



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 BEBIDAS
ALCOHÓLICAS**

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:

Rengel Pérez, Gabriela Rosalía
Rivas Flores, Génova Guadalupe

TUTOR:

Dr. Henry Gasparin

FECHA:

Junio 2016

UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO

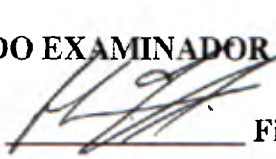
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

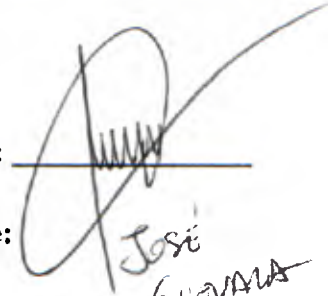
**“PROYECTO SCOTVAR: MODELO DE TOMA DE DECISIONES QUE
AMORTIGÜE EL IMPACTO DE UN EFECTO LATIGAZO, EN LA CADENA DE
SUMINISTRO DE UNA COMPAÑÍA FABRICANTE DE BEBIDAS
ALCOHÓLICAS”**

Este jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su
contenido con el resultado: VEINTE PUNTOS (20)

JURADO EXAMINADOR

Firma: 

Firma: 

Firma: 

Nombre:

HENRY GASPARIN

Nombre:

JOSÉ LUIS
QUINTERO.

Nombre:

José
GUZMÁN

Realizado por: Rengel Pérez, Gabriela Rosalía

Rivas Flores, Génova Guadalupe

Tutor: Dr. Henry Gasparin

Fecha: Junio 2016

DEDICATORIA

Dedicado a mi madre por ser el apoyo incondicional que he tenido a lo largo de la carrera, ser mi guía, mi motor de impulso para lograr esta meta tan anhelada, por estar a mi lado cuando más la necesité. A mi tía Omaira por estar siempre a mi lado y enseñarme a ser fuerte sobre todas las cosas. A mi madrina Nahomi por sus consejos y por estar siempre pendiente de verme crecer como profesional. A mis hermanitos Diego e Isabella por darme tantos momentos alegres que me inspiran a ver lo mejor de cada día. Mi éxito es por y para todos ustedes.

Gabriela Rengel

A Dios por haberme dado la oportunidad de llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos y mis metas, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y haber puesto en mi camino a las personas indicada en este periodo.

A mis padres Giovanni Rivas y Miriam Flores, por estar conmigo siempre, apoyándome en los momentos más difícil de esta etapa, por cada uno de sus consejos, sus valores y por su motivación que me ha permitido ser una mejor persona, por el valor mostrado para salir adelante, por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en mi educación, por su incondicional apoyo, por su amor y por sobre todo por tenerme paciencia.

Esta meta ha sido posible gracias a ellos.

A mi hermano Giovanni Alberto Rivas Flores, que está en otro país, por sus consejos que me ha ayudado afrontar mis retos y por todo su apoyo.

Génova Rivas

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi familia que ha estado conmigo en los días buenos y en los no tan buenos. A nuestro tutor el Dr. Henry Gasparin por abrirnos las puertas del Centro de Investigación y Desarrollo de Ingeniería, al Ing. Demóstenes Quijada por su orientación y consejos en el desarrollo del trabajo de grado, al Ing. Paul Rico por facilitarnos toda la información que necesitamos en todo momento.

Gabriela Rengel

A mi madre por estar conmigo siempre y por tener los mejores consejos, gracias a ella por su motivación para salir adelante.

A mi padre, por ser el sustento de mis estudios, sin él no hubiera llegado hasta el final.

A mi compañera de tesis, por tenerme la mayor paciencia que pueda tener una persona, por haberme dado la oportunidad de estar con ella en este reto y así cumplir con nuestros objetivos.

A nuestro tutor Henry Gasparin por dedicarnos de su tiempo para nuestra consultas y estar con nosotras en este camino.

Al Profesor Demóstenes Quijadas, por prestarnos apoyo cuando lo necesitábamos, porque nos ayudó aclarar muchas de nuestras dudas y por tenernos mucha paciencia.

A mi amiga Soranyel Salaverria por estar ahí conmigo siempre, en los buenos y en los malos momentos.

Génova Rivas

**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 BEBIDAS
ALCOHÓLICAS**

Realizado por: Rengel Pérez, Gabriela Rosalía
Rivas Flores, Génova Guadalupe

Tutor: Dr. Henry Gasparin

Fecha: Junio 2016

RESUMEN

El presente Trabajo Especial de Grado (TEG) se desarrolló en la Compañía Anónima Ron Santa Teresa (CARST) dedicada a la producción de ron en la Hacienda Santa Teresa, ubicada en el Estado Aragua, y su posterior venta en el mercado. La participación de esta empresa en un mercado tan competitivo está condicionada por el desenvolvimiento de los eslabones de su cadena de suministro, las decisiones gerenciales en cuanto a su manejo principalmente. La metodología propuesta para este manejo, consiste en diseñar un modelo representativo de la cadena de suministro, una vez que se hayan identificado unas variables logísticas que influyen en esos eslabones, y a partir de ellas plantear posibles escenarios bajo los cuales cada una tenga un comportamiento que pueda o no limitar el proceso productivo. Esta metodología propuesta contempla además conocer bajo estos escenarios, qué sucede con la toma de decisiones de la empresa al verse afectada por un aumento o disminución abrupto e inesperado de las compras de los clientes (lo que se conoce como efecto latigazo), mediante la teoría de juegos para así generar un modelo de toma de decisiones, empleando principalmente la teoría de equilibrio perfecto bayesiano de Nash, para establecer un equilibrio entre las decisiones de la empresa frente a las condiciones de demanda inesperada.

Palabras clave: cadena de suministro, metodología, SCOTVAR, diseño, teoría de juegos

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
RESUMEN	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO	V
ÍNDICE DE DIAGRAMAS	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	X
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. EL PROBLEMA	3
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	3
1.1.1 <i>Reseña Histórica</i>	3
1.1.2 <i>Productos</i>	3
1.1.3 <i>Misión</i>	3
1.1.4 <i>Visión</i>	4
1.1.5 <i>Estructura Organizacional</i>	4
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
1.3 OBJETIVOS	6
1.3.1 <i>Objetivo General</i>	6
1.3.2 <i>Objetivos Específicos</i>	6
1.4 ALCANCE	7
1.5 LIMITACIONES.....	7
CAPÍTULO II. MARCO REFERENCIAL	8
2.1 ANTECEDENTES	8
2.2 BASES TEÓRICAS	10
2.2.1 <i>Cadena de suministro</i>	10
2.2.2 <i>Efecto latigazo</i>	10
2.2.3 <i>Metodología Ven-Probe</i>	11

2.2.4	<i>Teoría de Juegos</i>	11
2.2.5	<i>Terminología de teoría de juegos</i>	12
2.2.6	<i>Objetivo de la teoría de juegos</i>	13
2.2.7	<i>Diseño de juegos</i>	14
2.2.8	<i>Tipos de juegos</i>	15
2.2.9	<i>Equilibrio de Nash</i>	16
2.2.10	<i>Teorema de Bayes</i>	16
2.2.11	<i>Equilibrio Bayesiano de Nash</i>	16
2.2.12	<i>Equilibrio Perfecto Bayesiano de Nash</i>	17
2.2.13	<i>Estrategias Dominadas</i>	17
2.2.14	<i>Método Delphi</i>	17
2.2.15	<i>Criterio de Laplace</i>	18
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO		19
3.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	19
3.2	ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	20
3.3	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	21
3.4	UNIDAD DE ANÁLISIS.....	21
3.5	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	22
3.5.1	<i>Entrevista semi-estructurada</i>	22
3.5.2	<i>Encuesta</i>	22
3.5.3	<i>Observación directa</i>	22
3.5.4	<i>Revisión documental y bibliográfica</i>	22
3.6	ESTRUCTURA DESAGREGADA DEL TRABAJO ESPECIAL DE GRADO	23
CAPÍTULO IV. DETERMINACIÓN DE LAS VARIABLES QUE AFECTAN LOS PROCESOS DE LA CADENA DE SUMINISTRO		25
4.1	CARACTERIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE LA CADENA DE SUMINISTRO A SER CONTEMPLADA	25
4.1.1	<i>Recepción de melaza</i>	25
4.1.2	<i>Fermentación</i>	27
4.1.3	<i>Destilación</i>	29
4.1.4	<i>Procesos y Añejamiento (PyA)</i>	29
4.1.5	<i>Envasado</i>	31
4.2	IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES LOGÍSTICAS QUE INFLUYEN EN LA CADENA DE SUMINISTRO	32

4.2.1	<i>Capacidad Instalada.....</i>	32
4.2.2	<i>Filosofía de mantenimiento</i>	34
4.2.3	<i>Filosofía de control de calidad</i>	36
4.2.4	<i>Políticas de producción</i>	37
CAPÍTULO V. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO REPRESENTATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE LA CADENA DE SUMINISTRO		
		40
5.1	DISEÑAR UN MODELO REPRESENTATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE LA CADENA DE SUMINISTRO	40
5.1.1	<i>FASE I: Seleccionar las variables influyentes</i>	40
5.1.2	<i>FASE II: Determinar los escenarios</i>	41
5.1.3	<i>FASE III: Evaluar los escenarios mediante la Teoría de Juegos.....</i>	43
5.2	ANALIZAR EL COMPORTAMIENTO DEL MODELO REPRESENTATIVO FRENTE A CONDICIONES DE EFECTO LATIGAZO	46
5.2.1	<i>FASE I: Explicación las variables influyentes</i>	46
5.2.2	<i>FASE II: Formulación de los escenarios.....</i>	46
5.2.2.1	Reducción de los 81 escenarios	46
5.2.2.2	Reducción de los ocho escenarios	49
5.2.3	<i>FASE III: Planeación de escenarios mediante la Teoría de Juegos.....</i>	51
5.2.4	<i>Reglas del juego</i>	52
5.2.5	<i>Identificación de las estrategias.....</i>	52
5.2.5.1	Jugador 1: Cliente	53
5.2.5.2	Jugador 2: Empresa.....	53
5.2.6	<i>Negociación.....</i>	55
5.2.7	<i>Pagos o beneficios.....</i>	55
5.2.8	<i>Resolución del modelo</i>	60
5.2.9	<i>Ejemplos de cálculos y análisis.....</i>	62
CAPÍTULO VI. DETERMINACIÓN DE ESTRATEGIAS QUE AMORTIGÜEN EL IMPACTO DE UN EFECTO LATIGAZO		
		64
6.1	DETERMINAR EL CONJUNTO DE ESTRATEGIAS QUE AMORTIGÜEN EL EFECTO LATIGAZO EN LA CADENA DE SUMINISTRO CONTEMPLADA	64
6.1.1	<i>Estrategias que amortiguaron el efecto latigazo para el escenario 1.....</i>	64
6.1.2	<i>Estrategias que amortiguaron el efecto latigazo para el escenario 2.....</i>	66
6.1.3	<i>Estrategias que amortiguaron el efecto latigazo para el escenario 3.....</i>	66
6.1.4	<i>Estrategias que amortiguaron el efecto latigazo para el escenario 4.....</i>	67

6.2	VALORAR EL IMPACTO ESTIMADO DEL CONJUNTO ESTRATEGIAS SELECCIONADAS.....	69
CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		72
7.1	CONCLUSIONES	72
7.2	RECOMENDACIONES	73
BIBLIOGRAFÍA.....		74
ANEXOS.....		76

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

DIAGRAMA 1. ÁRBOL DE EXPANSIÓN O DECISIÓN	61
DIAGRAMA 2. ÁRBOL DE DECISIÓN PARA EL ESCENARIO 1	85
DIAGRAMA 3. ÁRBOL DE DECISIÓN PARA EL ESCENARIO 2	86
DIAGRAMA 4. ÁRBOL DE DECISIÓN PARA EL ESCENARIO 3	87
DIAGRAMA 5. ÁRBOL DE DECISIÓN PARA EL ESCENARIO 4	88

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>FIGURA 1. ORGANIGRAMA PRESIDENCIA EJECUTIVA</i>	<i>4</i>
<i>FIGURA 2. ORGANIGRAMA GERENCIA DE OPERACIONES</i>	<i>5</i>
<i>FIGURA 3. FASES DE LA METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</i>	<i>19</i>
<i>FIGURA 4. REPRESENTACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO A SER CONTEMPLADA EN EL PRESENTE TEG</i>	<i>25</i>
<i>FIGURA 5. REPRESENTACIÓN DE UN ESCENARIO</i>	<i>42</i>
<i>FIGURA 6. OCHO ESCENARIOS OBTENIDOS LUEGO DE APLICAR LA TÉCNICA DELPHI.....</i>	<i>49</i>
<i>FIGURA 7. ESCENARIOS FINALES PARA SU ESTUDIO.....</i>	<i>50</i>
<i>FIGURA 8. REPRESENTACIÓN DE LOS NIVELES DE LAS VARIABLES.....</i>	<i>81</i>
<i>FIGURA 9. REPRESENTACIÓN DE LOS NIVELES DE LAS VARIABLES DEJANDO FIJA UNA VARIABLE EN ALTO Y LOS OTROS TRES</i>	
<i> NIVELES SON MEDIO O LEVE</i>	<i>81</i>
<i>FIGURA 10. REPRESENTACIÓN DE LOS NIVELES DE LAS VARIABLES DEJANDO FIJO UNA VARIABLE EN ALTO Y LAS RESPECTIVAS</i>	
<i> FORMAS DE LLEVARLO A CABO.....</i>	<i>82</i>
<i>FIGURA 11. REPRESENTACIÓN DE LOS NIVELES DE LAS VARIABLES DEJANDO FIJO DOS VARIABLES EN ALTO Y LOS NIVELES</i>	
<i> RESTANTES ESTÁN EN MEDIO.....</i>	<i>83</i>
<i>FIGURA 12. REPRESENTACIÓN DE LOS NIVELES DE LAS VARIABLES DEJANDO FIJAS TRES VARIABLES EN ALTO Y EL NIVEL RESTANTE</i>	
<i> ESTÁ EN MEDIO</i>	<i>84</i>

ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>GRÁFICO 1. TIEMPOS TEÓRICOS Y REALES REQUERIDOS EN LAS ETAPAS DE PROCESAMIENTO.....</i>	<i>31</i>
<i>GRÁFICO 2. NIVELES DE CRITICIDAD DE LAS VARIABLES.....</i>	<i>78</i>

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. ANTECEDENTES TOMADOS EN CUENTA PARA LA ELABORACIÓN DEL PRESENTE TEG.....	8
TABLA 2. ESTRUCTURA DESAGREGADA DEL TRABAJO ESPECIAL DE GRADO.....	23
TABLA 3. CAPACIDADES Y VOLÚMENES DE TRABAJO DE LOS TANQUES DONDE SE ALMACENA LA MATERIA PRIMA.....	26
TABLA 4. CAPACIDADES Y VOLÚMENES DE TRABAJO DE LOS TANQUES QUE INTERVIENEN EN EL TRATAMIENTO DE LA MATERIA PRIMA.....	27
TABLA 5. TIEMPO DE RESIDENCIA DEL MOSTO EN CADA CUBA.....	28
TABLA 6. CAPACIDADES Y VOLÚMENES DE TRABAJO DE LAS CUBAS EN EL PROCESO DE FERMENTACIÓN.....	28
TABLA 7. MODELO REPRESENTATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE LA CADENA DE SUMINISTRO CONTEMPLADA EN EL PRESENTE TEG	45
TABLA 8. RESULTADOS PORCENTUALES DE LA PRIMERA ENCUESTA TEG	48
TABLA 9. ESCALA DE SATISFACCIÓN PARA DETERMINAR EL PAGO DE LA EMPRESA	56
TABLA 10. ESCALA DE COSTOS ASOCIADOS A LAS ESTRATEGIAS DE LA EMPRESA PARA DETERMINAR EL PAGO DE LA EMPRESA..	58
TABLA 11. ESCALA DE SATISFACCIÓN DEL CLIENTE.....	59
TABLA 12. MATRIZ DE JUEGO DEL CLIENTE Y LA EMPRESA PARA EL ESCENARIO 1	61
TABLA 13. MATRIZ DE JUEGO DEL CLIENTE Y LA EMPRESA PARA EL ESCENARIO 2	62
TABLA 14. MATRIZ DE JUEGO DEL CLIENTE Y LA EMPRESA PARA EL ESCENARIO 3	62
TABLA 15. MATRIZ DE JUEGO DEL CLIENTE Y LA EMPRESA PARA EL ESCENARIO 4	62
TABLA 16. TABLERO DE CONTROL PARA CARST	68

INTRODUCCIÓN

En los últimos años la condición de escasez en el país ha dificultado la gestión de la Compañía Anónima Hacienda Santa Teresa (CARST), particularmente en su cadena de suministro, ya que ha tenido que enfrentarse a demandas fuera de los límites de diseño lo que se conoce como efecto latigazo, capaz de alterar los eslabones de la cadena de suministro. Por medio de la creación de la metodología SCOTVAR, se pretende proporcionar a la empresa una herramienta de diseño que le permita tomar decisiones dependiendo del desenvolvimiento de su cadena de suministro.

El siguiente Trabajo Especial de Grado está estructurado en siete (7) capítulos. A continuación se explica brevemente cada uno:

Capítulo I. El Problema: el cual abarca la información de la Compañía Anónima Ron Santa Teresa (CARST), su reseña histórica, misión, visión y productos que ofrece. Además se explica el planteamiento del problema, los objetivos tanto el general como los específicos, y por último se justifica la investigación, mostrando el alcance y las limitaciones del estudio.

Capítulo II. Marco Referencial: comprende los antecedentes, y las bases teóricas que sustentaron la investigación.

Capítulo III. Marco Metodológico: contiene la metodología seguida para el desarrollo del estudio, el tipo de investigación, el enfoque y diseño del mismo.

Capítulo IV. Determinación de las variables que afectan los procesos de la cadena de suministro: este capítulo contiene la descripción de los procesos que conforman la cadena de suministro de CARST, y las variables que influyen en dicha cadena.

Capítulo V. Construcción del modelo representativo del comportamiento de la cadena de suministro: se detalla la metodología creada en el Proyecto SCOTVAR para el diseño de un modelo representativo de la cadena de suministro de CARST, y se somete el modelo al efecto latigazo empleando la teoría de juegos para su evaluación.

Capítulo VI. Determinación de estrategias que amortigüen el impacto de un efecto

latigazo: en este capítulo se determinan las estrategias que generen el mayor beneficio posible al cliente y a la empresa, de acuerdo a diferentes escenarios.

Capítulo VII. Conclusiones y Recomendaciones: contiene las conclusiones finales de la investigación y las recomendaciones para la empresa.

CAPÍTULO I. EL PROBLEMA

1.1 Descripción de la empresa

1.1.1 Reseña Histórica

La Compañía Anónima Ron Santa Teresa (CARST) es una empresa Venezolana dedicada a la producción, comercialización y exportación de bebidas alcohólicas destiladas, siendo el Ron el principal producto. Esta compañía lleva a cabo sus actividades en la Hacienda Santa Teresa, ubicada en la población de El Consejo, Estado Aragua. En dicha hacienda se ha cultivado la caña de azúcar a partir del siglo XVI, y es en 1796 que se unificaron las tierras del Conde Tovar y haciendas aledañas para constituir lo que hoy en día se conoce como Hacienda Santa Teresa.

Una nueva filosofía de trabajo con visión de progreso se arraiga en la Hacienda, y con ella el mismo entorno natural y los mitos y tradiciones que han resguardado el secreto artesanal del mejor ron venezolano. En el afán de conquistar su territorio para el progreso industrial, la tecnología de punta arribó precursora e inmediata con el Siglo XX a Santa Teresa. A partir de los años cincuenta, la pujante Hacienda Santa Teresa consolida su trascendencia a la par de la expansión de una industria competitiva gerenciada con visión de futuro, con respeto por el pasado y experiencia para enfrentar los nuevos retos.

1.1.2 Productos

Los productos elaborados por CARST son principalmente los Rones: Gran Reserva, Santa Teresa Claro, Santa Teresa Blanco; los Rones Premium: Selecto, Ron Antiguo Solera 1796; Rones Súper Premium: Bodega Privada y Bicentenario; Destilados (Bebidas Espirituosas Secas: BES) BES Superior, BES Carta Roja; Los Licores dulces: Rhum Orange y Arakú; y el Licor de Whisky: Kings Club.

