

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“PROYECTO SCOTVAR: MODELO DE TOMA DE DECISIONES QUE  
AMORTIGÜE EL IMPACTO DE UN EFECTO LATIGAZO, EN LA CADENA  
DE SUMINISTRO DE UNA COMPAÑÍA FABRICANTE DE PRODUCTOS  
MASIVOS.”**

**TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

*Presentado ante la*

**UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO**

*Como parte de los requisitos para optar por el título de*

**INGENIERO INDUSTRIAL**

Realizado por:

Chakkal Djandji, Alfred José

De Abreu Goncalves, Jorge Xavier

Tutor:

Ing. Demóstenes Quijada

Fecha:

Junio 2016

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“PROYECTO SCOTVAR: MODELO DE TOMA DE DECISIONES QUE  
AMORTIGÜE EL IMPACTO DE UN EFECTO LATIGAZO, EN LA CADENA  
DE SUMINISTRO DE UNA COMPAÑÍA FABRICANTE DE PRODUCTOS  
MASIVOS.”**

**Este jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su  
contenido con el resultado:**

---

**JURADO EXAMINADOR**

**Firma:** \_\_\_\_\_ **Firma:** \_\_\_\_\_ **Firma:** \_\_\_\_\_

**Nombre:** \_\_\_\_\_ **Nombre:** \_\_\_\_\_ **Nombre:** \_\_\_\_\_

Realizado por: Chakkal, Alfred

De Abreu, Jorge

Tutor: Ing. Demóstenes Quijada

Fecha: Junio 2016

## DEDICATORIA

A mis padres, Jorge Chakkal y Zuky Djandji.

Este esfuerzo va dedicado a ustedes por ser mi ejemplo a seguir,  
mis guías en los días oscuros y mi base mayor para lograr una  
vida llena de felicidad y por sobre todo éxitos constantes.

Profundamente agradecido con ellos. Los amo.

**Alfred José Chakkal Djandji**

A mi madre, Fátima de Abreu y a mis abuelos, María de Abreu y Joaquín de Abreu

Porque sin ustedes jamás hubiese alcanzado esta meta,  
por ser la base fundamental en mi vida,  
agradecido infinitamente por su apoyo incondicional,  
este logro va dedicado a ustedes. Los Amo.

**Jorge Xavier De Abreu Goncalves**

## AGRADECIMIENTOS

A Dios por siempre darme la fuerza y el tiempo necesario para poder cumplir mis metas planteadas.

A mi familia, papá Jorge Chakkal, mamá Zuky Djandji, hermanos Alberto, Alejandro, Christian, por ser mí sostén durante todos los obstáculos que afronto, por el gran ejemplo que me dan día a día y por ese ambiente a familia que solo me lo brindan ellos, gracias, los amo.

A mi compañero de tesis, Jorge De Abreu, por la dedicación y empeño que le hemos puesto a este trabajo especial de grado, por cumplir las metas como un equipo de trabajo, gracias.

Al Ing. Demostenes Quijada, por confiar en nosotros al querer ser tutor de este trabajo especial de grado.

Al Lic. Fernando Barbella, por su incondicional ayuda en el desarrollo de este trabajo especial de grado.

**Alfred José Chakkal Djandji**

Principalmente a Dios, por darme la salud y la fuerza necesaria para alcanzar todas mis metas planteadas hasta el momento.

A mi papá, Jorge De Abreu, mamá, María De Abreu y hermanos, Daniel y Alejandro, por ser mi fuente de inspiración para enfrentar todos los obstáculos que se me presentan, eternamente agradecido por sus enseñanzas, los amo.

A mi compañero de tesis, Alfred Chakkal, por las horas de dedicación y esfuerzo que le hemos puesto a este trabajo especial de grado, por tener la paciencia necesaria para trabajar en equipo, gracias.

Al Ing. Demóstenes Quijada, por confiar en nosotros desde el comienzo de este trabajo especial de grado, sin usted este logro no hubiese sido posible.

Al Lic. Fernando Barbella, por su apoyo incondicional y sus críticas constructivas.

**Jorge Xavier De Abreu Goncalves**

**PROYECTO SCOTVAR: MODELO DE TOMA DE DECISIONES QUE  
AMORTIGÜE EL IMPACTO DE UN EFECTO LATIGAZO, EN LA CADENA  
DE SUMINISTRO DE UNA COMPAÑÍA FABRICANTE DE PRODUCTOS  
MASIVOS.**

**Realizado por:** Chakkal, Alfred  
De Abreu, Jorge

**Tutor:** Ing. Demóstenes Quijada

**Fecha:** Junio 2016

**RESUMEN**

Cuando la demanda presenta un aumento o disminución muy grande en un intervalo de tiempo muy pequeño, este fenómeno es denominado efecto latigazo. Por lo tanto cuando una cadena de suministros no está diseñada para absorber cambios bruscos en la demanda, la empresa muy probablemente perderá margen del mercado. El siguiente trabajo especial de grado es desarrollado para una de las principales empresas de consumo masivo del país, éste tiene como finalidad diseñar un modelo de toma de decisiones que amortigüe el impacto de un efecto latigazo en la cadena de suministros de uno de los copackers de dicha casa matriz, a través de las variables planteadas en la metodología VENPROBE y algunos principios de la teoría de juegos. La metodología VENPROBE pretende establecer los factores primordiales que están relacionadas con la estabilización del comportamiento de los procesos de manufactura y servicio, dentro de una cadena de suministros, cuando han sido sometidos a una demanda atípica, además, se utilizarán algunos principios de teoría de juegos para diseñar un modelo representativo de la cadena de suministro contemplada que nos permita someter a la misma, a un efecto latigazo y poder obtener un conjunto de estrategias que le facilite a la empresa la toma de decisiones ante un aumento o disminución de la demanda.

**Palabras clave:** Amortiguación, efecto latigazo, SCOTVAR, cadena de suministros, metodología VENPROBE, teoría de juegos, estrategias.

## ÍNDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>iv</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE GENERAL .....</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>x</b>
<b>ÍNDICE DE DIAGRAMAS.....</b>	<b>xii</b>
<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....</b>	<b>xiii</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES .....</b>	<b>xiv</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I: EL PROBLEMA .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1) PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2) OBJETIVOS.....</b>	<b>4</b>
1.2.1) OBJETIVO GENERAL .....	4
1.2.2) OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
<b>1.3) ALCANCE.....</b>	<b>4</b>
<b>1.4) LIMITACIONES .....</b>	<b>5</b>
<b>1.5) ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1) TÉRMINOS Y CONDICIONES .....</b>	<b>7</b>
2.1.1) TÉRMINOS Y DEFINICIONES DE UNA CADENA DE SUMINISTROS Y EL EFECTO LATIGAZO .....	7

2.1.2)	TÉRMINOS Y DEFINICIONES DE LA METODOLOGÍA VENPROBE.....	9
2.1.3)	TÉRMINOS Y DEFINICIONES DE LA TEORÍA DE JUEGOS .....	10
2.1.3.1	OBJETIVO DE LA TEORÍA DE JUEGOS.....	12
2.1.3.2	METODOLOGÍA DE LA TEORÍA DE JUEGOS .....	13
2.1.3.3	DISEÑO DE JUEGOS .....	13
2.1.3.4	CLASIFICACIÓN DE LOS JUEGOS .....	14
2.1.3.5	EQUILIBRIO .....	15
2.1.3.5.1)	EQUILIBRIO DE NASH .....	15
2.1.3.5.2)	TEOREMA DE BAYES .....	15
2.1.3.5.3)	EQUILIBRIO BAYESIANO DE NASH .....	15
2.1.3.5.4)	EQUILIBRIO PERFECTO BAYESIANO DE NASH .....	16
2.1.3.5.5)	REQUERIMIENTOS DEL EQUILIBRIO PERFECTO BAYESIANO DE NASH.....	16
2.1.3.6	MODELADO DE JUEGOS .....	16
2.1.4)	MÉTODO DELPHI .....	21
<b>CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO .....</b>		<b>23</b>
3.1)	<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>23</b>
3.2)	<b>TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>24</b>
3.3)	<b>UNIDAD DE ANÁLISIS .....</b>	<b>25</b>
3.4)	<b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b>	<b>26</b>
3.5)	<b>ESTRUCTURA DESAGREGADA DEL TRABAJO ESPECIAL DE GRADO .....</b>	<b>27</b>
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....</b>		<b>31</b>
4.1)	<b>SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA .....</b>	<b>31</b>
4.2)	<b>CARACTERIZACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTROS.....</b>	<b>31</b>
4.2.1	FASE 1: Materia prima .....	32
4.2.2	FASE 2: Producción.....	34
4.2.3	FASE 3: Despacho .....	40

<b>4.3)</b>	<b>VARIABLES PRESENTES EN EL CASO DE ESTUDIO .....</b>	<b>42</b>
<b>4.4)</b>	<b>ANÁLISIS DE ESCENARIOS .....</b>	<b>45</b>
<b>4.5)</b>	<b>APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE JUEGOS .....</b>	<b>50</b>
4.5.1	JUGADORES .....	50
4.5.2	REGLAS DE JUEGO .....	51
4.5.3	DISEÑO DE ESTRATEGIAS .....	51
4.5.4	DEFINICIÓN DE LOS PAGOS.....	55
4.5.5	DISEÑO DE LA MATRIZ DE JUEGO .....	55
<b>4.6)</b>	<b>PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DE LAS GANANCIAS Y LOS PAGOS .....</b>	<b>56</b>
4.6.1	OBTENCIÓN DE LAS GANANCIAS DEL COPACKER .....	56
4.6.2	OBTENCIÓN DE LAS GANANCIAS DEL CLIENTE.....	60
4.6.3	OBTENCIÓN DE LOS PAGOS DEL COPACKER Y DEL CLIENTE.....	61
<b>4.7)</b>	<b>CONJUNTO DE ESTRATEGIAS QUE AMORTIGUAN EL EFECTO LATIGAZO .....</b>	<b>72</b>
<b>4.8)</b>	<b>ANÁLISIS CUALITATIVO .....</b>	<b>74</b>
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>		<b>76</b>
<b>5.1</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>76</b>
<b>5.2</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>77</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>		<b>79</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Antecedentes de la investigación .....	6
Tabla 2: Estructura desagregada de trabajo .....	30
Tabla 3: Producción real al mes y porcentaje de utilización al mes con respecto a la capacidad instalada del copacker .....	38
Tabla 4: Pronóstico de la demanda, demanda real del y desviación del pronóstico del copacker .....	39
Tabla 5: Sucursales de la casa matriz.....	41
Tabla 6: Enlaces de redistribución de la casa matriz .....	41
Tabla 7: Variables logísticas VENPROBE significativas.....	43
Tabla 8: Venta real y planificada al mes del copacker.....	44
Tabla 9: Escenarios a analizar.....	46
Tabla 10: Resultados de entrevista realizada a los expertos .....	48
Tabla 11: Escenarios reducidos a analizar .....	50
Tabla 12: Escenario 1 a analizar .....	52
Tabla 13: Escenario 2 a analizar .....	53
Tabla 14: Escenario 3 a analizar .....	54
Tabla 15: Escenario 4 a analizar .....	54
Tabla 16: Diseño de la matriz de juego.....	56
Tabla 17: Método Delphi - Resumen de la escala.....	57
Tabla 18: Método Delphi – Formato para la obtención de las ganancias .....	59
Tabla 19: Ganancia de las estrategias del cliente.....	60
Tabla 20: Probabilidades de ocurrencia de las estrategias del cliente .....	61
Tabla 21: Probabilidades de ocurrencia de las estrategias del copacker por escenario .....	62
Tabla 22: Ejemplo de cálculo de pago para el copacker y para la casa matriz .....	63
Tabla 23: Modelo representativo para el escenario 1.....	68
Tabla 24: Modelo representativo para el escenario 2.....	69

Tabla 25: Modelo representativo para el escenario 3..... 70  
Tabla 26: Modelo representativo para el escenario 4..... 71

## ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1: Metodología de la investigación .....	24
Diagrama 2: Proceso simplificado de la cadena de suministro del copacker .....	32
Diagrama 3: Flujograma del proceso productivo.....	34
Diagrama 4: Árbol de expansión para el escenario 1.....	64
Diagrama 5: Árbol de expansión para el escenario 2.....	65
Diagrama 6: Árbol de expansión para el escenario 3.....	66
Diagrama 7: Árbol de expansión para el escenario 4.....	67

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Resultados de la variable políticas de producción en la entrevista realizada a los expertos .....	49
Ilustración 2: Resultados de la variable curva de aprendizaje en la entrevista realizada a los expertos.....	49

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Cálculo del pago o valor esperado .....	55
Ecuación 2: Cálculo de ganancia del copacker .....	59

## INTRODUCCIÓN

La casa matriz para la cual se realiza el presente trabajo especial de grado se dedica a la manufactura y comercialización de productos de consumo masivo, la red de distribución de dicha empresa es a nivel nacional, dicha casa matriz cuenta con un modelo de negocio caracterizado por procesos ágiles, versátiles y eficientes en costos con una infraestructura de producción, comercialización y servicios, altamente tecnificada y apta para desarrollar funciones de fabricación óptimas. Posee doce (12) plantas de producción ubicadas en sitios estratégicos de la geografía nacional y la red de comercialización más importante de Venezuela. Además esta cuenta con copackers consideradas como compañías hermanas para aumentar su portafolio de productos, considerando a un copacker como una fábrica contratada para procesar algún producto requerido de acuerdo a ciertas especificaciones del cliente.

Este trabajo especial de grado se dedicará al estudio de la cadena de suministros de uno de los copackers de la casa de matriz, con la finalidad de ver la relación que tiene la casa matriz como cliente del copacker. Para evaluar dicha relación, se analizarán las variables significativas tomadas a través de la metodología VENPROBE, con la finalidad de obtener un conjunto de estrategias que le permita al copacker, tomar mejores decisiones ante un efecto látigazo con la ayuda de la teoría de juegos.

El siguiente trabajo especial de grado contiene la metodología empleada para el diseño de un modelo de toma de decisiones, y contiene los siguientes capítulos:

**Capítulo I: El Problema.** Contiene el planteamiento y descripción del problema, los objetivos planteados, el alcance y las limitaciones presentes en la investigación.

**Capítulo II: Marco teórico.** Contiene la base en la cual se sustenta la presente investigación, además los antecedentes de trabajos anteriores.

**Capítulo III: Marco metodológico.** Contiene la metodología utilizada en el desarrollo de la presente investigación, explicando las herramientas utilizadas y las actividades que se llevaron a cabo.

**Capítulo IV: Resultados.** Contiene todos los pasos necesarios para poder determinar el conjunto de estrategia que amortigüe el efecto látigo de la cadena de suministro a ser contemplada.

**Capítulo V: Conclusiones.** Contiene las conclusiones de este trabajo especial de grado y además las recomendaciones propuestas para futuros trabajos similares.

## **CAPÍTULO I: EL PROBLEMA**

### **1.1) PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Cuando en la cadena de suministros de cualquier empresa estén presentes algunos factores como: una demanda inesperada, escasez, altos volúmenes en las órdenes, una alta variación de precios o simplemente existe una falta de información sobre pronósticos de demanda entre eslabones de la cadena, se puede provocar una presencia del efecto latigazo.

El efecto latigazo es el fenómeno que ocurre cuando la demanda presenta un aumento o disminución muy grande en un intervalo de tiempo muy pequeño. Por lo tanto cuando una cadena de suministros no está diseñada para absorber cambios bruscos en la demanda, la empresa muy probablemente perderá margen del mercado.

El problema es determinar cuáles son las variables estudiadas en el proyecto VENPROBE que influyen en el efecto latigazo en una de las cadenas de suministros de una empresa de productos de consumo masivo y qué conjunto de estrategias se pueden plantear mediante un análisis de diferentes escenarios y decisiones para amortiguar dicho efecto, tomando en cuenta que:

1. Una cadena de suministro debe ser eficiente al cumplir sus objetivos al menor costo, en el tiempo apropiado y con la calidad especificada en el pedido.
2. Mientras más preparada esté la cadena de suministros ante el efecto latigazo, más aumenta la posibilidad a futuro, de tomar las decisiones más acertadas y minimizar la pérdida de margen de mercado.

## **1.2) OBJETIVOS**

### **1.2.1) OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un modelo de toma de decisiones que amortigüe el impacto de un efecto látigazo, en la cadena de suministro de una compañía fabricante de productos de consumo masivo.

### **1.2.2) OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Caracterizar los procesos de la cadena de suministro a ser contemplada
- Identificar las variables logísticas que influyen en la cadena de suministro contemplada
- Diseñar un modelo representativo del comportamiento de la cadena de suministro contemplada
- Analizar el comportamiento del modelo representativo, frente a condiciones del efecto látigazo en la cadena de suministro contemplada
- Determinar un conjunto de estrategias de amortigüen el efecto látigazo en la cadena de suministro contemplada
- Valorar el impacto estimado del conjunto de estrategias seleccionadas

## **1.3) ALCANCE**

En el presente proyecto se caracterizará la cadena de suministro de una empresa de productos de consumo masivo, realizando una evaluación y recopilación de datos de los aspectos que influyen en dicha cadena, se establecerá el tiempo de estudio y los límites de evaluación de la misma, con el fin de poder determinar las variables logísticas presentes en la cadena de suministros a través de la metodología VENPROBE.

Después se generará un estudio de Teoría de Juegos que evaluará diferentes escenarios y decisiones que permitirán diseñar una matriz de juego demostrativa del comportamiento del conjunto de criterios, con la finalidad de tener una representación más precisa de la toma de decisiones dentro de la cadena de suministros.

Luego se someterá el sistema bajo condiciones del efecto látigo para poder determinar los conjuntos de estrategia que amortigüen dicho efecto y poder analizar el impacto que pueden tener éstas en la empresa.

#### 1.4) LIMITACIONES

- La investigación es limitada por la información que pueda otorgar la empresa para el trabajo especial de grado en estudio
- Los datos suministrados por la empresa deben ser tratados con confidencialidad y serán alterados por un factor
- La investigación puede ser afectada a los cambios que realice la empresa en la cadena de suministros

#### 1.5) ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

A continuación se presentan los antecedentes del presente trabajo especial de grado.

TÍTULO	AUTORES / TUTORES	INSTITUCIÓN Y FECHA
<i>Propuesta de mejoras para las políticas de asignación de recompensas del departamento de ventas a nivel nacional de una empresa dedicada a la venta directa.</i>	Chacón, J. y Nieves, C. / Quijada, Demóstenes	Universidad Católica Andrés Bello. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Industrial. Mayo, 2015.

<p><i>Prueba de variables de amortiguación del comportamiento de la función servicio en la cadena de suministros de una empresa fabricante de bebidas alcohólicas, empleando la herramienta desarrollada en el marco del Proyecto de investigación Ven-Probe.</i></p>	<p>Díaz, Ramón y Sosa, María Gabriela. / Gasparin, Henry.</p>	<p>Universidad Católica Andrés Bello. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Industrial. 2004.</p>
<p><i>Determinación de los factores primordiales que amortiguan el efecto latigazo, asociado a las cadenas de suministro, en Venezuela.</i></p>	<p>Gasparin, Henry.</p>	<p>Universidad Católica Andrés Bello. Julio, 2007.</p>

Tabla 1: Antecedentes de la investigación

Fuente: Elaboración propia

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1) TÉRMINOS Y CONDICIONES**

#### **2.1.1) TÉRMINOS Y DEFINICIONES DE UNA CADENA DE SUMINISTROS Y EL EFECTO LATIGAZO**

Se define como Cadena de Suministro el conjunto integrado de sub-procesos que proporcionan los insumos y/o servicios necesarios para abastecer en forma secuencial cada eslabón de un proceso.

Se define como función Servicio el desempeño en cuanto al tiempo de espera de un proceso manufacturero, logístico o de cualquier otra índole en función de las variables que lo afectan.

