfica del presente caso estudio, puesto que, el indicador de rentabilidad (desviación estándar de la volatilidad implícita, de acuerdo con los supuestos académicos realizados) es superior al costo promedio ponderado de capital (WACC).

Los resultados encontrados en la sección 4.2.5 demuestran que para este tipo de proyectos con opciones implícitas, el valor de la volatilidad es un indicador de rentabilidad que entre mayor valor tenga, mayor será el valor de la opción.

Dados los resultados obtenidos a partir del modelo financiero para el VPN se evidencia que análisis de opciones reales no es aplicable a todos los proyectos, así como tampoco representa una técnica para convertir proyectos no factibles en factibles, por esta razón no representa ningún cambio su uso en un proyecto que debido a su VPN negativo no resulta atractivo para los inversionistas. El valor que se agrega a un proyecto por medio de las opciones reales obedece a ciertas condiciones que debe cumplir el proyecto a valorar.

Para la integración de los criterios definidos se requirió un método de estandarización de criterios, estos facilitan la evaluación de los proyectos ya que solo se comparan valores numéricos, independientemente de la escala de medición y los tipos de criterios con los que se esté evaluando; siendo este un aspecto de suma importancia en el modelo por la diferencia de escalas de medición entre criterios.

De la misma manera, la herramienta multicriterio utilizada, permitió ejemplificar de manera sencilla el modelo propuesto, puesto que se adaptaba al alcance del proyecto. El uso de herramientas como lógica difusa o TOPSIS, implicaba mayor complejidad en el desarrollo del modelo.

En este orden de ideas, debido a la simplicidad de la herramienta multicriterio Scoring, y a las características del sector tratado en el presente proyecto, se considera que el Scoring representa la herramienta más conveniente para la calificación de los criterios a tener en cuenta en la evaluación de los proyectos de las empresas de artes gráficas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ackoff, R., Sasieni, M. (1968).** Fundamentals of Operations Research. New York: Wiley & Sons.
- Agudelo, C., Rey, C. (2008).** Aplicación de la metodología de opciones reales para la evaluación de proyectos de expansión de la capacidad Productiva; Una Aplicación a un Caso Colombiano. Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Industrial, Universidad del Valle, Cali, Colombia.
- Alkaraan, F., Northcott, D. (2006).** Strategic capital investment decision-making: A role for emergent analysis tools? *The British Accounting Review*, 38(2), 149–173. doi:10.1016/j.bar.2005.10.003
- Alvarez, R. (2008).** Gestión de Grupo de Expertos basada en el Método Delphi y en Técnicas de Apoyo a la Toma de Decisiones Multicriterio, 209–218.
- Amiri, M. P. (2010).** Project selection for oil-fields development by using the AHP and fuzzy TOPSIS methods. *Expert Systems with Applications*, 37(9), 6218–6224.
- Angelou, G. N., Economides, A. (2009).** A compound real option and AHP methodology for evaluating ICT business alternatives. *Telematics and Informatics*, 26(4), 353–374. doi:10.1016/j.tele.2008.02.004
- Anoletto, Eduardo (2007).** El Impacto de la Tecnología en la transformación del mundo.
- Araz, C., Ozkarahan, I. (2007).** Supplier evaluation and management system for strategic sourcing based on a new multicriteria sorting procedure. *International Journal of Production Economics*, 106(2), 585–606. doi:10.1016/j.ijpe.2006.08.008
- Arnold N., Hax M. (2004).** Estrategias para el liderazgo competitivo: De la visión a los resultados. Buenos Aires: Ediciones Granica.
- Aznar J., Guijarro F. (2012).** Nuevos métodos de valoración, modelos multicriterio. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- Barrat. M (2004).** Vertical Collaboration in the Supply Chain. Cap. 8. Faculty of Economics & Business, University of Zagreb, Croatia
- Boyer K., Lewis, M. (2002).** Competitive priorities: Investigating the need for trade-offs in operations strategy. *Production and Operations Management*. Vol. 11, pp 9-20.
- Brenner R. (2014).** Chaco Canyon Consulting. Obtenido de Chaco Canyon Consulting web site: chacocanyon.com.
- Briceño M. (2012).** Caracterización de la cadena de abastecimiento en las pymes de la comunicación gráfica impresa en Colombia. Trabajo de monografía para optar el título de Ingeniero de Producción. Universidad EAN, Bogotá, Colombia.
- BRP Benchmark (2012).** Reportes Sectoriales (pp. 2211–2212).