1.1.3 Misión

Agregarle magia al momento.

1.1.4 Visión

C.A Ron Santa Teresa se destacará como empresa familiar venezolana innovadora y constructora de marcas, que con base a las necesidades del consumidor y el apoyo de alianzas estratégicas, será líder en su categoría y hará del Ron la auténtica bebida nacional.

Convertirá la exportación en su principal negocio en los mercados seleccionados, donde sus productos serán catalogados por su alta calidad, prestigio y aceptación.

Será reconocido por la excelencia de su capital humano con cultura de negocio, por el óptimo manejo de sus procesos y por la inversión comunitaria, garantizando su comportamiento rentable y sostenido.

1.1.5 Estructura Organizacional

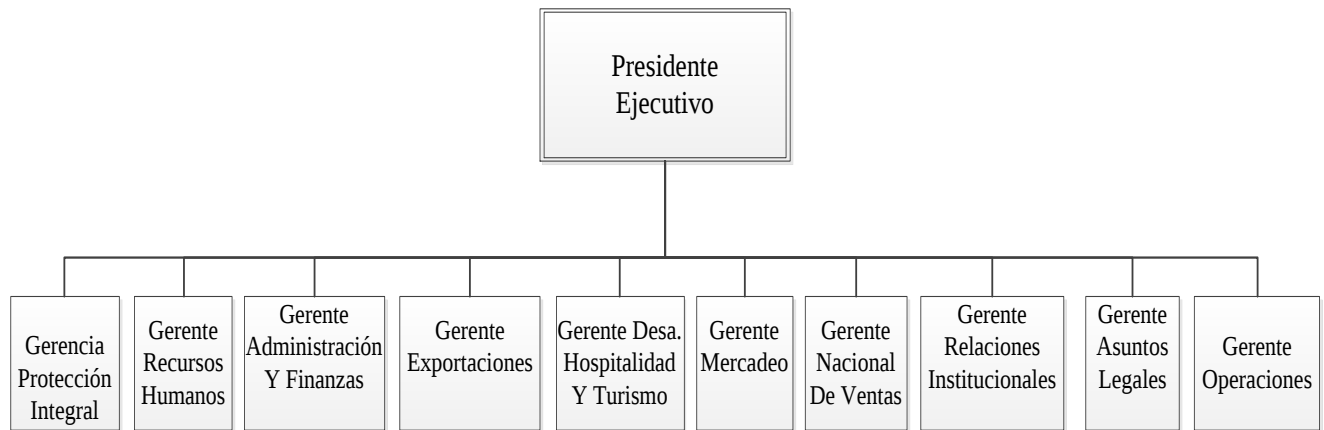


Figura 1. Organigrama Presidencia Ejecutiva

Fuente: Elaboración propia

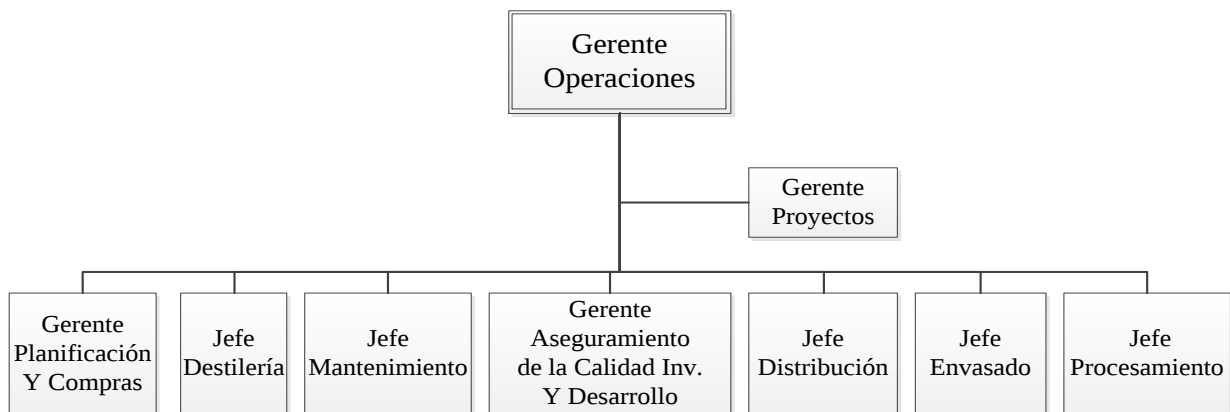


Figura 2. Organigrama Gerencia de Operaciones

Fuente: Elaboración propia

1.2 Planteamiento del Problema

En toda empresa es de vital importancia llegar a satisfacer las necesidades de sus consumidores, a través del diseño y aplicación de un conjunto de estrategias dentro del mercado en el cual se encuentre, y una de dichas estrategias consiste en establecer relaciones que sean perdurables en el tiempo con los clientes y proveedores.

La ventaja competitiva depende no solamente de qué tan bien se desempeñe la empresa de cara al cliente, sino además del desarrollo de sus procesos productivos y de qué tan competente sea toda su cadena de suministro.

La cadena de suministro es un conjunto de actividades que conecta a toda la organización pero en especial a las funciones comerciales (mercadotecnia, ventas, servicio al cliente), el abastecimiento de materia prima, las actividades productivas (control de producción) y las actividades de almacenaje y distribución de productos terminados, con el objetivo de alinear las operaciones internas enfocadas al cliente, de forma que se suministren los materiales necesarios en cantidad, calidad y tiempo requeridos, lo cual se traduce en un mejor servicio al cliente.

Las operaciones desarrolladas dentro de una empresa se ven afectadas por factores dinámicos que dependen de la demanda, ya que las exigencias de calidad cada vez son mayores, los tiempos de entrega pueden ser variables, y los precios varían a lo largo del tiempo.

Si dicha demanda aumenta o disminuye bruscamente durante un breve período de tiempo, se está en presencia del efecto latigazo. Por lo tanto la empresa debe generar una nueva estrategia en cuanto al diseño de su cadena de suministro, para contrarrestar el efecto latigazo, lo cual le permitirá mantener su ventaja competitiva en el mercado.

~~El problema planteado es determinar cuáles son las variables de amortiguación del comportamiento de la función servicio en la cadena de suministro de una empresa fabricante de bebidas alcohólicas, empleando la herramienta desarrollada previamente en el marco del Proyecto de Investigación Ven-ProBe.~~

El problema propuesto es la determinación de cuáles de las variables estudiadas previamente en el proyecto Ven-ProBe, influyen en la cadena de suministros facilitada para el presente trabajo de investigación, y así posteriormente, plantear las estrategias que permitirán disminuir en lo posible, las consecuencias de que dichas variables se hagan presentes.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar un sistema de toma de decisiones que amortigüe el impacto de un efecto latigazo, en la cadena de suministro de una compañía fabricante de bebidas alcohólicas.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Caracterizar los procesos de la cadena de suministro a ser contemplada.
2. Identificar las variables logísticas que influyen en la cadena de suministro.
3. Diseñar un modelo representativo del comportamiento de la cadena de suministro.

4. Analizar el comportamiento del modelo representativo, frente a condiciones de efecto latigazo en la cadena de suministro.
5. Determinar el conjunto de estrategias que amortigüen el efecto latigazo en la cadena de suministro contemplada.
6. Valorar el impacto estimado del conjunto estrategias seleccionadas.

1.4 Alcance

En el presente proyecto se caracterizará la cadena de suministro de la Compañía Anónima Ron Santa Teresa (C.A.R.S.T.) en las etapas de producción en una de sus marcas comerciales, realizando una evaluación y recopilación de datos de los aspectos que influyen en dicha cadena, se establecerá el tiempo de estudio y de dónde a dónde se evaluará la misma, con fin de poder determinar las variables logísticas de la metodología Ven-ProBe presentes en la cadena de suministros.

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 latigazo para poder determinar los conjuntos de estrategias que amortigüen dicho efecto y poder analizar el impacto que pueden tener éstas en la Empresa.

1.5 Limitaciones

- La investigación es limitada por la información que pueda otorgar la empresa para el TEG en estudio.
- Los datos suministrados por Compañía Anónima Ron Santa Teresa (C.A.R.S.T.), deben ser tratados con confidencialidad.
- La investigación puede ser afectada a los cambios que realice la Empresa en la cadena de suministros.

CAPÍTULO II. MARCO REFERENCIAL

2.1 Antecedentes

El desarrollo del presente Trabajo Especial de Grado (TEG) requirió la consulta de investigaciones previas con el objetivo de adquirir orientación en cuanto a metodología, conceptos y herramientas que intervienen en el presente TEG. En la siguiente Tabla 1 se señalan los estudios anteriores tomados en cuenta para la elaboración de este Trabajo Especial de Grado.

Tabla 1. Antecedentes tomados en cuenta para la elaboración del presente TEG

TÍTULO	ÁREA DE ESTUDIO, AUTORES Y TUTOR	INSTITUCIÓN Y FECHA	OBJETIVO GENERAL	APORTE
<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>	Área: Ingeniería Industrial Autores: Chacón, Juan y Nieves, Carlos Tutor: Ing. Demóstenes Quijada	Institución: UCAB – Pregrado Fecha: Mayo 2015	Diseñar propuestas de mejoras para las políticas de asignación de recompensas del departamento de ventas a nivel nacional de una empresa dedicada a la venta directa	1. Aspectos generales de Teoría de Juegos 2. Marco metodológico
<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</i>	Área: Ingeniería Industrial Autores: Díaz, Ramón y Sosa, María Gabriela Tutor: Ing. Henry Gasparin	Institución: UCAB – Pregrado Fecha: Mayo 2004	Poner a prueba las variables de amortiguación del comportamiento de la función servicio en la cadena de suministro de una empresa fabricante de bebidas alcohólicas en el marco del proyecto de investigación <i>Ven-Probe</i>	1. Marco Referencial 2. Información y datos acerca de los procesos 3. Identificación de las variables que influyen en la cadena de suministro del presente TEG

<i>Proyecto de investigación Ven-Probe</i>				
<i>Determinación de los factores primordiales que amortiguan el efecto latigazo, asociado a las cadenas de suministro, en Venezuela</i>	Área: Ingeniería Industrial Autor: Ing. Henry Gasparin	Institución: UCAB – Postgrado Fecha: Julio 2007	Determinar cuáles son y cómo influyen ciertos factores que amortiguan el efecto latigazo sobre el tiempo de espera, asociado a las cadenas de suministro en Venezuela	1. Marco metodológico 2. Herramienta de Investigación
<i>Diseño de proceso para la planificación de la producción de mezclas y alcohol envejecido</i>	Área: Ingeniería de producción y Organización Empresarial Autor: Kathleen Romero Sánchez Tutores: Manuel Rodríguez y Hermes Hernández	Institución: Universidad Simón Bolívar – Pregrado Fecha: Octubre 2010	Diseñar los procesos para la planificación de la producción de mezclas y alcohol envejecido en las áreas de añejamiento y procesamiento de CARST	1. Identificación de las variables que influyen en la cadena de suministro del presente TEG
<i>Informe de pasantía realizada en la empresa Ron Santa Teresa, C.A.</i>	Área: Tecnología mecánica y mantenimiento Autor: Ricardo Torres Tutor: Jesús Yriarte	Institución: Universidad Simón Bolívar Sede Litoral – Pregrado Fecha: Marzo 2013	Desarrollar un programa de mantenimiento preventivo para los equipos que atiende el Departamento de Mantenimiento de C.A. Ron Santa Teresa, que sirva para unificar criterios entre el personal de mantenimiento y establecer un contacto directo entre el pasante y la empresa	1. Identificación de las variables que influyen en la cadena de suministro del presente TEG

<i>Estudio y propuestas de mejoras para la redistribución de los almacenes en el área de distribución</i>	Área: Ingeniería de producción y Organización Empresarial Autor: Ana Cristina Aleixandre Riobueno Tutores: Manuel Rodríguez y Vanessa Campioli	Institución: Universidad Simón Bolívar – Pregrado Fecha: Septiembre 2010	Proponer mejoras para la redistribución de los almacenes de materiales de empaque y productos terminados de CARST	1. Identificación de las variables que influyen en la cadena de suministro del presente TEG
---	--	---	---	---

Fuente: Elaboración propia

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Cadena de suministro

“Una cadena de suministro está formada por todas aquellas partes involucradas de manera directa o indirecta en la satisfacción de una solicitud de un cliente. La cadena de suministro incluye no solamente al fabricante y al proveedor, sino también a los transportistas, almacenistas, vendedores al detalle (o menudeo) e incluso a los mismos clientes. Dentro de cada organización, como la del fabricante, abarca todas las funciones que participan en la recepción y el cumplimiento de una petición del cliente. Estas funciones incluyen, pero no están limitadas al desarrollo de nuevos productos, la mercadotecnia, las operaciones, la distribución, las finanzas y el servicio al cliente”. (Chopra & Meindl, 2008).

2.2.2 Efecto latigazo

El autor Henry Gasparin en su tesis doctoral llamada *Determinación de los factores primordiales que amortiguan el efecto latigazo, asociado a las cadenas de suministro, en Venezuela* (2007) indica que “cuando la demanda atípica presenta un aumento o

disminución en forma impulsiva (gran variación en un pequeño tiempo) se está en la presencia del llamado efecto latigazo o “bull whip efect” en inglés”.

2.2.3 Metodología Ven-Probe

El Proyecto de Investigación Ven-ProBe (2004) 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”, además generó una herramienta metodológica aplicable a trabajos de investigación orientados a “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 Bullwhip, o Latigazo en español” (Gasparin, 2007).

Dicha herramienta de investigación conllevó a la aplicación de las siguientes fases: familiarización con la empresa, levantamiento de procesos, toma de datos, construcción y validación del modelo, experimento y análisis de sensibilidad, y análisis de resultados.

Estas fases se llevaron a cabo en la línea de Investigación Ven-ProBe a fin de validar los factores que amortiguan el efecto latigazo, conocidos como “variables logísticas” nombre que se les otorgó en el planteamiento del problema del presente TEG. Estas variables se analizarán con detalle en el capítulo IV.

2.2.4 Teoría de Juegos

De acuerdo a los autores González y Otero en su obra llamada *Curso básico de Teoría de Juegos* (2007) se establece que “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”. (Pág. 19).

2.2.5 Terminología de teoría de juegos

De acuerdo a los autores Pérez, Jimeno y Cerdá en el libro *Teoría de Juegos* (2004) se establece a continuación la terminología fundamental acerca de la teoría de juegos:

- **Jugadores:** “son los participantes en el juego que toman decisiones con el fin de maximizar su utilidad”.
- **Acciones:** “son las decisiones que puede tomar cada jugador en cada momento en que le toque jugar”.
- **Resultados:** “son los distintos modos en que puede concluir un juego”.
- **Pago o ganancia:** “es la utilidad que cada jugador atribuye al resultado del juego, es decir, la valoración que para el jugador tienen las consecuencias de alcanzar un determinado resultado en el juego”.
- **Estrategia:** “es un plan completo de acciones con las que éste podría proponerse participar en dicho juego. Un perfil de estrategias es un conjunto de estrategias, una por cada jugador”.

De acuerdo a Gorbaneff (2002) se establecen otros conceptos de teoría de juegos y se citan a continuación:

- **Juegos de una persona:** son aquellos en los que el individuo toma decisiones respecto al entorno que lo rodea, por ejemplo “cuando trata de evitar la congestión del tráfico”.
- **Juegos de dos personas:** “permiten modelar las situaciones de interacción estratégica”.
- **Juegos one shot:** ocurren cuando los jugadores interactúan “una sola vez”.
- **Juegos repetidos:** son aquellos en los cuales “se juega un mismo juego varias veces”, y cada vez se toma en cuenta el resultado de todas las jugadas anteriores antes de hacer la siguiente ronda; lo cual permite a los jugadores evaluar las acciones pasadas antes de hacer la siguiente jugada, para determinar si cambian o no las estrategias.

- **Juegos estáticos:** aquellos en los que “el orden de las jugadas no hace diferencia”, se conocen también como aquellos en los cuales “las jugadas se hacen de manera simultánea”, estos juegos “se representan en forma de matriz”.
- **Juegos dinámicos:** en este tipo de juegos “el orden de las jugadas importa”, ya que la decisión que toma el primer jugador condiciona las decisiones del segundo jugador. Estos juegos “se representan en forma de árbol”.
- **Información perfecta:** ocurren cuando “columna conoce la última jugada de fila”, se dice que columna es el segundo jugador y fila es el jugador que realiza la primera movida en el juego.
- **Información imperfecta:** aquellos en los que “columna no sabe qué jugada acaba de hacer fila”.
- **Información completa:** se identifica cuando la ganancia de cada jugador es conocida por todos los jugadores.
- **Información incompleta:** se identifica cuando algún jugador desconoce la ganancia de los demás jugadores.
- **Juegos cooperativos:** son aquellos en que los “jugadores tienen la posibilidad de intercambiar argumentos y hacer los pactos vinculantes”.
- **Juegos no cooperativos:** son aquellos que ocurren “cuando los jugadores eligen sus estrategias de manera autónoma”.
- **Juegos de suma cero:** aquellos en los cuales “la suma de las ganancias de fila y columna es igual a cero”, por lo cual se puede decir que la ganancia de un jugador equivale a la pérdida del otro jugador.
- **Juegos de no suma cero:** “se caracterizan porque la ganancia de fila no es equivalente a la pérdida de columna, fila puede perder más de que lo que columna va a ganar, ambos pueden perder o ambos pueden ganar”.

2.2.6 Objetivo de la teoría de juegos

“La teoría de juego nos dice qué puede pasar en una situación de conflicto o cooperación entre dos o más individuos racionales, pero no necesariamente nos indica que

va pasar. Es decir, el objetivo de la teoría de juegos no es predecir el comportamiento de los individuos o establecer la estrategia de acciones más efectiva. El teórico de juegos busca diseñar modelos que le permitan explicar y entender una situación específica”. (González y Otero, 2007).

2.2.7 Diseño de juegos

De acuerdo a lo expuesto por Gorbaneff (2002) “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”, en este sentido, para desarrollar un modelo es fundamental partir de una formulación del problema que conlleve a establecer una hipótesis. La hipótesis es una proposición tentativa de aquello que se está investigando, el autor Gorbaneff (2002) señala que “una vez planteada la hipótesis literaria, ésta se traduce en símbolos y se le da la forma de un juego”.

En Teoría de Juegos se representa la realidad del problema estudiado mediante su traducción en un lenguaje claro, que sea lógico y representativo de la hipótesis establecida. Para lograr esta representación se deben seguir los pasos siguientes:

El primer paso a seguir es definir a los jugadores estableciendo cuáles son los entes racionales (organizaciones o personas) que tomarán las decisiones a fin de obtener el mejor resultado posible, en este sentido, pueden obtenerse juegos de una persona, dos personas.

Como segundo paso, es importante conocer si el juego se lleva a cabo una sola vez o se repite; además identificar si el juego es estático: aquel que se caracteriza porque el orden de las jugadas no hace una diferencia significativa y se considera que las jugadas son simultáneas, de tal forma que se representa mediante una matriz, o si el juego es dinámico: en el que las jugadas son secuenciales, ya que uno de los jugadores antes de hacer su jugada evalúa cuál fue la jugada de la contraparte, se representa mediante un diagrama de árbol. La información perfecta o imperfecta dependerá de si columna conoce

la última jugada de fila, o si columna no sabe qué jugada acaba de hacer fila, respectivamente.

El tercer paso consiste en plantear las estrategias para cada jugador de acuerdo a las alternativas que tiene cada uno. Si los jugadores eligen sus estrategias de forma individual es un juego no cooperativo, en cambio si los jugadores intercambian argumentos y se conforman acuerdos vinculantes es un juego cooperativo.

El cuarto paso lleva a identificar cuál es la ganancia de los jugadores, puede suceder que lo que gana un jugador equivale a la pérdida del otro, se dice que es un juego de suma cero, tal que al sumar la ganancia de fila con la pérdida de columna el resultado es cero; si fila puede perder más de lo que columna va a ganar, es un juego de no suma cero. Las ganancias respectivas se calcularán por medio de la creación de una función de utilidad, lo cual constituye una tarea del modelador.

2.2.8 Tipos de juegos

De acuerdo a Kreps (1990) la teoría de juegos se clasifica en dos tipos: juegos cooperativos, y juegos no cooperativos. En los juegos cooperativos los grupos son el centro del análisis. En los juegos no cooperativos el individuo es el centro del análisis.