El Efecto latigazo (bullwhip) se denomina como fenómeno del crecimiento de la variabilidad a medida que se sube de nivel en la cadena de suministro, que se manifiesta en la gráfica órdenes vs. tiempo. Entre las causas de este fenómeno están los siguientes:

- Demanda inesperada
- Falta de información sobre pronósticos de demanda, entre actores de la cadena
- Volúmenes de las órdenes
- Variación de precios
- Escasez

Se define como diagrama de procesos la representación gráficamente de las acciones requeridas para la ejecución de un proceso. Según García (1999): “una representación de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades,

dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza”.

Se define como pectina el tipo de polisacárido utilizado en la industria de alimentos como espesantes, gelificantes, emulsificantes.

El PH se denomina como el indicador que refleja la concentración del ion hidrógeno en una solución dada.

Los Grados Brix son los grados que pertenecen a la escala Brix (símbolo °Bx) y miden el cociente total de sacarosa disuelta en un líquido.

Las compañías copackers son fábricas contratadas para procesar y/o empaquetar algún producto de acuerdo a ciertas especificaciones del contratista.

Un juego es un modelo, es decir, un conjunto de objetos abstractos que se espera que se comporten de manera parecida al objeto real que se pretende modelar. Un modelo formal no es otra cosa que la expresión formal de una hipótesis informal literaria. De modo que en la construcción de un juego hay que empezar con los mismos pasos con que se inicia cualquier investigación científica positivista.

Se entiende por siembra microbiológica aquella técnica para el aislamiento que comienza preparando un inóculo de siembra, que es la deposición de una pequeña porción de la muestra en el medio o en los medios de cultivo adecuado, en función de las especies microbianas que se espera encontrar.

La capacidad instalada se refiere a la disponibilidad de infraestructura que permite a una empresa (unidad, departamento o sección) producir determinados niveles de bienes o servicios en un periodo determinado. Pero, a fin de alcanzar un determinado nivel de producción, las empresas emplean todos los recursos disponibles, sea la maquinaria y equipo, las instalaciones, los recursos humanos, la tecnología, etc. A breves rasgos, una mayor cantidad de recursos utilizables conduce a una mayor cantidad esperada de producción.

La curva de aprendizaje es una línea que muestra la relación existente entre el tiempo (o costo) de producción por unidad y el número de unidades de producción consecutivas.

### 2.1.2) TÉRMINOS Y DEFINICIONES DE LA METODOLOGÍA VENPROBE

El Proyecto Ven-ProBE (Venezuela Process Behavior Equations), es una línea de investigación desarrollada en la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Católica Andrés Bello, está dirigida por el Ingeniero Henry Gasparin T. y con la asistencia técnica del ingeniero Alirio Villanueva B, cuenta con 35 trabajos especiales de grado presentados, y 17 pasantías de apoyo a dichos trabajos. Ven-ProBE pretende establecer los factores primordiales que están relacionadas con la estabilización del comportamiento de los procesos de manufactura y servicio, dentro de una cadena de suministros, cuando han sido sometidos a una demanda atípica, padeciendo el llamado efecto Bull Whip, o Latigazo en español.

El Proyecto Ven-ProBE está diseñado para ser totalmente independiente de los estudios que se estén realizando a nivel mundial sobre el efecto latigazo, de manera de poder identificar lo mejor posible los factores propios de los procesos venezolanos, para ello ha establecido una hipótesis de trabajo y una herramienta de investigación propias.

Entre las variables que utiliza la metodología VENPROBE se encuentran las siguientes:

- Pronóstico de la demanda
- Políticas de producción
- Capacidad instalada
- Automatización de procesos
- Estandarización de procesos

- Filosofía de control de calidad
- Filosofía de mantenimiento
- Cultura organizacional
- Curva de aprendizaje
- Eficiencia administrativa

### 2.1.3) TÉRMINOS Y DEFINICIONES DE LA TEORÍA DE JUEGOS

La teoría de juegos es una disciplina matemática que estudia la manera de como individuos racionales toman decisiones estratégicas, para entender con una mayor profundidad dicha teoría se presentan los siguientes términos y definiciones:

**Jugadores:** Individuos que toman decisiones para maximizar su riqueza.

**Naturaleza:** suprajugador que toma acciones en puntos específicos del juego con cierta probabilidad.

**Acciones:** diferentes alternativas que tiene cada jugador.

**Información:** todo lo que cada uno de los jugadores conoce al momento de comenzar el juego.

**Valor esperado:** son los pagos que espera obtener cada uno de los jugadores durante cada turno (en caso de ser juego one-shot, un solo turno)

**Estrategia:** reglas (planes de acción) que indican las acciones que tomarán los jugadores en cada instante del juego.

**Estrategia pura:** es un plan previamente determinado, que estable la secuencia de movimientos que un jugador realiza durante un juego completo.

**Estrategias mixtas:** son las estrategias que representan la incertidumbre de un jugador con respecto a las acciones que serán tomadas por el otro jugador.

Estrategia pura vs estrategia mixta: El objetivo de teoría de juegos es determinar una estrategia “mejor” para un jugador dado, bajo la consideración de que el oponente es racional y realizará movimientos inteligentes en contra. En consecuencia si un jugador selecciona la misma estrategia pura o selecciona estrategias puras en orden fijo, su oponente reconocerá a tiempo el patrón y tratará de vencerlo si es posible, por esto la estrategia más efectiva es la estrategia mixta, definida por una distribución probabilística sobre un conjunto de estrategias puras.

Equilibrio: conjunto de estrategias que generan el máximo bienestar o riqueza para cada jugador.

Juegos estáticos: son aquellos en los que los jugadores adoptan acciones de forma simultánea o cuando, aunque no se realicen de forma simultánea, no son directamente observables. En estos juegos, los jugadores deciden sus acciones sobre la base de la información disponible inicialmente y durante el proceso de toma de decisiones no se genera información adicional.

Juegos dinámicos: se caracterizan porque en el proceso de toma de decisiones los jugadores reciben nueva información, que puede ser información acerca de acciones adoptadas por otros jugadores (o por uno mismo) o resultados de movimientos de azar.

Juegos “OneShot”: aquellos juegos en los que los jugadores solo interactúan una vez.

Juegos de suma cero: describe una situación en la que la ganancia o pérdida de un participante se equilibra con exactitud con las pérdidas o ganancias de los otros participantes.

Información completa: se caracterizan por el conocimiento pleno que todos los jugadores tienen sobre la estructura de pagos (función de utilidad) de cada uno de ellos.

Información incompleta: se caracteriza por la incertidumbre que tiene al menos un jugador sobre la estructura de pagos de los demás jugadores.

Información Perfecta: Todos los jugadores tienen conocimiento de las decisiones y las estrategias (o movimientos) que realizan sus contrincantes.

Información imperfecta: existe incertidumbre en las decisiones o movimientos que realizan los jugadores.

Juego cooperativo: los grupos o las coaliciones son el centro del análisis.

Juego no cooperativo: el individuo es el centro de análisis.

La teoría de juegos es una disciplina matemática que estudia la manera como individuos racionales toman decisiones estratégicas. En este tipo de problemas, las decisiones son interdependientes, es decir, dentro del conjunto de información de cada uno de los individuos (jugadores) que interactúan en el problema (juego) se encuentran las posibles decisiones de los otros individuos.

### 2.1.3.1 OBJETIVO DE LA TEORÍA DE JUEGOS

La teoría de juegos indica que “puede” pasar en una situación de conflicto o cooperación entre dos o más individuos racionales, pero no necesariamente indica que “va” a pasar. Es decir, el objetivo de la teoría de juegos no es predecir el comportamiento de los individuos o establecer la estrategia de acción más efectiva. La teoría de juegos busca diseñar modelos que le permitan explicar y entender una situación específica.

Kreps (1990) argumenta que el estudio de las interacciones de individuos idealmente racionales y bajo modelos simplificados puede permitir explicar y entender cómo actúan las personas de carne y hueso en situaciones reales. Un mayor

entendimiento sobre un determinado problema da la posibilidad, a la larga, de hacer predicciones más acertadas.

### 2.1.3.2 METODOLOGÍA DE LA TEORÍA DE JUEGOS

La metodología de la teoría de juegos consiste en desarrollar modelos sencillos (con pocos supuestos) para responder preguntas interesantes (una a la vez).

En teoría, primero se desarrolla una hipótesis sobre un problema determinado, luego, dicha hipótesis se plantea en forma de proposición o teorema, y se diseña un modelo matemático para demostrarlo. En la práctica, sin embargo, el proceso de demostración de una determinada proposición indica que debemos replantear la hipótesis original.

El lenguaje de la teoría de juegos es predominantemente matemático. Entre las ventajas de esta forma de comunicación resaltan tres:

1. Es un lenguaje claro y preciso
2. Constantemente pone a prueba a la consistencia lógica de nuestros argumentos
3. Permite interpretar los resultados bajo el paraguas de los supuestos establecidos

### 2.1.3.3 DISEÑO DE JUEGOS

El diseño de un juego con base en una situación real es un proceso semejante al proceso de investigación científica. Inicia con la comprensión del problema, planteamiento de los objetivos y de la hipótesis. Una vez formulada la hipótesis en forma literaria, se traduce en símbolos de acuerdo con las reglas de la teoría de juegos, que consiste en:

1. Definir los jugadores
2. Definir las reglas del juego (si es un juego que se juega una sola vez o un juego repetido, si las jugadas se hacen de manera simultánea o secuencial, elegir la forma de representación, definir qué conoce Columna cuando Fila ha hecho su jugada)
3. Identificar las estrategias (mantener el carácter alternativo de las estrategias, elegir si se trata de estrategias discretas o continuas, y definir si es posible la negociación)
4. Calcular las ganancias (establecer si se trata de un juego de suma cero o de no suma cero, y de qué forma se van a calcular las ganancias)

#### 2.1.3.4 CLASIFICACIÓN DE LOS JUEGOS

La teoría de juegos se puede dividir en dos grandes ramas: juegos no cooperativos y juegos cooperativos. En los juegos no cooperativos el individuo es el centro del análisis. En los juegos cooperativos los grupos o las coaliciones son el centro de análisis (Kreps 1990).

Según Gibbons (1992) y Fudenberg y Tirole (1998) existe una división de los juegos según los distintos equilibrios que se buscan, estos son:

- Juegos estáticos con información completa: son juegos que se caracterizan por el conocimiento pleno que todos los jugadores tienen sobre la estructura de pagos (funciones de utilidad) de cada uno de ellos. Igualmente los jugadores juegan de forma simultánea
- Juegos dinámicos con información completa: son juegos donde se mantiene el supuesto de conocimiento pleno de los jugadores sobre la estructura de pagos de los demás jugadores pero se permite que las jugadas sean secuenciales; es decir, cada jugador sabe, antes de jugar, qué jugó el otro. Los juegos de este tipo se caracterizan por el conocimiento pleno que tienen los jugadores de la

“historia” de las distintas acciones de los demás jugadores hasta que les llega su turno

- Juegos estáticos con información incompleta: Se caracterizan por la incertidumbre que tiene al menos un jugador sobre la estructura de pagos de los demás jugadores. En este caso todos los participantes juegan de forma simultánea
- Juegos dinámicos con información incompleta: Todos o algunos de los jugadores no conocen la estructura de pagos de los otros, sino, además, a los jugadores se les permite jugar de manera secuencial

### 2.1.3.5 EQUILIBRIO

#### 2.1.3.5.1) EQUILIBRIO DE NASH

El equilibrio de Nash es una estrategia que representa la mejor respuesta para cada jugador. Igualmente, una vez que se alcanza el equilibrio, ninguno de los jugadores tiene incentivos para desviarse fuera de él.

#### 2.1.3.5.2) TEOREMA DE BAYES

Este teorema permite calcular probabilidades de ocurrencia de eventos, sujetos a la ocurrencia de otros eventos. Supóngase que  $X$  e  $Y$  son dos eventos aleatorios. Conocemos la probabilidad de ocurrencia de  $X$ ,  $P(X)$ , y la probabilidad de ocurrencia de  $Y$ ,  $P(Y)$ , sin embargo, queremos conocer cuál es la probabilidad de  $X$  dado que  $Y$  ocurrió, esto se denota como  $P(X|Y)$ , o por el contrario, se quiere saber cuál es la probabilidad de  $Y$  dado que  $X$  ocurrió, lo cual se denota como  $P(Y|X)$ . Estas probabilidades se conocen como probabilidades condicionales.

#### 2.1.3.5.3) EQUILIBRIO BAYESIANO DE NASH

En un juego de tipo estático, se presenta un equilibrio bayesiano de Nash cuando en un par de estrategias, una para cada jugador, tales que son mejor respuesta mutuamente. Se puede interpretar como un equilibrio de Nash de un juego con información incompleta que cuenta con la naturaleza como jugador.

#### 2.1.3.5.4) EQUILIBRIO PERFECTO BAYESIANO DE NASH

En este tipo de juegos dinámicos, los jugadores no tienen información completa sobre la función de pago de los otros jugadores, por lo cual requieren actualizar sus creencias (mediante teorema de Bayes) una vez observados los movimientos de sus contrincantes.

#### 2.1.3.5.5) REQUERIMIENTOS DEL EQUILIBRIO PERFECTO BAYESIANO DE NASH

Cada vez que un jugador deba tomar una decisión sobre la acción que se va a realizar (nodo de decisión), éste debe tener una “creencia” (distribución de probabilidad) sobre donde se encuentra dentro del juego.

Dadas las creencias sobre su ubicación, el jugador debe actuar de forma racional.

En cada nodo de decisión, dentro de la ruta del equilibrio, las creencias se actualizan usando el teorema de Bayes.

En cada nodo de decisión fuera de la ruta del equilibrio, las creencias se actualizan usando el teorema de Bayes.

#### 2.1.3.6 MODELADO DE JUEGOS

Un juego es un modelo, es decir, un conjunto de objetos abstractos que se espera que se comporten de manera parecida al objeto real que se pretende modelar. Un modelo formal no es otra cosa que la expresión formal de una hipótesis informal literaria. De modo que en la construcción de un juego hay que empezar con los mismos pasos con que se inicia cualquier investigación científica positivista.

Primero la formulación del problema. Existe problema teórico cuando no entendemos algo y la teoría existente no explica bien el fenómeno. También cuando

los planteamientos teóricos se contradicen y se necesita hacer una "limpieza teórica" en el área. Existe problema práctico cuando la situación no permite alcanzar los objetivos ideales. Existen una serie de opciones, ninguna de las cuales a primera vista domina a las demás y se tiene que tomar una decisión.

En este caso también se necesita explicar la situación y encontrar sus causas. Una vez explicado el fenómeno se puede actuar. Al planteamiento del problema está asociada la formulación del objetivo. El objetivo consiste en resolver el problema, explicar el fenómeno y tomar la decisión.

Segundo, la hipótesis. La hipótesis es la explicación del problema. Es una explicación tentativa y no pretende ser verdadera. Su razón de ser es guiar al modelador en la construcción del modelo.

La hipótesis inicialmente se formula de manera literaria, como una afirmación acerca de las causas del fenómeno en cuestión. Una vez planteada la hipótesis literaria, ésta se traduce en símbolos y se le da la forma de un juego. La traducción simbólica de la hipótesis sigue estos pasos:

1. Definir a los jugadores: Los jugadores no necesariamente deben ser personas. Pueden ser organizaciones. Es importante que Fila y Columna tengan una voluntad, un mecanismo de toma de decisiones y sean racionales, es decir, que busquen maximizar su utilidad. Implícitamente está sugerido un juego de dos personas. Los juegos se ajustan a cualquier situación y pueden ser:
  - Juegos de una persona. Cuando Fila compra un billete de lotería, trata de evitar la congestión del tráfico o decide llevar el paraguas o no, estas situaciones se modelan como juegos de una persona
  - Juegos de dos personas. Son los más productivos, porque permiten modelar las situaciones de interacción estratégica

- Juegos de más de dos personas. Son importantes porque permiten modelar la negociación multilateral

2. Definir las reglas del juego: Esto implica responder las siguientes preguntas:

- 2.1) ¿Es un juego que se juega una sola vez (one-shot) o es un juego repetido? Si se trata de modelar una situación única, hay que elegir un juego "one-shot". Estrictamente hablando, toda situación es única y no se repite. Pero se puede hablar de la repetición de ciertos rasgos de la situación, y esto hace la diferencia. Cuando Fila elige la ruta para ir a la oficina, compra un COT, visita a los clientes, va de vacaciones, se puede modelar estas situaciones como juegos repetidos. Si la situación se modela como un juego repetido, cambia el método del cálculo del equilibrio
- 2.2) ¿Las jugadas se hacen de manera simultánea o secuencial? Si en la situación real que estamos modelando el orden de jugadas no hace diferencia, se puede modelar como un juego estático. Si el orden de las jugadas importa, la situación tiene que modelarse como un juego dinámico. La diferencia se traduce en la forma de representación y el método de solución
- 2.3) Forma de representación. La forma de representación depende de si el juego es estático o dinámico. Los juegos estáticos se representan en forma de una matriz. En este caso el jugador Fila juega con las hileras, y el jugador Columna lo hace con las columnas. Cuando la secuencia de jugadas es importante y Columna hace su jugada no antes de observar y evaluar la jugada de Fila, hay que representar el juego en forma de árbol
- 2.4) ¿Qué conoce Columna cuando Fila ha hecho su jugada? Si Columna conoce la última jugada de Fila, es un juego de información perfecta. Si Columna no sabe qué jugada acaba de hacer Fila, se trata de un

juego de información imperfecta. La forma de la presentación de los juegos de información imperfecta es un poco diferente. Siempre es un juego dinámico, y se va a representar en forma de árbol

3. Estrategias: ¿Qué puede hacer Fila? ¿Qué puede hacer Columna? ¿Cuáles son las estrategias disponibles para ellos?
  - 3.1) Carácter alternativo de las estrategias. Las estrategias deben ser mutuamente excluyentes y diseñadas como alternativas de acción. Si Fila elige la estrategia F1, entonces no elige la estrategia F2
  - 3.2) Forma de representación discreta o continua de las estrategias. Son posibles dos formas de representación de estrategias: discreta y continua. Cuando las estrategias son discretas, Fila elige una, de un conjunto de estrategias posibles (bajar, subir o dejar constantes los precios, continuar o no el contrato, ascender o no al empleado, trabajar duro o hacer pereza, etc.). Así son las acciones en la vida real, por lo cual los juegos con las estrategias discretas son más "realistas". Estos juegos se representan en forma de una matriz o en forma, de un árbol
  - 3.3) ¿Es posible la negociación? Cuando los jugadores eligen sus estrategias de manera autónoma, es un juego no cooperativo. Cuando los jugadores tienen la posibilidad de intercambiar los argumentos y hacer los pactos vinculantes, se trata de un juego cooperativo. El juego no cooperativo no significa que sus participantes vayan a luchar como gladiadores. El juego cooperativo no significa que Fila y Columna vayan a intercambiar besos y flores. Es importante elegir el tipo adecuado de juego, porque de esta elección depende el algoritmo de la solución.