**Documento Regional Valle del Cauca (2007).** Agenda Interna para la Productividad y la Competitividad.

**Buitrón L., Palacios J. (2013).** Modelo de evaluación financiera para proyectos de inversión en generación de energía eólica bajo condiciones de incertidumbre. Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Industrial, Universidad del Valle, Cali, Colombia.

**Cámara de Comercio de Bogotá (CCB), (2011).** Guía empresarial, Cómo Exportar Productos del Sector Artes Gráficas.

**Cao M., Zhang Q. (2011).** Supply chain collaboration: Impact on collaborative advantage and firm performance. *Journal of Operations Management*, 29(3), 163–180.

**Centros Europeos de Empresas Innovadoras (2008).** Estrategias competitivas básicas 21. Alicante: CEEIV CV.

**Chang F., Jiang B., Tang N. (2000).** The development of intelligent decision support tools to aid the design of flexible manufacturing systems. *International Journal of Production Economics*, 73-84.

**Chase R., Jacobs R., Aquilano N. (2009).** Administración de operaciones, Producción y Cadena de suministros.

**Chávez G., J. A. (2003).** Finanzas Teoría Aplicada para Empresas. Quito: Ediciones Abya-Yala.

**Cámara de Comercio de Bogotá (CCB), (2011).** Guía empresarial, Cómo Exportar Productos del Sector Artes Gráficas.

**Contreras, E. (2010).** Evaluación de inversiones bajo incertidumbre: Teoría y aplicaciones a proyectos en Chile. Santiago de Chile: United Nations Publications.

**Corbett, L. (2008).** Manufacturing strategy, the business environment, and operations performance in small low-tech firms. *International Journal of Production research*. Vol 46, pp 5491-5513.

**Damodaran, A. (2008).** Strategic risk taking: a framework for risk management. New Jersey: Wharton School Publishing.

**Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2013).** Boletín de prensa Comercio Exterior – Importaciones y Balanza Comercial.

**De Toni A., Tonchia S. (2005).** Definitions and linkages between operational and strategic flexibilities. *Omega*, 33(6), 525–540.

**Documento Regional Valle del Cauca (2007).** Agenda Interna para la Productividad y la Competitividad.

**Farrús M., Anguita J. y otros (2005).** Fusión de sistemas de reconocimiento basados en características de alto y bajo nivel. Universitat Politècnica de Catalunya

**Federación Nacional de Comerciantes. FENALCO (2011).** Boletín económico sectorial. Comunicación gráfica y servicios digitales.