Los autores Gibbons (1992) y Fudenberg y Tirole (1998) dividen los juegos según los distintos equilibrios que se buscan:

- **Juegos estáticos con información completa:** son juegos que se caracterizan por el conocimiento pleno de todos los jugadores tienen sobre la estructura de pagos (funciones de utilidad) de cada uno de ellos, lo que en inglés se conoce como *common knowledge*. 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 le 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:** es el más complejo porque no sólo 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.

2.2.9 Equilibrio de Nash

Según Gorbaneff (2002) el Equilibrio de Nash es “el par de estrategias óptimas de fila y columna” y una vez que ambos jugadores han llegado a ese equilibrio “ninguno de los dos tiene incentivos para desviarse fuera de él”. En este tipo de equilibrio se debe encontrar la estrategia que produzca el mejor resultado posible para un jugador de acuerdo con las estrategias del otro jugador.

2.2.10 Teorema de Bayes

Los autores González y Otero en su libro llamado *Curso básico de Teoría de Juegos* (2007) exponen que este teorema “permite calcular probabilidades de ocurrencia de eventos, sujetos a la ocurrencia de otros eventos”. Este teorema inicia con el supuesto de que “X y Y son dos eventos aleatorios. Conocemos la probabilidad de X, $P(X)$, y la probabilidad de ocurrencia de Y, $P(Y)$, sin embargo, queremos saber cuál es la probabilidad de X dado que Y ocurrió, lo cual se denota como $P(X|Y)$, o, por el contrario, queremos 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”. (Pág. 135).

2.2.11 Equilibrio Bayesiano de Nash

Los autores González y Otero en su libro llamado *Curso básico de Teoría de Juegos* (2007) enuncian que "el equilibrio bayesiano de Nash será, para cada jugador, la

acción que genere la mayor utilidad dada las acciones de sus contrincantes y las creencias que él tiene sobre sus tipos." (Pág. 142).

2.2.12 Equilibrio Perfecto Bayesiano de Nash

De acuerdo a los autores González y Otero en su obra llamada *Curso básico de Teoría de Juegos* (2007), se establece que en este tipo de juegos dinámicos “los jugadores no tienen información completa sobre la función de los pagos de los otros jugadores, por lo cual, requiere actualizar sus creencias (mediante el teorema de Bayes) una vez observados los movimientos de sus contrincantes." (Pág. 175).

2.2.13 Estrategias Dominadas

De acuerdo a los autores González y Otero en su obra llamada *Curso básico de Teoría de Juegos* (2007) se establece que “luego de analizar todas las estrategias, nos daremos cuenta de que algunas de ellas jamás serán ejecutadas por estar dominadas por otras estrategias mejores. En ese caso, se eliminan, si continuamos eliminando todas aquellas estrategias que van siendo dominadas por otras mejores, y suponemos que el número total de estrategias es finito, podremos encontrar un conjunto de estrategias que sobrevivieron al proceso, es decir, que no están dominadas por ninguna otra estrategia disponible. Este conjunto de estrategias supervivientes representa el resultado o solución del juego”. (Pág. 32). La condición necesaria para aplicar este método de solución es que para un jugador se eliminará una estrategia dominada siempre y cuando su utilidad (pago) sea “menor o igual” al pago de otra estrategia del mismo jugador.

2.2.14 Método Delphi

El método Delphi “busca acercarse al consenso de un grupo de expertos con base en el análisis y la reflexión de un problema definido”. (Varela, 2012, pág. 91). Es un método que consiste en interrogar a un grupo de expertos mediante la aplicación de cuestionarios sucesivos, a fin de disminuir la dispersión de las opiniones y precisar los argumentos de los expertos, y requiere ser coordinado por el grupo investigador que se

encarga de establecer el protocolo de trabajo a seguir. Constituye una herramienta de pronóstico de tipo cualitativa en el caso de que no se tenga información respecto a los datos históricos de la empresa.

Para la aplicación de este método se tiene en primer lugar la formulación de una pregunta de carácter general que será respondida por cada uno de los integrantes del grupo de expertos. Los argumentos obtenidos en esta primera fase son recopilados por el grupo investigador, para su análisis y síntesis, seguidamente, se les proporciona otro cuestionario que tendrá una serie de reactivos que serán respondidos por cada uno de los expertos, estos comentarios se envían al grupo investigador para su estudio. El proceso finaliza una vez que el grupo investigador considere que se ha llegado a cierto grado de consenso en lo que respecta a las estimaciones realizadas por los expertos.

2.2.15 Criterio de Laplace

En la toma de decisiones se presentan situaciones en las que no se conocen las probabilidades de ocurrencia de eventos de la naturaleza, este estado de incertidumbre es “equivalente a suponer que todos los estados de la naturaleza son igualmente probables” (Eppen, G.D, 2000).

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se describe la manera en la que se desarrolló el presente Trabajo Especial de Grado. Contempla el tipo de investigación que se realizará, el enfoque, el diseño, y las técnicas e instrumentos para la recolección de datos. A fin de darle cumplimiento a los objetivos planteados se llevaron a cabo las fases que se presentan en la Figura 3.



Figura 3. Fases de la metodología de la investigación

Fuente: Elaboración Propia

3.1 Tipo de Investigación

En el presente Trabajo Especial de Grado se utilizó un tipo de investigación analítica e interactiva. Según Hurtado (2012) “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, según Hurtado (2012) la investigación interactiva “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 todos los eslabones de 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. A su vez, la 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 grupo de estrategias que modifiquen posibles situaciones futuras.

3.2 Enfoque de la investigación

De acuerdo a Sampieri, Collado y Lucio en su libro *Metodología de la Investigación* (2010) se define el enfoque cuantitativo como aquel que "usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías".

También explican que el enfoque cualitativo es aquel que "utiliza la recolección de datos son medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación".

Por otra parte los métodos mixtos "representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (metainferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio" (Hernández Sampieri y Mendoza 2008).

A partir de lo expuesto anteriormente se puede afirmar que el enfoque del presente Trabajo Especial de Grado es de tipo mixto ya que se utilizan datos obtenidos a través de las encuestas, las entrevistas, la observación directa y los datos históricos de la empresa.

3.3 Diseño de la Investigación

Según el *Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctoral* (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 en lo planteado anteriormente, se puede decir 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.

3.4 Unidad de Análisis

De acuerdo a Sampieri, Collado y Baptista (2010) se entiende como unidad de análisis como aquellos “individuos, organizaciones, periódicos, comunidades, situaciones” que serán objeto de estudio. Se estableció como unidad de análisis la cadena de suministro de la C.A Ron Santa Teresa, desde la recepción de la materia prima hasta el envasado, en la línea de producción 1 que corresponde a la Bebida Espirituosa Seca Carta Roja.

3.5 Técnicas e instrumentos para la Recolección de datos

3.5.1 Entrevista semi-estructurada

Arias (2006) expone que en la entrevista semi-estructurada “aun cuando existe una guía de preguntas, el entrevistador puede realizar otras no contempladas inicialmente, esto se debe a que una respuesta puede dar origen a una pregunta adicional o extraordinaria, esta técnica se caracteriza por su flexibilidad”. Se empleó la entrevista semi-estructurada para conocer la situación actual del comportamiento de la cadena de suministro, y para analizar el comportamiento del modelo representativo frente a condiciones de efecto latigazo.

3.5.2 Encuesta

De acuerdo a Arias (2006) la encuesta es “una estrategia oral o escrita cuyo propósito es obtener información acerca de un grupo de individuos o en relación con la opinión de éstos sobre un tema específico”. En este sentido, se realizaron encuestas para el diseño del modelo representativo del comportamiento de la cadena de suministro.

3.5.3 Observación directa

“Es una técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza” (Arias, 2006). Por medio de la observación directa se visualizaron los procesos que conforman la cadena de suministro contemplada en el presente TEG.

3.5.4 Revisión documental y bibliográfica

Según Arias (2006) la revisión documental y bibliográfica “consiste en una recopilación de ideas, posturas de autores, conceptos y definiciones, que sirven de base a la investigación por realizar”. Así entonces para caracterizar la cadena de suministro del presente Trabajo Especial de Grado, se revisaron documentos tales como: data histórica proporcionada por la empresa.

3.6 Estructura Desagregada del Trabajo Especial de Grado

Tabla 2. Estructura desagregada del Trabajo Especial de Grado

Objetivo específico	Actividades	Herramientas	Indicadores
1) Caracterizar los procesos de la cadena de suministro a ser contemplada	-Revisar documentación de la empresa -Consultar referencias de trabajos previos -Describir los procesos de la cadena de suministro	-Documentación histórica de la empresa -Informes de pasantías de la Universidad Simón Bolívar	-Obtención de la descripción de los procesos de la cadena de suministro a ser contemplada en términos de tiempo y volumen
2) Identificar las variables logísticas que influyen en la cadena de suministro	-Describir las variables logísticas -Analizar cómo se ve afectada la cadena de suministro con la presencia de las variables	-Documentación histórica de la empresa -Revisión de informes de pasantías de la Universidad Simón Bolívar	-Documento en el que se determine cuáles son las variables logísticas que afectan la cadena de suministro
3) Diseñar un modelo representativo del comportamiento de la cadena de suministro	-Crear escenarios a partir del comportamiento de las variables identificadas -Encuestas realizadas a los expertos	-Técnica Delphi -Teoría de juegos -Revisión bibliográfica	-Modelo representativo del comportamiento de la cadena de suministro

4) Analizar el comportamiento del modelo representativo, frente a condiciones de efecto latigazo en la cadena de suministro	-A partir de los escenarios obtenidos con anterioridad, diseñar un modelo de juego entre el cliente y la empresa	-Teoría de juegos -Revisión bibliográfica -Modelo representativo del comportamiento de la cadena de suministro	-Matriz de juego entre el cliente y la empresa para cada escenario
5) Determinar el conjunto de estrategias que amortigüen el efecto latigazo en la cadena de suministro contemplada	-Realizar un estudio mediante la teoría de juegos para conocer las estrategias que generan mayor beneficio	-Teoría de juegos -Revisión bibliográfica -Matriz de juego entre el cliente y la empresa para cada escenario	-Solución de la matriz de juego entre el cliente y la empresa para cada escenario (tablero de control)
6) Valorar el impacto estimado del conjunto estrategias seleccionadas	-Análisis del impacto de las soluciones de los escenarios para la empresa	-Solución de la matriz de juego	-Documento que contenga la valoración de las estrategias

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV. DETERMINACIÓN DE LAS VARIABLES QUE AFECTAN LOS PROCESOS DE LA CADENA DE SUMINISTRO

4.1 Caracterización de los procesos de la cadena de suministro a ser contemplada

Con el propósito de conocer los procesos de la cadena de suministro de CARST, se realizaron una serie de entrevistas no estructuradas a las unidades de análisis descritas anteriormente. Esta recopilación de información requirió además de la observación directa, y de la revisión bibliográfica facilitada por la empresa.

En este apartado se describen cada uno de los procesos de transformación que intervienen en la cadena de suministro de la fabricación de la Bebida Espirituosa Seca (BES) Carta Roja, inicia con la recepción de la materia prima llamada melaza y finaliza con el envasado de la BES Carta Roja, pasando a través de una serie de transformaciones secuenciales. Una representación esquemática de la cadena de suministro se muestra en la Figura 4.



*Figura 4. Representación de la Cadena de Suministro a ser contemplada en el presente
TEG*

Fuente: Elaboración propia

4.1.1 Recepción de melaza

La melaza es la materia prima empleada para la elaboración del ron, proviene de las centrales azucareras del país y se traslada en camiones cisternas a la zona de descarga, y se lleva a los tanques de almacenamiento. La Hacienda Santa Teresa recibe 7 camiones

diarios con una capacidad de 50 toneladas de melaza, la cual se obtiene de la caña de azúcar una vez que ha sido molida, esta materia prima se envía a los tanques de almacenamiento. El flujo de melaza que sale de los tanques de almacenamiento es de 50 galones/minuto de acuerdo a lo que procesan las bombas ubicadas al final de los mismos.

A continuación en la Tabla 3 se presentan los volúmenes y capacidades de los tanques de almacenamiento llamados: T-101, T-202, T-607, T-608.

Tabla 3. Capacidades y volúmenes de trabajo de los tanques donde se almacena la materia prima

Tanques	Capacidad Nominal	Capacidad Real	Volumen de trabajo (real)		
			Máximo	Medio	Mínimo
T	Unidades	Unidades	Unidades	Unidades	Unidades
101	5775 ton	5000 ton	5000 ton	2500 ton	200 ton
105	5775 ton	5000 ton	5000 ton	2500 ton	200 ton
607	5184 ton	4750 ton	4750 ton	2500 ton	200 ton
608	5184 ton	4750 ton	4750 ton	2500 ton	200 ton

Fuente: C.A. Ron Santa Teresa

Seguidamente la melaza se almacena en un tanque pulmón llamado R-201 a partir del cual se bombea esta melaza para dar inicio al circuito, con un flujo real comprendido entre 1200 – 3300 litros/hora, y un flujo nominal de 4542 litros/hora.

La melaza que sale bombeada del tanque pulmón se somete a un proceso antes de empezar la fermentación, y consta de tres etapas continuas: dilución, esterilización y clarificación.

En el recorrido previo a los tanques de esterilización, se le inyecta en la tubería el agua caliente lo cual permite diluir la melaza. Una vez que la melaza es diluida pasa a ser esterilizada para evitar el crecimiento de bacterias en etapas posteriores, y se realiza por contacto directo con vapor en los tanques E-205 o E-208.

La melaza que ha sido diluida y esterilizada se envía al tanque pulmón R-209 o R-210, y luego se bombea a razón de 4200 – 8400 litros/hora a las clarificadoras que son

separadoras de sedimentos por centrifugación (cuyos nombres son C -202 o C-222), y se puede utilizar una por vez o ambas según la demanda de la planta. El proceso de preparación finaliza en el momento que la mezcla clarificada se almacena en el tanque R-220. En la siguiente Tabla 4 se presentan las capacidades y volúmenes que manejan los tanques para el tratamiento de la materia prima.

Tabla 4. Capacidades y volúmenes de trabajo de los tanques que intervienen en el tratamiento de la materia prima

Tanques	Capacidad Nominal	Capacidad Real	Volumen de trabajo (real)		
			Máximo	Medio	Mínimo
	Unidades	Unidades	Unidades	Unidades	Unidades
R-201	7270 L	7000 L	5600 L	4550 L	3500 L
E-205	3000 L	2500 L	2500 L	1300 L	0 L
E-208	3000 L	2500 L	2500 L	1300 L	0 L
R-209	16000 L	15000 L	9750 L	7875 L	6000 L
R-210	16000 L	15000 L	9750 L	7875 L	6000 L
R-220	32000 L	30000 L	24000 L	12000 L	5000 L

Fuente: C.A. Ron Santa Teresa

4.1.2 Fermentación

El proceso de fermentación es de tipo continuo y consiste en obtener la mayor cantidad de etanol (alcohol etílico) a partir de lo obtenido en el pre tratamiento, ubicado en el tanque R-220 y bombeado al intercambiador de calor a un flujo real comprendido entre 4200 – 8400 litros/hora, respecto al flujo nominal de 11355 litros/hora.

Está conformado por cinco cubas o etapas, donde en las tres primeras cubas se realiza la mayor conversión de los azúcares en etanol y en las dos últimas cubas se lleva a cabo la estabilización o agotamiento de la reacción. La melaza clarificada almacenada en el tanque R-220 se alimenta a las cubas 1, 2 y 3, y sólo se le agrega la crema de levadura a la cuba 1, en esta primera cuba se logra reducir la concentración de azúcar y elevar el grado alcohólico. De cada cuba sale la mezcla llamada mosto fermentado o vino, que será recirculada a la misma.

En la siguiente Tabla 5 se presenta el tiempo que reside el mosto dentro de cada cuba en el proceso de fermentación, de acuerdo a los valores nominales y al valor de planta.

Tabla 5. Tiempo de residencia del mosto en cada cuba

Tiempo residencia (h)						Total
Nominal alto	3,5	2,75	2,75	2,75	3	14,75
Valor planta	1,13	3,34	3,17	3,17	2,97	13,79
Nominal bajo	3	2,5	2,5	2,5	1	11
	Cuba 1	Cuba 2	Cuba 3	Cuba 4	Cuba 5	

Fuente: C.A. Ron Santa Teresa

La fermentación continua demora cerca de 12 a 15 horas, el resultado obtenido es una mezcla llamada mosto fermentado o vino que se almacena en un tanque para su posterior uso. Luego de que el mosto fermentado ha pasado por las cinco cubas se recupera la crema de levadura utilizando una centrífuga separadora, seguidamente se diluye con agua y se adecúa la acidez para ser alimentada nuevamente a la cuba 1.

El volumen de las cubas y la capacidad de las mismas se presentan de forma esquemática en la siguiente Tabla 6. Además la cuba 1 recibe el nombre de E-216, la cuba 2 es la E-217, la cuba 3 es la E-218, la cuba 4 es la E-219 y la cuba 5 es la E-220.

Tabla 6. Capacidades y volúmenes de trabajo de las cubas en el proceso de fermentación

Tanques	Capacidad Nominal	Capacidad Real	Volumen de trabajo (real)		
			Máximo	Medio	Mínimo
	Unidades	Unidades	Unidades	Unidades	Unidades
E-216	136140 L	110000 L	66000 L	49500 L	33000 L
E-217	107290 L	100000 L	60000 L	45000 L	30000 L
E-218	107290 L	100000 L	60000 L	45000 L	30000 L
E-219	107290 L	100000 L	60000 L	45000 L	30000 L
E-220	107290 L	100000 L	60000 L	45000 L	30000 L

Fuente: C.A. Ron Santa Teresa

4.1.3 Destilación

La destilación se basa en la separación de los componentes del mosto fermentado o vino para obtener un ron más fuerte y puro, en este sentido, mientras mayor sea el contenido alcohólico del destilado, más puro será.

Permite obtener un alcohol incoloro (sin embargo, cualquier color que posea el producto se debe al envejecimiento en los toneles) ya que CARST cuenta con un área de destilación conformada por cuatro columnas, las cuales combinan los procesos de hidroselección y rectificación para extraer los alcoholes y los congenéricos (compuestos químicos responsables del aroma y sabor) y así obtener la calidad y el porcentaje requerido de alcohol. En este sentido la destilación en columna permite que se destile alcohol continuamente (24 horas al día), las unidades de esta área tienen una capacidad de 80.000 litros por día.

4.1.4 Procesos y Añejamiento (PyA)

El alcohol obtenido se almacena en dos tanques que poseen una capacidad de 50.000 litros cada uno, mediante los análisis químicos y catadores experimentados se seleccionan aquellos alcoholes que cumplan con las condiciones requeridas para el inicio en esta etapa del proceso, aquellos que no cumplan con las características deseadas se devuelven a destilería. Estos tanques se llenan a razón de 6.000 litros/hora en un tiempo de 7 horas aproximadamente, y son vaciados en 1 hora.

Una vez seleccionado el alcohol, se procede a diluirlo en un tanque de capacidad 40.500 litros reduciendo su grado alcohólico, luego es bombeado a razón de 340 litros/minuto hacia los barriles de roble blanco americano o roble francés Limousine, que se encuentran en las bodegas de tonel para su almacenamiento.

El tiempo de almacenamiento del alcohol es de 2 años de acuerdo a la ley de Venezuela, sin embargo, CARST cuenta con rones de más de 11 años de añejamiento.

Además dispone de bodegas con capacidad para el resguardo de más de 100.000 barriles y 540 toneles en los que se pueden añejar hasta 24.000.000 de litros de ron al año.

Transcurrido el tiempo requerido de añejamiento, se vacía el alcohol contenido en los barriles a la estación que se conforma de 5 tanques capaces de almacenar hasta 47.000 litros cada uno, es importante mencionar que semanalmente varía el contenido de estos tanques. Posteriormente, este alcohol se traslada a dos tanques de preparación y se les añaden los insumos necesarios para producir el ron deseado. El producto resultante se bombea a cinco tanques de reposo cuyas capacidades son de 100.000 litros cada uno.

El proceso de mezclado dura aproximadamente 12 horas.

El ron que ha pasado por el proceso de reposo en el mezclado se dirige a un tanque receptor de 60.000 litros de capacidad, luego entra al área de refrigeración conformada por tanques de capacidades distintas, es decir, 7 tanques de 60.000 litros, 3 tanques de 58.000 litros y un tanque de 31.000 litros, la mezcla tiene un tiempo de refrigeración de 3 días para los destilados, y de 5 días en el caso de los rones.