4. Ganancias: Para identificar las ganancias de los jugadores, hay que contestar las siguientes preguntas:

- 4.1) ¿Se trata de un juego de suma cero o de no suma cero? Juegos de suma cero reflejan las situaciones estrictamente competitivas. Si el comprador Fila negocia un descuento con la vendedora Columna que trabaja por comisión, la situación es de suma cero. Cuanto más es el descuento obtenido, menos es la ganancia de Columna. Esta situación se ve en la guerra, en el deporte, en la competencia comercial. Los juegos de no suma cero se caracterizan porque la ganancia de Fila no es equivalente a la pérdida de Columna. Fila puede perder más que lo que Columna va a ganar. Fila y Columna pueden perder ambos o ganar ambos. Es una situación frecuente y por eso los juegos de no suma son prácticos; cuando el comprador Fila negocia con la vendedora Columna que no trabaja por comisión sino por un salario fijo, la situación es de no suma cero, porque el porcentaje que gana Fila no lo asume Columna, sino la empresa, que no participa en el juego
- 4.2) El cálculo de las ganancias. Para cada posible par de estrategias de Fila y Columna se configuran unas ganancias para Fila y Columna. Las ganancias reflejan las preferencias de los jugadores. Las preferencias de Fila y Columna se describen por las funciones de utilidad. Estas funciones de utilidad son explícitas cuando el modelador es sofisticado y crea un modelo algebraico
- 4.3) Cuando se trata de un modelo sencillo, basado en las estrategias discretas, las funciones de utilidad no tienen por qué formularse de manera explícita. Es suficiente que el modelador identifique las preferencias de los jugadores. Para construir las funciones de preferencia hay que identificar todos los resultados posibles en el juego. Cada par de estrategias produce un resultado. Si Fila tiene dos

estrategias y Columna tiene dos estrategias, surgen cuatro posibles resultados del juego

Al completar los pasos presentados anteriormente, se tienen todos los aspectos cubiertos del modelado de juegos y solo queda pendiente su resolución dependiendo si es un juego resuelto a través de un árbol o a través de una matriz.

Una vez resuelto el modelo, se procede al análisis de resultados y se entregan las conclusiones y recomendaciones pertinentes.

#### 2.1.4) MÉTODO DELPHI

El método Delphi se engloba dentro de los métodos de prospectiva, que estudian el futuro, en lo que se refiere a la evolución de los factores del entorno tecno-socio-económico y sus interacciones.

El primer estudio de Delphi fue realizado en 1950 por la Rand Corporation para la fuerza aérea de Estados Unidos, y se le dio el nombre de Proyecto Delphi. Su objetivo era la aplicación de la opinión de expertos a la selección de un sistema industrial norteamericano óptimo y la estimación del número de bombas requeridas para reducir la producción de municiones hasta un cierto monto.

Es un método de estructuración de un proceso de comunicación grupal que es efectivo a la hora de permitir a un grupo de individuos, como un todo, tratar un problema complejo. (Linstone y Turoff, 1975). La capacidad de predicción de la Delphi se basa en la utilización sistemática de un juicio intuitivo emitido por un grupo de expertos.

El objetivo de los cuestionarios sucesivos, es “disminuir el espacio intercuartil, esto es cuanto se desvía la opinión del experto de la opinión del conjunto, precisando la mediana”, de las respuestas obtenidas. Dentro de los métodos de

pronóstico, habitualmente se clasifica al método Delphi dentro de los métodos cualitativos o subjetivos. La calidad de los resultados depende, sobre todo, del cuidado que se ponga en la elaboración del cuestionario y en la elección de los expertos consultados.

El procedimiento funciona de la siguiente manera:

Una pregunta, la situación que requiere un pronóstico, se proporciona a cada experto por escrito, expresada de una manera muy general. Cada uno de los expertos realiza una predicción breve.

El coordinador o moderador, quien proporcionará la pregunta original, reúne todas las opiniones, las pone en términos claros y las edita.

Los resúmenes de los expertos proporcionan la base para un conjunto de preguntas que el coordinador da a los expertos. Estas son respondidas.

Las respuestas por escrito son recopiladas por el coordinador, y el proceso se repite hasta que el coordinador queda satisfecho con la predicción general, que es una síntesis de la opinión de los expertos.

### **CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO**

El presente capítulo describe la forma en la cual se establecerán y desarrollarán los métodos, técnicas, estrategias y procedimientos que serán aplicados con la finalidad de cumplir los objetivos y así resolver el problema planteado.

#### **3.1) METODOLOGÍA**

Según Arias (2006): “Para toda investigación es de importancia fundamental que los hechos y relaciones que establece, los resultados obtenidos o nuevos conocimientos tengan el grado máximo de exactitud y confiabilidad. Para ello planea una metodología o procedimiento ordenado que se sigue para establecer lo significativo de los hechos y fenómenos hacia los cuales está encaminado el interés de la investigación. Científicamente la metodología es un procedimiento general para lograr de una manera precisa el objetivo de la investigación. De ahí, que la metodología en la investigación nos presenta los métodos y técnicas para realizar la investigación.”

Todo lo anterior permite definir la metodología de la investigación como el proceso sistemático, lógico y organizado para adquirir conocimientos y resolver problemas, por consiguiente la estructura metodológica utilizada para el desarrollo del presente trabajo especial de grado se presenta a continuación:

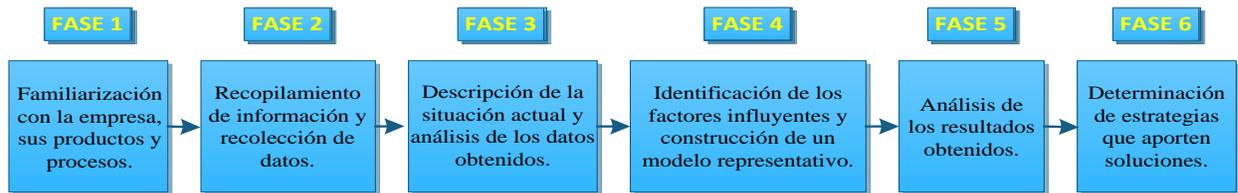


Diagrama 1: Metodología de la investigación

Fuente: Elaboración propia

### 3.2) TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

En el presente Trabajo Especial de Grado se utilizó un tipo de investigación analítica e interactiva. Según Hurtado (2000): “la investigación analítica tiene como objetivo analizar un evento y comprenderlo en términos de sus aspectos menos evidentes. La investigación analítica incluye tanto el análisis como la síntesis. Analizar, desde las definiciones que se han manejado convencionalmente, significa desintegrar o descomponer una totalidad en sus partes, para estudiar en forma intensiva cada uno de sus elementos y las relaciones de estos entre sí y con la totalidad, para comprender la naturaleza del evento. Por otra parte, síntesis significa reunir varias cosas de modo que conformen una totalidad coherente; sintetizar implica reconstruir, volver a integrar las partes de la totalidad, dentro de una comprensión más amplia que la que se tenía al comienzo”.

Por otro lado, la investigación interactiva según Hurtado (2000): “Implica la realización de acciones por parte del investigador, ya sea solo o conjuntamente con algún grupo o comunidad, con el propósito de modificar la situación o el evento de estudio. Para llevar a cabo una investigación interactiva es necesario partir de procesos de descripción y explicación, visualizar posibilidades futuras, planificar un conjunto de actividades o diseñar alguna propuesta, y posteriormente llevarlas a cabo”.

Por lo tanto se puede argumentar que la investigación empleada es de tipo analítica, ya que se busca comprender profundamente la cadena de suministros contemplada mediante una desintegración de sus partes, con la finalidad de resumir toda la información y obtener una percepción más amplia del evento. Conjuntamente, el tipo de investigación es de tipo interactiva porque se deben realizar una serie de acciones en conjunto con la empresa, con el objetivo de diseñar una propuesta basada en un conjunto de estrategias que modifiquen posibles situaciones futuras.

Según el Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales (2006): “Se entiende por investigación de campo, el análisis sistemático de problemas en la realidad, con el propósito bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos, o predecir su ocurrencia, haciendo uso de métodos característicos de cualquiera de los paradigmas o enfoques de investigación conocidos o en desarrollo. Los datos de interés son recogidos en forma directa de la realidad; en este sentido se trata de investigaciones a partir de datos originales o primarios”.

Con base a lo planteado anteriormente, se puede decir se presenta un diseño de campo y experimental, ya que la recolección de datos se realiza de forma presencial por el investigador, permitiéndole a su vez manipular las variables que intervengan de forma arbitraria.

### **3.3) UNIDAD DE ANÁLISIS**

Sabiendo que una unidad de análisis es aquella entidad que será el objeto de interés y estudio en una investigación; para el presenta trabajo especial de grado, se utilizará la cadena de suministros de una empresa de productos de consumo masivo, industria procesadora de alimentos.

### 3.4) TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Las técnicas e instrumentos para la recolección de datos servirán para obtener información que guíe la investigación al cumplimiento de los objetivos planteados; Para alcanzar esto, se aplicaran las siguientes:

- Revisión Documental: “Es una técnica en la cual se recurre a información escrita, ya sea bajo la forma de datos que pueden haber sido producto de mediciones hechas por otros, como textos que en sí mismo contribuyen a los eventos de estudio”. Entre los instrumentos para recolectar esta información se encuentran fuentes documentales como libros, revistas, página web y trabajos especiales de grado anteriores con temas similares; Adicionalmente la empresa cuenta con presentaciones corporativas e información escrita sobre sus procesos de manera detallada
- La Observación: Es de tipo directa - no participante, “En este caso el observador permanece ajeno al evento a estudiar. No participa en él ni lo modifica...” (Hurtado, 2000). Esta técnica se basa en visitas planificadas a la planta permitiendo conocer el proceso productivo de la empresa
- La Entrevista: Es de tipo estructurada – focalizada, “El entrevistador ha elaborado previamente una lista de temas o puntos en los cuales se centra el interrogatorio (guía o pauta de entrevista)” (Hurtado, 2000). La implementación de esta técnica facilita el manejo de información gracias a la experiencia que poseen los entrevistados ante diversas situaciones que se pueden presentar

- Concepto y utilización del cuestionario: El cuestionario consiste en un conjunto de preguntas, normalmente de varios tipos, preparado sistemática y cuidadosamente, sobre los hechos y aspectos que interesan en una investigación o evaluación, y que puede ser aplicado en formas variadas, entre las que destacan su administración a grupos o su envío por correo. La principal diferencia con la entrevista reside en la poca relación directa de los sujetos con la persona que los aplica, puesto que la persona encargada de su aplicación se limita a presentarlo al grupo, a dar ciertas normas generales y a crear un nivel de disposición favorable a la contestación sincera; cuando se envía por correo, la relación se limita a una carta de presentación solicitando su completamiento, e indicando la posible utilidad de los datos recogidos. El cuestionario es un instrumento muy útil para la recogida de datos, especialmente de aquellos difícilmente accesibles por la distancia o dispersión de los sujetos a los que interesa considerar, o por la dificultad para reunirlos. Permite, además, en paralelismo con la entrevista, identificar y sugerir hipótesis y validar otros métodos

### **3.5) ESTRUCTURA DESAGREGADA DEL TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

Esquema de trabajo seguido para la culminación del presente trabajo.

Objetivo General: Diseñar un modelo de toma de decisiones que amortigüe el impacto de un efecto látigo, en la cadena de suministro de una compañía fabricante de productos de consumo masivo.

<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Actividades</b>	<b>Herramientas</b>	<b>Indicadores</b>
<p>Caracterizar los procesos de la cadena de suministro a ser contemplada.</p>	<p>Revisar los procesos que intervienen en la cadena de suministro.</p> <p>Consultar con los diferentes departamentos del copacker.</p> <p>Elaboración de una síntesis de la situación actual de la cadena de suministro.</p>	<p>Históricos de datos de la empresa.</p> <p>Entrevistas con el personal de diferentes departamentos.</p>	<p>Descripción del proceso de la cadena de suministro.</p>
<p>Identificar las variables logísticas que influyen en la cadena de suministro contemplada.</p>	<p>Analizar la situación actual de la empresa.</p> <p>Evaluar, identificar y explicar los problemas que afectan a la cadena de suministro.</p> <p>Priorizar las variables logísticas encontradas según su nivel de significancia.</p>	<p>Síntesis realizada en el objetivo anterior.</p>	<p>Listado de variables logísticas con nivel de significancia.</p>

<p>Diseñar un modelo representativo del comportamiento de la cadena de suministro contemplada.</p>	<p>Realizar mediante el uso de la teoría de juegos, un estudio que permita representar el comportamiento de la cadena de suministro bajo estrategias actuales que desea aplicar el copacker.</p>	<p>Datos históricos de la compañía previamente analizados.</p> <p>Consultas y encuestas a los diferentes departamentos que intervienen.</p> <p>Teoría de juegos.</p>	<p>Matriz representativa de la cadena de suministro basada en teoría de juegos.</p>
<p>Analizar el comportamiento del modelo representativo, frente a condiciones del efecto latigazo en la cadena de suministro contemplada.</p>	<p>Someter el modelo bajo condiciones del efecto latigazo.</p>	<p>Análisis de escenarios con las diferentes variables significativas en la cadena de suministro contemplada.</p> <p>Teoría de juegos.</p>	<p>Descripción del comportamiento del modelo bajo condiciones del efecto latigazo.</p>

<p>Determinar un conjunto de estrategias de amortigüen el efecto latigazo en la cadena de suministro contemplada.</p>	<p>Evaluar y analizar la descripción del comportamiento de la matriz representativa alterada.</p>	<p>Teoría de juegos.</p>	<p>Descripción del conjunto de estrategias que amortigüen el efecto latigazo.</p>
<p>Valorar el impacto estimado del conjunto de estrategias seleccionadas.</p>	<p>Analizar el impacto de las diferentes estrategias.</p>	<p>Análisis cualitativo.</p>	

Tabla 2: Estructura desagregada de trabajo

Fuente: Elaboración propia

## **CAPÍTULO IV: RESULTADOS**

### **4.1) SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA**

La cadena de suministros a ser contemplada es de uno de los copackers que utiliza el cliente o la casa matriz para la producción de ciertos sku's, este utiliza una filosofía de producción de tipo "HALAR" (sus siglas en inglés: "PULL") ya que la demanda que le otorga la casa matriz determina cuanto producir.

La misión del copacker es satisfacer las necesidades de sus clientes y consumidores al ofrecerles productos de óptima calidad, siempre garantizando su inocuidad alimentaria al ser elaborados bajo los más estrictos estándares de eficacia, eficiencia y competitividad para establecer la mejor relación precio/calidad.

Los valores son los siguientes: respeto, responsabilidad, flexibilidad, trabajo en equipo, integridad y reconocimiento.

### **4.2) CARACTERIZACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTROS**

En el siguiente diagrama se muestra el proceso simplificado de la cadena de suministro del copacker, que comienza a partir de la obtención de la materia prima (fase 1), seguido de la producción de los diferentes sku's (fase 2) y finaliza con la entrega de producto terminado a la casa matriz (fase 3). El tiempo promedio en días que tarda la cadena de suministro en pasar de la fase 1 a la fase 3 es de 14 días (Vea Diagrama 3).

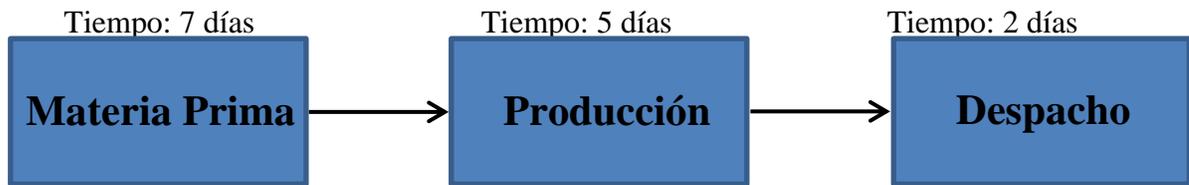


Diagrama 2: Proceso simplificado de la cadena de suministro del copacker

Fuente: Elaboración propia

A continuación se describe detalladamente las tres fases mencionadas anteriormente:

#### 4.2.1 FASE 1: Materia prima.

La materia prima y el material de empaque para la producción de los productos A, B y C es la siguiente:

- Ingrediente base (A, B y C) – Materia Prima
- Envase – Material de Empaque
- Etiqueta – Material de Empaque
- Azúcar – Materia prima
- Tapa – Material de Empaque
- Cajas de embalaje – Material de Empaque
- Ácido Cítrico – Materia Prima
- Pectina (Espumante) – Materia Prima
- Productos alternos (No relevantes) – Materia Prima

Entre la materia prima que proviene de proveedores nacionales tenemos que los ingredientes bases tardan aproximadamente una semana desde que se solicita la orden hasta que llega al copacker, el ingrediente base A y B provienen del Estado Central mientras que el ingrediente C proviene del Estado de los Andes. Por otro

lado, el envase, etiqueta, azúcar, tapa y caja de embalaje, tardan dos días en llegar aproximadamente desde que se realiza el pedido.

Entre la materia prima que proviene de proveedores internacionales tenemos que el pedido de ácido cítrico y pectina se realiza en promedio anualmente.

La mayor parte de la materia prima (ingrediente base) se compra a proveedores nacionales en un 90 por ciento aproximadamente, el resto proviene del autoabastecimiento. La compra de envase, etiqueta, azúcar, tapa y caja de embalaje se realiza por la casa matriz y son enviados al copacker.

La cantidad promedio de ingrediente base en toneladas para la producción al mes de los productos A, B y C en un escenario optimista es la siguiente: ingrediente tipo A: 80 toneladas, ingrediente tipo B: 40 toneladas, ingrediente tipo C: 11,5 toneladas.

Entre los procesos de control de calidad que se le realizan a la materia prima se encuentran:

- Inspección visual de parte del copacker al envase, etiqueta, tapa y caja de embalaje que cumplan con las camadas requeridas. Previamente reciben sus procesos sistemáticos de evaluación por parte de los proveedores y la casa matriz
- Medición del PH, Grados Brix y Acidez, y una siembra Microbiológica al ingrediente base

Cuando llega el ingrediente base al copacker, pasa por un proceso de molienda el mismo día para evitar que se oxide, al tener el ingrediente base procesado, es almacenado en el almacén de materia prima. Por otro lado, la Pectina y el Ácido Cítrico se almacenan en una cava refrigerada situada de igual manera en el almacén de materia prima, mientras que, el envase, etiqueta, azúcar, tapa y caja de embalaje se encuentran en el almacén de producto terminado. La materia prima es transportada al copacker dependiendo si necesita estar refrigerada o no refrigerada, el

ingrediente A necesita de cavas refrigeradas para trasladarse, a diferencia de, los ingredientes B y C, no necesariamente necesitan trasladarse en dichas cavas refrigeradas, teniendo en cuenta que la circulación de éstos últimos camiones debe ser en un horario nocturno a causa de la oxidación que puede ocurrir por los rayos solares si son trasladados de día.