- Fernández Espinoza S. (2007).** Los Proyectos de Inversión. Cartago: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Gómez A., Chacur A. (2008).** Análisis de la incorporación de flexibilidad en la evaluación de proyectos de inversión utilizando opciones reales y descuento de flujos dinámico, 41–56.
- Gómez C.A. (2004).** Un caso de Estudio para Evaluar Alternativas de Inversión usando Opciones Reales. Trabajo de Grado de Maestría en Ingeniería, Universidad de Puerto Rico, Puerto Rico
- Guerra, G. E. (2002).** El agronegocio y la empresa agropecuaria frente al siglo XXI. San José: Agroamérica.
- Hayes, R., & Wheelwright, S. (1985).** Competing through manufacturing. Harvard business review.
- Hernández,A. (2012).** Identificación de las opciones reales utilizadas en la toma de decisiones de operación en la cadena de suministro. Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Industrial, Universidad del Valle, Cali, Colombia.
- Control & Electrical Protection Engineering (INTEC Chile), (1998).** Documento de Difusión Opciones de Gestión Ambiental. Sector Imprentas. Proyecto: “Apoyo a la Gestión Medioambiental de la PYME a través del Fortalecimiento de la Oferta”.
- Kodukula, P., & Papudesu, C. (2006).** Project valuation using real options: A practitioner's guide. Florida: J. Ross Publishing.
- Lamothe Fernández, P. (2013).** Opciones Reales Métodos de Simulación y Valoración. Madrid: Editorial del Economista.
- Llanes A., Martín H., Pascual K. (2008).** La tercerización del mantenimiento como contribución al mejoramiento del desempeño de la organización. Procedimiento para la toma de decisiones. Observatorio de la Economía Latinoamericana N° 101. Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas, Cuba
- Maheut J. (2009).** Revisión de la literatura sobre la flexibilidad de decisión operacional., 2, 39–48.
- Malburg C. (2000).** Value Creation: Vertical Integration. Industry Week Magazine, 17.
- Malhotra K., Dávila F., Treviño M. (2004).** Investigación de Mercados. México: Pearson Education.
- Manotas Duque D. (2009).** Optimal economic project selection under uncertainty : An illustration from an utility company Selección optima de proyectos económicos bajo incertidumbre : Ilustración de una compañía de servicios públicos, 52(2), 41–52.
- Manyoma, P. (2006).** Desarrollo de una metodología de valoración multiatributo para el análisis de decisiones de flexibilidad en sistemas de producción. Trabajo de grado para optar por el título de Master en ingeniería con énfasis en ingeniería industrial, Universidad del Valle, Cali, Colombia.

- Martinez V. (2009).** Comparativa de Modelos de Agregación en un Sistema de Apoyo a la Decisión. Proyecto fin de carrera, Departamento de Informática, Universidad de Jaén, Jaén, España.
- Mascareñas, J. (2010).** Opciones Reales: Introducción. Universidad Complutense de Madrid.
- Mascareñas J., Lamothe P., Lubían F., De Luna W. (2004).** Opciones Reales y Valoración de Activos. Cómo medir la flexibilidad operativa en la empresa. Prentice Hall Financial Times.
- Matta A., Semeraro Q. (2005).** Desing of avanced Manufacturing System. Capítulo 1, pp. 1-36. Published by Springer. Holanda.
- Maya (2008).** Metodología para la valoración de proyectos de energía eólica en Colombia bajo el enfoque de real options analysis ROA. Universidad EAFIT.
- Mcaulay L., Doherty N., Keval N. (2002).** The stakeholder dimension in information systems evaluation. Journal of Information Technology 17 (4), 241–255.
- Medina C., Espinosa M. (2002).** La toma de decisiones en un mundo posmoderno: de la racionalidad al caos. Departamento de Administración de la UAM-Azcapotzalco.
- Méndez, Lamothe (2007).** Valoración de un Parque Eólico con Opciones Reales. Universia Business Review.
- Micán, C. (2013).** Evaluación multicriterio de decisiones estructurales de la estrategia de operaciones integrando criterios de flexibilidad operativa y opciones reales. Propuesta de investigación presentada en el marco de la convocatoria docente Universidad del Valle. Área ingeniería económica y financiera.
- Ministerio de Comercio Industria y Turismo. (2007).** Análisis de Competitividad de la Cadena Productiva de Papel-Artes Gráficas-Industria Editorial. Bogotá, D.
- Mintzberg H., Raisinghani D., Theoret A. (1976).** The structure of 'unstructured' decision processes. Administrative Science Quarterly 21 (2), 247–275.
- Miranda J., (2005).** Gestión de proyectos: Evaluación financiera-económica-social ambiental. Bogotá: MM Editores.
- Mirani R., Lederer L. (1998).** An instrument for assessing the organizational benefits of IS projects. Decision Sciences 29 (4), 803– 838.
- Muharam M. (2011).** Assessing Risk for Strategy Formulation in Steel Industry through Real Option Analysis. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 24, 991–1002.
- Munoz Negrón, D. (2009).** Administración de Operaciones: Enfoque de Administración de Procesos y Negocios. México D.F.: Cengage Learning.
- Náder V. (2009).** Contraste entre técnicas tradicionales de inversión y valoración de opciones reales en ambientes de incertidumbre, utilizando el modelo de Black & Scholes y el método binomial. Dpto. Ingeniería Industrial. Universidad del Norte.