En el momento en que calidad aprueba las condiciones de la mezcla ésta se lleva a temperatura ambiente mediante un intercambiador de calor, y pasa posteriormente a unos tanques de ajuste cuyas capacidades son distintas, es decir, 8 tanques de 16.500 litros, 3 tanques de 22.500 litros, 4 tanques de 31.000 litros, 1 tanque de 11.000 litros y 1 tanque de 42.500 litros. Estos tanques de ajuste cumplen la función de obtener una mezcla con unas especificaciones de grados alcohólicos, color y consideraciones de calidad, antes de que el producto sea enviado a la sala de envasado.

En el siguiente Gráfico 1 se observa que los líquidos permanecen más tiempo en los tanques en las etapas de procesamiento, ya que se almacenan en ellos a la espera de que se liberen los tanques de la siguiente etapa.

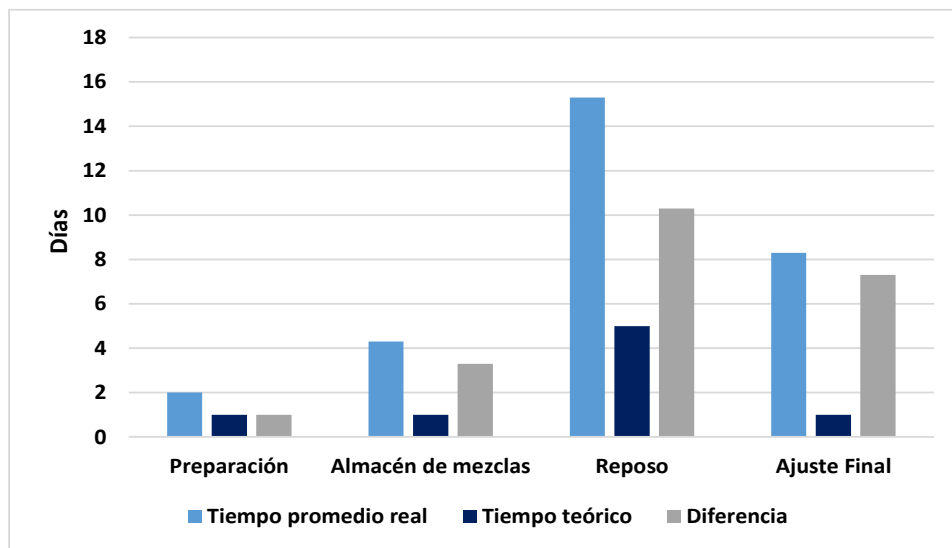


Gráfico 1. Tiempos teóricos y reales requeridos en las etapas de Procesamiento

Fuente: Romero Sánchez, K. (2010). Diseño de proceso para la planificación de la producción de mezclas y alcohol envejecido. Informe de Pasantía, Universidad Simón Bolívar, Sartenejas

4.1.5 Envasado

El proceso de envasado para la Bebida Espirituosa Seca Carta Roja en cualquiera de sus presentaciones, corresponde a la línea 1 de producción e inicia en el almacén de empaque cuando un operario maneja el montacargas para disponer las paletas con botellas sobre el transportador. De esta línea 1 se obtienen tres presentaciones: 0,35 litros; 0,7 litros y 1 litro.

Las botellas se llenan por medio del sistema de tuberías que comunica la zona de alimentación con el área de envasado, pasan por una enjuagadora-sopladora, una llenadora, que controla el nivel de llenado del líquido, y una tapadora de botellas. Después de pasar por este sistema de llenado se transportan las botellas hasta la etiquetadora en donde se les colocan las etiquetas y las bandas fiscales, al salir de esta máquina se identifican las botellas mediante un código para el registro de producción.

El producto terminado es ubicado en cajas, las cuales pasan por una cerradora automática donde se le coloca una cinta adhesiva en la parte superior e inferior, luego que la caja esté sellada pasa por un codificador de cajas donde se realiza el registro final con el código correspondiente. Finalmente, las cajas pasan al almacén de distribución y se despachan a los distribuidores y consumidores.

Del área de envasado salen 24.000 litros/día, es decir, salen 3609 litros/hora, ya que el tiempo de trabajo equivale a 6,65 horas.

4.2 Identificación de las variables logísticas que influyen en la cadena de suministro

Se determinaron cuáles de las variables obtenidas previamente por la herramienta de investigación del Proyecto Ven-ProBe, aplican para la cadena de suministro de la C.A. Ron Santa Teresa.

Para la elaboración de bebidas alcohólicas se tiene un proceso continuo sujeto al tratamiento químico de materia prima en el cual intervienen equipos como cubas, tanques bombas, tuberías, los cuales requieren un mantenimiento para preservar las condiciones de funcionamiento. Además, la capacidad instalada influye debido al volumen de producción que se tiene como consecuencia del trabajo de dichos equipos, y resulta imprescindible tener productos terminados que cumplan con las condiciones de calidad establecidas por la empresa. Finalmente, las políticas de producción se encargan de administrar los recursos, la utilización de las máquinas, elaborar los ciclos de funcionamiento a fin de planificar cómo se distribuyen e interactúan estos elementos para cumplir con la demanda del mercado.

4.2.1 Capacidad Instalada

La capacidad instalada es el volumen de producción de una empresa por unidad de tiempo, en CARST se refleja este volumen en litros de alcohol manejados durante el proceso continuo, en la cantidad de barriles disponibles para ser añejados en cierto tiempo

y en la cantidad de producto terminado que se obtiene en el área de envasado durante un tiempo determinado.

De acuerdo a la investigación realizada por la pasante Kathleen Romero Sánchez (2010) en su informe *Diseño de proceso para la planificación de la producción de mezclas y alcohol envejecido* realizado en CARST, se evidenció la situación existente en el área de añejamiento ya que “el añejamiento del alcohol resulta ser la actividad que requiere mayor planificación, debido a que es un requerimiento imprescindible para la obtención de la bebida alcohólica en las especificaciones requeridas en cuanto a tiempo, sabor, aroma, a tal punto que los procesos están diseñados para cubrir la cuota de altos volúmenes de producción que se traducen en la cantidad de barriles y toneles almacenados”.

Y además la pasante Kathleen Romero (2010) expone que “para el lapso de tiempo requerido en el añejamiento, que suele ser de 2 años, se debe disponer de un inventario suficiente para cada tipo de ron a fin de cubrir la demanda, la planificación debe considerar el proceso natural de evaporación que ocurre durante este tiempo, en el cual se pierde parte de la cantidad de alcohol que se encuentra en los barriles y toneles, lo que trae como consecuencia altos porcentajes de reducción del rendimiento productivo ya que se dispone solamente de una proporción del alcohol sometido en sus inicios”.

Acorde a su investigación se puede mencionar que dicha planificación debe considerar además la ocupación de tanques y tiempos de espera en el proceso tal y como se observó en el Gráfico 1, en el que los tiempos reales de ocupación de los tanques resultaron ser mayores que los tiempos teóricos de dicha ocupación. A pesar de que la BES Carta Roja es una mezcla que tiene grandes volúmenes de mezcla, es importante considerar que el tiempo de permanencia de la misma en los tanques puede limitar el flujo de líquido manejado en las demás etapas.

En añejamiento se anticipa de la cantidad de alcohol a envejecer, lo cual se ve reflejado en los excedentes de inventarios de ron envejecido que no se consumen en su

totalidad, específicamente en los barriles, toneles y espacio físico ocupado, por lo que la capacidad real en los almacenes resulta mayor que la capacidad de diseño.

Además la pasante Kathleen Romero (2010) expone que “el consumo real en envasado es menor a lo estimado por lo tanto no se logra desocupar grandes cantidades de barriles y toneles para ser utilizados nuevamente, ya que la embotelladora establece la cantidad de líquido que se suministra y el tiempo en que se consume”.

Si la empresa se enfrenta a un aumento o disminución de la demanda de forma abrupta e inesperada podrá satisfacerla mediante el establecimiento de planes que conlleven a la expansión de las bodegas de envejecimiento, a la adquisición de maquinarias o el ajuste de las ya existentes. Por lo tanto las decisiones que se realicen en cuanto a la capacidad instalada bien sea cuando se adquieran máquinas, se establezcan nuevas líneas de producción o cuando se deba reducir el número de maquinarias existentes estarán basadas en los requerimientos de la demanda a fin de poder suplirla oportunamente, y en la planificación que se ejecutará si la empresa está dispuesta a invertir en tales decisiones.

4.2.2 Filosofía de mantenimiento

El mantenimiento es el conjunto de actividades orientadas a la conservación de equipos, máquinas, e instalaciones, que se cumplen a fin de asegurar su disponibilidad en el momento y lugar que se requiera. Tiene como objetivos el preservar los equipos en condiciones satisfactorias para evitar accidentes laborales, maximizar la disponibilidad de las máquinas y equipos para los procesos productivos a fin de evitar paradas durante los mismos.

El pasante Ricardo Torres (2013) en su *Informe de pasantía realizada en la empresa Ron Santa Teresa, C.A.*, desarrolló un programa de mantenimiento preventivo para aquellos equipos atendidos por el Departamento de Mantenimiento, y estableció que a pesar de que existen manuales de funcionamiento para las máquinas, se deben crear

planes de acción que se adecúen a las particularidades de la empresa, y expuso lo siguiente:

“Por medio del mantenimiento preventivo se pueden anticipar paradas por alguna falla de funcionamiento del equipo, y resulta ser el tipo de mantenimiento más vulnerable para la vida de los equipos y el buen funcionamiento de la planta, además mediante el establecimiento de políticas adecuadas de mantenimiento se reducen los tiempos por paradas no planificadas. Dentro de este tipo de mantenimiento se llevan a cabo actividades de rutina como: inspecciones, chequeos, lubricación general, limpieza de partes y piezas, entre otras”.

La cadena de suministro contemplada en este trabajo de investigación enlaza un conjunto de actividades continuas, dependientes una de la otra, cuando una máquina falla por razones de mantenimiento condiciona el funcionamiento de la cadena, generando paradas no planificadas, tiempos largos de espera cuando un repuesto no se tenga disponible en el almacén, productos defectuosos, gastos en la compra de equipos sustitutos.

En CARST deben elaborarse programas de mantenimientos preventivos a ser ejecutados por los operarios, rutinas de inspección y ajuste dentro de un formato establecido que indica los procedimientos que se deben cumplir en la rutina laboral, chequeos de operaciones con la lista de leyenda de indicadores y manuales de mantenimiento de las máquinas, fichas técnicas en las cuales se detallen los datos básicos de cada equipo; existen ocasiones cuando alguno de estos procedimientos destinados al mantenimiento no se cumple a cabalidad entonces la empresa debe invertir en la compra de equipos, establecer nuevos planes de acción, adquirir repuestos para reponer el inventario, y debe estar preparada para ello, planificando correctamente y de forma oportuna su mantenimiento.

Si la filosofía de mantenimiento carece de una gestión oportuna y no se cumplen con los planes establecidos, fallan los equipos, los tiempos por parada son largos, faltan

determinados repuestos, entre otras, entonces en el momento en que el cliente varíe drásticamente su pedido (aumentándolo al doble o reduciéndolo a la mitad) y de forma inesperada, se afectará la producción de la bebida alcohólica y la empresa no será capaz de ofrecer el producto solicitado; en el mismo sentido, si la planta presenta fallas por mantenimiento y de la misma manera quiere hacerle frente a un aumento o disminución impulsiva de la demanda, la empresa debe trabajar con un nivel de producción por encima de lo establecido del diseño y en algún momento no se dará abasto para suplir esta demanda, se afectará además la capacidad instalada, y su nivel competitivo respecto a las demás disminuirá.

Llevar a cabo una filosofía de mantenimiento es una parte importante en un proceso continuo, pues determina si la empresa es capaz de crear planes para: garantizar altos niveles de producción, preservar los equipos, determinar si los equipos funcionan acorde al diseño o si el producto puede ser entregado a tiempo, y por último asegurar que las operaciones de las máquinas se realicen con el menor número de fallas posibles. El conjunto de acciones enfocadas en el mantenimiento le permite a la empresa preservar las máquinas y capacitar al personal para su cuidado, así como también facilita el tratamiento y aprovechamiento de la mezcla a través de los procesos, a fin de obtener el alcohol según las condiciones previamente establecidas.

4.2.3 Filosofía de control de calidad

La filosofía de control de calidad en CARST se evidenció en el área de envasado, específicamente del almacén en el área de distribución.

La pasante Ana Cristina Aleixandre (2010) en su informe *Estudio y propuestas de mejoras para la redistribución de los almacenes en el área de distribución*, identificó los factores que generan fallas en el área de Distribución de CARST, vistos principalmente desde la perspectiva de calidad, y obtuvo los siguientes análisis:

“En estos almacenes se encontraban altos volúmenes de materiales de empaque (las botellas, las cajas, los estuches, las tapas y las etiquetas) y productos terminados que

se consideraban defectuosos y no aptos para la venta, ocupando así espacio en estos recintos y generando gastos por la compra de estos materiales a los respectivos proveedores. Incluso debido a la gran cantidad de materiales de empaque obsoletos, se han tenido que alquilar espacios para el resguardo pues la capacidad interna no es suficiente”.

En los cuatro eslabones desde la recepción de la melaza hasta procesos y añejamiento el control de calidad se orienta a los procesos químicos que intervienen en la mezcla, sin embargo en envasado, la filosofía de control de calidad se orienta a: elaborar de planes y metas para detectar a tiempo procesos que no se ajusten al diseño y deban ser corregidos, identificar cuáles empaques no corresponden al producto que se está analizando, y verificar que los niveles del embotellado cumplan con lo requerido por el diseño; para lograr cumplir con las planificaciones de control de calidad en envasado es importante contar con un recurso humano que se encuentre capacitado y que contribuya al mejoramiento continuo de los procesos, así se disminuirían los tiempos de retrabajo al seguir con la normativa de calidad estipulada, se reducirían los costos asociados con los materiales innecesarios, para poder entregar un producto conforme a los niveles especificados que satisfaga las necesidades de los clientes y le aporte a la empresa una mayor participación en el mercado.

Si la empresa se enfrenta a un aumento (o disminución) excesiva de la demanda para la cual la empresa no está preparada y que pueda llegar a afectar sus procesos, debe crear estrategias desde la perspectiva de calidad que le permitan afrontar esta situación, dedicando esfuerzos que le permitan tener disponible los productos terminados sin defectos en el momento que se enfrente a cierta demanda.

4.2.4 Políticas de producción

Las políticas de producción en CARST se llevan a cabo mediante la creación de un plan maestro de producción, en el cual se define la cantidad de cada uno de los productos a producir, el tiempo estimado de la fecha de entrega y el tipo del producto,

además se lleva a cabo un flujo de información para el desarrollo de los planes de recursos de distribución, y los planes de requerimientos de materiales para cada una de las áreas productivas: Destilería, Añejamiento, Procesamiento y Envasado.

Los recursos de distribución se planean a través por de órdenes de producción en las que se especifica la disponibilidad de los productos y los niveles de inventarios determinados, así poder controlar los niveles de inventarios de productos terminados en los almacenes.

En CARST se evidencian dos tipos de estrategias de fabricación: la estrategia de empuje conocida en inglés como “push” y la estrategia de arrastre conocida en inglés como “pull”. La fabricación de tipo “push” consiste en fabricar el producto para almacenarlo hasta que sea requerido por el cliente; la fabricación de tipo “pull” se realiza contra pedido del cliente, pues se produce luego de saber lo que el cliente solicita.

Concretamente, la planeación en añejamiento se realiza mediante la estrategia de empuje “push” y se produce en grandes volúmenes de forma anticipada a lo que soliciten los clientes, tal y como sucede en las bodegas que se generan altos inventarios en los barriles y toneles, en el mismo sentido, en destilería al ser un proceso continuo, se produce de la forma “push”. En esta área se sobreestima la cantidad de alcohol requerida para añejar, se emplean más recursos e insumos, lo que genera gastos por excedente de inventarios, adquisición de barriles, y labores de almacenamiento.

La planeación en el área de envasado se realiza en función de lo que pide el cliente, se debe calcular el material que requerirá el pedido, los recursos a emplear. Se reacciona ante el pedido final del cliente, ya sea aumentando o disminuyendo los requerimientos de operación para producir sólo lo que se necesita para satisfacer la demanda y hacerlo sólo cuando sea necesario.

Las políticas de producción se visualizan como variables flexibles o inflexibles, si se ajustan al entorno y pueden ser modificadas son flexibles y pueden variar en cuanto a utilización de las máquinas, insumos de materia prima, ventas del producto terminado e

incluso flexibilidad significa que destilería y añejamiento cambien su esquema de trabajo de “push” a “pull” a fin de ofrecer lo que el cliente requiera); o si se establecen políticas de producción de forma tal que no permiten cambio alguno son inflexibles pues produciría lo que tienen planeado con antelación.

En el momento en que la empresa se enfrente a una demanda abrupta e inesperada, el amortiguar este efecto dependerá en parte de la flexibilidad respecto a las políticas de producción bajo las cuales se rija el proceso, también dependerá de si la capacidad instalada permite producir lo requerido, si la calidad del producto es la requerida por diseño y si las máquinas funcionan sin fallas.

CAPÍTULO V. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO REPRESENTATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE LA CADENA DE SUMINISTRO

5.1 Diseñar un modelo representativo del comportamiento de la cadena de suministro

Conocida la cadena de suministro a ser contemplada en el presente TEG e identificadas las variables influyentes en dicha cadena, se configuró el comportamiento de éstas variables mediante la creación de un semáforo, el cual fue un indicador para visualizar en qué estado se encontraban y a partir del mismo, relacionar mediante la teoría de juegos las estrategias que tiene la empresa frente a demandas abruptas del cliente (conocidas como efecto latigazo).

La metodología presentada por el Proyecto SCOTVAR para el diseño del modelo representativo del comportamiento de la cadena de suministro consistió en la aplicación de las fases que se desarrollan a continuación.

5.1.1 FASE I: Seleccionar las variables influyentes

Es la primera fase de la Metodología del Proyecto SCOTVAR y consiste en responder la pregunta: “¿esta variable puede ser un problema cuando aumenta o disminuye la demanda?”, si la respuesta es afirmativa entonces esa variable es influyente y debe considerarse en una siguiente fase porque es capaz de amortiguar el efecto latigazo.

Una de las metas del Proyecto SCOTVAR es proponer una metodología que puede ser aplicada a otras empresas manufactureras, de servicios, empresas grandes o pequeñas, en fin, cualquier empresa en la que se puedan identificar sus procesos, tal y como sucede actualmente, debido a que SCOTVAR además cuenta con otros trabajos especiales de grado (a la espera de ser presentados a la fecha) en los cuales se analizó una cadena de suministro enfocada en un producto, bien sea, su elaboración o distribución, específicamente: una empresa productora de mermelada, una empresa fabricante de cacao, una empresa distribuidora y un laboratorio fabricante de cilindros de concreto.

Es importante mencionar que esta primera fase se desarrolló en el capítulo IV.

5.1.2 FASE II: Determinar los escenarios

La fase II consistió en primer lugar, en considerar que cada una de las variables tiene varios tipos de desempeño dentro de la cadena, los cuales se agruparon en 3 niveles: alto, medio y leve. Y en segundo lugar, en crear un semáforo que agrupara estas variables.

Lo que significa que, una variable determinada está en un *nivel altamente crítico* (color rojo) cuando genera consecuencias negativas en la producción pudiendo llegar a detenerla, no es capaz de operar de acuerdo a lo esperado y requiere de mecanismos para su gestión, tales como: incorporación de una máquina en el caso de la capacidad instalada para aumentar el nivel de producción. Dentro de las consecuencias que puede generar: pérdidas de materia prima en el proceso por parada de equipos, mayor cantidad de horas de retrabajo, averías de quipos.

El *nivel medianamente crítico* (color amarillo) indica que el comportamiento de la variable es ajustado, cuando tiene un comportamiento ajustado, no genera consecuencias positivas ni negativas al proceso, pero si se comportara por debajo del funcionamiento esperado, generaría: mayores tiempos de parada, mayor cantidad de productos defectuosos, fallas en los equipos, horas extra del personal.