#### 4.2.2 FASE 2: Producción

El siguiente flujograma representa una descripción detallada del proceso que realiza el copacker para la producción de ciertos sku's:

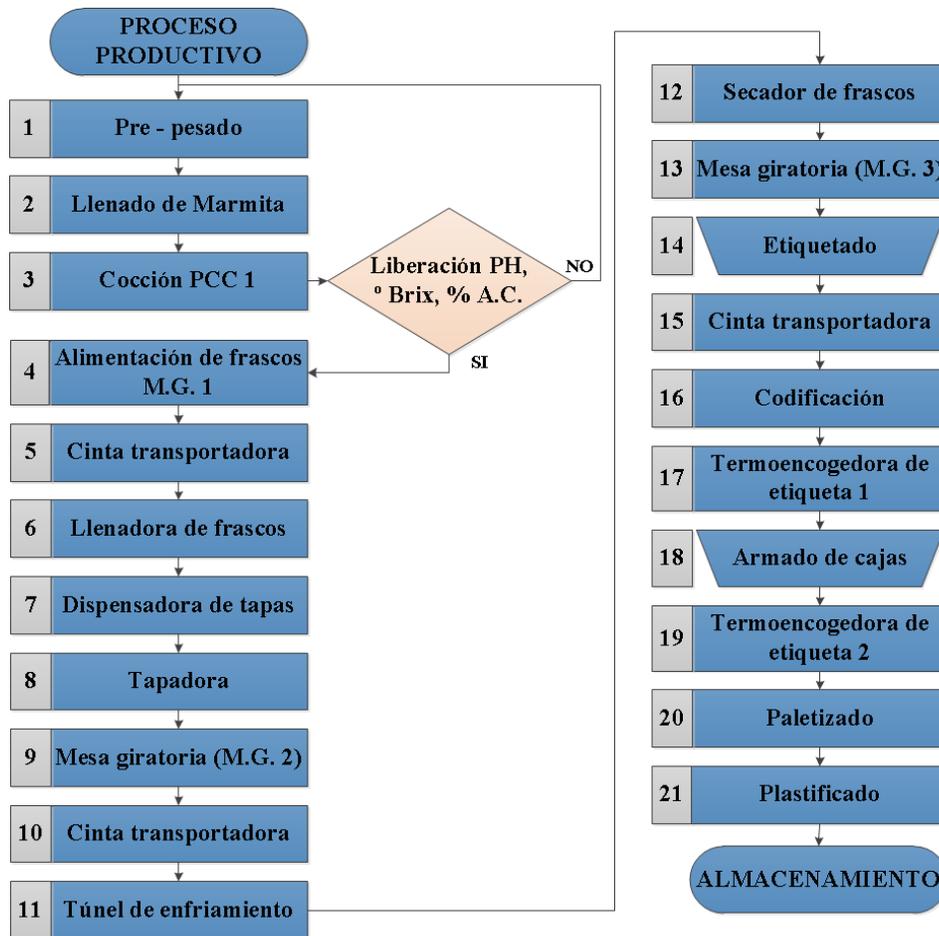


Diagrama 3: Flujograma del proceso productivo

Fuente: Elaboración propia

Una corrida del lote de producción del producto A, B o C contiene aproximadamente lo siguiente: 347 kg de producto terminado, 630 frascos o 52 cajas que equivalen a un tercio de paleta.

El tiempo promedio de un lote de producción es de 63 minutos aproximadamente, consta de un proceso de cocción, un proceso de llenado y un proceso de paletizado. El llenado es el único proceso automatizado existente, éste proceso tiene un tiempo de duración de 18 minutos por lote de corrida, por otro lado el tiempo de paletizado es un proceso manual y tiene un tiempo de duración de 20 minutos aproximadamente por corrida de lote.

El copacker cuenta con un turno activo de ocho horas al día (7:30 a.m. a 4:30 p.m.) con una hora de almuerzo, en el cual trabajan 17 personas en los días hábiles, exceptuando al personal que puede emplear los días sábados para realizar mantenimiento. Además de esto, el copacker posee dos turnos inactivos de producción en la noche del mismo día y en la madrugada del siguiente día.

Para maximizar el proceso se define corridas de producción por presentación durante una semana entera. Activar una segunda o tercera presentación impacta de una manera importante en la producción de la categoría.

Los principales problemas que afectan actualmente el tiempo de producción es el corte del servicio eléctrico y la limitación del servicio de agua. Para atacar el problema del corte del servicio eléctrico, el copacker posee una pequeña planta eléctrica que apoya la producción y evita paradas de la línea lo cual supondría un riesgo de la calidad del material en proceso que se disponga. En relación al siguiente punto, la regulación del servicio de agua, el copacker dispone de varios planes de acción a cortos y largos plazos, entre lo que destacan la compra de camiones cisternas de agua y la construcción de un pozo de agua profunda.

El copacker efectúa un mantenimiento diario preventivo de limpieza, un mantenimiento preventivo mensual de engrase de las máquinas y un mantenimiento correctivo de repuestos en las máquinas.

Entre los controles de calidad en el proceso de producción se encuentran los siguientes:

- Prueba de los Grados Brix en la mezcla para ver si la misma cumple los parámetros para el llenado
- Medición de la temperatura de cocción (debe ser al menos 90 grados centígrados)
- Inspección manual al envase (luego del llenado) para corroborar que el producto este en correcto tapado y garantizar el vacío del frasco

El almacén de producto terminado tiene una capacidad de 40 posiciones aproximadamente, en el cual requiere un gran refuerzo para administrar toda la producción de la planta para todos sus clientes.

Los actuales trabajadores poseen mucha experiencia y gran cantidad de años laborando en el mismo puesto de trabajo. En los momentos que se requieran trabajadores extras, se contratan por un periodo de máximo tres meses y se apoyan en el proceso productivo de la mano del personal con mayor experiencia. El copacker consta de una cultura organizacional adecuada, ya que existe un buen ambiente laboral y un bajo porcentaje de ausentismo del personal.

Los diferentes procesos productivos poseen un manual disponible para la consulta de los trabajadores, dichos procesos son manuales y además conocidos y usados por la mano de obra.

En tiempo de producción continua y de buen abastecimiento, se posee el manejo eficiente de los recursos administrativos necesarios para asegurar la producción.

El copacker dedica aproximadamente entre un 60 y 65 por ciento de su capacidad instalada a la casa matriz, el resto se dedica a otros clientes con productos diferentes. Cabe destacar que las líneas de producción por cliente son independientes ya que los productos que se fabrican son diferentes entre sí, por lo tanto, la producción que solicitan los otros cliente no influyen en la capacidad instalada dedicada a la casa matriz. La capacidad instalada del copacker en la línea de producción que procesa la categoría estudiada es 1.780 toneladas al mes aproximadamente, la producción actual del copacker en la línea de producción que procesa la categoría estudiada es 343 toneladas al mes aproximadamente (vea Tabla 3), teniendo actualmente una holgura en la línea de producción que procesa la categoría estudiada de 1.437 toneladas al mes aproximadamente. Dejando como resultado un porcentaje de utilización al mes con respecto a la capacidad instalada de 19% aproximadamente.

Mes - año	Producción real al mes (TON)	% de utilización al mes con respecto a la capacidad instalada
feb-14	42	2%
mar-14	306	17%
abr-14	201	11%
may-14	264	15%
jun-14	274	15%
jul-14	327	18%
ago-14	0	0%
sep-14	264	15%
oct-14	496	28%
nov-14	285	16%
dic-14	401	23%
ene-15	158	9%
feb-15	285	16%
mar-15	507	28%
abr-15	528	30%
may-15	612	34%
jun-15	528	30%
jul-15	116	7%
ago-15	422	24%
sep-15	422	24%
oct-15	492	28%
nov-15	729	41%
dic-15	288	16%
ene-16	138	8%
feb-16	499	28%
<b>Promedio del total general</b>	<b>343</b>	<b>19%</b>

Tabla 3: Producción real al mes y porcentaje de utilización al mes con respecto a la capacidad instalada del copacker

Fuente: Elaboración propia

La demanda real ha estado considerablemente cerca del pronóstico en los últimos años, existiendo una diferencia promedio entre la demanda real y el pronóstico de la demanda de 30,38 toneladas (Vea Tabla 4).

Mes - año	Pronóstico de la demanda (TON)	Venta real del copacker (TON)
feb-14	115	42
mar-14	114	306
abr-14	149	201
may-14	218	264
jun-14	179	274
jul-14	169	327
ago-14	144	0
sep-14	178	264
oct-14	190	496
nov-14	192	285
dic-14	207	401
ene-15	207	158
feb-15	237	285
mar-15	291	507
abr-15	381	528
may-15	401	612
jun-15	440	528
jul-15	453	116
ago-15	438	422
sep-15	449	422
oct-15	429	492
nov-15	573	729
dic-15	556	288
ene-16	559	138
feb-16	554	499
<b>Promedio del total general</b>	<b>313,01</b>	<b>343,39</b>
<b>Desviación del promedio total general</b>	<b>10%</b>	

Tabla 4: Pronóstico de la demanda, demanda real del y desviación del pronóstico del copacker

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.3 FASE 3: Despacho

La casa matriz posee en su red de distribución varias sucursales y centros de distribución, la función de éstas, es almacenar y vender producto terminado que provenga de planta o de copacker. La sucursal es aquel lugar donde se maneja un bajo volumen de producto terminado, en dicho lugar únicamente se puede vender producto terminado a sus clientes asociados. El centro de distribución (reconocido por sus siglas “CD”) es el lugar con mayor manejo de volumen y por ende con mayor demanda de producto terminado, dicho CD puede vender a sus clientes asociados y a su vez puede redistribuir el producto a la sucursal anteriormente explicada. La casa matriz cuenta con un total de 3 centros de distribución y 9 sucursales (Vea Tabla 5).

El producto desde el momento que es fabricado hasta que es recibido en todas las sucursales de venta, cumple diferentes etapas, tales como:

- Etapa 1: El copacker envía a CD CHARALLAVE la totalidad del producto fabricado
- Etapa 2: CD CHARALLAVE puede vender a sus clientes asociados así como también enviar producto hacia CD MATURÍN y/o CD BARQUISIMETO
- Etapa 3: Desde el CD principal (CD CHARALLAVE) y los dos CD’s alternos (CD MARUTÍN y CD BARQUISIMETO) son atendidos todas las otras sucursales por medio de redistribución (Vea Tabla 6)
- Etapa 4: Cada sucursal atiende los pedidos de sus clientes asociados (atención por localidad)

Cabe destacar que al momento de enviar producto desde CD CHARALLAVE hasta CD MATURÍN y/o CD BARQUISIMETO o al momento de redistribuir, se realiza una carga con proporciones variadas en las diferentes categorías que maneja la casa matriz, para así, poder enviar el producto necesario de cada categoría a cada CD o sucursal, manteniendo aproximadamente entre 10 y 15 días de inventario.

Los centros de distribución y las sucursales con las que cuenta la casa matriz son las siguientes:

<b>CODIGO DE SUCURSAL</b>	<b>UBICACIÓN DEL CENTRO</b>
X012	CALABOZO
X006	MARACAY
X011	CD BARQUISIMETO
X005	CABIMAS
X010	SAN CRISTOBAL
X004	PUNTO FIJO
X009	CD MATURIN
X003	CUMANÁ
X008	EL TIGRE
X002	TRUJILLO
X007	CD CHARALLAVE
X001	LOS TEQUES

Tabla 5: Sucursales de la casa matriz

Fuente: Elaboración propia

Los enlaces de redistribución con las que cuenta CD BARQUISIMETO, CD MATURIN Y CD CHARALLAVE son las siguientes:

<b>SUCURSAL CD (ORIGEN)</b>		<b>REDES DE REDISTRIBUCION (DESTINO)</b>	
X011	CD BARQUISIMETO	X005	CABIMAS
		X010	SAN CRISTOBAL
		X002	TRUJILLO
X009	CD MATURIN	X003	CUMANÁ
X007	CD CHARALLAVE	X012	CALABOZO
		X006	MARACAY
		X004	PUNTO FIJO
		X008	EL TIGRE
		X001	LOS TEQUES

Tabla 6: Enlaces de redistribución de la casa matriz

Fuente: Elaboración propia

Para finalizar la descripción de la Fase 3 de la cadena de suministros, se debe tener en cuenta que el recurso de transporte que utiliza la casa matriz para realizar los traslados de producto terminado entre copacker – CD – sucursal es: bien sea uno de 24 posiciones o uno de 12 posiciones para paletas. El tipo de vehículo a emplear en cada proceso de despacho depende del cual mejor se adapte a la necesidad en volumen del destino próximo. Las gandolas de 24 paletas tienen un peso bruto de 27 toneladas, en cambio, los camiones de 12 paletas tienen un peso bruto de 10 toneladas.

Para realizar el estudio del amortiguamiento del efecto latigazo en esta cadena de suministro, se decide limitar dicha cadena desde los proveedores de materia prima hasta la entrega de producto terminado a la casa matriz, ya que la casa matriz es responsable de comercializar el producto.

#### **4.3) VARIABLES PRESENTES EN EL CASO DE ESTUDIO**

Evaluando el nivel de significancia como el impacto que tiene la variable en la cadena de suministro a ser contemplada, se pudieron identificar las variables logísticas más significativas (Vea Tabla 7). Es de suma importancia clasificar dichas variables a través de la metodología VENPROBE y el nivel de significancia, debido a que las variables significativas reflejan los principales problemas bajo un efecto latigazo en la cadena de suministros y a su vez facilita el planteamiento de la herramienta de teoría de juegos.

<b>VARIABLES VENPROBE SIGNIFICATIVAS</b>
Políticas de Producción
Curva de Aprendizaje

Tabla 7: Variables logísticas VENPROBE significativas

Fuente: Elaboración propia

A continuación se presenta el análisis y la justificación de la clasificación de las variables significativas planteadas anteriormente:

La Política de Producción es considerada una variable significativa, ya que en ella se encuentra relacionada el porcentaje del nivel de servicio y el porcentaje de utilización de la capacidad instalada al mes. Ambas influyen en el volumen de las órdenes y en la escasez de producto. El nivel de servicio promedio del copacker es de un 90% (Vea Tabla 8), por lo cual se considera que está por debajo de lo recomendable (95% - 97%) según Schalit, S. y Vermorel, J. (2014), por otro lado el porcentaje de utilización de la capacidad instalada es de 19% (Vea Tabla 3), por lo cual se considera que está muy por debajo de lo recomendable (75,5%) según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (2007). El copacker al no cumplir con los requerimientos mínimos aceptables de nivel de servicio y porcentaje de utilización de la capacidad instalada, se puede decir que tiene oportunidades de mejora en las políticas de producción de su proceso productivo.

Mes - año	Venta real del copacker (TON)	Pedidos Negociados (TON)
feb-14	42	169
mar-14	306	169
abr-14	201	211
may-14	264	211
jun-14	274	211
jul-14	327	264
ago-14	0	264
sep-14	264	390
oct-14	496	298
nov-14	285	380
dic-14	401	332
ene-15	158	357
feb-15	285	423
mar-15	507	353
abr-15	528	524
may-15	612	422
jun-15	528	507
jul-15	116	528
ago-15	422	531
sep-15	422	572
oct-15	492	529
nov-15	729	538
dic-15	288	397
ene-16	138	364
feb-16	499	553
<b>Promedio del total general</b>	<b>343,39</b>	<b>379,78</b>
<b>Nivel de servicio del promedio total general</b>	<b>90%</b>	

Tabla 8: Venta real y planificada al mes del copacker

Fuente: Elaboración propia

Además el copacker trabaja operativamente bajo una filosofía de producción de tipo “HALAR” (sus siglas en inglés: “PULL”), éste esperará la demanda que originará los requerimientos que se necesitan para producir, y luego hará todo lo posible para la fabricación de los productos, por lo tanto en el caso en el cual la

demanda aumente inesperadamente, el copacker tendrá que tomar otras políticas de producción, bien sea agregar sobretiempos en producción (tomando en cuenta el número de horas máximas según la ley para la mano de obra), activar turnos adicionales de producción (tomando en cuenta la contratación por un tiempo definido según la ley para la mano de obra), entre otras acciones a tomar en el corto plazo para alcanzar dicha demanda y no perder en lo posible margen de mercado.

La curva de aprendizaje es considerada una variable significativa ya que al aumentar la demanda, será necesario incorporar mayor cantidad de horas hombre que permita alcanzar los niveles de producción requeridos para atender la demanda del cliente, y por ende, se requiere la capacitación del personal nuevo ingreso o del personal ya existente. Además, la mayoría de los procesos productivos que involucra el copacker son artesanales, y por esto dicha capacitación debe realizarse en un corto tiempo de manera efectiva y eficiente para evitar la mayor cantidad de desperdicios de tiempo en la cual se pueda incurrir.

Las otras variables presentes en la metodología VENPROBE se consideran no significativas para el estudio del amortiguamiento del efecto látigo de la cadena de suministros contemplada.

#### **4.4) ANÁLISIS DE ESCENARIOS**

Las variables significativas obtenidas anteriormente (políticas de producción y curva de aprendizaje) se pueden clasificar según el siguiente nivel de criticidad:

- Alto nivel de criticidad (Identificado de color rojo)
- Medio nivel de criticidad (Identificado de color amarillo)
- Bajo nivel de criticidad (Identificado de color verde)

La clasificación según el nivel de criticidad para la variable “Políticas de producción” es la siguiente:

 Aprovechamiento bajo del porcentaje de utilización de la capacidad instalada (0% - 30%)

 Aprovechamiento medio del porcentaje de utilización de la capacidad instalada (31% - 70%)

 Aprovechamiento alto del porcentaje de utilización de la capacidad instalada (71% - 100%)

La clasificación según el nivel de criticidad para la variable “Curva de aprendizaje” es la siguiente:

 Actividades complicadas de mano de obra

 Actividades medianamente complicadas de mano de obra

 Actividades sencillas de mano de obra

La combinación de las dos variables significativas con los niveles de criticidad da como resultado 9 posibles escenarios mostrados que a continuación se demuestran en la siguiente tabla.

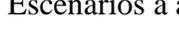
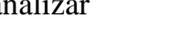
Cantidad de Escenarios	Políticas de producción	Curva de aprendizaje
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		

Tabla 9: Escenarios a analizar

Fuente: Elaboración propia

En tal sentido, en relación a los escenarios planteados anteriormente, se procede a realizar una entrevista que busca identificar según expertos cuales son los niveles de criticidad con mayor incidencia de las variables, con la finalidad de reducir los escenarios antes mostrados a los escenarios de mayor relevancia, razón por lo cual aquellos escenarios con mayor incidencia serán los tomados en el desarrollo y análisis de este trabajo especial de grado.

El cuestionario realizado a los expertos evaluó preguntas como las siguientes:

**Pregunta 1:** ¿Qué nivel de criticidad cree usted que tiene la variable “*políticas de producción*”?

Tome en cuenta los siguientes **factores** que aplican en esta variable para su respuesta:

1. Aprovechamiento del porcentaje de utilización de la capacidad instalada

Marque con una (X) su respuesta y argumente.

	Respuesta
Alto nivel de criticidad	
Medio nivel de criticidad	
Bajo nivel de criticidad	

¿Por qué?

---

**Pregunta 2:** ¿Qué nivel de criticidad cree usted que tiene la variable “*curva de aprendizaje*”? Entiéndase como curva de aprendizaje: tiempo que toma que el personal actual o nuevo ingreso se adapte a realizar los procesos que corresponden a la línea de producción.

Tome en cuenta los siguientes **factores** para su respuesta:

1. Nivel de complejidad de las actividades de mano de obra

Marque con una (X) su respuesta y argumente.

	Respuesta
Alto nivel de criticidad	
Medio nivel de criticidad	
Bajo nivel de criticidad	

¿Por qué?