**Navarro Castaño, D. (2003).** Temas de Administración Financiera. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.

**Orejuela J., Carrillo J., Micán C. (2010).** Propuesta metodológica para la programación de la producción en las pymes del sector artes gráficas, área publi-comercial 1, 26(114), 97–118.

**Piñero, C. (2003).** La evaluación de inversiones en tecnologías de la información. Aplicaciones a la teoría de la decisión multicriterio, 12, 1–18.

**Publicar (2009).** Catálogo de comunicación gráfica. Obtenido de Sitio web de Catálogo de Comunicación Gráfica: [www.catalogocomunicaciongrafica.com](http://www.catalogocomunicaciongrafica.com)

**Rudberg M., Olhager, J. (2003).** Manufacturing networks and supply chains: an operations strategy perspective. Omega, 31(1), 29–39.

**Redondo, F., Berumen S. (2011).** Los métodos de decisión multicriterio y su aplicación al análisis de desarrollo local. Madrid. ESIC Editorial.

**Render, B., Haizer, J. (2004).** Principios de Administración de Operaciones. México D.F.: Pearson Educación.

**Rojas A. (2010).** Caracterización de los sistemas de calidad del sector de las artes gráficas impresas en las pymes colombianas. Trabajo de monografía para optar el título de Ingeniero de Producción. Universidad EAN, Bogotá, Colombia.

**Rumelt, R. P. (1980).** The evaluation of business strategy. In Business Policy and Strategic Management. New York: McGraw Hill.

**Sánchez Y., Jorge M., Pérez A., Medina I. (2009).** Propuesta metodológica para el ranking de productos en entidades turísticas. Cuba.

**Selva P., Conde E. (2012).** Dirección de Marketing: variables comerciales. San Vicente Alicante: Editorial Club Universitario.

**Stern L., Ansary A., Coughlan A., Cruz I. (1999).** Canales de comercialización. Prentice Hall. Edición 5.

**Stuckley J., White D. (1993).** When and when not to vertically integrate. Sloan Management Review, 71-83.

**Tamayo P., Piñeros J. (2007).** Formas de Integración de las empresas. Ecos de Economía, 11(24), 29-43.

**Unidad de Consumo y Producción Sustentable (UNEP; 2010).** Fortalecimiento de las capacidades para las compras públicas sustentables.

**Valero E. (2002).** Clusters de empresas en la industria gráfica colombiana: dificultades y oportunidades Innovar. Revista de Ciencias Administrativas y Sociales, núm. 19, enero-junio, 2002, pp. 49-68, Universidad Nacional de Colombia, Colombia.

**Vásquez A., V. D. (2005).** Contabilidad Financiera. Bogotá: Centro Editorial Universitario del Rosario.

**Vélez Pareja A. (2002).** Decisiones de inversión. Enfocado a la valoración de empresas. Bogotá: CEJA.

- Vergara, C. (2010).** Industria gráfica ¿cómo va colombia? Revista PyM
- Wheelen I., Hunger D. (2007).** Administración estratégica y política de negocios, conceptos y casos. México: Pearson Education.
- Yeo T., Qiu, F. (2003).** The value of management flexibility—a real option approach to investment evaluation. International Journal of Project Management, 21(4), 243–250.
- Zopounidis C., Doumpos M. (2002).** Multicriteria classification and sorting methods: A literature review. European Journal of Operational Research, 138(2), 229–246. doi:10.1016/S0377-2217(01)00243-0



