

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS**



**“APLICACIÓN DE UN MODELO MATEMÁTICO  
PROBABILÍSTICO PARA EVALUAR EL IMPACTO  
DE LAS PROMOCIONES, EN UNA EMPRESA  
COMERCIALIZADORA DE ROPA PARA  
CABALLEROS”**

**LILIAN LISSETTE REYES MORALES**

**ADMINISTRADORA DE EMPRESAS**

**GUATEMALA, JULIO DE 2018**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS  
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS



**“APLICACIÓN DE UN MODELO MATEMÁTICO  
PROBABILÍSTICO PARA EVALUAR EL IMPACTO  
DE LAS PROMOCIONES, EN UNA EMPRESA  
COMERCIALIZADORA DE ROPA PARA  
CABALLEROS”**

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA  
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS

POR

**LILIAN LISSETTE REYES MORALES**

PREVIO A CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**ADMINISTRADORA DE EMPRESAS**

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

**LICENCIADA**

GUATEMALA, MAYO DE 2018

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS**  
**MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA**

DECANO:	Lic. Luis Antonio Suárez Roldán
SECRETARIO:	Lic. Carlos Roberto Cabrera Morales
VOCAL I:	Lic. Carlos Alberto Hernández Gálvez
VOCAL II:	Msc. Byron Giovanni Mejía Victorio
VOCAL III:	Vacante
VOCAL IV:	P.C. Marlon Geovani Aquino Abdalla
VOCAL V:	P.C. Carlos Roberto Turcios Pérez

**PROFESIONALES QUE PRACTICARON**  
**LOS EXÁMENES DE ÁREAS PRÁCTICAS BÁSICAS**

Área Matemática - Estadística	Lic. Oscar Haroldo Quiñónez Porras
Área Administración - Finanzas	Licda. NancyeDorothy Brown Méndez
Área Mercadotecnia - Operaciones	Licda. Elvia ZulenaEscobedo Chinchilla

**PROFESIONALES QUE PRACTICARON**  
**EL EXAMEN PRIVADO DE TESIS**

<b>PRESIDENTE:</b>	Lic. Axel Osberto Marroquín Reyes
<b>SECRETARIO:</b>	Lic. Williams Daniel Melgar García
<b>EXAMINADOR:</b>	Lic. Oscar Haroldo Quiñónez Porras

Guatemala, 05 de octubre de 2017.

Licenciado  
**Luis Antonio Suárez Roldán**  
Decano  
Facultad de Ciencias Económicas  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Su despacho

**Señor Decano:**


En atención a la designación de ese decanato, procedí a asesorar a la estudiante **Lilian Lissette Reyes Morales**, en la elaboración del trabajo de tesis titulado: **“APLICACIÓN DE UN MODELO MATEMÁTICO PROBABILÍSTICO PARA EVALUAR EL IMPACTO DE LAS PROMOCIONES, EN UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA DE ROPA PARA CABALLEROS”**

La tesis cumple con las normas y requisitos académicos necesarios y constituye un aporte para la carrera.

Con base en lo anterior, recomiendo que se acepte el trabajo en mención, para sustentar el Examen Privado de Tesis, previo a optar el título de Administradora de Empresas, en el grado académico de Licenciada.

Sin otro particular, me suscribo de usted.

Atentamente,



**Lic. Oscar Ramiro Batres Chavarría**  
Colegiado No. 13770



**FACULTAD DE CIENCIAS  
ECONOMICAS**

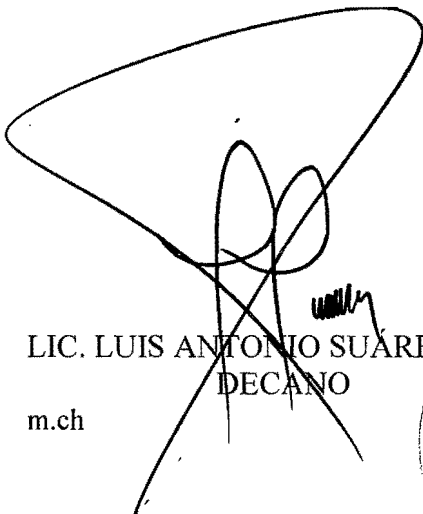
EDIFICIO 'S-8'  
Ciudad Universitaria zona 12  
GUATEMALA, CENTROAMERICA