---

**Pregunta 3:** Favor contestar lo siguiente:

Cargo actual que tiene en la empresa \_\_\_\_\_

Años de experiencia manejando **copackers** \_\_\_\_\_

Años de experiencia manejando la categoría

\*\*\*\*\* \_\_\_\_\_

Las respuestas y resultados obtenidos según 10 expertos en el área, son los siguientes:

Cantidad de encuestados	VARIABLE: POLÍTICAS DE PRODUCCIÓN			VARIABLE: CURVA DE APRENDIZAJE		
	Baja criticidad	Media criticidad	Alta criticidad	Baja criticidad	Media criticidad	Alta criticidad
1			X			X
2			X	X		
3			X	X		
4		X		X		
5			X	X		
6		X		X		
7		X			X	
8			X			X
9			X		X	
10			X		X	
TOTAL	0	3	7	5	3	2

Porcentaje de ocurrencia	0%	30%	70%	50%	30%	20%
--------------------------	----	-----	-----	-----	-----	-----

Tabla 10: Resultados de entrevista realizada a los expertos

Fuente: Elaboración propia

A continuación se presenta los anteriores resultados en gráficos:

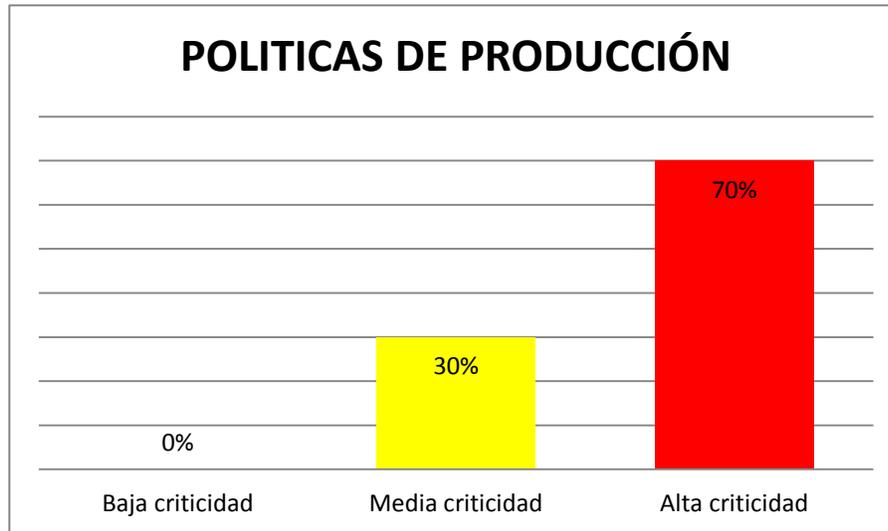


Ilustración 1: Resultados de la variable políticas de producción en la entrevista realizada a los expertos

Fuente: Elaboración propia

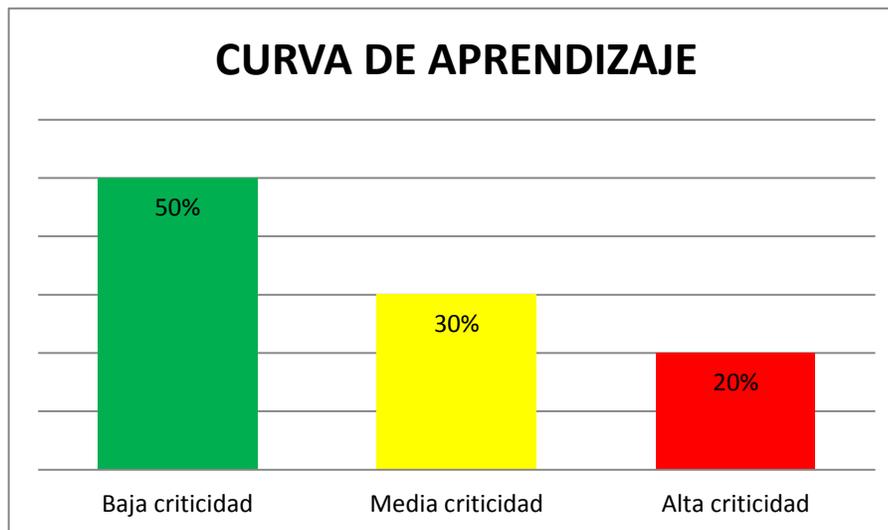


Ilustración 2: Resultados de la variable curva de aprendizaje en la entrevista realizada a los expertos

Fuente: Elaboración propia

En los resultados obtenidos anteriormente se observa que el 100% de los entrevistados indican que la variable políticas de producción índice en la alta y la media criticidad. Por otro lado, el 80% de los entrevistados indican que la variable curva de aprendizaje índice en la media y la baja criticidad. Tomando en cuenta para ambos casos que el 80% de los datos obtenidos es un resultado significativo, se procede a descartar en el análisis la baja criticidad en la variable políticas de producción y la alta criticidad en la variable curva de aprendizaje. Dicha acción da como resultado los siguientes 4 escenarios reducidos:

Cantidad de Escenarios	Políticas de Producción	Curva de Aprendizaje
1	Red	Yellow
2	Red	Green
3	Yellow	Yellow
4	Yellow	Green

Tabla 11: Escenarios reducidos a analizar

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5) APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE JUEGOS

Para el análisis de los escenarios expuestos anteriormente y de la situación actual de la cadena de suministros, se utilizó la teoría de juegos con la finalidad de obtener las estrategias que amortigüen el efecto látigazo.

Para la aplicación de la teoría de juegos es necesario cumplir con los siguientes cuatro pasos:

##### 4.5.1 JUGADORES

**Paso 1:** Definir los jugadores, entiéndase por jugador aquellos individuos que toman decisiones para maximizar su riqueza.

Los jugadores planteados para la representación del modelo son:

- Jugador uno: El cliente (casa matriz)
- Jugador dos: La empresa (el copacker)

#### 4.5.2 REGLAS DE JUEGO

**Paso 2:** Definir las reglas de juego, si es un juego de one shot o es un juego repetido, si la jugadas se hacen de manera simultánea o secuencial, definir si es de información completa o incompleta y definir si es de información perfecta o imperfecta.

Dicho juego es considerado:

- One shot
- Dinámico
- Información incompleta
- Información imperfecta

Es un juego de one shot debido a que cuando ocurre el efecto latigazo en un periodo de tiempo determinado los jugadores interactúan solo una vez, es dinámico porque la decisión del copacker depende de la decisión que tome previamente el cliente (juego secuencial), es de información incompleta ya que la casa matriz no conoce los pagos de su contrincante y es de información imperfecta porque la casa matriz no conoce todos los movimientos del copacker.

Por lo tanto, el equilibrio que se utilizará para este tipo de juego es el equilibrio perfecto bayesiano de Nash en el cual se adapta al tipo de juego explicado anteriormente.

#### 4.5.3 DISEÑO DE ESTRATEGIAS

**Paso 3:** Definir las estrategias y definir si es posible la negociación.

Las posibles estrategias planteadas para el jugador número uno (casa matriz / cliente) son:

- Estrategia 1: Duplicar su demanda actual ( $D > E$ )
- Estrategia 2: Mantener su demanda actual ( $D = E$ )
- Estrategia 3: Reducir a la mitad su demanda actual ( $D < E$ )

Las posibles estrategias identificadas para el jugador número dos (empresa / copacker) por escenario fueron determinadas a través de una entrevista realizada al gerente de producción del copacker, dando como resultado las estrategias más oportunas y de mayor interés, evaluando el costo y el tiempo que implicaría la aplicación de cada una de las estrategias.

**Escenario 1: Políticas de producción en rojo (alta criticidad) y curva de aprendizaje en amarillo (media criticidad):**

Cantidad de Escenarios	Políticas de Producción	Curva de Aprendizaje
1		

Tabla 12: Escenario 1 a analizar

Fuente: Elaboración propia

- Estrategia 1: Aumentar el porcentaje de utilización de la capacidad instalada
- Estrategia 2: Reubicar al personal actual con tiempo ocioso en otras actividades
- Estrategia 3: Crear uno o varios turnos adicionales de producción con personal nuevo ingreso y realizar el adiestramiento del mismo
- Estrategia 4: Fabricar productos de mayor gramaje con personal disponible
- Estrategia 5: Fabricar productos que tengan la mayor demanda en la categoría con personal disponible
- Estrategia 6: Fabricar los productos más rentables para la empresa con personal disponible

- Estrategia 7: Replanificar los mantenimientos y/o paradas por higiene o esterilización de planta
- Estrategia 8: Reducir tiempo de producción

**Escenario 2: Políticas de producción en rojo (alta criticidad) y curva de aprendizaje en verde (baja criticidad):**

Cantidad de Escenarios	Políticas de Producción	Curva de Aprendizaje
2		

Tabla 13: Escenario 2 a analizar

Fuente: Elaboración propia

- Estrategia 1: Aumentar el porcentaje de utilización de la capacidad instalada
- Estrategia 2: Reubicar al personal actual con tiempo ocioso en otras actividades
- Estrategia 3: Crear uno o varios turnos adicionales de producción con personal nuevo ingreso y realizar el adiestramiento del mismo
- Estrategia 4: Fabricar productos de mayor gramaje con personal disponible
- Estrategia 5: Fabricar productos que tengan la mayor demanda en la categoría con personal disponible
- Estrategia 6: Fabricar los productos más rentables para la empresa con personal disponible
- Estrategia 7: Replanificar los mantenimientos y/o paradas por higiene o esterilización de planta
- Estrategia 8: Reducir tiempo de producción

**Escenario 3: Políticas de producción y curva de aprendizaje en amarillo (media criticidad):**

Cantidad de Escenarios	Políticas de Producción	Curva de Aprendizaje
3		

Tabla 14: Escenario 3 a analizar

Fuente: Elaboración propia

- Estrategia 1: Crear sobretiempo de producción con personal existente
- Estrategia 2: Reubicar al personal actual con tiempo ocioso en otras actividades
- Estrategia 3: Aumentar el porcentaje de utilización de la capacidad instalada
- Estrategia 4: Fabricar productos que tengan la mayor demanda en la categoría con personal disponible
- Estrategia 5: Reducir tiempo de producción

**Escenario 4: Políticas de producción en amarillo (media criticidad) y curva de aprendizaje en verde (baja criticidad):**

Cantidad de Escenarios	Políticas de Producción	Curva de Aprendizaje
4		

Tabla 15: Escenario 4 a analizar

Fuente: Elaboración propia

- Estrategia 1: Crear sobretiempo de producción con personal existente
- Estrategia 2: Reubicar al personal actual con tiempo ocioso en otras actividades
- Estrategia 3: Aumentar el porcentaje de utilización de la capacidad instalada
- Estrategia 4: Fabricar productos que tengan la mayor demanda en la categoría con personal disponible
- Estrategia 5: Reducir tiempo de producción

La negociación del juego se define como juego “no cooperativo”, ya que el individuo es el centro de análisis, y no existe posibilidad de coaliciones entre los jugadores.

#### 4.5.4 DEFINICIÓN DE LOS PAGOS

**Paso 4:** definir los pagos, estableciendo si se trata de un juego de suma cero o de no suma cero.

Para poder calcular los pagos es necesario entender el significado de las ganancias de los jugadores, entiéndase por ganancia como el valor que obtendrá cada jugador durante cada turno en aplicar una estrategia en específico, por otro lado, entiéndase por pago como el valor esperado de cada uno de los jugadores que tendrá en la selección de cada estrategia. Dicho pago es calculado a través de la multiplicación de la ganancia por la probabilidad de ocurrencia.

$$\text{Pago} = (\text{Ganancia}) * (\text{Probabilidad de ocurrencia})$$

Ecuación 1: Cálculo del pago o valor esperado

Fuente: Elaboración propia

Este juego es de tipo “no suma cero” ya que la pérdida en el pago de uno de los jugadores no es la ganancia en el pago del otro jugador.

#### 4.5.5 DISEÑO DE LA MATRIZ DE JUEGO

Seguidamente, a través de todos los pasos desarrollados anteriormente en la teoría de juegos y el diseño de la matriz, se logra representar un modelo del comportamiento de la cadena de suministros contemplada de manera general. A continuación se presenta el diseño de la matriz:

DISEÑO DE LA MATRIZ DE JUEGO															
Variable políticas de producción con baja, media o alta criticidad								Variable curva de aprendizaje con baja, media o alta criticidad							
		COPACKER													
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	.....	En						
CLIENTE / CASA MATRIZ	D > E														
	Probabilidad														
	D = E														
	Probabilidad														
	D < E														
Probabilidad															

Tabla 16: Diseño de la matriz de juego

Fuente: Elaboración propia

#### 4.6) PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DE LAS GANANCIAS Y LOS PAGOS

Al plantear cada estrategia del copacker y del cliente, el siguiente paso es buscar las ganancias correspondientes que irán reflejadas en la matriz de juego planteada anteriormente.

##### 4.6.1 OBTENCIÓN DE LAS GANANCIAS DEL COPACKER

En una primera instancia se procede a obtener las ganancias correspondientes del copacker aplicando el método Delphi a los expertos en el área.

La entrevista realizada a los expertos del copacker evaluó preguntas como las siguientes:

**Pregunta 1:** Pondere las limitaciones Costos y Tiempo para la ejecución de cualquier estrategia según se encuentra la empresa actualmente, tomando en cuenta la siguiente escala:

- 0 - No es una limitante
- 1 - Es poco limitante

- 2 - Es limitante
- 3 - Es muy limitante

	Ponderación según limitación
Costos	
Tiempo	

**Pregunta 2:**

**RESUMEN DE LA ESCALA**

<b>Escala de grado de aplicación</b>	
0	No es acertada la estrategia para este escenario
50	Poco acertada la estrategia para este escenario
100	Es acertada la estrategia para este escenario
150	Muy acertada la estrategia para este escenario

<b>FACTOR SEGÚN IMPORTANCIA = X1</b>	
<b>Costos para la aplicación de la estrategia en el escenario</b>	
0	Su costo no es significativo en el presupuesto
10	Su costo es bajo para el presupuesto
20	Su costo es significativo en el presupuesto
30	Su costo es muy alto para el presupuesto

<b>FACTOR SEGÚN IMPORTANCIA = X2</b>	
<b>Tiempo de ejecución de la estrategia en el escenario</b>	
0	No consume significativamente tiempo ( $\leq 1$ día)
10	Poco tiempo de ejecución ( $\leq 5$ días)
20	Si consume significativamente tiempo ( $\leq 10$ días)
30	Consume mucho tiempo ( $> 10$ días)

Tabla 17: Método Delphi - Resumen de la escala

Fuente: Elaboración propia

Tomando en cuenta que existen ocho estrategias para el escenario uno y que la demanda puede ser:

- $D > E$  representa a la duplicación de la demanda actual (E)
- $D = E$  represente a la demanda actual
- $D < E$  representa a la disminución en la mitad de la demanda actual (E)

Conteste utilizando como referencia la hoja de “**RESUMEN DE ESCALA**”:

<b>ESCENARIO 1</b>			
Políticas de Producción		Curva de Aprendizaje	
Alta criticidad		Media criticidad	
<b>Estrategia 1: Aumentar el porcentaje de utilización de la capacidad instalada</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
$D > E$			
$D = E$			
$D < E$			
<b>Estrategia 2: Reubicar al personal actual con tiempo ocioso en otras actividades</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
$D > E$			
$D = E$			
$D < E$			
<b>Estrategia 3: Crear uno o varios turnos adicionales de producción con personal nuevo ingreso y realizar el adiestramiento del mismo</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
$D > E$			
$D = E$			
$D < E$			
<b>Estrategia 4: Fabricar productos de mayor gramaje con personal actual</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
$D > E$			
$D = E$			
$D < E$			
<b>Estrategia 5: Fabricar productos que tengan la mayor demanda en la categoría con personal actual</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
$D > E$			
$D = E$			
$D < E$			

Estrategia 6: Fabricar los productos más rentables para la empresa con personal actual			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E			
D = E			
D < E			
Estrategia 7: Replanificar los mantenimientos y/o paradas por esterilización de planta			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E			
D = E			
D < E			
Estrategia 8: Reducir tiempo de producción			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E			
D = E			
D < E			

Tabla 18: Método Delphi – Formato para la obtención de las ganancias

Fuente: Elaboración propia

Para los escenarios 2, 3 y 4 se realizó el mismo formato.

Las encuestas obtenidas a través de la entrevista del método Delphi se encuentran adjunto en los anexos del trabajo especial de grado.

A través de la información suministrada por los expertos, se puede calcular las ganancias que tendrá cada estrategia por escenario para el copacker con la siguiente ecuación matemática:

$$\text{Ganancia: } \text{Grado de aplicación} - (\text{Costo}) * (\text{factor de importancia "X1"}) - (\text{Tiempo}) * (\text{factor de importancia "X2"})$$

Ecuación 2: Cálculo de ganancia del copacker

Fuente: Elaboración propia

La ganancia total en la matriz de juegos final será el promedio de las ganancias de los encuestados.

#### 4.6.2 OBTENCIÓN DE LAS GANANCIAS DEL CLIENTE

En una segunda instancia procedemos a obtener las ganancias correspondientes de la casa matriz a través de una evaluación subjetiva que ratifique el cumplimiento de las estrategias del copacker para satisfacer las estrategias de la casa matriz. Es necesario resaltar que la obtención de estas ganancias se realiza con una evaluación subjetiva de los desarrolladores de este trabajo especial de grado debido a que no tuvieron la oportunidad de encuestar al cliente.

Las ganancias del cliente serán calculadas a través de la siguiente escala:

<b>Ganancia del cliente</b>	
El copacker cumple completamente con la demanda requerida del cliente	50
El copacker cumple medianamente con la demanda requerida del cliente	25
El copacker no cumple con la demanda requerida del cliente	-50

Tabla 19: Ganancia de las estrategias del cliente

Fuente: Elaboración propia

Ejemplo de asignación subjetiva de la ganancia para el cliente:

Para el escenario 1 y la estrategia 1 del cliente, la ganancia es de 50 puntos debido a que el porcentaje de utilización de la capacidad instalada del copacker (estrategia 1 del copacker) es muy bajo, y éste, al decidir aumentar dicho porcentaje, tendrá la capacidad de cumplir completamente con la demanda requerida del cliente, por ende recibe una ponderación positiva.

Las ganancias expuestas anteriormente serán utilizadas para el cálculo del pago del copacker y la del cliente en la aplicación de la teoría de juegos.

#### 4.6.3 OBTENCIÓN DE LOS PAGOS DEL COPACKER Y DEL CLIENTE

Para obtener los pagos del copacker y del cliente es necesario determinar las probabilidades de ocurrencia de cada estrategia.

A raíz de que se desconoce la ocurrencia de las estrategias, se asume aleatoriedad en aplicar las mismas, por ende, las estrategias analizadas en este trabajo especial de grado son equiprobables.

En este juego tanto las estrategias del cliente como las estrategias del copacker son equiprobables ya que según Quijada (2016): “no existe algún indicio de que el cliente pueda inclinarse más a reducir en la mitad, mantener o duplicar su demanda actual, y las estrategias del copacker pueden ser seleccionadas con la misma probabilidad de ocurrencia porque están condicionadas a la decisión que tome el cliente para poder ser aplicadas”.