## ANEXOS

### Anexo 1. Encuesta realizada a grupo de expertos

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | DÍA                              | MES         | AÑO |                                  |   |                             |   |          |   |                                |   |                                  |  |  |  |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------|-----|----------------------------------|---|-----------------------------|---|----------|---|--------------------------------|---|----------------------------------|--|--|--|--|
| <b>Nombre :</b> _____<br><b>Empresa:</b> _____<br><b>Cargo:</b> _____                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |             |     |                                  |   |                             |   |          |   |                                |   |                                  |  |  |  |  |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Calificación</th> <th style="width: 85%;">Descripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">5</td> <td>Definitivamente sí es importante</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td>Probablemente es importante</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td>Indeciso</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td>Probablemente no es importante</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td>Definitivamente no es importante</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;"><b>Tabla 1. Escala de calificación</b></p> | Calificación                     | Descripción | 5   | Definitivamente sí es importante | 4 | Probablemente es importante | 3 | Indeciso | 2 | Probablemente no es importante | 1 | Definitivamente no es importante |  |  |  |  |
| Calificación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Descripción                      |             |     |                                  |   |                             |   |          |   |                                |   |                                  |  |  |  |  |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Definitivamente sí es importante |             |     |                                  |   |                             |   |          |   |                                |   |                                  |  |  |  |  |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Probablemente es importante      |             |     |                                  |   |                             |   |          |   |                                |   |                                  |  |  |  |  |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Indeciso                         |             |     |                                  |   |                             |   |          |   |                                |   |                                  |  |  |  |  |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Probablemente no es importante   |             |     |                                  |   |                             |   |          |   |                                |   |                                  |  |  |  |  |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Definitivamente no es importante |             |     |                                  |   |                             |   |          |   |                                |   |                                  |  |  |  |  |
| Este cuestionario tiene el propósito de conocer los criterios utilizados al momento de tomar decisiones estratégicas en las organizaciones del sector artes gráficas del Valle del Cauca. Esta encuesta es con fines académicos y la información aquí registrada será utilizada como parte de un proyecto de grado.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                  |             |     |                                  |   |                             |   |          |   |                                |   |                                  |  |  |  |  |
| <b>1. ¿En su empresa se han tomado decisiones estratégicas?</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | SI                               |             | NO  |                                  |   |                             |   |          |   |                                |   |                                  |  |  |  |  |
| <b>2. ¿Conoce el concepto de integración vertical?</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | SI                               |             | NO  |                                  |   |                             |   |          |   |                                |   |                                  |  |  |  |  |
| <b>3. ¿Se han implementado decisiones de este tipo en su empresa?</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | SI                               |             | NO  |                                  |   |                             |   |          |   |                                |   |                                  |  |  |  |  |
| <b>4. ¿Cuáles de las siguientes ha implementado?</b><br>Hacia los proveedores <input type="checkbox"/> Hacia los clientes <input type="checkbox"/> Al interior de la empresa <input type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/> Hacia los distribuidores                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                  |             |     |                                  |   |                             |   |          |   |                                |   |                                  |  |  |  |  |
| Para las siguientes preguntas, seleccione la calificación que mejor se ajuste a partir de la escala de importancia (presentada en la tabla 1 adjunta) para la toma de decisiones en su organización.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                  |             |     |                                  |   |                             |   |          |   |                                |   |                                  |  |  |  |  |
| <b>5. Al tomar decisiones de tipo estratégico tendría en cuenta alguno (s) de los siguientes criterios Financieros?</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                  |             |     |                                  |   |                             |   |          |   |                                |   |                                  |  |  |  |  |
| Valor Presente Neto (VPN)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1                                | 2           | 3   | 4                                |   |                             |   |          |   |                                |   |                                  |  |  |  |  |
| Relación Costo Beneficio (R B/C)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1                                | 2           | 3   | 4                                |   |                             |   |          |   |                                |   |                                  |  |  |  |  |
| Tasa Interna de Retorno (TIR)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1                                | 2           | 3   | 4                                |   |                             |   |          |   |                                |   |                                  |  |  |  |  |
| Costo Mínimo (CM)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1                                | 2           | 3   | 4                                |   |                             |   |          |   |                                |   |                                  |  |  |  |  |
| Costo Anual Equivalente (CAE)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1                                | 2           | 3   | 4                                |   |                             |   |          |   |                                |   |                                  |  |  |  |  |