**DECANATO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS, GUATEMALA  
VEINTIDÓS DE MAYO DE DOS MIL DIECIOCHO.**

Con base en el Punto SEXTO, inciso 6.1 subinciso 6.1.1 del Acta 15-2018 de la sesión celebrada por la Junta Directiva de la Facultad el 14 de mayo de 2018, se conoció el Acta ADMINISTRACIÓN 275-2017 de aprobación del Examen Privado de Tesis, de fecha 17 de noviembre de 2017 y el trabajo de Tesis denominado: "APLICACIÓN DE UN MODELO MATEMÁTICO PROBABILÍSTICO PARA EVALUAR EL IMPACTO DE LAS PROMOCIONES, EN UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA DE ROPA PARA CABALLEROS", que para su graduación profesional presentó la estudiante **LILIAN LISSETTE REYES MORALES**, autorizándose su impresión.

Atentamente,

**"ID Y ENSEÑAD A TODOS"**

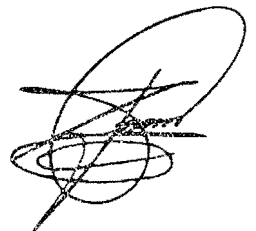


LIC. LUIS ANTONIO SUÁREZ ROLDÁN  
DECANO

m.ch



LIC. CARLOS ROBERTO CABRERA MORALES  
SECRETARIO



## **AGRADECIMIENTOS**

A DIOS: Por ser un padre amoroso, bondadoso al cual agradezco la vida, mi familia, y el poder permite alcanzar mis sueños.

A MI MADRE: Por su amor, sacrificio, sin su esfuerzo por darme estudios, jamás hubiera alcanzado esta meta, es tuyo el título madre linda.

A MIS HIJOS: Esta alegría tan inmensa es para ustedes, los amo con todo mi corazón, se que los sacrifique, pero también sé que esto jamás lo olvidaran.

A MI ESPOSO: Gracias por compartir mis alegrías, tristezas.

A MIS HERMANOS: Uriel, Víctor y Gabriel, con mucho amor.

A MIS SOBRINOS: Con amor

A MIS ABUELITOS: Que desde el cielo me protegen, gracias por el amor que me brindaron, por las enseñanzas que jamás olvidare, porque siguen viviendo en mi corazón y en mi mente.

A MIS NIETOS: Con todo mi amor.

A MIS AMIGAS: Diana, Velveth, Normita, Marlen, Aura, Miriam, María José, Toñita, Saira, sin ustedes no lo hubiera logrado, gracias por su amistad y por todo el apoyo.

A MIS MAESTROS: Especialmente al Lic. Oscar Quiñones y Lic. Carlos Hernández, todo el agradecimiento del mundo, gracias por esa entrega con sus alumnos.

## ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
Introducción	i
<b>Capítulo I</b>	
<b>MARCO TEÓRICO</b>	
1.1 Empresa	1
1.2 Tipos de empresa de acuerdo a su actividad	1
1.2.1 Empresas sector primario	1
1.2.2 Empresas sector secundario	1
1.2.3 Empresas sector terciario	1
1.2.4 Empresa comercial	1
1.3 Mercadotecnia	2
1.3.1 Estrategias empresariales	2
1.3.2 Mezcla promocional y promoción de ventas	2
1.4 Ropa de vestir para caballeros	4
1.4.1 Traje	5
1.4.2 Camisa	6
1.4.3 Corbata	7
1.5 Investigación de operaciones	7
1.6 Modelos matemáticos	11
1.7 Programación lineal	16
1.8 Teoría de juegos	18
1.8.1 Participantes	19
1.8.2 Premio o pago	20
1.8.3 La estrategia	21