Por lo tanto, las probabilidades de ocurrencia de cada estrategia para el cliente quedan de la siguiente manera:

<b>Cliente</b>	<b>Probabilidad de ocurrencia</b>
$E_1$	$1/3$
$E_2$	$1/3$
$E_3$	$1/3$

Tabla 20: Probabilidades de ocurrencia de las estrategias del cliente

Fuente: Elaboración propia

De igual manera, las probabilidades de ocurrencia de cada estrategia para el copacker según cada escenario son las siguientes:

Copacker	Escenario	Probabilidad de ocurrencia
$E_1$	1 y 2	$\frac{1}{8}$
$E_2$	1 y 2	$\frac{1}{8}$
$E_3$	1 y 2	$\frac{1}{8}$
$E_4$	1 y 2	$\frac{1}{8}$
$E_5$	1 y 2	$\frac{1}{8}$
$E_6$	1 y 2	$\frac{1}{8}$
$E_7$	1 y 2	$\frac{1}{8}$
$E_8$	1 y 2	$\frac{1}{8}$
$E_1$	3 y 4	$\frac{1}{5}$
$E_2$	3 y 4	$\frac{1}{5}$
$E_3$	3 y 4	$\frac{1}{5}$
$E_4$	3 y 4	$\frac{1}{5}$
$E_5$	3 y 4	$\frac{1}{5}$

Tabla 21: Probabilidades de ocurrencia de las estrategias del copacker por escenario

Fuente: Elaboración propia

Para hallar el pago tanto para el cliente como para el copacker, se multiplica la probabilidad de ocurrencia por la ganancia obtenida. Considere el siguiente ejemplo:

Para el escenario 1, la estrategia 1 del cliente y la estrategia 1 del copacker, se tiene lo siguiente:

	Ganancia	Probabilidad de ocurrencia	Pago
Casa matriz	50	$\frac{1}{3}$	$50 * \frac{1}{3} = 17$
Copacker	88	$\frac{1}{8}$	$88 * \frac{1}{8} = 11$

Tabla 22: Ejemplo de cálculo de pago para el copacker y para la casa matriz

Fuente: Elaboración propia

Finalmente el pago final será: (pago del cliente, pago del copacker) = (17, 11)

A raíz de que se tiene la ganancia, la probabilidad de ocurrencia, el pago y de que el juego es dinámico, la forma de representación del juego se realiza a través de un diagrama de árbol por escenario, éste representa las probabilidades y los pagos esperados por cada estrategia tanto del copacker como del cliente. A continuación se presenta el diagrama de árbol para cada escenario:

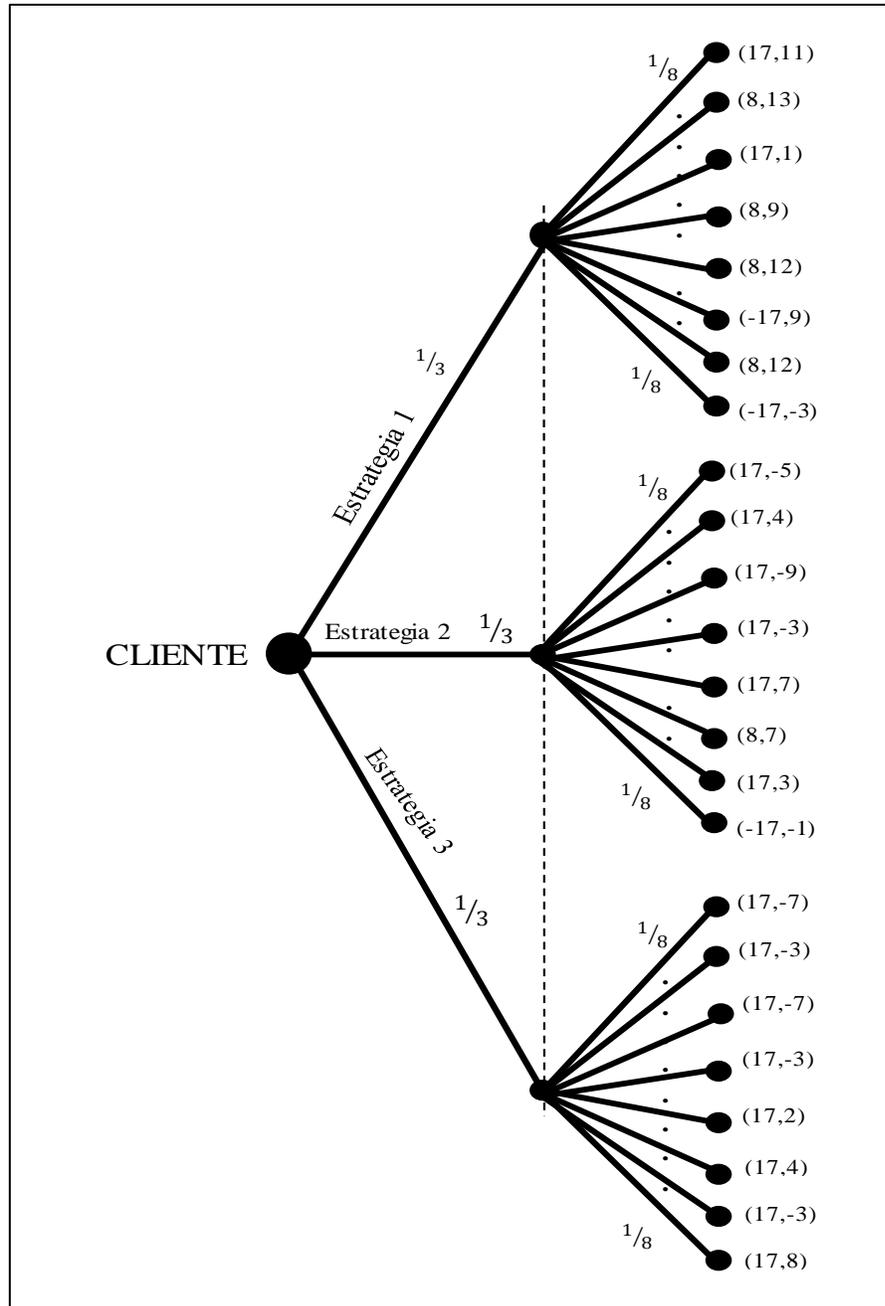


Diagrama 4: Árbol de expansión para el escenario 1

Fuente: Elaboración propia

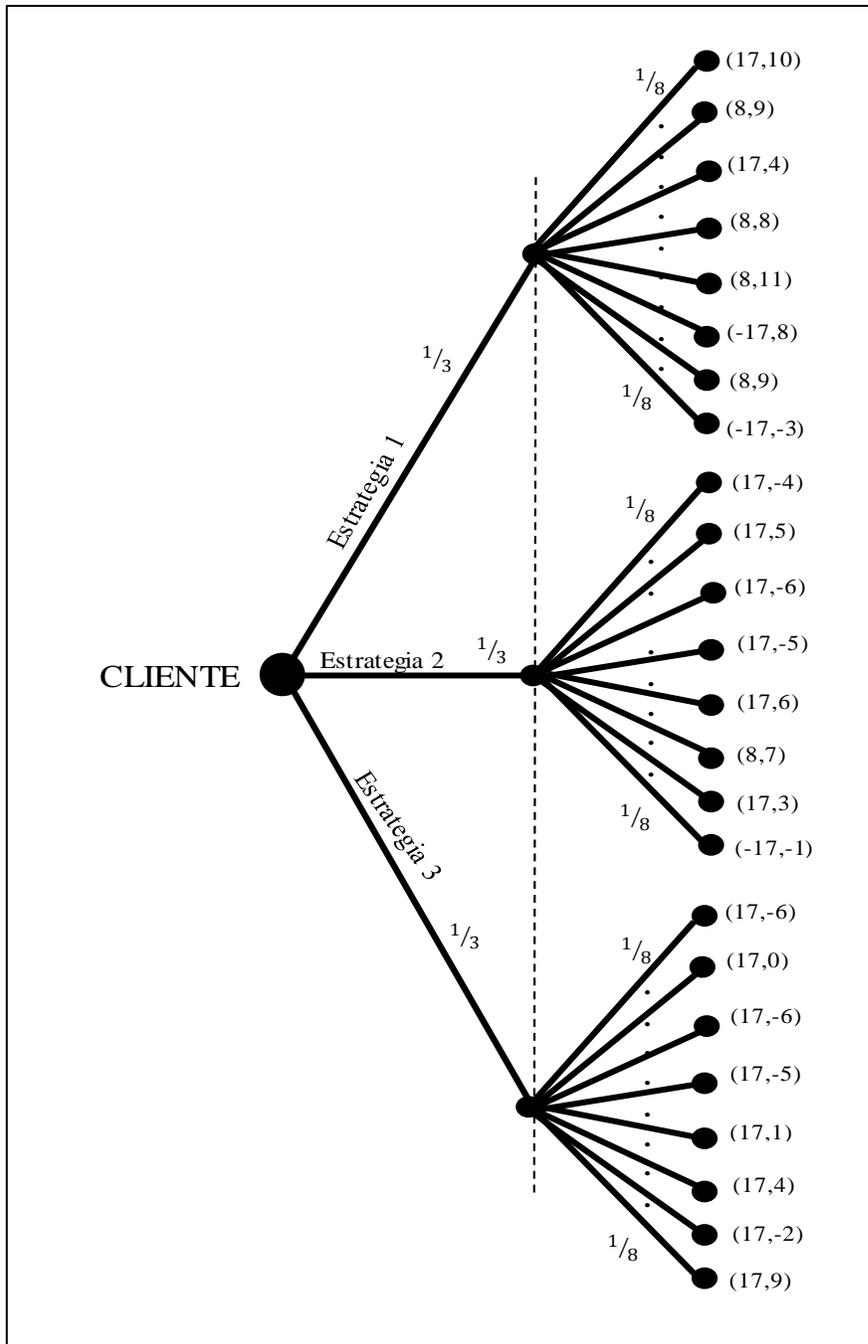


Diagrama 5: Árbol de expansión para el escenario 2

Fuente: Elaboración propia

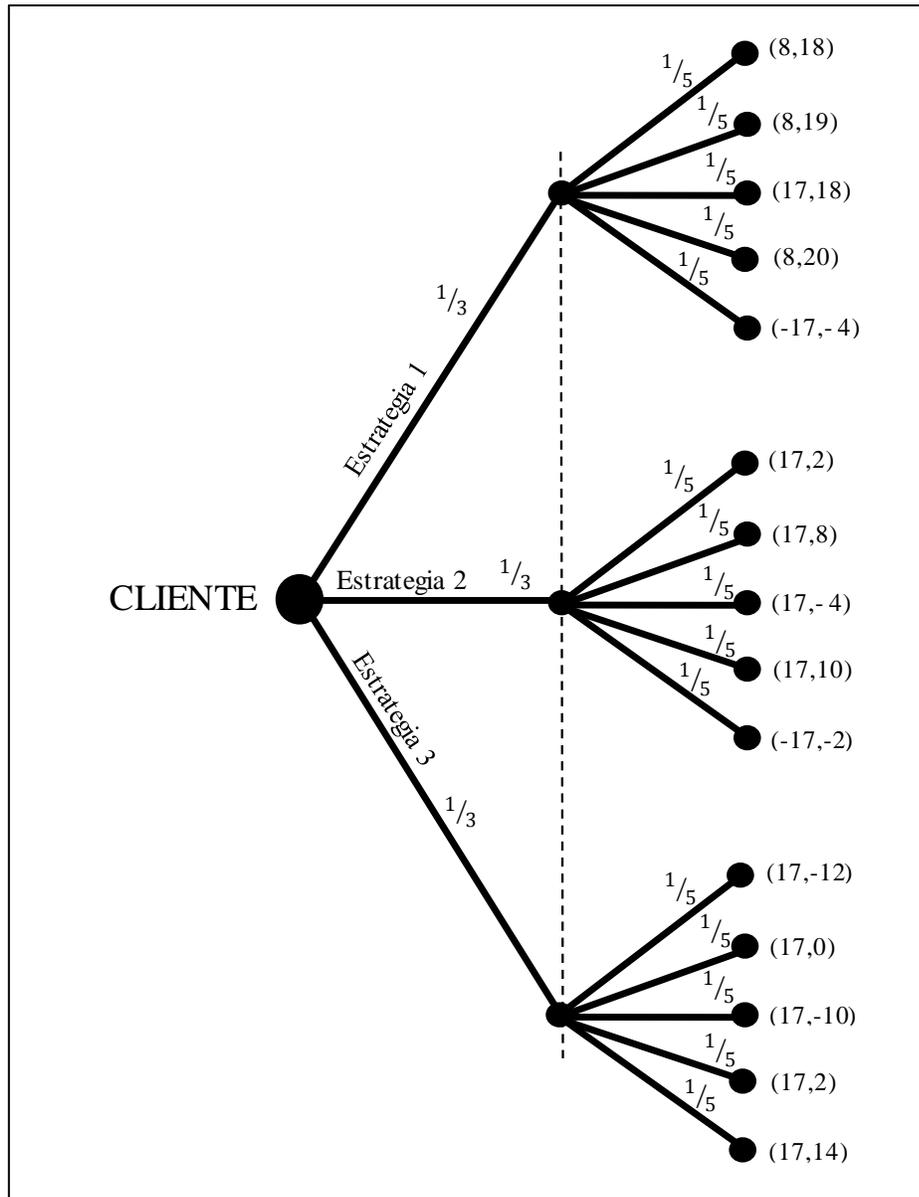


Diagrama 6: Árbol de expansión para el escenario 3

Fuente: Elaboración propia

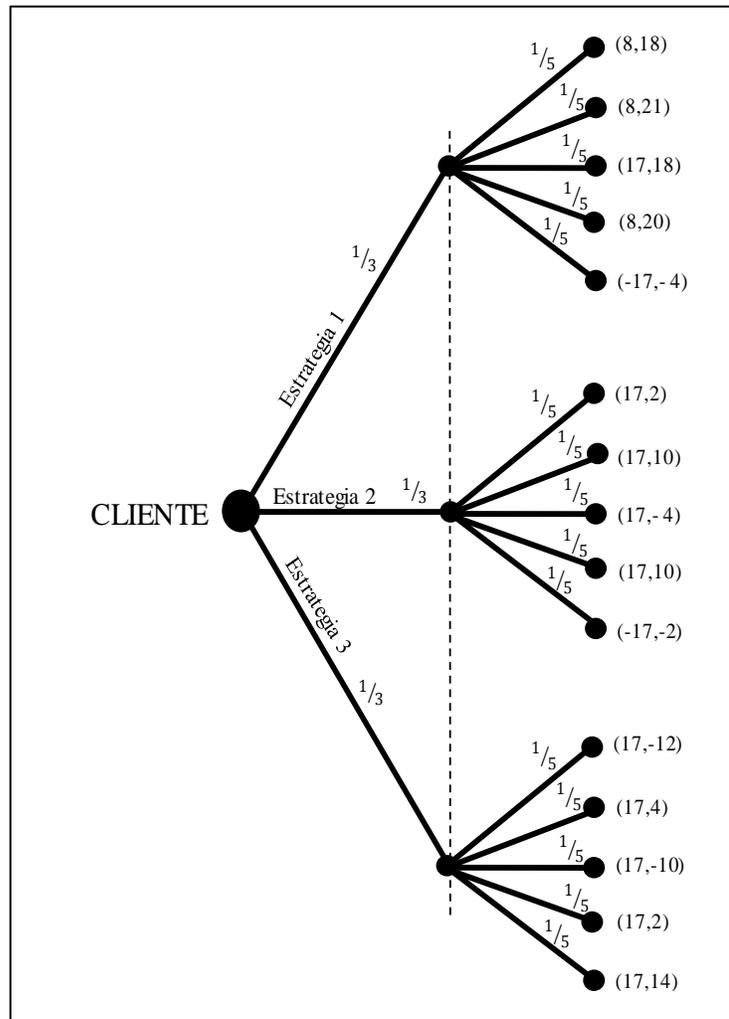


Diagrama 7: Árbol de expansión para el escenario 4

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente se pasará del diagrama de árbol (forma extensiva) a una representación matricial, ya que según Christian Julmi (2012): todo juego que sea dinámico o secuencial se puede representar como un juego simultáneo y todo subjuego de equilibrio perfecto, como en nuestro caso, el teorema de equilibrio perfecto bayesiano de Nash, se puede abordar como un equilibrio de Nash.

A continuación se presentan las matrices de juego obtenidas según lo explicado anteriormente:

ESCENARIO 1																	
Variable políticas de producción con alta criticidad									Variable curva de aprendizaje con media criticidad								
		COPACKER															
		E1		E2		E3		E4		E5		E6		E7		E8	
CLIENTE / CASA MATRIZ	D > E	17	11	8	13	17	1	8	9	8	12	-17	9	8	12	-17	-3
	Probabilidad	0,333	0,125	0,333	0,125	0,333	0,125	0,333	0,125	0,333	0,125	0,333	0,125	0,333	0,125	0,333	0,125
	D = E	17	-5	17	4	17	-9	17	-3	17	7	8	7	17	3	-17	-1
	Probabilidad	0,333	0,125	0,333	0,125	0,333	0,125	0,333	0,125	0,333	0,125	0,333	0,125	0,333	0,125	0,333	0,125
	D < E	17	-7	17	-3	17	-7	17	-3	17	2	17	4	17	-3	17	8
	Probabilidad	0,333	0,125	0,333	0,125	0,333	0,125	0,333	0,125	0,333	0,125	0,333	0,125	0,333	0,125	0,333	0,125

Tabla 23: Modelo representativo para el escenario 1

Fuente: Elaboración propia

ESCENARIO 2																	
Variable políticas de producción con alta criticidad									Variable curva de aprendizaje con baja criticidad								
		COPACKER															
		E1		E2		E3		E4		E5		E6		E7		E8	
CLIENTE / CASA MATRIZ	D > E	17	10	8	9	17	4	8	8	8	11	-17	8	8	9	-17	-3
	Probabilidad	0,333	0,125	0,333	0,125	0,333	0,125	0,333	0,125	0,333	0,125	0,333	0,125	0,333	0,125	0,333	0,125
	D = E	17	-4	17	5	17	-6	17	-5	17	6	8	7	17	3	-17	-1
	Probabilidad	0,333	0,125	0,333	0,125	0,333	0,125	0,333	0,125	0,333	0,125	0,333	0,125	0,333	0,125	0,333	0,125
	D < E	17	-6	17	0	17	-6	17	-5	17	1	17	4	17	-2	17	9
	Probabilidad	0,333	0,125	0,333	0,125	0,333	0,125	0,333	0,125	0,333	0,125	0,333	0,125	0,333	0,125	0,333	0,125

Tabla 24: Modelo representativo para el escenario 2

Fuente: Elaboración propia

ESCENARIO 3											
Variable políticas de producción con media criticidad						Variable curva de aprendizaje con media criticidad					
		COPACKER									
		E1		E2		E3		E4		E5	
CLIENTE / CASA MATRIZ	D > E	8	18	8	19	17	18	8	20	-17	-4
	Probabilidad	0,333	0,200	0,333	0,200	0,333	0,200	0,333	0,200	0,333	0,200
	D = E	17	2	17	8	17	-4	17	10	-17	-2
	Probabilidad	0,333	0,200	0,333	0,200	0,333	0,200	0,333	0,200	0,333	0,200
	D < E	17	-12	17	0	17	-10	17	2	17	14
	Probabilidad	0,333	0,200	0,333	0,200	0,333	0,200	0,333	0,200	0,333	0,200

Tabla 25: Modelo representativo para el escenario 3

Fuente: Elaboración propia

ESCENARIO 4											
Variable políticas de producción con media criticidad						Variable curva de aprendizaje con baja criticidad					
		COPACKER									
		E1		E2		E3		E4		E5	
CLIENTE / CASA MATRIZ	D > E	8	18	8	21	17	18	8	20	-17	-4
	Probabilidad	0,333	0,200	0,333	0,200	0,333	0,200	0,333	0,200	0,333	0,200
	D = E	17	2	17	10	17	-4	17	10	-17	-2
	Probabilidad	0,333	0,200	0,333	0,200	0,333	0,200	0,333	0,200	0,333	0,200
	D < E	17	-12	17	4	17	-10	17	2	17	14
	Probabilidad	0,333	0,200	0,333	0,200	0,333	0,200	0,333	0,200	0,333	0,200

Tabla 26: Modelo representativo para el escenario 4

Fuente: Elaboración propia

#### 4.7) CONJUNTO DE ESTRATEGIAS QUE AMORTIGUAN EL EFECTO LATIGAZO

El conjunto de estrategias que amortiguan el efecto latigazo se pueden obtener por medio de la resolución de las matrices planteadas anteriormente. La resolución se obtiene en la búsqueda del equilibrio de Nash en el cual se maximice el pago para ambos jugadores, tanto para el copacker como para el cliente. Estos equilibrios representan la posición de los jugadores en “no querer” cambiar de decisión o posición en la matriz ya que no tienen incentivos mayores para hacerlo. Dichos equilibrios se pueden observar en las matrices anteriores en donde las casillas se encuentran de color azul y verde para cada matriz.

De tal manera, se puede determinar el conjunto de estrategias que maximice los pagos de ambos jugadores para los siguientes escenarios:

Para los siguientes escenarios: **escenario 1:** Políticas de producción en rojo (alta criticidad) y curva de aprendizaje en amarillo (media criticidad), **escenario 3:** Políticas de producción y curva de aprendizaje en amarillo (media criticidad), **escenario 4:** Políticas de producción en amarillo (media criticidad) y curva de aprendizaje en verde (baja criticidad), se tiene lo siguiente:

- Dado que la demanda se mantiene igual a la esperada, el copacker debería producir productos que tenga la mayor demanda en la categoría con el personal disponible
- Dado que la demanda disminuye a la mitad, el copacker debería reducir el tiempo de producción en la línea

Para el siguiente escenario: **escenario 2:** Políticas de producción en rojo (alta criticidad) y curva de aprendizaje en verde (baja criticidad), se tiene lo siguiente:

- Dado que la demanda disminuye a la mitad, el copacker debería reducir el tiempo de producción en la línea

Es importante resaltar que cuando el cliente duplica su demanda actual y el copacker aplique las estrategias planteadas en los diferentes escenarios, no existe una solución a través del equilibrio de Nash que maximice los pagos de ambos jugadores, por ende, se tomarán en cuenta para el análisis las estrategias con mayor pago para el copacker.