|                                                                                                                                                           |                          |   |   |   |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---|---|---|---|
| <b>6. Al tomar decisiones de tipo estratégico tendría en cuenta alguno (s) de los siguientes criterios Técnicos?</b>                                      |                          |   |   |   |   |
| Factor humano                                                                                                                                             | 1                        | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Capacidad Instalada                                                                                                                                       | 1                        | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Flexibilidades                                                                                                                                            | 1                        | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Productividad                                                                                                                                             | 1                        | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Tiempo de construcción                                                                                                                                    | 1                        | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Riesgo                                                                                                                                                    | 1                        | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>7. Al tomar decisiones de tipo estratégico tendría en cuenta alguno (s) de los siguientes criterios Estratégicos?</b>                                  |                          |   |   |   |   |
| Aplicabilidad                                                                                                                                             | 1                        | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Aceptabilidad                                                                                                                                             | 1                        | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Factibilidad                                                                                                                                              | 1                        | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Congruencia interna                                                                                                                                       | 1                        | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>8.¿Qué sucede con las proyectos de inversión que no son aprobadas de inmediato en su organización?</b>                                                 |                          |   |   |   |   |
| Se desechan y no se vuelven a evaluar                                                                                                                     | <input type="checkbox"/> |   |   |   |   |
| Se archivan y se revisan periódicamente                                                                                                                   | <input type="checkbox"/> |   |   |   |   |
| Se archivan y no se vuelven a revisar                                                                                                                     | <input type="checkbox"/> |   |   |   |   |
| <b>9.¿Cómo se evalúan y desarrollan las proyectos de inversión en su organización?</b>                                                                    |                          |   |   |   |   |
| Se toma como base la planeación estratégica                                                                                                               | <input type="checkbox"/> |   |   |   |   |
| Se utilizan métodos matemáticos                                                                                                                           | <input type="checkbox"/> |   |   |   |   |
| Revisando los posibles resultados futuros                                                                                                                 | <input type="checkbox"/> |   |   |   |   |
| <b>10.¿Tiene en cuenta alguno de los siguientes escenarios para la ejecución de un proyecto de inversión?</b>                                             |                          |   |   |   |   |
| Esperar mejores condiciones del mercado para realizar el proyecto                                                                                         | <input type="checkbox"/> |   |   |   |   |
| La posibilidad de reinvertir una vez realizado el proyecto                                                                                                | <input type="checkbox"/> |   |   |   |   |
| La posibilidad de expandir el proyecto                                                                                                                    | <input type="checkbox"/> |   |   |   |   |
| Otros                                                                                                                                                     | <input type="checkbox"/> |   |   |   |   |
| Cuales                                                                                                                                                    | _____                    |   |   |   |   |
| <b>11.¿Estaría dispuesto a realizar una inversión adicional para la adquisición de información fiable del valor futuro de un proyecto en su compañía?</b> |                          |   |   |   |   |
| Definitivamente si                                                                                                                                        | <input type="checkbox"/> |   |   |   |   |
| Probablemente si                                                                                                                                          | <input type="checkbox"/> |   |   |   |   |
| Indeciso                                                                                                                                                  | <input type="checkbox"/> |   |   |   |   |
| Probablemente no                                                                                                                                          | <input type="checkbox"/> |   |   |   |   |
| Definitivamente no                                                                                                                                        | <input type="checkbox"/> |   |   |   |   |
| <b>12.¿Realizaría un convenio o contrato con alguna entidad para el intercambio de productos o procesos?</b>                                              |                          |   |   |   |   |
| Definitivamente si                                                                                                                                        | <input type="checkbox"/> |   |   |   |   |
| Probablemente si                                                                                                                                          | <input type="checkbox"/> |   |   |   |   |
| Indeciso                                                                                                                                                  | <input type="checkbox"/> |   |   |   |   |
| Probablemente no                                                                                                                                          | <input type="checkbox"/> |   |   |   |   |
| Definitivamente no                                                                                                                                        | <input type="checkbox"/> |   |   |   |   |