El *nivel levemente crítico* (color verde) cuando tiene un comportamiento cuyo impacto tiene consecuencias favorables, está trabajando a un nivel que beneficia la gestión bien sea en mayor producción, mejor servicio, y trabaja acorde a lo esperado, se dice que este nivel es aceptable y se puede trabajar con esa variable ampliamente, se considera que la variable trabaja de forma correcta según lo esperado.

A partir de estos niveles se generó el semáforo definido como un indicador que varía de acuerdo a las condiciones en que se encuentre cada color de las variables, y que representó un escenario, es decir, se tuvieron tantos semáforos como escenarios se presentaron bajo las restricciones de las “n” variables que influyen en el comportamiento

de la cadena de suministro así también como cada uno de sus tres posibles niveles (alto, medio y bajo), y el número exacto se obtuvo por medio de la siguiente Ecuación 1.

$$\text{Número de escenarios} = 3^n$$

Ecuación 1. Cálculo del número de escenarios

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente Figura 5 se muestra un semáforo que se adapta a “n” cantidad de variables, y a los distintos colores de niveles de las variables. Para obtener todas las combinaciones resultantes del cálculo del número de escenarios y sus respectivos colores se utilizó la hoja de cálculo llamada Excel, y el procedimiento se encuentra en anexos.

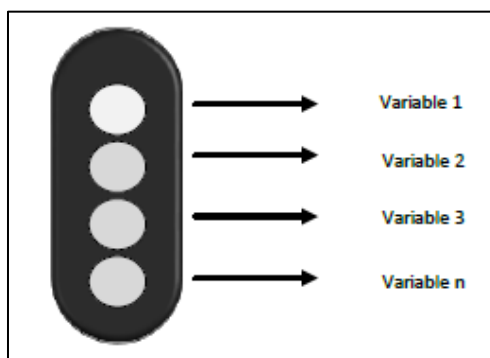


Figura 5. Representación de un escenario

Fuente: Elaboración propia

Los escenarios se distinguen por ser las alternativas de lo que puede suceder en un futuro respecto al comportamiento de las cuatro variables seleccionadas para la cadena de suministro contemplada en el presente TEG, a fin de centrar la elección de estrategias frente a una posible situación.

El análisis se centró en aquellos escenarios propensos a condicionar el desempeño de los eslabones del proceso productivo de una empresa, particularmente, los escenarios críticos, ya que son aquellos que debilitan la planificación de la cadena de suministro, y

es necesario concentrar los esfuerzos a solventar los problemas derivados de tales escenarios, pues colocan a la empresa en un estado de desventaja competitiva, disminuyendo su poder de actuación en el mercado.

Para realizar el análisis respectivo se utilizó la técnica Delphi que permitió seleccionar aquellos escenarios que condicionaban el desempeño de la empresa. En este sentido, se aplicó una encuesta a un panel conformado por cinco expertos conocedores de la cadena de suministro de CARST para la Bebida Espirituosa Seca Carta Roja, debido a que han trabajado de forma directa o indirectamente, han realizado estudios previos de la misma.

Esta reducción consistió entonces en presentarles primero las cuatro variables que influyen en el comportamiento de la cadena de suministro, y segundo los tres niveles de funcionamiento para cada una de ellas, para luego pedirles que seleccionaran en cuál o cuáles niveles se encontraba cada variable, finalmente el grupo coordinador analizó los resultados e identificó los niveles de criticidad más votados para cada variable y esos serían los escenarios a considerar.

Con esas respuestas iniciales se elaboraron los reactivos correspondientes a una nueva encuesta para que los expertos indicaran cuáles escenarios eran merecedores de un siguiente estudio (y se seleccionaron los primeros cuatro más votados), a fin de obtener un consenso en cuanto a sus opiniones y que se aproximen a la situación crítica real, posteriormente, se le dio inicio a la siguiente fase de la metodología SCOTVAR.

5.1.3 FASE III: Evaluar los escenarios mediante la Teoría de Juegos

Concretamente, en esta fase la realidad a modelar fue cada escenario obtenido en la fase II de la metodología SCOTVAR. Bajo cada escenario existe un juego entre la empresa y el cliente, ambos son jugadores capaces de tomar decisiones y buscan obtener una satisfacción determinada, que se traduce como el beneficio que le aporta cada decisión una vez que la han ejecutado.

Como lo menciona el autor Gorbaneff (2002) para el juego se deben definir reglas que le den estructura al mismo: si se trata de simular una situación que ocurre una vez o que ocurre en repetidas veces, pues para cada caso existe una forma de calcular la solución del juego; si las jugadas se realizan al mismo tiempo o el cliente juega primero y la empresa juega después, para cada caso cambia la forma de representación y la forma de hallar la solución, cuando las jugadas son simultáneas se representa por medio de una matriz y se soluciona por equilibrio de Nash o por el método de la eliminación iterativa de estrategias dominadas, y en el segundo caso por medio de un árbol, y se soluciona por equilibrio de Nash, equilibrio bayesiano de Nash, entre otros; y cuál es la información que conoce un jugador de las movidas del otro jugador, si columna conoce la última jugada de fila es un juego de información perfecta, pero si columna no sabe qué jugada realizó fila entonces es un juego de información imperfecta.

Los jugadores interactúan de forma estratégica, plantean llevar a cabo acciones que le otorguen el mayor beneficio posible.

Las estrategias del cliente crean lo que se conoce como efecto latigazo, cuando aumenta abruptamente su demanda al doble y cuando disminuyen su demanda a la mitad, lo que caracteriza al efecto latigazo es su aparición repentina como un impulso que llega a alterar las condiciones de funcionamiento de la empresa, a tal punto que se desconoce cuánto durará; en vista de este efecto, la empresa reaccionará creando estrategias que le permitan en la medida de lo posible disminuir este impacto, y actuará conforme a un conjunto de estrategias propuestas en el presente TEG, las cuales se obtuvieron al evaluar qué acciones podría tomar la empresa cuando está en un escenario condicionado por las variables.

Es importante mencionar que en esta fase, las estrategias de la empresa se seleccionaron para cada escenario obtenido en una fase anterior, y han sido propuestas, más no se presentan las estrategias reales de la empresa debido al carácter confidencial.

Se verifica además si es posible que la empresa y el cliente pueden negociar, en caso afirmativo se trata de un juego cooperativo, en caso contrario es un juego no cooperativo.

Finalmente, la aplicación de la teoría de juegos establece que a cada jugador le corresponde una utilidad (beneficio o pago) según la estrategia que jugaron, y para su obtención se empleó la técnica Delphi en una nueva iteración, por medio de esta técnica se entrevistaron a los expertos para obtener una aproximación acerca de qué elementos influyen en el beneficio de una empresa.

Conocidos los elementos que intervienen en el juego, se diseñó un modelo que se muestra a continuación en la Tabla 7 y es una herramienta utilizada para reflejar tanto el escenario como los jugadores.

Tabla 7. Modelo representativo del comportamiento de la cadena de suministro contemplada en el presente TEG

Escenario		Jugador 2: Empresa					
		Estrategia 1		Estrategia 2		Estrategia 3	
Jugador 1: Cliente	Estrategia 1	Pago del cliente	Pago de la empresa	Pago del cliente	Pago de la empresa	Pago del cliente	Pago de la empresa
	Estrategia 2	Pago del cliente	Pago de la empresa	Pago del cliente	Pago de la empresa	Pago del cliente	Pago de la empresa
	Estrategia 3	Pago del cliente	Pago de la empresa	Pago del cliente	Pago de la empresa	Pago del cliente	Pago de la empresa

Fuente: Elaboración propia

Elementos del modelo:

1. Escenario: en esta casilla se colocará el número del escenario que empleará cada juego.
2. Jugadores: El jugador 1 es el cliente, y se coloca del lado izquierdo de la matriz de juego, y se conoce como jugador fila. El jugador 2 es la empresa y se coloca en la parte superior de la matriz, y se conoce como jugador columna.
3. Estrategias del cliente: tiene tres estrategias acorde a sus compras, para este juego.

4. Estrategias de la empresa: si bien en el modelo se representan 3 estrategias. pueden ser más de 3 o menos de 3, todo dependerá del diseñador que aplique esta metodología. Una vez más se evidencia que esta metodología se adapta a cualquier situación.
5. Pagos: tanto el pago del cliente como el pago de la empresa se obtuvieron al aplicar una ecuación de utilidad creada en el presente TEG, y se mostrará en el siguiente apartado.

5.2 Analizar el comportamiento del modelo representativo frente a condiciones de efecto latigazo

5.2.1 FASE I: Explicación las variables influyentes

Concretamente, en el presente TEG las variables que influyen en el proceso productivo de CARST son las siguientes: Capacidad instalada, Filosofía de mantenimiento, Filosofía de control de calidad y Políticas de producción, su explicación se realizó previamente en el capítulo IV.

5.2.2 FASE II: Formulación de los escenarios

Cada semáforo funcionó como un sistema de cuatro colores según los niveles del comportamiento de cada variable, de forma tal que para la obtención exacta del número de escenarios se aplicó la Ecuación 1, y se obtuvieron 81 escenarios. Por medio de la hoja de cálculo llamada Excel se crearon estos escenarios, conformados por 4 variables y 3 niveles de cada una (altamente crítica, medianamente crítica y levemente crítica, y se abreviaron alto, medio y leve, respectivamente), los pasos de este procedimiento se encuentran en los anexos.

5.2.2.1 Reducción de los 81 escenarios

Se aplicó una entrevista a la persona encargada actualmente del manejo de la Cadena de Suministro de CARST, y se le preguntó lo siguiente:

De acuerdo a la investigación bibliográfica realizada, se llegó a la conclusión de que las cuatro variables influyentes en el comportamiento de la cadena de suministro son: Capacidad instalada, filosofía de mantenimiento, filosofía de control de calidad, y políticas de producción. Según su criterio y experiencia, ¿cuál de esas variables es la más crítica?

Su respuesta fue la siguiente:

En primer lugar el Mantenimiento: la falla de repuestos y la posibilidad de hacer un mantenimiento preventivo (por los altos costos de reposición) y la dificultad de mantener un inventario de repuestos adecuado hace vulnerable la capacidad de planta y puede ser el determinante en la afectación del suministro en caso de falla no prevista. En segundo lugar la Calidad: debido a la complejidad para obtener la materia prima que deriva en fallas de calidad en nuestros insumos que afectan la velocidad de línea e inclusive la integridad de los equipos. En tercer lugar las Políticas de producción: conocidas como políticas de inventario porque en esto se apoyan para servir al mercado de forma precisa. En cuarto lugar la Capacidad instalada: ya que actualmente triplica las necesidades del mercado.

(Ing. Paul Rico, Líder de la Unidad Estratégica de Cadena de Suministro. Mayo, 2016).

Conocida la situación actual, se procedió a utilizar la técnica Delphi para reducir el total de escenarios. En esta encuesta llamada “Primera Encuesta TEG – Rengel, Rivas: Criticidad de las variables” (presentada en Anexos) se detalló en primer lugar que el objetivo de la misma era conocer la opinión de cada experto desde el enfoque de que si tienen estas cuatro variables, qué tan críticas eran; en segundo lugar, se les detalló el significado de los tres posibles niveles que podían tomar cada una de ellas para que a partir de estos niveles, seleccionaran en cuál nivel se encontraba cada una.

Una vez obtenidas sus respuestas, el grupo coordinador reunió y totalizó los resultados, para obtener la siguiente Tabla 8 de resultados.

Tabla 8. Resultados porcentuales de la Primera Encuesta TEG

	La variable es altamente crítica	La variable es medianamente crítica	La variable es levemente crítica
Capacidad instalada	20%	20%	60%
Filosofía de mantenimiento	60%	40%	0%
Filosofía de control de calidad	20%	40%	40%
Políticas de producción	40%	40%	20%

Fuente: Elaboración propia

Las premisas para enfocarse en los escenarios fueron las siguientes:

- Para cada variable identificar los porcentajes más altos, y esos serán los escenarios que se consideraron.
- Para la variable: filosofía de mantenimiento, 3 de los 5 expertos consideraron que es una variable altamente crítica, el resto consideró que es una variable medianamente crítica, por lo cual se consideraron escenarios que contengan esta variable en un nivel alto y un nivel medio.
- Para la variable capacidad instalada, se obtuvo que el nivel con más votos fue que se encontrara en un nivel levemente crítico.
- Suponer escenarios en los que la variable políticas de producción se encontrara en un nivel altamente y medianamente crítico, ya que en ambos se obtuvo que 2 de los 5 expertos votaron a favor de cada nivel.
- Suponer los escenarios en los que la calidad se encontrara en niveles medianamente y levemente críticos, ya que 2 de los 5 expertos votaron a favor de cada nivel.

Luego de aplicar este procedimiento a las 81 combinaciones obtenidas en Excel, se logró reducir la cantidad de escenarios a ocho escenarios que se ajustaron a las características de la cadena de suministro, a continuación se ilustran en la Figura 6. Se destaca además que el orden de las premisas anteriores no alteró el hecho de llegar a los mismos 8 escenarios, gracias al hecho de obtener una base de datos completa de todas las combinaciones posibles de las variables.

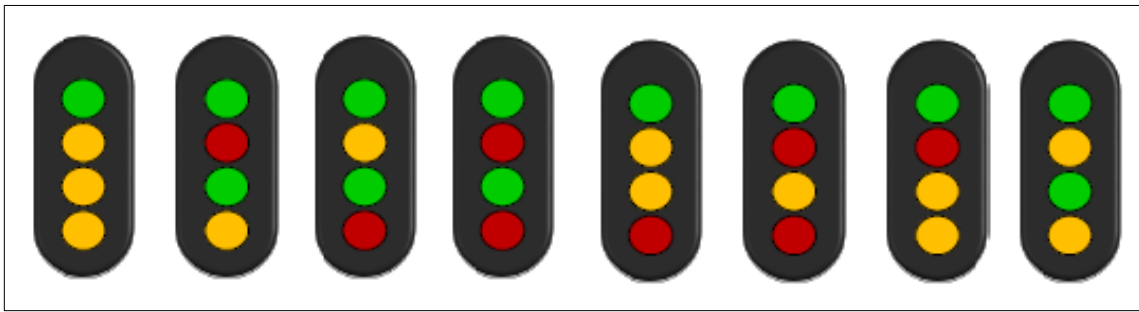


Figura 6. Ocho escenarios obtenidos luego de aplicar la técnica Delphi

Fuente: Elaboración propia

5.2.2.2 Reducción de los ocho escenarios

Con las respuestas iniciales obtenidas anteriormente, se obtuvieron ocho escenarios críticos, ahora, en esta segunda fase se deseó conocer la opinión de los expertos acerca de cuáles escenarios consideraban que requerían ser analizados por el grupo coordinador. Una de las características que distingue la técnica Delphi es su carácter iterativo, ya que los expertos emiten sus opiniones o respuestas en varias ocasiones a través de rondas consecutivas, lo que permite llegar a un consenso sobre los escenarios más críticos; esta técnica se caracteriza por el anonimato del grupo de expertos ya que ninguno conoce a quién corresponde una respuesta en particular lo que evita la influencia de una opinión sobre otra; además se distingue por la retroalimentación que mejora la calidad de las respuestas porque se le proporciona a cada experto información que, antes del proceso se encontraba bajo el conocimiento de uno sólo de los miembros del grupo (en este caso del líder de la unidad estratégica de cadena de suministro).

Se les presentó a los expertos cada uno de los 8 escenarios obtenidos, la llamada “Segunda Encuesta TEG – Escenarios” que se encuentra en Anexos, en la que se les pidió que seleccionaran sólo cuatro escenarios que les interesaría que fuesen desarrollados en una siguiente fase.

Los **cuatro** escenarios que tuvieron mayor porcentaje de votos se presentan en la siguiente Figura 7.



Figura 7. Escenarios finales para su estudio

Fuente: Elaboración propia

Sus características son las siguientes:

- **Escenario 1:** se caracteriza porque el volumen de producción es alto y se tienen altos niveles de producto terminado, la cantidad de producto terminado es mayor a la demanda del mercado, no existen restricciones para que los procesos se desenvuelvan según el diseño. El proceso se vería limitado en parte por el mantenimiento, la calidad y las políticas de producción, se tienen los almacenes llenos de producto terminado, si el mantenimiento no se realiza debidamente los equipos pueden disminuir su volumen de trabajo. La calidad no llega a ser un problema crítico aún. Las políticas de producción se mantienen y pueden presentar leves cambios en cuanto a contratación de personal, manejo de recursos, y destilería y añejamiento funcionan tipo “push” y envasado de la forma “pull”.
- **Escenario 2:** se tiene un volumen de producción por unidad de tiempo elevado, existe un alto nivel de inventario que se ve reflejado en altas cantidades de producto terminado. En cuanto al mantenimiento existen fallas en los equipos que manejan la mezcla, se requiere cambiarlos el mantenimiento debe ser correctivo o por subcontratación pues no hay disponibilidad de equipos. Los lotes de productos terminados no presentan fallas en empaques, etiquetas, botellas, y esta variable de calidad no genera procesos que detengan las actividades. Las políticas de producción son inflexibles, pues no se cambian, se seguirá trabajando con los mismos recursos, el

mismo personal y las órdenes de producción previamente establecidas permanecerán inalterables, destilería y añejamiento seguirán trabajando de la forma “push” y envasado de la forma “pull”.

- **Escenario 3:** existe un gran inventario de producto terminado en los almacenes, la filosofía de mantenimiento es crítica, falla algún equipo, no se tiene el inventario de reposición de partes de máquinas, se ha detenido la producción por fallas de mantenimiento de equipos. Si no se realiza un adecuado control de calidad en envasado, se generarán botellas que no cumplan con el nivel de llenado del líquido, etiquetas colocadas de forma incorrectas, tapas que son obsoletas y no pueden ser utilizadas. Las políticas de producción son inflexibles, no se permiten cambios en cuanto a los recursos, el personal y las órdenes de producción previamente establecidas permanecerán inalterables, destilería y añejamiento seguirán trabajando de la forma “push” y envasado de la forma “pull”.
- **Escenario 4:** existe una gran cantidad de inventario de producto terminado en los almacenes, el proceso se ve limitado por el mantenimiento y las políticas de producción. Aún no se han presentado fallas en los equipos, por lo cual se hablaría de llevar a cabo un mantenimiento preventivo. En cuanto a las políticas de producción, son medianamente flexibles, puede variar levemente la cantidad de recursos, personal, y las órdenes de producción previamente establecidas. En cuanto a calidad, en el área de envasado no existe inventario de materiales obsoletos, el producto terminado tiene adecuados niveles de alcohol en su interior, no hay desperdicios por tapas ni por botellas.

5.2.3 FASE III: Planeación de escenarios mediante la Teoría de Juegos

Jugador 1: Cliente. Es el jugador principal encargado de tomar una decisión sobre cuál estrategia usará antes que el segundo jugador. Tiene como objetivo satisfacer su demanda mediante la adquisición de un producto.

Jugador 2: Empresa. Es el agente secundario que lleva a cabo una estrategia en función de la decisión que toma el jugador 1. Su objetivo principal es maximizar su beneficio económico a través de la planeación de actividades productivas orientadas a satisfacer los requerimientos del cliente.

5.2.4 Reglas del juego

1. **Juego one shot:** es un juego en el cual el cliente y la empresa interactúan una sola vez, durante el juego los agentes no modifican sus jugadas.
2. **Juego dinámico:** las jugadas se realizan de manera secuencial, ya que los clientes eligen primero su estrategia y luego la empresa decide cuál acción toma a fin de responder a esa estrategia.
3. **Información imperfecta:** la empresa (jugador 2) observa la acción de su contrincante así conoce la estrategia (jugada) que utilizó, sin embargo, el cliente (jugador 1) toma su decisión sin saber cómo va a responder la empresa.
4. **Información incompleta:** el cliente no conoce la utilidad o el beneficio que recibirá la empresa, aunque la empresa, si es capaz de conocer la función de utilidad de los clientes.

5.2.5 Identificación de las estrategias

Se definen las estrategias como aquellos movimientos que puede realizar un jugador en el juego, el conjunto de estos movimientos es el espacio de estrategias puras para cada uno ellos. Estos movimientos dependerán del escenario que se esté estudiando.