Dada la explicación anterior se tiene lo siguiente:

Para los escenarios: **escenario 1:** Políticas de producción en rojo (alta criticidad) y curva de aprendizaje en amarillo (media criticidad), **escenario 4:** Políticas de producción en amarillo (media criticidad) y curva de aprendizaje en verde (baja criticidad), se tiene lo siguiente:

- Dado que el cliente duplica su demanda, el copacker debería reubicar al personal actual con tiempo ocioso en otras actividades

Para los escenarios: **escenario 2:** Políticas de producción en rojo (alta criticidad) y curva de aprendizaje en verde (alta criticidad), **escenario 3:** Políticas de producción y curva de aprendizaje en amarillo (media criticidad), se tiene lo siguiente:

- Dado que el cliente duplica su demanda, el copacker debería producir los productos con mayor demanda

Es de suma importancia resaltar que el presente trabajo especial de grado hace énfasis en la importancia del desarrollo de la metodología aplicada en el mismo, teniendo en cuenta que los resultados obtenidos son anecdóticos y hacen que el modelo posea una gran versatilidad, ya que este puede ser sometido a diferentes cambios que arrojen otros resultados totalmente diferentes a los obtenidos anteriormente.

#### 4.8) ANÁLISIS CUALITATIVO

Analizando cualitativamente las estrategias planteadas anteriormente se tiene que:

**Producir productos de mayor demanda como una nueva política de producción cuando el cliente mantenga o duplique su demanda actual:** con esta estrategia se está influyendo directamente en el incremento del inventario de las presentaciones de mayor rotación con la finalidad de amortiguar los efectos que genera una variación brusca de la demanda o un efecto latigazo. Pero el copacker tendrá que tomar en cuenta que podrá satisfacer la demanda inesperada de los sku's de mayor volumen de ventas, pero puede poner en riesgo el cumplimiento de la demanda de los sku's restantes de la categoría.

Bajo este escenario, la clave para amortiguar el efecto latigazo es mantener inventarios adecuados para aquellas presentaciones de alta rotación, esta estrategia debe ser revisada con cierta frecuencia ya que el mercado varía continuamente, además, el copacker le debe asegurar al cliente un porcentaje de nivel de servicio aceptable en todos los sku's de la categoría para mantener la relación ganar - ganar entre el copacker y el cliente. Este escenario incrementa el riesgo de la posible pérdida de ventas de los demás sku's y no se estaría cumpliendo con el mix de pedido del cliente.

**Reducir el tiempo de producción en la línea cuando el cliente disminuya su demanda a la mitad:** con esta estrategia se reducirán los niveles de producción, disminuyendo el porcentaje de utilización de la capacidad instalada, otorgándole una holgura al copacker en atender otros pedidos y por ende estar más preparado para amortiguar el efecto latigazo, pero antes de proceder a disminuir el volumen de producción se debe revisar el nivel de inventario adecuado para garantizar la disposición del surtido correcto en todo el portafolio, ajustando esta producción lo más cercano posible a la nueva demanda y a su vez, amortiguando el efecto latigazo.

**Reubicar al personal actual en tiempo ocioso en otras actividades cuando el cliente duplique su demanda actual:** esta estrategia aumentaría la productividad en la organización de los recursos del copacker, ya que realizando un estudio de causa de paradas o retrasos de procesos por falta de personal, se podría asignar al personal ocioso para la posible disminución de dichos retrasos que permita amortiguar el efecto latigazo. Se debe tomar en cuenta también que los costos asociados a la contratación del personal por un tiempo determinado o fijo son muy elevados y llevan mucho tiempo en entender los procesos que se manejan en el copacker a menos que posean experiencia en centros operativos similares, por ende, como prioridad se debe reubicar al personal ocioso en vez de contratar a un nuevo personal.

Con esta estrategia se aumentaría la productividad y los procesos no se verían afectados significativamente por la curva de aprendizaje, teniendo en cuenta que esta última es fundamental para que el personal se adapte en el menor tiempo posible al efecto latigazo y el copacker no pierda margen de mercado.

En las estrategias analizadas anteriormente se deben tener pautas o lineamientos que le permita a la empresa tener una alta capacidad de amortiguación de las variaciones bruscas en la demanda, tomando en cuenta las posibles consecuencias que las mismas puedan ocasionar en la cadena de suministros. Las estrategias analizadas cualitativamente se adaptarían rápidamente a las variaciones bruscas de la demanda, siendo unas posibles alternativas a evaluar para el copacker cuando este enfrente un efecto latigazo.

## **CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 CONCLUSIONES**

El objetivo general de este trabajo especial de grado es diseñar un modelo de toma de decisiones que amortigüe el impacto de un efecto látigazo, en la cadena de suministro de una compañía fabricante de productos de consumo masivo, para alcanzar dicho objetivo, se propuso mediante principios de teoría de juegos un modelo que le permita al copacker estar más preparado en su cadena de suministros ante dicho efecto, aumentando la posibilidad a futuro, de tomar decisiones más acertadas y minimizar la pérdida de margen de mercado.

Se consiguió caracterizar la cadena de suministros a través de diferentes herramientas como: la revisión documental, la observación, la entrevista y los cuestionarios a los expertos, las cuales permitieron el entendimiento y la descripción de los procesos actuales en dicha cadena, lo cual facilitó identificar la influencia de las variables logísticas en todos los procesos involucrados y seleccionar a través del nivel de criticidad, las variables más influyentes que puedan reflejar los principales problemas bajo un efecto látigazo en la cadena de suministros contemplada.

Se logró diseñar un modelo representativo del comportamiento de la cadena de suministros, a través de la aplicación de la teoría de juegos, evaluando las posibles decisiones que puedan tomar el copacker y el cliente.

Luego se analizó el comportamiento del modelo representativo frente a condiciones del efecto látigazo, determinando los pagos esperados dependiendo de las estrategias del cliente, si el cliente (la casa matriz) duplica, mantiene o reduce en la mitad su demanda actual con respecto a las posibles estrategias que puede tomar la

empresa (el copacker) para satisfacer las necesidades de su principal cliente. Se utilizó el método Delphi para hallar los pagos correspondientes a la matriz cuando la cadena de suministros presenta un efecto latigazo.

Se logró determinar un conjunto de estrategias que representan las mejores decisiones que puede tomar el copacker para amortiguar el efecto latigazo en la cadena de suministro, teniendo en cuenta que éstas pueden variar en el tiempo y en los cambios que puedan ocurrir en los procesos contemplados y estudiados. Cabe destacar que los resultados obtenidos en este trabajo especial de grado pueden variar dependiendo de las modificaciones que se le haga al estudio.

Se pudo estimar el impacto cualitativo del conjunto de estrategias seleccionadas, teniendo en cuenta que las mismas se adaptan en mayor o menor medida a los cambios bruscos en la demanda, consiguiendo anticipar a la empresa a posibles problemas y brindarle la mejor solución posible.

Finalmente, el presente trabajo especial de grado hace énfasis en la importancia del desarrollo de la metodología aplicada en el mismo y no en los resultados obtenidos, ya que este puede ser sometido a diferentes cambios que arrojen otros resultados totalmente diferentes.

## 5.2 RECOMENDACIONES

Las recomendaciones planteadas van a ser clasificadas en tres grupos, recomendaciones con respecto a la variable políticas de producción, recomendaciones con respecto a la variable curva de aprendizaje y recomendaciones generales. A continuación se presentan:

### **Recomendaciones a cerca de la variable políticas de producción:**

Elaborar y estandarizar a través de indicadores el rendimiento y cumplimiento del mix de producción del copacker, para facilitar el control de proceso. Esto

permitirá facilitar la lectura del comportamiento de planta y plantear soluciones rápidas y efectivas a los problemas presentados en las diferentes áreas de producción.

Identificar el volumen de producción adicional que se puede obtener a partir de la aplicación de cada estrategia, de manera de facilitar la aplicación de cada una de estas estrategias a la hora de ocurrir un efecto látigo. Además analizar la posibilidad de aplicar varias estrategias a la vez para poder dar cara a dicho efecto.

Analizar la aplicación de cada estrategia dependiendo del tiempo y del momento. Un ejemplo es la cantidad de horas máximas por mes de sobretiempo aplicables por persona.

#### **Recomendaciones a cerca de la variable curva de aprendizaje:**

Documentar y actualizar todos los manuales de procesos para cuando haya personal nuevo ingreso se le facilite el aprendizaje durante su capacitación.

Levantar matriz de habilidades y herramientas disponible por cada integrante del área productiva, esto permitirá conocer que áreas puede o no operar el trabajador con la finalidad de poder aplicar una reubicación rápida del personal disponible.

#### **Recomendaciones generales:**

Realizar el análisis presentado cambiando las condiciones de juego tomadas anteriormente, con el fin de ampliar el análisis.

## BIBLIOGRAFÍA

Admonapuntos. (S.F). *Curva de aprendizaje*. Recuperado el 24 de abril de 2016, de:  
<https://admonapuntos.files.wordpress.com/2013/06/curvas-de-aprendizaje-op-i.pdf>

Arias, F. (2006). *El proyecto de investigación*.

Chacón, Juan & Nieves, Carlos. (Mayo 2005). *Propuesta de mejoras para las políticas de asignación de recompensas del departamento de ventas a nivel nacional de una empresa dedicada a la venta directa*.

Equipos y Laboratorios de Colombia. (2015). *¿Qué son los Grados Brix?*

Fariás, Eduardo. (S.F). *Teoría de Juegos*. Recuperado el 20 de mayo de 2016, de:  
<http://www.angelfire.com/ak5/bustosfarias/clase38.pdf>

García, Roberto. (1999). *Estudio del trabajo*

García, Tomás. (Marzo 2003). *El cuestionario como instrumento de investigación/evaluación*. Recuperado el 20 de abril de 2016, de:  
[http://cvonline.uaeh.edu.mx/Cursos/Maestria/MTE/Gen02/seminario\\_de\\_tesis/Unidad\\_4\\_anterior/Lect\\_El\\_Cuestionario.pdf](http://cvonline.uaeh.edu.mx/Cursos/Maestria/MTE/Gen02/seminario_de_tesis/Unidad_4_anterior/Lect_El_Cuestionario.pdf)

Gasparin, Henry. (2006). *Determinación de los factores primordiales que amortiguan el efecto latigazo, asociado a las cadenas de suministro, en Venezuela*.

González, M., & Otero, I. (2007). *Curso básico de Teoría de Juegos*. Caracas: Ediciones IESA.

Hurtado J. (2000). *Metodología de la Investigación*. Venezuela: Fundación Sygal.

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2007). *Utilización de la capacidad instalada en la industria*. Recuperado el 02 de junio de 2016, de:  
<http://unstats.un.org/unsd/industry/meetings/eclac2007/eclac07-12c.PDF>

Instituto nacional de estadística y censos. (2010). *CAPACIDAD INSTALADA: una evaluación al Sector Manufacturero Ecuatoriano*. Recuperado el 24 de Abril de 2016, de: [http://www.academia.edu/4969230/CAPACIDAD\\_INSTALADA](http://www.academia.edu/4969230/CAPACIDAD_INSTALADA)

Julmi, C. (2012). *Introduction to Game Theory*.

Penn State College of Agricultural Sciences. (2016). *Co- packers*

Rojas, Jennifer & Perea, Aidé. (Abril 2009). *Obtención de aceites esenciales y pectinas a partir de subproductos de jugos cítricos*. Recuperado el 1 de abril de 2016, de: [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75182006000500009&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75182006000500009&script=sci_arttext&tlng=en)

Romero, Xiomara & Navarro, Pedro. (Diciembre 2005). *Escuela venezolana para la enseñanza de la química*. Recuperado el 25 de marzo de 2016, de: [http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/16739/1/acidez\\_ph.pdf](http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/16739/1/acidez_ph.pdf)

Sampedro, Yolanda. (Marzo del 2009). *Técnicas microbiológicas*. Recuperado el 24 de abril de 2016, de: <http://www.mailxmail.com/curso-analisis-clinicos/tecnicas-microbiologica>

Schalit, S. & Vermorel, J. (2014). *DEFINICIÓN DE (CICLO DEL) NIVEL DE SERVICIO*. Recuperado el 2 de junio de 2016, de: <https://www.lokad.com/es/definicion-nivel-de-servicio>

Universidad Pedagógica Experimental Libertador. (2006). *Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctoral*.

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“PROYECTO SCOTVAR: MODELO DE TOMA DE DECISIONES QUE  
AMORTIGÜE EL IMPACTO DE UN EFECTO LATIGAZO, EN LA CADENA  
DE SUMINISTRO DE UNA COMPAÑÍA FABRICANTE DE PRODUCTOS  
MASIVOS.”**

**TRABAJO ESPECIAL DE GRADO - Anexos**

*Presentado ante la*

**UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO**

*Como parte de los requisitos para optar por el título de*

**INGENIERO INDUSTRIAL**

Realizado por:

Chakkal Djandji, Alfred José

De Abreu Goncalves, Jorge Xavier

Tutor:

Ing. Demóstenes Quijada

Fecha:

Junio 2016

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Resultados del método Delphi – Escenario número 1, primer encuestado ...	2
Anexo 2: Resultados del método Delphi – Escenario número 2, primer encuestado ...	3
Anexo 3: Resultados del método Delphi – Escenario número 3, primer encuestado ...	4
Anexo 4: Resultados del método Delphi – Escenario número 4, primer encuestado ...	5
Anexo 5: Resultados del método Delphi – Escenario número 1, segundo encuestado.	7
Anexo 6: Resultados del método Delphi – Escenario número 2, segundo encuestado.	8
Anexo 7: Resultados del método Delphi – Escenario número 3, segundo encuestado.	9
Anexo 8: Resultados del método Delphi – Escenario número 4, segundo encuestado .....	10
Anexo 9: Resultados del método Delphi – Escenario número 1, tercer encuestado...	12
Anexo 10: Resultados del método Delphi – Escenario número 2, tercer encuestado.	13
Anexo 11: Resultados del método Delphi – Escenario número 3, tercer encuestado.	14
Anexo 12: Resultados del método Delphi – Escenario número 4, tercer encuestado.	15
Anexo 13: Resultados del método Delphi – Escenario número 1, cuarto encuestado	17
Anexo 14: Resultados del método Delphi – Escenario número 2, cuarto encuestado	18
Anexo 15: Resultados del método Delphi – Escenario número 3, cuarto encuestado	19
Anexo 16: Resultados del método Delphi – Escenario número 4, cuarto encuestado	20
Anexo 17: Resultados del método Delphi – Escenario número 1, quinto encuestado	22
Anexo 18: Resultados del método Delphi – Escenario número 2, quinto encuestado	23
Anexo 19: Resultados del método Delphi – Escenario número 3, quinto encuestado	24
Anexo 20: Resultados del método Delphi – Escenario número 4, quinto encuestado	25

## ANEXOS

<b>ESCENARIO 1</b>			
Políticas de Producción		Curva de Aprendizaje	
Alta criticidad		Media criticidad	
Estrategia 1: Aumentar el porcentaje de utilización de la capacidad instalada			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	30	30
D = E	0	30	30
D < E	0	30	30
Estrategia 2: Reubicar al personal actual con tiempo ocioso en otras actividades			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	10	0
D = E	50	10	0
D < E	0	10	0
Estrategia 3: Crear uno o varios turnos adicionales de producción con personal nuevo ingreso y realizar el adiestramiento del mismo			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	50	30	30
D = E	0	30	30
D < E	0	30	30
Estrategia 4: Fabricar productos de mayor gramaje con personal disponible			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	100	10	10
D = E	0	10	10
D < E	0	10	10
Estrategia 5: Fabricar productos que tengan la mayor demanda en la categoría con personal disponible			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	10	10
D = E	100	10	10
D < E	50	10	10

Estrategia 6: Fabricar los productos más rentables para la empresa con personal disponible			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	10	10
D = E	100	10	10
D < E	50	10	10
Estrategia 7: Replanificar los mantenimientos y/o paradas por higiene o esterilización de planta			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	100	10	10
D = E	50	10	10
D < E	0	10	10
Estrategia 8: Reducir tiempo de producción			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	0	30	10
D = E	0	30	10
D < E	50	30	10

Anexo 1: Resultados del método Delphi – Escenario número 1, primer encuestado

Fuente: Elaboración propia

ESCENARIO 2			
Políticas de Producción			Curva de Aprendizaje
Alta criticidad			Baja criticidad
Estrategia 1: Aumentar el porcentaje de utilización de la capacidad instalada			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	30	30
D = E	0	30	30
D < E	0	30	30
Estrategia 2: Reubicar al personal actual con tiempo ocioso en otras actividades			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	100	10	0
D = E	50	10	0
D < E	0	10	0

Estrategia 3: Crear uno o varios turnos adicionales de producción con personal nuevo ingreso y realizar el adiestramiento del mismo			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	50	30	30
D = E	0	0	0
D < E	0	0	0
Estrategia 4: Fabricar productos de mayor gramaje con personal disponible			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	100	10	10
D = E	0	10	10
D < E	0	10	10
Estrategia 5: Fabricar productos que tengan la mayor demanda en la categoría con personal disponible			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	10	10
D = E	100	10	10
D < E	50	10	10
Estrategia 6: Fabricar los productos más rentables para la empresa con personal disponible			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	10	10
D = E	100	10	10
D < E	50	10	10
Estrategia 7: Replanificar los mantenimientos y/o paradas por higiene o esterilización de planta			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	100	10	10
D = E	50	10	10
D < E	0	10	10
Estrategia 8: Reducir tiempo de producción			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	0	30	10
D = E	0	30	10
D < E	50	30	10

Anexo 2: Resultados del método Delphi – Escenario número 2, primer encuestado

Fuente: Elaboración propia

<b>ESCENARIO 3</b>			
Políticas de Producción		Curva de Aprendizaje	
Media criticidad		Media criticidad	
<b>Estrategia 1: Crear sobretiempo de producción con personal existente</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	10	10
D = E	0	10	10
D < E	0	30	30
<b>Estrategia 2: Reubicar al personal actual con tiempo ocioso en otras actividades</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	10	0
D = E	50	10	0
D < E	0	10	0
<b>Estrategia 3: Aumentar el porcentaje de utilización de la capacidad instalada</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	30	30
D = E	0	30	30
D < E	0	30	30
<b>Estrategia 4: Fabricar productos que tengan la mayor demanda en la categoría con personal disponible</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	10	10
D = E	100	10	10
D < E	50	10	10
<b>Estrategia 5: Reducir tiempo de producción</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	0	30	10
D = E	0	30	10
D < E	50	30	10

Anexo 3: Resultados del método Delphi – Escenario número 3, primer encuestado

Fuente: Elaboración propia

<b>ESCENARIO 4</b>			
Políticas de Producción		Curva de Aprendizaje	
Media criticidad		Baja criticidad	
<b>Estrategia 1: Crear sobretiempo de producción con personal existente</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	10	10
D = E	0	10	10
D < E	0	30	30
<b>Estrategia 2: Reubicar al personal actual con tiempo ocioso en otras actividades</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	10	0
D = E	50	10	0
D < E	0	10	0
<b>Estrategia 3: Aumentar el porcentaje de utilización de la capacidad instalada</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	30	30
D = E	0	30	30
D < E	0	30	30
<b>Estrategia 4: Fabricar productos que tengan la mayor demanda en la categoría con personal disponible</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	10	10
D = E	100	10	10
D < E	50	10	10
<b>Estrategia 5: Reducir tiempo de producción</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	0	30	10
D = E	0	30	10
D < E	50	30	10