Fuente: Autores

Anexo 2. Flujo de caja modelo

| FLUJO DE CAJA PROYECTO SIN DEUDA     |                              |                             |                             |                             |                             |                             |
|--------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                                      | Año 0                        | Año 1                       | Año 2                       | Año 3                       | Año 4                       | Año 5                       |
|                                      | 2014                         | 2015                        | 2016                        | 2017                        | 2018                        | 2019                        |
| Inversión                            | \$ 2.477.142.857,14          |                             |                             |                             |                             |                             |
| Capital de trabajo                   |                              | \$ 3.657.804.005,59         | \$ 3.783.266.682,98         | \$ 3.914.924.363,55         | \$ 4.045.291.344,86         | \$ 4.174.336.138,76         |
| Estado de resultados                 |                              |                             |                             |                             |                             |                             |
| Ingresos totales                     |                              | \$ 16.174.285.714,29        | \$ 16.729.063.714,29        | \$ 17.311.235.131,54        | \$ 17.887.699.261,42        | \$ 18.458.316.867,86        |
| Costo del papel                      |                              | \$ 4.135.896.000,00         | \$ 4.928.844.000,00         | \$ 5.873.763.577,98         | \$ 6.999.770.514,18         | \$ 8.341.556.917,96         |
| Otros costos                         |                              | \$ 6.317.676.000,00         | \$ 6.534.372.286,80         | \$ 6.761.768.442,38         | \$ 6.986.935.331,51         | \$ 7.209.818.568,59         |
| Costo de ventas                      |                              | \$ 10.529.460.000,00        | \$ 10.890.620.478,00        | \$ 11.269.614.070,63        | \$ 11.644.892.219,19        | \$ 12.016.364.280,98        |
| Gastos de administración             |                              | \$ 1.924.740.000,00         | \$ 1.990.758.582,00         | \$ 2.060.036.980,65         | \$ 2.128.636.212,11         | \$ 2.196.539.707,28         |
| Gastos de ventas                     |                              | \$ 161.742.857,14           | \$ 167.290.637,14           | \$ 173.112.351,32           | \$ 178.876.992,61           | \$ 184.583.168,68           |
| Gastos depreciación                  |                              | \$ 144.500.000,00           | \$ 289.000.000,00           | \$ 433.500.000,00           | \$ 578.000.000,00           | \$ 722.500.000,00           |
| <b>Total costos y gastos</b>         |                              | <b>\$ 12.684.554.857,14</b> | <b>\$ 13.910.265.505,94</b> | <b>\$ 15.302.181.352,33</b> | <b>\$ 16.872.219.050,42</b> | <b>\$ 18.654.998.362,50</b> |
| Utilidad antes de impuestos (EBITDA) |                              | \$ 3.489.730.857,14         | \$ 2.818.798.208,34         | \$ 2.009.053.779,21         | \$ 1.015.480.211,01         | \$ (196.681.494,63)         |
| Impuestos                            |                              | \$ 1.221.405.800,00         | \$ 986.579.372,92           | \$ 703.168.822,72           | \$ 355.418.073,85           | \$ (68.838.523,12)          |
| <b>Utilidad Neta</b>                 |                              | <b>\$ 2.268.325.057,14</b>  | <b>\$ 1.832.218.835,42</b>  | <b>\$ 1.305.884.956,49</b>  | <b>\$ 660.062.137,15</b>    | <b>\$ (127.842.971,51)</b>  |
| Inversión en capital fijo            | \$ 2.477.142.857,14          |                             |                             |                             |                             |                             |
| Inversión en capital de trabajo      | \$ 3.657.804.005,59          | \$ 125.462.677,39           | \$ 131.657.680,57           | \$ 130.366.981,31           | \$ 129.044.793,90           | \$ (4.174.336.138,76)       |
| Recuperación capital de trabajo      |                              |                             |                             |                             |                             | \$ 4.174.336.138,76         |
| <b>Flujo de caja libre</b>           | <b>\$ (6.134.946.862,73)</b> | <b>\$ 2.287.362.379,75</b>  | <b>\$ 1.989.561.154,86</b>  | <b>\$ 1.609.017.975,18</b>  | <b>\$ 1.109.017.343,25</b>  | <b>\$ 4.768.993.167,24</b>  |
| <b>TIR</b>                           | 23,59%                       |                             |                             |                             |                             |                             |
| <b>Tasa de descuento</b>             | 15,00%                       |                             |                             |                             |                             |                             |
| <b>Valor presente neto (VPN)</b>     | \$ 1.421.530.126,14          |                             |                             |                             |                             |                             |

Fuente: Autores