Con base en el conocimiento de los procesos que se llevan a cabo en CARST para la elaboración de la BES Carta Roja, mediante la revisión bibliográfica, las encuestas y las entrevistas realizadas a los expertos se establecieron estrategias que pueden ser utilizadas por la empresa bajo cada escenario obtenido. Las estrategias son los planes de acción que lleva a cabo la empresa, se presentan en este apartado un conjunto de posibles acciones que le hacen frente a una situación determinada, se enfocan desde la perspectiva

de operaciones solamente a fin de representar una propuesta que disminuya la brecha entre la situación deseable de las actividades de producción y las existentes.

5.2.5.1 Jugador 1: Cliente

Sus estrategias son comprar el doble de lo esperado, igual a lo esperado y la mitad de lo esperado. Sus estrategias son equiprobables debido al carácter aleatorio que ellas presentan, y no existen razones suficientes para suponer que una estrategia se presente antes que las demás, por lo tanto ante un estado de incertidumbre es válido suponer que todos los eventos tienen la misma probabilidad de ocurrir, de acuerdo al criterio de Laplace. Sus estrategias serán las mismas para cada uno de los cuatro escenarios. En total se tendrán 3 estrategias del cliente, y se denotan con la letra C:

- **C1:** comprar el doble de lo esperado.
- **C2:** comprar igual a lo esperado.
- **C3:** comprar la mitad de lo esperado.

5.2.5.2 Jugador 2: Empresa

Si bien es cierto que la empresa tiene infinidad de estrategias para maximizar su utilidad o beneficio esperado de acuerdo a los aspectos de mercadeo, costos, inversiones, productividad, investigación y desarrollo, en el presente TEG se llevó a cabo un procedimiento que permitió la obtención de estrategias posibles a ser aplicadas por la empresa. Sus estrategias son equiprobables porque la empresa reacciona ante lo que hace el cliente, y a priori no existe alguna razón suficiente para suponer que una estrategia predomina sobre las demás debido al carácter aleatorio de las mismas, como lo enuncia el criterio de Laplace. Sus estrategias se denotan con la letra E.

Estrategias para el escenario 1:

- **E1:** Vender el doble de lo planificado (gastos de inventario, compra de materia prima, insumos de envasado).

- **E2:** Dimensionar la capacidad del almacén en añejamiento al doble de la original para colocar los inventarios de producto terminado (gastos de contratación de personal, maquinaria).
- **E3:** Realizar un mantenimiento preventivo programado a los equipos en la recepción de materia prima (gastos de compra de repuestos, gastos de personal).

Estrategias para el escenario 2:

- **E4:** Subcontratar una empresa que realice el mantenimiento a los equipos de envasado (gastos de personal, gastos de compra de equipos).
- **E5:** Vender la mitad de lo que está almacenado (gastos de almacén, personal).
- **E6:** Producir justo a tiempo en envasado (los gastos de almacén se reducen).

Estrategias para el escenario 3:

- **E7:** Subcontratar una empresa que realice el mantenimiento (gastos de personal, gastos de compra de equipos).
- **E8:** Asignar personal de la empresa para controlar la calidad en el envasado (gastos de personal).
- **E9:** Vender en pequeños lotes el producto terminado (gastos de inventario, personal).

Estrategias para el escenario 4:

- **E10:** Realizar un mantenimiento preventivo programado de los equipos en la recepción de materia prima (gastos de compra de repuestos, gastos de personal).
- **E11:** Destilería y Añejamiento trabajen de forma “pull” (gastos de personal, mayor gasto de materia prima porque dejo de aprovechar los insumos).
- **E12:** Vender en grandes lotes el producto terminado (gastos inventario, personal).

5.2.6 Negociación

Se está en presencia de un juego no cooperativo: en este caso los jugadores eligen sus estrategias de forma independiente, sin llegar a un acuerdo previo sobre las mismas.

5.2.7 Pagos o beneficios

El juego diseñado es de tipo: suma no cero, ya que la ganancia de un jugador no implica necesariamente la pérdida de la parte contraria, por lo tanto la suma de sus pagos es distinta de cero.

Hacer referencia al pago significa determinar cuál es el beneficio que tiene cada jugador una vez que hayan jugado. En general el pago se expresa en términos de ingresos monetarios, sin embargo, en el presente Trabajo Especial de Grado, la función de pago o utilidad vino dada por una medida numérica de la satisfacción.

Pago de la empresa: su beneficio se reflejó en el grado de satisfacción que tiene la empresa una vez que decide una estrategia dependiendo de lo que el cliente le ha demandado. Este grado de satisfacción no se mide en unidades monetarias, sino por la oportunidad de venta y en consecuencia de la oportunidad de mercado que puede obtener una vez que el cliente le ha demandado un producto, es decir, la empresa tiene una mayor oportunidad de venta cuando al vender su producto puede generar mayores ingresos (oportunidad de venta), por ende, una mayor participación en el mercado y una ventaja frente a sus competidores (oportunidad de mercado).

Se aplicó la técnica Delphi, mediante una entrevista a los expertos en la cual se les preguntó con base a qué elementos tendrían una determinada satisfacción al llevar a cabo una estrategia una vez que el cliente aumentó su demanda el doble de lo esperado, mantuvo su demanda o redujo su demanda a la mitad de lo esperado.

Recopiladas las opiniones de los expertos se obtuvo que la satisfacción de la empresa se expresa en términos de oportunidad de venta y en oportunidad de mercado, sin embargo, el grupo coordinador decidió crear una escala en función de la oportunidad de

venta ya que la misma abarca tanto los ingresos esperados por las ventas, como la participación de la empresa en el mercado.

Para representar esta oportunidad de venta (satisfacción) se creó la siguiente escala como se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9. Escala de satisfacción para determinar el pago de la empresa

Calificación	Nivel de satisfacción
10	Extremadamente insatisfecho
20	Insatisfecho
30	Neutro
40	Satisfecho
50	Extremadamente satisfecho

Fuente: Elaboración propia

Y el significado de cada nivel de satisfacción es el siguiente:

- **Extremadamente satisfecho** significa que la empresa recibe ingresos de dinero muy por encima de lo esperado por concepto de ventas pues es capaz de entregar el mayor porcentaje de producto demandado, y por ende, se posiciona frente a las demás empresas pues tiene una mayor participación en el mercado.
- **Satisfecho** significa que la empresa recibe ingresos de dinero mayores a lo esperado por concepto de ventas y es capaz de entregar el mismo porcentaje de producto demandado.
- **Neutro** significa que la empresa recibe ingresos de dinero igual a lo planificado debidos a las ventas, y es capaz de entregar el porcentaje de producto demandado normalmente, puede deberse a que la empresa al llevar a cabo una determinada estrategia incurre en costos que a la larga serán favorables para la producción y eventualmente, se fortalecerá la planta o los almacenes, por ejemplo.
- **Insatisfecho** significa que la empresa no tiene ingresos por concepto de ventas, ya que son menores que las planificadas. Y debido a determinada estrategia se entrega el menor porcentaje de producto terminado al cliente.

- **Extremadamente insatisfecho** significa que la empresa tiene menores ingresos de dinero, muy por debajo de lo planificado, pues las ventas son reducidas ya que con determinada estrategia no se puede cubrir la demanda, y su participación en el mercado es menor respecto a otras empresas.

Para definir el pago de la empresa se creó una **función de utilidad de la empresa** como se muestra en la Ecuación 2, que relaciona dos conceptos importantes: el nivel de satisfacción que se mencionó previamente, y los costos que se detallan posteriormente.

$$\begin{aligned} & \textit{Función de utilidad de la empresa} \\ &= (\textit{Nivel de satisfacción de la empresa} - \textit{costos}) * 0.33 \end{aligned}$$

Ecuación 2. Cálculo de la utilidad (pago) de la empresa

Fuente: Elaboración propia

Esta función consistió en cuantificar el grado de satisfacción respecto a la oportunidad de venta (que le genera cierta estrategia en respuesta a lo que el cliente demanda) y restarle los costos asociados a una determinada estrategia, esta resta se multiplicó por la probabilidad de cada una de las estrategias correspondiente al valor de “0.33” debido al carácter equiprobable de las mismas.

Una de las ventajas de la teoría de juegos es que permite modelar la realidad y analiza problemas de interacción pudiendo representar casi cualquier situación, por tales motivos se diseñó una escala de costos a fin de englobar aquellos que se asocian a determinada estrategia y generar un número representativo de los mismos, permitiendo una simplificación en cuanto a los cálculos en el juego.

En la Tabla 10 se muestra la escala de los costos asociados a las estrategias de la empresa.

Tabla 10. Escala de costos asociados a las estrategias de la empresa para determinar el pago de la empresa

Calificación	Tipo de costos
10	Bajos
20	Medios
30	Altos

Fuente: Elaboración propia

Y el significado de cada tipo de costos es el siguiente:

- **Bajos**: son aquellos costos menores a los que se generan normalmente en el ciclo productivo, y se deben a la baja de precios de los proveedores, o a la disminución de los costos asociados al inventario, reducción de personal, entre otros.
- **Medios**: son aquellos costos que se generan normalmente en el proceso productivo, como lo son: los de fabricación, compra de insumos de envasado, compra de materia prima, compra de repuestos, costos asociados al pago de horas extras del personal, costos de almacén.
- **Altos**: son aquellos costos adicionales a lo que generalmente se contempla, pues son imprevistos cuando por ejemplo falla algún equipo y debe comprarse uno nuevo o contratar una empresa que realice el mantenimiento de dicho equipo porque en la empresa no se cuentan con las herramientas o el personal calificado para ello.

Pago del cliente: se generó una función de utilidad del cliente a fin de cuantificar el grado de satisfacción del cliente. Es importante resaltar que este grado de satisfacción viene dado por las siguientes premisas:

- “Si el cliente aumenta su demanda el doble, la empresa es capaz de suplir esa demanda mediante la estrategia que seleccionó?”
- “Si el cliente compra igual a lo esperado, la empresa es capaz de suplir esa demanda mediante la estrategia que seleccionó?”
- “Si el cliente disminuye su demanda a la mitad, la empresa es capaz de suplir esa demanda mediante la estrategia que seleccionó?”

Analizadas las premisas anteriores, se generó la siguiente escala que sintetiza los niveles de satisfacción del cliente, de acuerdo a la Tabla 11. Y nuevamente, las estrategias de la empresa estuvieron sujetas al escenario estudiado.

Tabla 11. Escala de satisfacción del cliente

Calificación	Nivel de satisfacción
5	Insatisfecho
10	Satisfecho
15	Extremadamente satisfecho

Fuente: Elaboración propia

Y el significado de nivel de satisfacción del cliente es el siguiente:

- **Insatisfecho:** un cliente estará insatisfecho si con determinada estrategia de la empresa, ésta no es capaz de entregarle la cantidad que tiene como expectativa., tal que su satisfacción es menor que su expectativa.
- **Satisfecho:** ocurre cuando la empresa si es capaz de satisfacer la demanda del cliente mediante una determinada estrategia en respuesta al pedido, tal que su expectativa es igual a la satisfacción que puede tener cuando compra.
- **Extremadamente satisfecho:** ocurre cuando las acciones de la empresa superan las expectativas del cliente, tal que su satisfacción es mayor que su expectativa.

En la siguiente ecuación se presenta la función de utilidad del cliente.

$$\text{Función de utilidad del cliente} = \text{Nivel de satisfacción del cliente} * 0.33$$

Ecuación 3. Cálculo de la utilidad (pago) del cliente

Fuente: Elaboración propia

Obtenido el nivel de satisfacción del cliente, se multiplicó por la probabilidad de cada una de las estrategias correspondiente al valor de “0.33”, debido al carácter equiprobable de dichas estrategias.

5.2.8 Resolución del modelo

El juego se definió como un juego dinámico con información incompleta e imperfecta por lo cual el método de resolución es a través de un árbol de decisión como se plantean los juegos perfectos bayesianos de Nash.

En el Diagrama 1 mostrado, el cliente toma la decisión en un primer momento y se representa como el punto de partida o raíz del árbol, y en respuesta a esa decisión, se tienen las estrategias de la empresa (ramas finales). En este caso particular, cada uno de los nodos de decisión contiene el mismo número de estrategias, sin embargo, la escogencia del número de estrategias del jugador 2 (empresa) dependerá del diseñador. Por medio de este árbol de expansión se identifica que el cliente juega de primero y la empresa de segunda. Se dice que el equilibrio se alcanza cuando se obtiene la mayor utilidad posible para ambos jugadores.

Se definieron cuatro escenarios luego de aplicar el método Delphi en su segunda fase, a cada escenario le corresponde un diagrama de expansión similar al anterior y tanto las probabilidades de las estrategias del cliente como las probabilidades de las estrategias de la empresa son equiprobables e iguales para todos los escenarios (presentados en Anexos), lo que varía entre un escenario y otro son los pagos de cada jugador.

De acuerdo al autor Christian Julmi (2012) todo juego secuencial puede ser modelado como un juego simultáneo y todo subjuego de equilibrio perfecto (teorema de equilibrio perfecto bayesiano de Nash) puede ser representado como un equilibrio de Nash, por lo cual se empleará el modelo representativo del comportamiento de la cadena de suministro como una matriz.

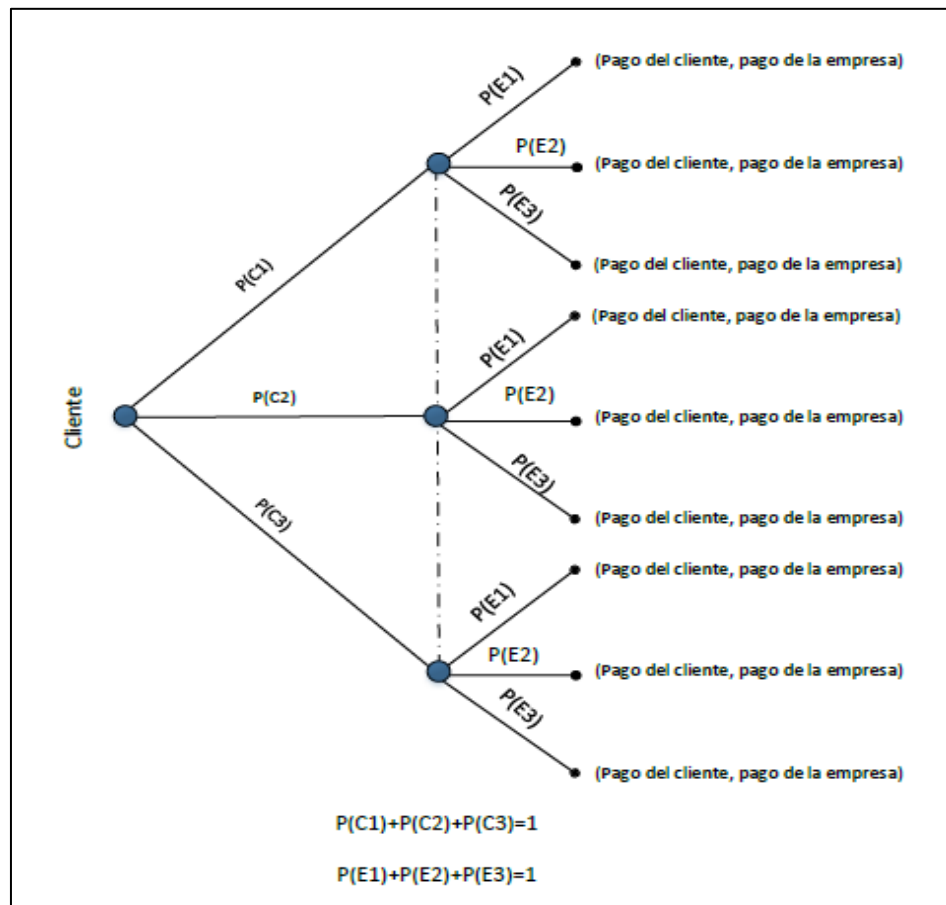


Diagrama 1. Árbol de expansión o decisión

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente se presenta **la matriz de juego del cliente y la empresa para cada escenario**, y para cada una se calcularon los valores esperados de los pagos mediante la respectiva función de utilidad de los jugadores.

Tabla 12. Matriz de juego del cliente y la empresa para el escenario 1

Escenario 1		Jugador 2: Empresa					
		Estrategia 1 (E1)		Estrategia 2 (E2)		Estrategia 3 (E3)	
Jugador 1: Cliente	Estrategia 1 (C1)	3,3	6,6	4,95	6,6	4,95	9,9
	Estrategia 2 (C2)	4,95	-3,3	4,95	0	4,95	3,3
	Estrategia 3 (C3)	4,95	-6,6	4,95	-6,6	3,3	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Matriz de juego del cliente y la empresa para el escenario 2

Escenario 2		Jugador 2: Empresa					
		Estrategia 4 (E4)		Estrategia 5 (E5)		Estrategia 6 (E6)	
Jugador 1: Cliente	Estrategia 1 (C1)	4,95	6,6	1,65	-3,3	3,3	13,2
	Estrategia 2 (C2)	3,3	0	1,65	0	3,3	9,9
	Estrategia 3 (C3)	3,3	-6,6	3,3	9,9	3,3	3,3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Matriz de juego del cliente y la empresa para el escenario 3

Escenario 3		Jugador 2: Empresa					
		Estrategia 7 (E7)		Estrategia 8 (E8)		Estrategia 9 (E9)	
Jugador 1: Cliente	Estrategia 1 (C1)	4,95	6,6	4,95	9,9	1,65	-6,6
	Estrategia 2 (C2)	3,3	0	4,95	0	1,65	-6,6
	Estrategia 3 (C3)	1,65	-6,6	4,95	-3,3	3,3	-3,3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Matriz de juego del cliente y la empresa para el escenario 4

Escenario 4		Jugador 2: Empresa					
		Estrategia 10 (E10)		Estrategia 11 (E11)		Estrategia 12 (E12)	
Jugador 1: Cliente	Estrategia 1 (C1)	4,95	9,9	4,95	6,6	4,95	9,9
	Estrategia 2 (C2)	3,3	3,3	3,3	0	4,95	6,6
	Estrategia 3 (C3)	1,65	0	1,65	-6,6	4,95	0

Fuente: Elaboración propia

5.2.9 Ejemplos de cálculos y análisis

Se exponen a continuación los cálculos y análisis correspondientes al Escenario 1:

Pago del cliente:

Su pago viene dado cuando se analiza si el cliente puede satisfacer su demanda de “comprar el doble de lo esperado” cuando la empresa decide “vender el doble de lo

planificado”, bajo esas circunstancias el cliente estaría satisfecho porque la empresa le vende lo suficiente para cubrir sus expectativas, y el pago será:

$$\text{Función de utilidad del cliente} = 10 * 0.33 = 3.33$$

Pago de la empresa:

Su pago resulta de analizar qué tan beneficioso es para la empresa si decide “vender el doble de lo planificado” y el cliente decide “comprar el doble de lo esperado”, bajo estas premisas la empresa estará extremadamente satisfecha, pero los gastos asociados a esta estrategia son mayores a los que regularmente se manejan. Por lo tanto el cálculo del pago se realizó como sigue:

$$\text{Función de utilidad de la empresa} = (50 - 30) * 0.33 = 6.6$$

CAPÍTULO VI. DETERMINACIÓN DE ESTRATEGIAS QUE AMORTIGÜEN EL IMPACTO DE UN EFECTO LATIGAZO

6.1 Determinar el conjunto de estrategias que amortigüen el efecto latigazo en la cadena de suministro contemplada

En este apartado se utilizó el criterio de estrategias dominadas para hallar la solución del juego, este indicador es capaz de resolver aquellos juegos que se representan por medio de una matriz.

Cualquier jugador racional nunca jugará una estrategia dominada pues la misma le otorga un beneficio menor con respecto al beneficio que le puede otorgar otra estrategia mejor. En particular lo hará independientemente de la información que tenga o suponga acerca de cómo van a jugar el otro jugador, incluso, este conocimiento puede ser limitado.

En primer lugar se aplicó el criterio de estrategias dominadas, se dice que una estrategia es dominada para el jugador 1 si haga lo que haga el jugador 2, el pago para el jugador 1 con la estrategia 1 (por ejemplo) es siempre mayor que el que se obtendría con la estrategia 2, por lo tanto, se puede quitar esa estrategia del juego y quedar con las restantes.

Si bien el método de estrategias dominadas permitió eliminar estrategias del jugador 1 (fila) o eliminar estrategias del jugador 2 (columna) o ambas, en algunos casos ocurrió que no se había llegado a una solución todavía, y para lo cual se requirió del equilibrio de Nash, es un perfil de estrategias del que ningún jugador desearía desviarse, tal que se ha alcanzado el mejor resultado posible para ambos jugadores, es decir, la mayor ganancia posible para los dos jugadores.