Anexo 4: Resultados del método Delphi – Escenario número 4, primer encuestado

Fuente: Elaboración propia

<b>ESCENARIO 1</b>			
Políticas de Producción			Curva de Aprendizaje
Alta criticidad			Media criticidad
Estrategia 1: Aumentar el porcentaje de utilización de la capacidad instalada			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	20	20
D = E	50	20	20
D < E	0	20	20
Estrategia 2: Reubicar al personal actual con tiempo ocioso en otras actividades			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	100	10	10
D = E	50	0	10
D < E	0	0	10
Estrategia 3: Crear uno o varios turnos adicionales de producción con personal nuevo ingreso y realizar el adiestramiento del mismo			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	50	20	20
D = E	0	30	30
D < E	0	30	30
Estrategia 4: Fabricar productos de mayor gramaje con personal disponible			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	100	20	20
D = E	0	20	20
D < E	0	20	20
Estrategia 5: Fabricar productos que tengan la mayor demanda en la categoría con personal disponible			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	30	10
D = E	100	30	10
D < E	50	30	10

Estrategia 6: Fabricar los productos más rentables para la empresa con personal disponible			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	0	10
D = E	100	0	10
D < E	50	0	10

Estrategia 7: Replanificar los mantenimientos y/o paradas por higiene o esterilización de planta			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	20	20
D = E	50	20	20
D < E	0	20	20

Estrategia 8: Reducir tiempo de producción			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	0	0	10
D = E	0	0	0
D < E	50	0	0

Anexo 5: Resultados del método Delphi – Escenario número 1, segundo encuestado

Fuente: Elaboración propia

ESCENARIO 2			
Políticas de Producción			Curva de Aprendizaje
Alta criticidad			Baja criticidad
Estrategia 1: Aumentar el porcentaje de utilización de la capacidad instalada			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	100	20	20
D = E	50	20	20
D < E	0	20	20
Estrategia 2: Reubicar al personal actual con tiempo ocioso en otras actividades			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	50	10	10
D = E	50	0	10
D < E	0	0	10

Estrategia 3: Crear uno o varios turnos adicionales de producción con personal nuevo ingreso y realizar el adiestramiento del mismo			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	100	20	20
D = E	0	30	30
D < E	0	30	30
Estrategia 4: Fabricar productos de mayor gramaje con personal disponible			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	100	20	20
D = E	0	20	20
D < E	0	20	20
Estrategia 5: Fabricar productos que tengan la mayor demanda en la categoría con personal disponible			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	100	30	10
D = E	100	30	10
D < E	50	30	10
Estrategia 6: Fabricar los productos más rentables para la empresa con personal disponible			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	100	0	10
D = E	100	0	10
D < E	50	0	10
Estrategia 7: Replanificar los mantenimientos y/o paradas por higiene o esterilización de planta			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	100	20	20
D = E	50	20	20
D < E	0	20	20
Estrategia 8: Reducir tiempo de producción			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	0	0	10
D = E	0	0	0
D < E	100	0	0

Anexo 6: Resultados del método Delphi – Escenario número 2, segundo encuestado

Fuente: Elaboración propia

<b>ESCENARIO 3</b>			
Políticas de Producción			Curva de Aprendizaje
Media criticidad			Media criticidad
<b>Estrategia 1: Crear sobretiempo de producción con personal existente</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	100	30	20
D = E	50	30	20
D < E	0	30	20
<b>Estrategia 2: Reubicar al personal actual con tiempo ocioso en otras actividades</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	100	10	10
D = E	50	0	10
D < E	0	0	10
<b>Estrategia 3: Aumentar el porcentaje de utilización de la capacidad instalada</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	20	20
D = E	100	20	20
D < E	0	20	20
<b>Estrategia 4: Fabricar productos que tengan la mayor demanda en la categoría con personal disponible</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	30	10
D = E	100	30	10
D < E	50	30	10
<b>Estrategia 5: Reducir tiempo de producción</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	0	0	10
D = E	0	0	0
D < E	100	0	0

Anexo 7: Resultados del método Delphi – Escenario número 3, segundo encuestado

Fuente: Elaboración propia

<b>ESCENARIO 4</b>			
Políticas de Producción			Curva de Aprendizaje
Media criticidad			Baja criticidad
<b>Estrategia 1: Crear sobretiempo de producción con personal existente</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	100	30	20
D = E	50	30	20
D < E	0	30	20
<b>Estrategia 2: Reubicar al personal actual con tiempo ocioso en otras actividades</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	10	10
D = E	100	0	10
D < E	100	0	10
<b>Estrategia 3: Aumentar el porcentaje de utilización de la capacidad instalada</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	20	20
D = E	100	20	20
D < E	0	20	20
<b>Estrategia 4: Fabricar productos que tengan la mayor demanda en la categoría con personal disponible</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	30	10
D = E	100	30	10
D < E	50	30	10
<b>Estrategia 5: Reducir tiempo de producción</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	0	0	10
D = E	0	0	0
D < E	100	0	0

Anexo 8: Resultados del método Delphi – Escenario número 4, segundo encuestado

Fuente: Elaboración propia

<b>ESCENARIO 1</b>			
Políticas de Producción			Curva de Aprendizaje
Alta criticidad			Media criticidad
Estrategia 1: Aumentar el porcentaje de utilización de la capacidad instalada			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	30	30
D = E	0	30	30
D < E	0	30	30
Estrategia 2: Reubicar al personal actual con tiempo ocioso en otras actividades			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	20	10
D = E	50	20	10
D < E	50	20	10
Estrategia 3: Crear uno o varios turnos adicionales de producción con personal nuevo ingreso y realizar el adiestramiento del mismo			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	100	30	30
D = E	0	30	30
D < E	0	30	30
Estrategia 4: Fabricar productos de mayor gramaje con personal disponible			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	100	20	10
D = E	0	10	10
D < E	0	10	10
Estrategia 5: Fabricar productos que tengan la mayor demanda en la categoría con personal disponible			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	100	10	10
D = E	100	10	10
D < E	50	10	10

Estrategia 6: Fabricar los productos más rentables para la empresa con personal disponible			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	50	10	10
D = E	100	10	10
D < E	100	10	10

Estrategia 7: Replanificar los mantenimientos y/o paradas por higiene o esterilización de planta			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	100	10	10
D = E	50	10	10
D < E	0	10	10

Estrategia 8: Reducir tiempo de producción			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	0	10	10
D = E	50	10	10
D < E	100	10	10

Anexo 9: Resultados del método Delphi – Escenario número 1, tercer encuestado

Fuente: Elaboración propia

ESCENARIO 2			
	Políticas de Producción		Curva de Aprendizaje
	Alta criticidad		Baja criticidad
Estrategia 1: Aumentar el porcentaje de utilización de la capacidad instalada			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	30	30
D = E	0	30	30
D < E	0	30	30
Estrategia 2: Reubicar al personal actual con tiempo ocioso en otras actividades			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	20	10
D = E	50	20	10
D < E	50	20	10

Estrategia 3: Crear uno o varios turnos adicionales de producción con personal nuevo ingreso y realizar el adiestramiento del mismo			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	100	30	30
D = E	0	30	30
D < E	0	30	30
Estrategia 4: Fabricar productos de mayor gramaje con personal disponible			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	100	20	10
D = E	0	10	10
D < E	0	10	10
Estrategia 5: Fabricar productos que tengan la mayor demanda en la categoría con personal disponible			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	100	10	10
D = E	100	10	10
D < E	50	10	10
Estrategia 6: Fabricar los productos más rentables para la empresa con personal disponible			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	50	10	10
D = E	100	10	10
D < E	100	10	10
Estrategia 7: Replanificar los mantenimientos y/o paradas por higiene o esterilización de planta			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	100	10	10
D = E	50	10	10
D < E	0	10	10
Estrategia 8: Reducir tiempo de producción			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	0	10	10
D = E	50	10	10
D < E	100	10	10

Anexo 10: Resultados del método Delphi – Escenario número 2, tercer encuestado

Fuente: Elaboración propia

<b>ESCENARIO 3</b>			
Políticas de Producción		Curva de Aprendizaje	
Media criticidad		Media criticidad	
<b>Estrategia 1: Crear sobretiempo de producción con personal existente</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	10	10
D = E	50	10	10
D < E	0	10	10
<b>Estrategia 2: Reubicar al personal actual con tiempo ocioso en otras actividades</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	20	10
D = E	50	20	10
D < E	50	20	10
<b>Estrategia 3: Aumentar el porcentaje de utilización de la capacidad instalada</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	30	30
D = E	0	30	30
D < E	0	30	30
<b>Estrategia 4: Fabricar productos que tengan la mayor demanda en la categoría con personal disponible</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	100	10	10
D = E	100	10	10
D < E	50	10	10
<b>Estrategia 5: Reducir tiempo de producción</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	0	10	10
D = E	50	10	10
D < E	100	10	10

Anexo 11: Resultados del método Delphi – Escenario número 3, tercer encuestado

Fuente: Elaboración propia

<b>ESCENARIO 4</b>			
Políticas de Producción			Curva de Aprendizaje
Media criticidad			Baja criticidad
<b>Estrategia 1: Crear sobretiempo de producción con personal existente</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	10	10
D = E	50	10	10
D < E	0	10	10
<b>Estrategia 2: Reubicar al personal actual con tiempo ocioso en otras actividades</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	20	10
D = E	50	20	10
D < E	50	20	10
<b>Estrategia 3: Aumentar el porcentaje de utilización de la capacidad instalada</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	30	30
D = E	0	30	30
D < E	0	30	30
<b>Estrategia 4: Fabricar productos que tengan la mayor demanda en la categoría con personal disponible</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	100	10	10
D = E	100	10	10
D < E	50	10	10
<b>Estrategia 5: Reducir tiempo de producción</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	0	10	10
D = E	50	10	10
D < E	100	10	10

Anexo 12: Resultados del método Delphi – Escenario número 4, tercer encuestado

Fuente: Elaboración propia

<b>ESCENARIO 1</b>			
Políticas de Producción			Curva de Aprendizaje
Alta criticidad			Media criticidad
Estrategia 1: Aumentar el porcentaje de utilización de la capacidad instalada			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	20	10
D = E	0	20	10
D < E	0	20	10
Estrategia 2: Reubicar al personal actual con tiempo ocioso en otras actividades			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	20	20
D = E	50	20	20
D < E	0	20	20
Estrategia 3: Crear uno o varios turnos adicionales de producción con personal nuevo ingreso y realizar el adiestramiento del mismo			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	100	30	30
D = E	0	30	30
D < E	0	30	30
Estrategia 4: Fabricar productos de mayor gramaje con personal disponible			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	30	10
D = E	50	30	10
D < E	50	30	10
Estrategia 5: Fabricar productos que tengan la mayor demanda en la categoría con personal disponible			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	20	20
D = E	100	20	20
D < E	50	20	20

Estrategia 6: Fabricar los productos más rentables para la empresa con personal disponible			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	50	20	10
D = E	50	20	10
D < E	100	20	10

Estrategia 7: Replanificar los mantenimientos y/o paradas por higiene o esterilización de planta			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	20	10
D = E	100	20	10
D < E	50	20	10

Estrategia 8: Reducir tiempo de producción			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	0	0	10
D = E	0	0	10
D < E	100	0	10

Anexo 13: Resultados del método Delphi – Escenario número 1, cuarto encuestado

Fuente: Elaboración propia

ESCENARIO 2			
	Políticas de Producción		Curva de Aprendizaje
	Alta criticidad		Baja criticidad
Estrategia 1: Aumentar el porcentaje de utilización de la capacidad instalada			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	10	10
D = E	50	10	10
D < E	0	10	10
Estrategia 2: Reubicar al personal actual con tiempo ocioso en otras actividades			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	50	0	20
D = E	50	0	20
D < E	50	0	20

Estrategia 3: Crear uno o varios turnos adicionales de producción con personal nuevo ingreso y realizar el adiestramiento del mismo			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	30	30
D = E	50	30	30
D < E	0	30	30
Estrategia 4: Fabricar productos de mayor gramaje con personal disponible			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	100	20	30
D = E	0	20	30
D < E	0	20	30
Estrategia 5: Fabricar productos que tengan la mayor demanda en la categoría con personal disponible			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	20	10
D = E	50	20	10
D < E	0	20	10
Estrategia 6: Fabricar los productos más rentables para la empresa con personal disponible			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	50	20	10
D = E	50	20	10
D < E	100	20	10
Estrategia 7: Replanificar los mantenimientos y/o paradas por higiene o esterilización de planta			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	100	10	30
D = E	100	10	30
D < E	100	10	30
Estrategia 8: Reducir tiempo de producción			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	0	0	10
D = E	0	0	10
D < E	100	0	10

Anexo 14: Resultados del método Delphi – Escenario número 2, cuarto encuestado

Fuente: Elaboración propia

<b>ESCENARIO 3</b>			
Políticas de Producción		Curva de Aprendizaje	
Media criticidad		Media criticidad	
<b>Estrategia 1: Crear sobretiempo de producción con personal existente</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	30	20
D = E	100	30	20
D < E	0	30	20
<b>Estrategia 2: Reubicar al personal actual con tiempo ocioso en otras actividades</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	50	0	20
D = E	50	0	20
D < E	50	0	20
<b>Estrategia 3: Aumentar el porcentaje de utilización de la capacidad instalada</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	10	10
D = E	50	10	10
D < E	0	10	10
<b>Estrategia 4: Fabricar productos que tengan la mayor demanda en la categoría con personal disponible</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	20	10
D = E	50	20	10
D < E	0	20	10
<b>Estrategia 5: Reducir tiempo de producción</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	0	0	10
D = E	0	0	10
D < E	100	0	10

Anexo 15: Resultados del método Delphi – Escenario número 3, cuarto encuestado

Fuente: Elaboración propia

<b>ESCENARIO 4</b>			
Políticas de Producción		Curva de Aprendizaje	
Media criticidad		Baja criticidad	
<b>Estrategia 1: Crear sobretiempos de producción con personal existente</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	30	20
D = E	100	30	20
D < E	0	30	20
<b>Estrategia 2: Reubicar al personal actual con tiempo ocioso en otras actividades</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	50	0	20
D = E	50	0	20
D < E	50	0	20
<b>Estrategia 3: Aumentar el porcentaje de utilización de la capacidad instalada</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	10	10
D = E	50	10	10
D < E	0	10	10
<b>Estrategia 4: Fabricar productos que tengan la mayor demanda en la categoría con personal disponible</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	20	10
D = E	50	20	10
D < E	0	20	10
<b>Estrategia 5: Reducir tiempo de producción</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	0	0	10
D = E	0	0	10
D < E	100	0	10

Anexo 16: Resultados del método Delphi – Escenario número 4, cuarto encuestado

Fuente: Elaboración propia

<b>ESCENARIO 1</b>			
Políticas de Producción			Curva de Aprendizaje
Alta criticidad			Media criticidad
Estrategia 1: Aumentar el porcentaje de utilización de la capacidad instalada			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	100	20	10
D = E	0	20	10
D < E	0	20	10
Estrategia 2: Reubicar al personal actual con tiempo ocioso en otras actividades			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	20	20
D = E	100	20	20
D < E	0	20	20
Estrategia 3: Crear uno o varios turnos adicionales de producción con personal nuevo ingreso y realizar el adiestramiento del mismo			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	50	20	20
D = E	0	20	20
D < E	50	20	20
Estrategia 4: Fabricar productos de mayor gramaje con personal disponible			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	30	30
D = E	50	30	30
D < E	50	30	30
Estrategia 5: Fabricar productos que tengan la mayor demanda en la categoría con personal disponible			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	20	20
D = E	100	20	20
D < E	100	20	20

Estrategia 6: Fabricar los productos más rentables para la empresa con personal disponible			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	100	20	20
D = E	50	20	20
D < E	0	20	20

Estrategia 7: Replanificar los mantenimientos y/o paradas por higiene o esterilización de planta			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	20	10
D = E	50	20	10
D < E	0	20	10

Estrategia 8: Reducir tiempo de producción			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	0	20	10
D = E	0	20	10
D < E	100	20	10

Anexo 17: Resultados del método Delphi – Escenario número 1, quinto encuestado

Fuente: Elaboración propia

ESCENARIO 2			
Políticas de Producción		Curva de Aprendizaje	
Alta criticidad		Baja criticidad	
Estrategia 1: Aumentar el porcentaje de utilización de la capacidad instalada			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	100	20	10
D = E	0	20	10
D < E	0	20	10
Estrategia 2: Reubicar al personal actual con tiempo ocioso en otras actividades			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	20	20
D = E	100	20	20
D < E	0	20	20

Estrategia 3: Crear uno o varios turnos adicionales de producción con personal nuevo ingreso y realizar el adiestramiento del mismo			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	50	20	20
D = E	0	20	20
D < E	50	20	20
Estrategia 4: Fabricar productos de mayor gramaje con personal disponible			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	30	30
D = E	50	30	30
D < E	50	30	30
Estrategia 5: Fabricar productos que tengan la mayor demanda en la categoría con personal disponible			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	20	20
D = E	100	20	20
D < E	100	20	20
Estrategia 6: Fabricar los productos más rentables para la empresa con personal disponible			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	100	20	20
D = E	50	20	20
D < E	0	20	20
Estrategia 7: Replanificar los mantenimientos y/o paradas por higiene o esterilización de planta			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	20	10
D = E	50	20	10
D < E	0	20	10
Estrategia 8: Reducir tiempo de producción			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	0	20	10
D = E	0	20	10
D < E	100	20	10

Anexo 18: Resultados del método Delphi – Escenario número 2, quinto encuestado

Fuente: Elaboración propia

<b>ESCENARIO 3</b>			
Políticas de Producción		Curva de Aprendizaje	
Media criticidad		Media criticidad	
<b>Estrategia 1: Crear sobretiempo de producción con personal existente</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	30	20
D = E	100	30	20
D < E	0	30	20
<b>Estrategia 2: Reubicar al personal actual con tiempo ocioso en otras actividades</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	20	20
D = E	100	20	20
D < E	0	20	20
<b>Estrategia 3: Aumentar el porcentaje de utilización de la capacidad instalada</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	100	20	10
D = E	0	20	10
D < E	0	20	10
<b>Estrategia 4: Fabricar productos que tengan la mayor demanda en la categoría con personal disponible</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	20	20
D = E	100	20	20
D < E	100	20	20
<b>Estrategia 5: Reducir tiempo de producción</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	0	20	10
D = E	0	20	10
D < E	100	20	10

Anexo 19: Resultados del método Delphi – Escenario número 3, quinto encuestado

Fuente: Elaboración propia

<b>ESCENARIO 4</b>			
Políticas de Producción		Curva de Aprendizaje	
Media criticidad		Baja criticidad	
<b>Estrategia 1: Crear sobretiempo de producción con personal existente</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	30	20
D = E	100	30	20
D < E	0	30	20
<b>Estrategia 2: Reubicar al personal actual con tiempo ocioso en otras actividades</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	20	20
D = E	100	20	20
D < E	0	20	20
<b>Estrategia 3: Aumentar el porcentaje de utilización de la capacidad instalada</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	100	20	10
D = E	0	20	10
D < E	0	20	10
<b>Estrategia 4: Fabricar productos que tengan la mayor demanda en la categoría con personal disponible</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	150	20	20
D = E	100	20	20
D < E	100	20	20
<b>Estrategia 5: Reducir tiempo de producción</b>			
	Grado de aplicación	Costos	Tiempo
D > E	0	20	10
D = E	0	20	10
D < E	100	20	10

Anexo 20: Resultados del método Delphi – Escenario número 4, quinto encuestado

Fuente: Elaboración propia