6.1.1 Estrategias que amortiguaron el efecto latigazo para el escenario 1

Para el jugador 1 se compararon las filas y no se encontró alguna estrategia dominada ya que los pagos de sus estrategias para cada casilla de la matriz resultaron ser iguales o muy parecidos, por lo tanto no se eliminaron sus estrategias.

Para el jugador 2 se compararon las columnas y en primer lugar la estrategia 3 (E3) tuvo un pago mayor que el de la estrategia 1 (E1), además el pago de E2 fue mayor que el pago que recibiría la empresa si jugara la estrategia 1 (E1), como consecuencia, se dice que E1 está dominada por las otras dos estrategias, y se procede a su eliminación porque la empresa no jugará esa estrategia pues le otorgó el menor pago posible respecto a las demás. Como se redujo la matriz de juego, se analizaron las estrategias del jugador 1 (C1, C2 y C3) y las estrategias del jugador 2: E2 y E3.

Para el jugador 1 se compararon las filas y se encontró que tanto los pagos de la estrategia C1 como los pagos de la estrategia C2 eran iguales, e incluso mayores que los de la estrategia C3, encontrándose ésta última dominada por C1 y C2, por lo que se eliminó. Se redujo la matriz de juego a las estrategias: C1 y C2, y E2 y E3.

Para el jugador 2 se compararon las columnas de las estrategias E2 y E3, y se obtuvo que el pago para la columna de la E3 fue mayor que el pago obtenido con la estrategia E2, y se eliminó esta última.

Se redujo la matriz de juego, y para el jugador 1 no se obtuvo una estrategia dominada por otra, por lo cual se encontró un doble equilibrio. Se ha llegado el punto en el que el método de estrategias dominadas no puede seguirse aplicando, por lo cual se recurre a encontrar cuál estrategia es un equilibrio de Nash. En este caso, si el cliente decide jugar la estrategia C1, el pago de la empresa es mayor que el pago obtenido cuando el cliente decide jugar la estrategia C2, de acuerdo a esto, el equilibrio de Nash es la estrategia que le otorga mayores beneficios a ambos jugadores: cuando el cliente compra el doble de lo esperado y en respuesta a ello, la estrategia que debe aplicar la empresa es realizar un mantenimiento preventivo programado a los equipos en la recepción de materia prima (estrategias C1 y E3 respectivamente).

6.1.2 Estrategias que amortiguaron el efecto latigazo para el escenario 2

Para el jugador 1 se compararon las filas, y se encontró que la estrategia C2 estuvo dominada por la estrategia C1, a su vez, la estrategia C2 estuvo dominada por la estrategia C3, por lo cual se eliminó la estrategia C2.

Para el jugador 2 se compararon las columnas, y se observó que la estrategia E6 tuvo los mayores pagos, al comparar esta estrategia con la E4, por lo cual se eliminó esta última estrategia.

La matriz de juego ha quedado reducida en las estrategias: C1 y C3, y E5 y E6, y es necesario aplicar otra herramienta para encontrar la solución, por ende se empleó el equilibrio de Nash. Por medio de este equilibrio se obtuvo que la estrategia que amortigua el efecto latigazo cuando el cliente compra el doble de lo esperado, y que le da mayor beneficio a la empresa es producir justo a tiempo en envasado, es decir, la estrategia C1 para el cliente y la estrategia E6 para la empresa.

6.1.3 Estrategias que amortiguaron el efecto latigazo para el escenario 3

Para el jugador 1 se compararon las filas, es decir, las tres estrategias del cliente pero no se pudo eliminar alguna estrategia pues ninguna estuvo dominada por otra. Por lo cual se procedió a analizar las estrategias del jugador 2.

Para el jugador 2 se compararon las columnas, y se observó que la estrategia E8 tuvo mayores pagos que las estrategias: E7 y E9, por lo cual la estrategia E8 es dominante, y se eliminó la estrategia E9 por tener los menores pagos posibles.

Para el jugador 1 se compararon las filas, y se obtuvo que la estrategia C3 estuvo dominada tanto por la estrategia C1 como por la estrategia C2, por lo cual se eliminó, fue la estrategia que tuvo los menores pagos, y el cliente nunca jugará una estrategia de este tipo.

Para el jugador 2 se compararon las columnas, y la estrategia E7 estuvo dominada por la estrategia E8 puesto que arrojó el menor pago y se eliminó. Se empleó el equilibrio de Nash para comparar las estrategias restantes, y si el cliente opta por comprar el doble de lo esperado la empresa obtuvo un beneficio mayor, que si el cliente hubiese comprado igual a lo esperado, por lo tanto, se dice que el equilibrio de Nash vino dado cuando el cliente compra el doble de lo esperado, y la empresa puede amortiguar este efecto latigazo, cuando asigne personal de la empresa para controlar la calidad en el envasado, obteniendo así el mayor beneficio posible para ambos jugadores (la estrategia C1 y la estrategia E8, respectivamente).

6.1.4 Estrategias que amortiguaron el efecto latigazo para el escenario 4

Para el jugador 1 se compararon filas: la estrategia C3 estuvo dominada tanto por la estrategia C1, como por la estrategia C2, por lo cual se eliminó.

Para el jugador 2 se compararon las columnas: y la estrategia E11 estuvo dominada tanto por la estrategia E10 como por la estrategia E12, por lo tanto se eliminó.

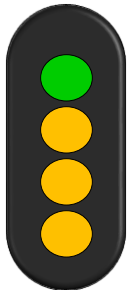
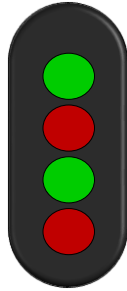
La matriz de juego se redujo a las estrategias C1 y C2, y las estrategias E10 y E12, se utilizó el equilibrio de Nash para identificar las estrategias que otorguen el mayor beneficio para ambos jugadores, y se obtuvieron dos equilibrios:

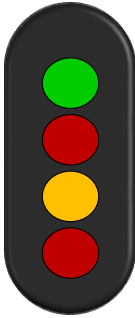
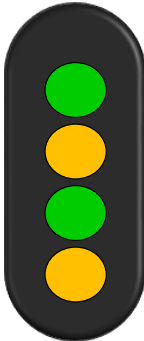
- La primera solución del juego cuando el cliente compra el doble de lo esperado es que la empresa realice un mantenimiento preventivo a los equipos ubicados en la recepción de la materia prima (estrategias C1 y E10, respectivamente).
- La segunda solución del juego cuando el cliente compra el doble de lo esperado es que la empresa venda en grandes lotes el producto terminado (estrategias C1 y E12, respectivamente).

A continuación se presenta el diseño de un tablero de control en la Tabla 16 que contiene de forma resumida las estrategias que debe llevar a cabo la empresa para amortiguar el efecto latigazo, según cada escenario en el que se encuentre la capacidad

instalada, la filosofía de mantenimiento, la filosofía de control de calidad y las políticas de producción. Se recomienda hacer uso de la metodología de tres fases propuesta para su análisis.

Tabla 16. Tablero de Control para CARST

ESCENARIO	RESTRICCIONES	ACCIONES
Si se enfrenta al escenario: 	El cliente le compra el doble de lo esperado	Realizar un mantenimiento preventivo a los equipos ubicados en la recepción de materia prima
Si se enfrenta al escenario: 	El cliente le compra el doble de lo esperado	Producir justo a tiempo en envasado

Si se enfrenta al escenario: 	El cliente le compra el doble de lo esperado	Asigne personal de la empresa para controlar la calidad en el envasado
Si se enfrenta al escenario 	El cliente le compra el doble de lo esperado	-Realice un mantenimiento preventivo a los equipos ubicados en la recepción de la materia prima -Venda en grandes lotes el producto terminado

Fuente: Elaboración propia

6.2 Valorar el impacto estimado del conjunto estrategias seleccionadas

- Realizar un mantenimiento preventivo programado en los equipos de recepción de materia prima

Esta estrategia permite administrar actividades programadas orientadas a alcanzar una mayor disponibilidad de funcionamiento de cada equipo, por tanto, que si se llegase a presentar una falla de alguno, la falta de su repuesto, o no se realicen las inspecciones periódicas y la detección de una falla a futuro, entonces, la empresa podría perder margen de mercado ya que en el tiempo que pudiese dejar de satisfacer las necesidades de sus clientes debido al tiempo de inactividad productiva. Ahora bien, si existe un mantenimiento preventivo programado en dichos equipos, se conservan los bienes

productivos en condiciones preestablecidas de operación, lo que genera un menor tiempo de paradas debidas a los equipos. El valor nominal del flujo de las bombas ubicadas al final del tanque pulmón R-201, resultó ser mayor que el flujo real, es decir que las bombas podrían suministrar una mayor cantidad de melaza en este proceso, pero esto no sucede porque se deja de suministrar mayor cantidad de la materia prima. Si bien es cierto, que llevar a cabo esta estrategia requiere una inversión, este costo resultó ser menor que el obtenido con cada una de las estrategias restantes; en este sentido, si se detecta una falla a tiempo, el equipo se puede detener, se corrige su falla, generará mayores productos de calidad y el equipo sigue su plan de operación, en cambio, si por ejemplo se requiere subcontratar a una empresa para realizar el mantenimiento, la inversión aumentaría pues sería invertir en mano de obra, recursos, y esperar a arreglar la falla.

- Producir justo a tiempo en envasado

Emplear esta estrategia significa proporcionarle al cliente el producto que desea, en el momento preciso y en la cantidad requerida, reduciendo los niveles de inventario (y los gastos de inventario asociados), la cantidad de mano de obra requerida (y los gastos de personal asociados). A mayores compras el beneficio económico de la empresa es mayor puesto que los costos asociados con el producir justo a tiempo son bajos. Además los plazos de entrega disminuirían ya que la empresa sería capaz de reaccionar al pedido, se establecen planes de producción enfocados en lo que requiera el cliente.

El hecho de producir justo a tiempo en envasado hace posible que las máquinas operen acorde al nivel de calidad esperado puesto que es una de los principios de esta filosofía, y si se llegase a implantar las pérdidas por productos obsoletos disminuirían, se aprovecharían las botellas, tapas y empaques, reduciendo los desperdicios.

- Asignar personal de la empresa para controlar la calidad en el envasado

Aplicar esta estrategia es útil porque se identifican los procesos que limitan el desenvolvimiento de las etapas previas, y se verifican si cumplen o no con los criterios y procedimientos establecidos. El área de envasado se compone del embotellado, etiquetado

y empaquetado para el producto terminado, es sumamente importante que estas tres actividades se lleven a cabo de acuerdo a lo establecido por la Cámara de la Industria Venezolana de Bebidas Alcohólicas (CIVEA), a fin de establecer mecanismos estrictos de control de calidad que aseguren que el producto entregado al cliente sea apto para su consumo.

Si se asigna personal con conocimientos amplios en los requerimientos de envasado se crea un departamento responsable de velar por la inspección y prueba de actividades orientadas a disminuir los costos asociados a las pérdidas por rotura de material, empaques dañados, el nivel de líquido cuando no cumple con lo requerido y debe eliminarse pues constituye un desperdicio, entonces este grupo de personas identifican cuáles procesos cumplen con lo diseñado antes de que el producto llegue a manos del cliente.

- Vender en grandes lotes el producto terminado

En el momento en que una empresa es capaz de vender en grandes lotes su producto terminado, puede manejar una mayor porción de mercado en la medida que establezca relaciones perdurables en el tiempo con sus distribuidores. Se trata de aprovechar los rones que han cumplido con el añejamiento y pueden formar parte de las ventas de la empresa, pues se alinean los procesos productivos bien sea aprovechando las mezclas que se tienen, los inventarios de producto terminado y las cantidades de alcohol producidas por cada ciclo. Esta estrategia le permite a la empresa posicionarse aún más en el mercado, captar más clientes y generar ingresos por concepto de ventas.

CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La investigación realizada en el presente Trabajo Especial de Grado dio como resultado las siguientes conclusiones:

7.1 CONCLUSIONES

Se propuso una metodología para lograr cumplir con el objetivo general de diseñar un sistema de toma de decisiones que amortigüe el impacto de un efecto látigo, en la cadena de suministro de una compañía fabricante de bebidas alcohólicas, que conllevó el desarrollo de los objetivos específicos, en primer lugar se requirió de un conocimiento de los procesos productivos de la empresa, se utilizaron variables acorde a los mismos que permitieron la creación de escenarios y la planeación a partir de los mismos; una vez definidos los escenarios se aplicó la teoría de juegos a fin de generar un modelado de la toma de decisiones entre la empresa y el cliente, por último se identificaron las estrategias que permitieron amortiguar el efecto látigo.

Se caracterizó la cadena de suministro de la empresa a fin de documentar los procesos llamados cuellos de botella que limitan el desenvolvimiento continuo, a partir de los cuales se determinaron las variables que influyen en estos procesos de transformación de la materia prima, y por medio de las encuestas y entrevistas realizadas se centró el estudio de las mismas.

A través de esta metodología propuesta se pretende crear un mecanismo útil para la empresa, la cual podrá ajustarla según los datos históricos que posea, e incluso podrá manejar las ecuaciones de utilidad de la empresa acorde con los parámetros en los que desee hacer un estudio exhaustivo.

La metodología SCOTVAR le permite al diseñador la planeación por escenarios para que se logren establecer medidas en pro de disminuir los efectos críticos de alguna variable y de promover el desenvolvimiento esperado de la misma.

El modelo diseñado es una estructura de toma de decisiones y logró contemplar conceptos que generalmente han estado aislados, además es dinámico ya que varía acorde a las condiciones del entorno.

7.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda respetar la metodología SCOTVAR para obtener soluciones ajustadas a las características de una empresa, ya que a partir del conocimiento de las mismas se desarrollan todas las etapas de la investigación.

Es importante mencionar que las variables que influyen en el presente TEG han sido previamente identificadas, modeladas y validadas por el Proyecto Ven-ProBe, al lector interesado en llevar a cabo esta primera fase, se le recomienda hacer uso de estas variables, o identificar, modelar, y validar unas nuevas variables acordes con los procesos de interés.

La metodología SCOTVAR se presentó como una herramienta de modelado que integró conocimientos de planificación estratégica por medio de la teoría de juegos, se caracterizó por ser adaptable a situaciones en las que intervienen la toma de decisiones, y para el juego entre la empresa y el cliente se recomienda utilizar datos históricos que posea la empresa en cuanto a las probabilidades de ocurrencia de las estrategias, así como de las estrategias reales.

El juego se formuló según la información que cada jugador tenía disponible en cuanto a las jugadas (información imperfecta) y los pagos (información incompleta), sin embargo, esta formulación puede variar dependiendo del caso de estudio, por lo cual, se recomienda que si existe alguna opción de reformular el juego, estudie y proponga uno nuevo, ya que no cambia el marco metodológico, pero si la formulación matemática.

Se recomienda que para el cálculo de la utilidad de la empresa se utilicen elementos involucrados en la satisfacción de la misma, obtenidos mediante datos históricos o estudios económicos, de mercadeo, del grado de utilización de la capacidad instalada, entre otros.

BIBLIOGRAFÍA

- Alexandre, A. C. (2010). Estudio y propuestas de mejoras para la redistribución de los almacenes en el área de distribución. *Informe de pasantía*. Sartenejas: Universidad Simón Bolívar.
- Arias, F. (2006). El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica. Caracas: Editorial Episteme C.A.
- Barrios, M. (2006). *Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales*. Caracas: UPEL.
- Chacón, J., & Nieves, C. (Mayo de 2015). 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. *Trabajo Especial de Grado*. Caracas: Universidad Católica Andrés Bello.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2008). *Administración de la Cadena de Suministro*. México: PEARSON Education.
- Díaz, R., & Sosa, M. G. (Mayo de 2004). 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. *Trabajo Especial de Grado*. Caracas: Universidad Católica Andrés Bello.
- Eppen, G. D. (2000). *Investigación de operaciones en la ciencia administrativa: construcción de modelos para la toma de decisiones con hojas de cálculo electrónicas*. México: Prentice Hall.
- Gasparin, H. (2007). *Determinación de los factores primordiales que amortiguan el efecto latigazo, asociado a las cadenas de suministro, en Venezuela*. Caracas.

- Gonzalez, M., & Otero, I. (2007). *Curso básico de Teoría de Juegos*. Caracas: Ediciones IESA.
- Gorbaneff, Y. (2002). *Teoría de juegos aplicable en administración*. Recuperado en Marzo 2016 de: <http://www.scielo.org.co/pdf/inno/v12n20/v12n20a03.pdf>.
- Hurtado de Barrera, J. (2012). *Metodología de la Investigación*. Caracas: SYPAL.
- Julmi, C. (2012). *Introduction to Game Theory*.
- Moya, R. D. (2002). *El Proyecto Factible: Una Modalidad de investigación*. Caracas: UPEL.
- Pérez, J., Jimeno, J. L., & Cerdá, E. (2004). *Teoría de Juegos*. Madrid: Pearson Prentice Hall.
- Romero Sánchez, K. (Octubre de 2010). Diseño de proceso para la planificación de la producción de mezclas y alcohol envejecido. *Informe de Pasantía*. Sartenejas: Universidad Simón Bolívar.
- Sampieri, R. H., Fernández, C., & Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill.
- Torres, R. (2013). Informe de pasantía realizada en la empresa Ron Santa Teresa C.A. Camuri Grande: Universidad Simón Bolívar Sede Litoral.
- Varela, M., Bravo, L., & García, R. (2012). Descripción y usos del método Delphi en investigaciones del área de la salud. *Metodología de investigación en educación media*, 90-95.

ANEXOS

Anexo 1.

El siguiente anexo es la primera encuesta realizada.

Criticidad de las variables

Parte I. Se desea conocer su opinión acerca de cuáles de las variables presentadas a continuación son las más críticas dentro del proceso productivo (desde la recepción de melaza, pasando por fermentación, destilación, procesos y añejamiento, hasta el envasado) de la Bebida Espirituosa Seca Carta Roja (en cualquiera de sus presentaciones).

Considere los cuatro supuestos siguientes:

- Las variables son:
 - Capacidad instalada.
 - Filosofía de mantenimiento.
 - Filosofía de control de calidad.
 - Políticas de producción.
- La escala a utilizar está conformada por 3 posibles **niveles de criticidad** para cada variable de las presentadas anteriormente donde cada color significa:

	La variable es altamente crítica
	La variable es medianamente crítica
	La variable es levemente crítica

- El significado de las **alternativas de criticidad** se detalla como sigue:

3.1 Se dice que *la variable es altamente crítica* cuando su comportamiento genera consecuencias negativas en la producción pudiendo llegar a detenerla, no es capaz de operar de acuerdo a lo esperado y requiere de mecanismos para su gestión, tales como: incorporación de una máquina en el caso de la capacidad instalada para aumentar el nivel de producción. Dentro de las consecuencias que puede generar: pérdidas de materia prima en el proceso por parada de equipos, mayor cantidad de horas de retrabajo, averías de quipos.

3.2 Se dice que *la variable es medianamente crítica* cuando tiene un comportamiento ajustado, no genera consecuencias positivas ni negativas al proceso, pero si se comportara por debajo del funcionamiento esperado, generaría: mayores tiempos de parada, mayor cantidad de productos defectuosos, fallas en los equipos, horas extra del personal.

3.3 Se dice que *la variable es levemente crítica* cuando tiene un comportamiento cuyo impacto tiene consecuencias favorables, está trabajando a un nivel que beneficia la gestión bien sea en mayor producción, mejor servicio, y trabaja acorde a lo esperado, se dice que este nivel es aceptable y se puede trabajar con esa variable ampliamente, se considera que la variable trabaja de forma correcta según lo esperado.

Una vez considerados los cuatro supuestos, se le presenta la siguiente **Tabla #1. Respuestas de las alternativas de criticidad para cada una de las variables** y se le pide que marque con una “X” cuál nivel de criticidad le corresponde a las variables según lo expuesto anteriormente.

	La variable es altamente crítica	La variable es medianament e crítica	La variable es levemente crítica	Observaciones o comentarios
Capacidad instalada				
Filosofía de mantenimiento				
Filosofía de control de calidad				
Políticas de producción				

Anexo 2. A continuación se presenta el gráfico correspondiente a las respuestas de la Primera Encuesta TEG.

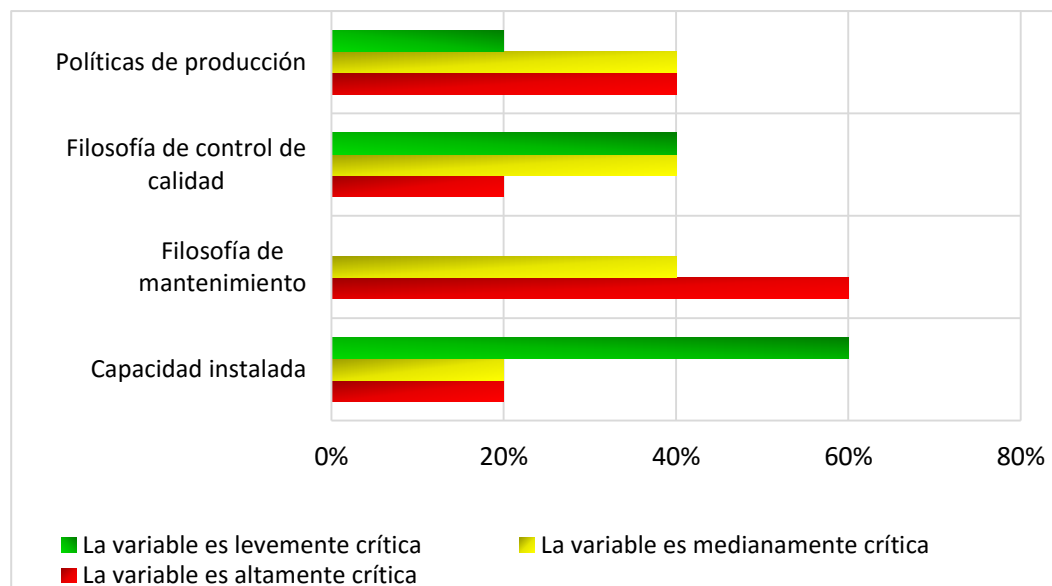


Gráfico 2. Niveles de criticidad de las variables

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3.

Este anexo corresponde a la segunda encuesta llevada a cabo en el TEG.

SEGUNDA ENCUESTA TEG

En esta segunda fase de las encuestas se desea conocer su opinión acerca de cuáles de los siguientes escenarios considera usted que representan la situación actual de la cadena de suministro presentada en la primera encuesta (desde la recepción de melaza, pasando por fermentación, destilación, procesos y añejamiento, hasta el envasado) de la Bebida Espirituosa Seca Carta Roja (en cualquiera de sus presentaciones).

Se le presentan 8 escenarios que sintetizan el comportamiento de las variables presentadas en la primera encuesta, de los cuales se tiene que por ejemplo:

- Para el primer escenario la capacidad instalada es levemente crítica, la filosofía de mantenimiento es medianamente crítica, la filosofía de la calidad es medianamente crítica y las políticas de producción son medianamente críticas.

Los supuestos de los **niveles de criticidad** son los mismos que se les presentó en la primera encuesta, a continuación se les presenta de nuevo en caso de querer revisarlos:

- Se dice que *la variable es altamente crítica (A)* cuando su comportamiento genera consecuencias negativas en la producción pudiendo llegar a detenerla, no es capaz de operar de acuerdo a lo esperado y requiere de mecanismos para su gestión, tales como: incorporación de una máquina en el caso de la capacidad instalada para aumentar el nivel de producción. Dentro de las consecuencias que puede generar: pérdidas de materia prima en el proceso por parada de equipos, mayor cantidad de horas de retrabajo, averías de quipos.

- Se dice que *la variable es medianamente crítica (M)* cuando tiene un comportamiento ajustado, no genera consecuencias positivas ni negativas al proceso, pero si se comportara por debajo del funcionamiento esperado, generaría: mayores tiempos de parada, mayor cantidad de productos defectuosos, fallas en los equipos, horas extra del personal.
- Se dice que *la variable es levemente crítica (L)* cuando tiene un comportamiento cuyo impacto tiene consecuencias favorables, está trabajando a un nivel que beneficia la gestión bien sea en mayor producción, mejor servicio, y trabaja acorde a lo esperado, se dice que este nivel es aceptable y se puede trabajar con esa variable ampliamente, se considera que la variable trabaja de forma correcta según lo esperado.

Siguiendo este contexto, se le pide que marque con una “X” en la siguiente tabla cuatro (4) escenarios que quisiera fuesen desarrollados en una siguiente fase por el grupo coordinador, debido a que estarán próximos a ocurrir dentro de la empresa.

Tabla 1. Selección de escenarios por los expertos

	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4	Escenario 5	Escenario 6	Escenario 7	Escenario 8
Capacidad Instalada	L	L	L	L	L	L	L	L
Filosofía de Mantenimiento	M	A	M	A	M	A	A	M
Filosofía de control de calidad	M	L	L	L	M	M	M	L
Políticas de producción	M	M	A	A	A	A	M	M
Respuesta del experto								

Anexo 4.

Pasos para obtener todas las combinaciones resultantes del cálculo del número de escenarios, utilizadas en la FASE II: Determinación de los escenarios

1. **El primer paso es crear una hoja de cálculo en Excel** y colocar en una columna las cuatro variables, y en la siguiente columna se colocó una casilla que se rellenó según el nivel que se está analizando.

Variables	Niveles de las variables
Capacidad Instalada	
Mantenimiento	
Calidad	
Políticas de producción	

Figura 8. Representación de los niveles de las variables

Fuente: Elaboración propia

2. **Para crear los niveles de las variables primero se deja fijo un nivel**, mientras los dos varían. Fijando el nivel alto se tiene que si una variable está en alto, las otras tres restantes estarán en medio o leve. Para el caso cuando se fija el nivel medio, las tres variables restantes estarán todas en alto o estarán todas en leve. Para el nivel leve, las tres variables restantes todas estarán en alto o todas estarán en medio. Se ilustra el caso cuando se tiene una variable en alto.

Variables	Niveles de las variables		Variables	Niveles de las variables
Capacidad Instalada	Alto		Capacidad Instalada	Alto
Mantenimiento	Medio		Mantenimiento	Leve
Calidad	Medio		Calidad	Leve
Políticas de producción	Medio		Políticas de producción	Leve

Figura 9. Representación de los niveles de las variables dejando fija una variable en alto y los otros tres niveles son medio o leve

Fuente: Elaboración propia

2.1. Además se debe tener en cuenta cuando a pesar de que se fijó un nivel, dicho nivel puede ser ocupado por cada una de las 4 variables. Si se fijó la capacidad instalada en alto, las otras tres restantes estarán en nivel medio; si se fijó el mantenimiento en alto, las otras tres restantes estarán en nivel medio, y así sucesivamente para las dos variables restantes. Del mismo modo se analiza cuando se fija el nivel alto y las demás variables se encuentran en estado leve. Por medio de este mecanismo de variar el nivel alto se contemplan todas las opciones de niveles para cada variable, y se garantiza que en la creación de los 81 escenarios no se deje alguno de lado.

Variables	Niveles de las variables		Variables	Niveles de las variables
Capacidad Instalada	Alto		Capacidad Instalada	Medio
Mantenimiento	Medio		Mantenimiento	Alto
Calidad	Medio		Calidad	Medio
Políticas de producción	Medio		Políticas de producción	Medio
Variables	Niveles de las variables		Variables	Niveles de las variables
Capacidad Instalada	Medio		Capacidad Instalada	Medio
Mantenimiento	Medio		Mantenimiento	Medio
Calidad	Alto		Calidad	Medio
Políticas de producción	Medio		Políticas de producción	Alto

Figura 10. Representación de los niveles de las variables dejando fijo una variable en alto y las respectivas formas de llevarlo a cabo

Fuente: Elaboración propia

3. **El tercer paso es dejar fijo dos niveles**, si se tienen dos variables en alto las opciones para las demás son: que las dos restantes se encuentren ambas en nivel medio, o ambas se encuentren en nivel leve o 1 de ellas se encuentre en nivel leve y la otra en nivel medio. Similarmente sucede cuando se dejan fijas dos variables con nivel medio:

quedando disponibles dos niveles en alto, dos niveles en bajo, y un nivel en alto y otro nivel en leve. De forma similar se hallan las combinaciones cuando se dejan fijas dos variables en nivel leve.

- 3.1. Además se debe tener en cuenta cuando a pesar de que se fijaron dos niveles, dichos niveles puede ser ocupado por dos de las 4 variables. Por medio de este mecanismo de variar el nivel alto se contemplan todas las opciones de niveles para cada variable, y se garantiza que en la creación de los 81 escenarios no se deje alguno de lado

Variables	Niveles de las variables		Variables	Niveles de las variables
Capacidad Instalada	Alto		Capacidad Instalada	Medio
Mantenimiento	Alto		Mantenimiento	Alto
Calidad	Medio		Calidad	Alto
Políticas de producción	Medio		Políticas de producción	Medio
Variables	Niveles de las variables		Variables	Niveles de las variables
Capacidad Instalada	Medio		Capacidad Instalada	Alto
Mantenimiento	Medio		Mantenimiento	Medio
Calidad	Alto		Calidad	Medio
Políticas de producción	Alto		Políticas de producción	Alto

Figura 11. Representación de los niveles de las variables dejando fijo dos variables en alto y los niveles restantes están en medio

Fuente: Elaboración propia

4. **El cuarto paso es fijar tres niveles**, si se deja fijo el nivel alto para tres variables sucede que la variable restante estará en nivel medio o en nivel leve. De la misma forma se analiza cuando se fija el nivel medio (nivel bajo) para tres variables.

Variables	Niveles de las variables		Variables	Niveles de las variables
Capacidad Instalada	Alto		Capacidad Instalada	Medio
Mantenimiento	Alto		Mantenimiento	Alto
Calidad	Alto		Calidad	Alto
Políticas de producción	Medio		Políticas de producción	Alto
Variables	Niveles de las variables		Variables	Niveles de las variables
Capacidad Instalada	Alto		Capacidad Instalada	Alto
Mantenimiento	Medio		Mantenimiento	Alto
Calidad	Alto		Calidad	Medio
Políticas de producción	Alto		Políticas de producción	Alto

Figura 12. Representación de los niveles de las variables dejando fijas tres variables en alto y el nivel restante está en medio

Fuente: Elaboración propia

5. **El último paso es colocar en alto todas las variables**, colocarlas en medio a todas y en leve a todas.

Por medio de estos cinco pasos se obtuvieron los 81 escenarios.

Anexo 5.

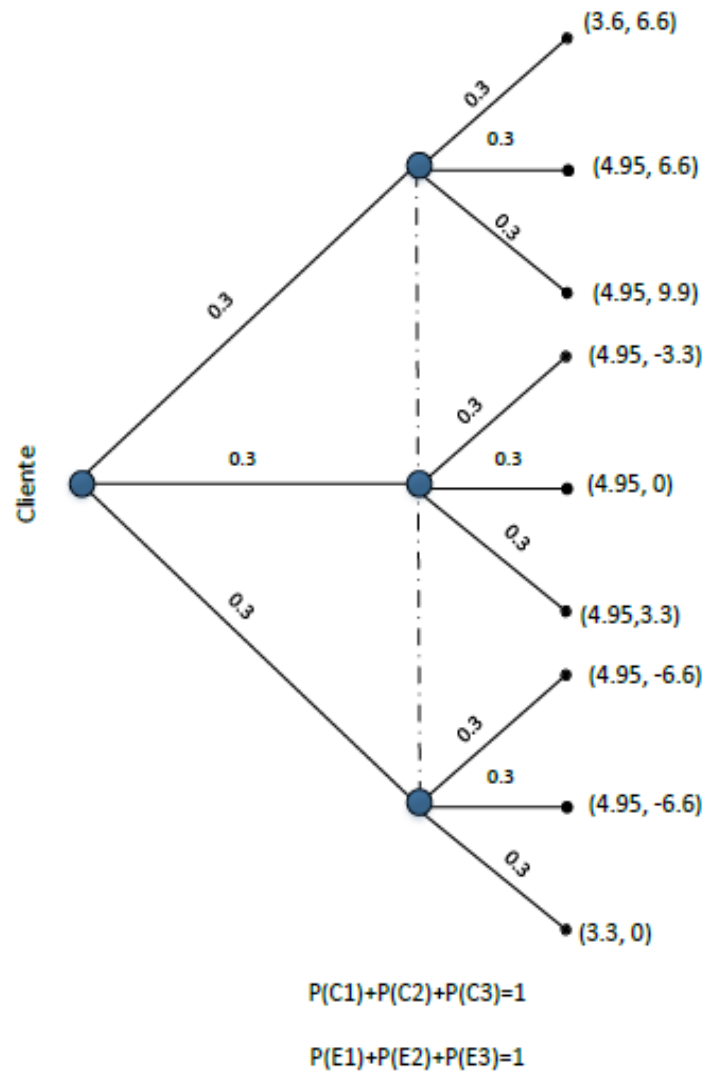


Diagrama 2. Árbol de decisión para el escenario 1

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6.

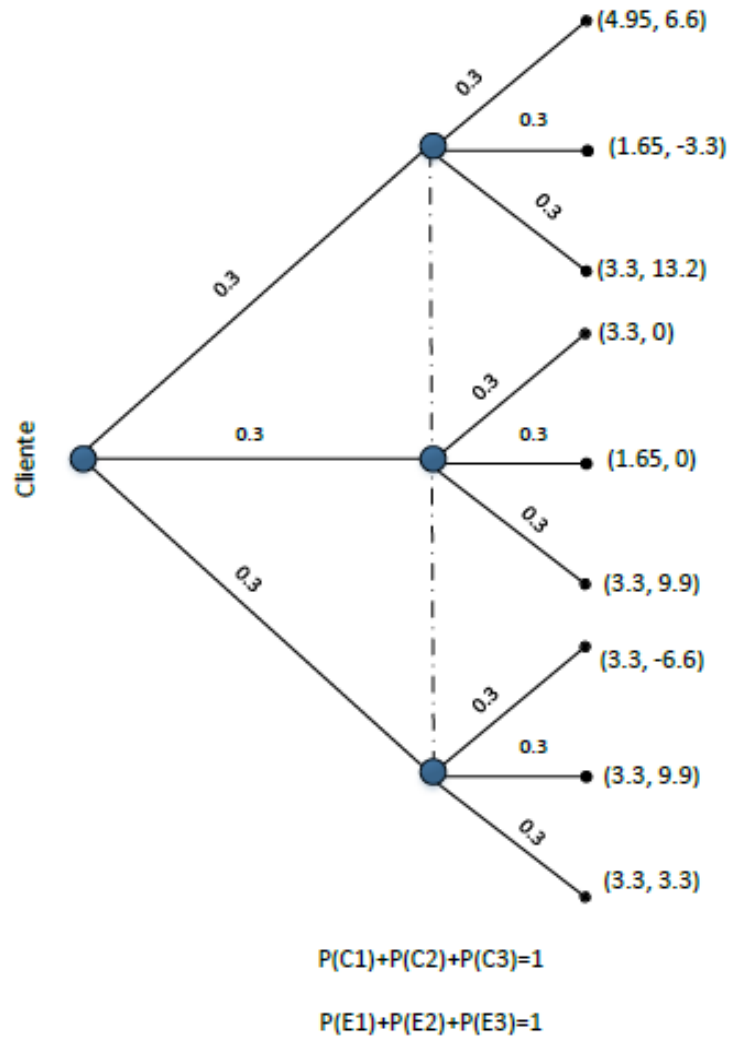


Diagrama 3. Árbol de decisión para el escenario 2

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7.

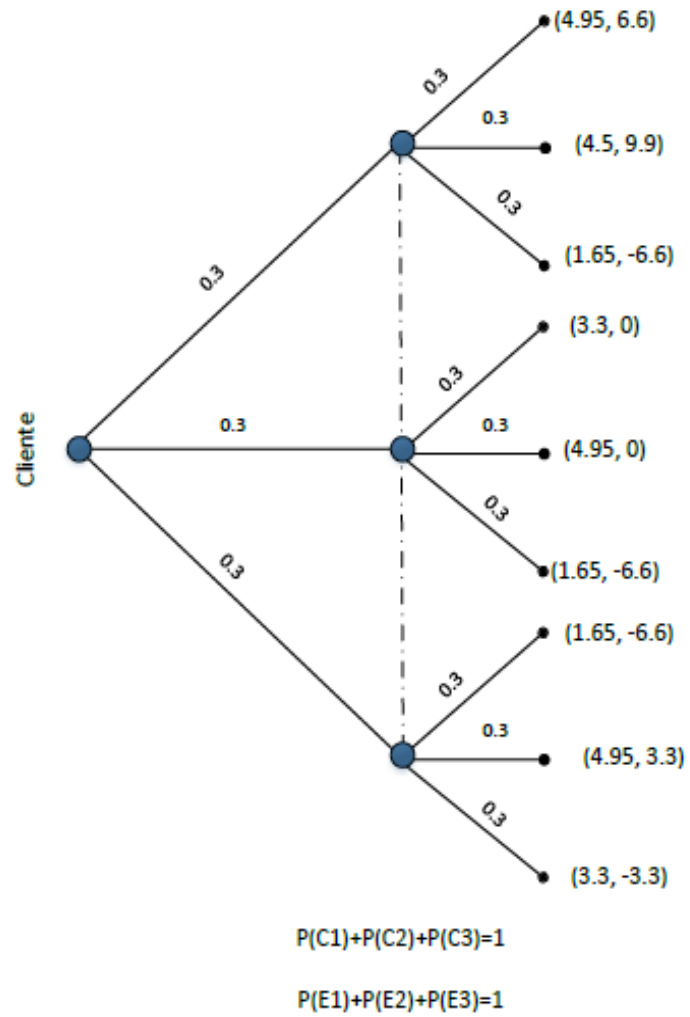


Diagrama 4. Árbol de decisión para el escenario 3

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8.

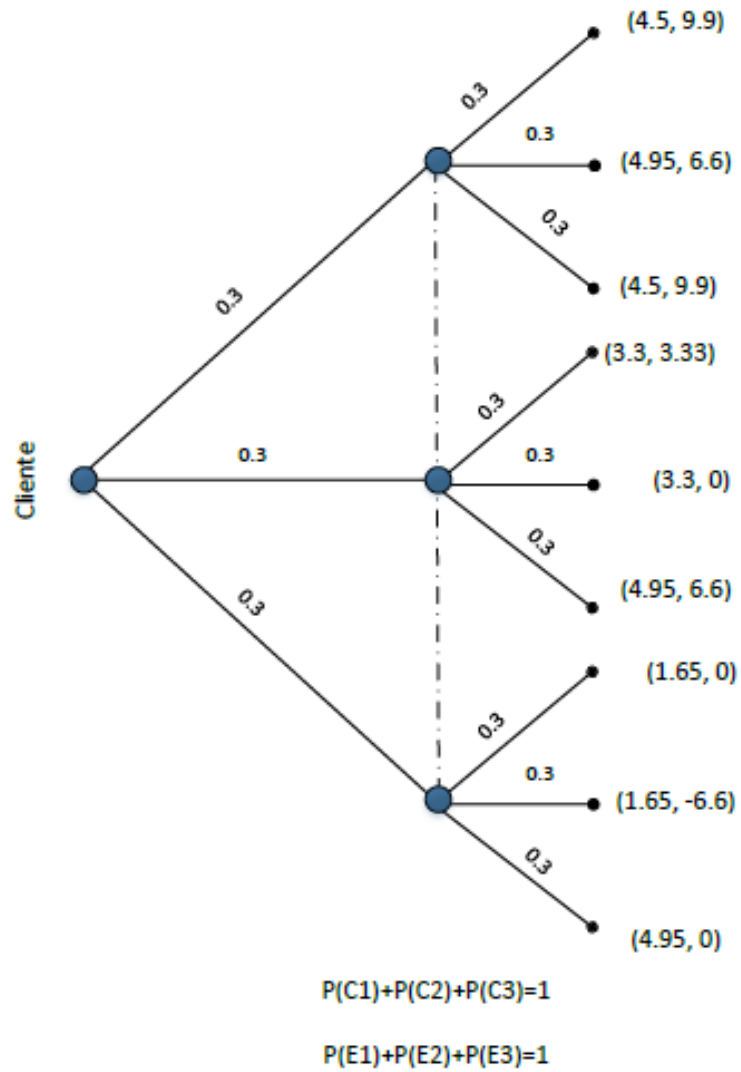


Diagrama 5. Árbol de decisión para el escenario 4

Fuente: Elaboración propia