<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
1.8.4 Matriz de juego o matriz de pagos	21
1.8.5 Métodos de solución	24
1.8.5.1 Punto de silla	24
1.8.5.2 Método simplex	25

## **Capítulo II**

### **DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA OBJETO DE ESTUDIO**

2.1 Método de la investigación	29
2.1.1 Método científico	29
2.1.2 Técnicas e instrumentos de la investigación	29
2.1.2.1 Investigación documental	30
2.1.2.2 Investigación de campo	30
2.2 Generalidades de la empresa objeto de estudio	30
2.2.1 Filosofía empresarial	30
2.2.1.1 Misión	31
2.2.1.2 Visión	31
2.2.1.3 Valores	31
2.2.1.4 Objetivos	32
2.2.2 Estructura organizacional	32
2.2.3 Productos que comercializa	34
2.3 Diagnóstico de la empresa objeto de estudio	35
2.4 Tiendas competidoras y estrategias promocionales utilizadas	35

**Capítulo III**  
**APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE JUEGOS**

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
3.1 Objetivo general y específico de la aplicación	41
3.1.1 Objetivo general	41
3.1.2 Objetivos específicos	41
3.2 Problema	42
3.2.1 Definición de jugadores y estrategias	42
3.2.1.1 Jugadores	42
3.2.1.2 Estrategias	42
3.2.2 Solución del problema	42
3.2.2.1 Planteamiento de matriz de juegos	43
3.2.2.2 Determinación del punto de silla	43
3.2.2.3 Método simplex	45
Conclusiones	53
Recomendaciones	54
Bibliografía	55

## ÍNDICE DE CUADROS

No.	Contenido	Página
1	Matriz de juegos (Pagos o Premios)	23
2	Matriz de pagos	24
3	Estrategias aplicadas por cada tienda	37
4	Comparación de las ventas de la tienda 1 “Promoción 20 %” con las estrategias de la tienda 2 (En unidades)	38
5	Comparación de las ventas de la tienda 1 “Promoción 3 X” con las estrategias de la tienda 2 (En unidades)	39
6	Comparación de las ventas de la tienda 2 “Camisa y corbata de regalo” con las estrategias de la tienda 2 (En unidades)	30
7	Comparativo entre las ventas por unidades de las tiendas jugadoras	40
8	Planteamiento de la matriz de pagos, en unidades	43
9	Cálculo de punto de silla del modelo	44

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>No.</b>	<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
1	Niveles de abstracción en el desarrollo de un modelo	12
2	Organigrama de la empresa objeto de estudio	33
3	Organigrama de tienda	34

## INTRODUCCIÓN

Esta investigación, presenta el desarrollo de la tesis “APLICACIÓN DE UN MODELO MATEMÁTICO PROBABILÍSTICO PARA EVALUAR EL IMPACTO DE LAS PROMOCIONES, EN UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA DE ROPAPARA CABALLEROS”, que propone una herramienta matemática llamada teoría de juegos para estudiar la aplicación de cada una de las estrategias promocionales, que permite evaluar el resultado de las mismas, y poder determinar dentro de todas la mejor.

En el primer capítulo se da a conocer el marco teórico, relacionado con la investigación, donde se definen cada uno de los conceptos para que facilite la comprensión de éste a lo largo del estudio.

El segundo capítulo se presenta el diagnóstico de la empresa objeto de estudio, sus objetivos, su filosofía empresarial, su organización estructural y la problemática que se da, como consecuencia de no medir los resultados de las estrategias promocionales, comparativos de venta por estrategia aplicada por cada tienda.

En el tercer y último capítulo se desarrolla la herramienta de teoría de juegos, que permitirá evaluar las promociones estratégicas de la organización, tomando para este estudio, dos de las tiendas ubicadas en el mismo sector, los objetivos de la aplicación de la herramienta y los resultados de la aplicación.

## **CAPÍTULO I**

### **MARCO TEÓRICO**

Se presentan los antecedentes o marco de referencia y las consideraciones teóricas de la investigación.

#### **1.1 Empresa**

Es una organización o institución dedicada a actividades o persecución de fines económicos o comerciales para satisfacer las necesidades de bienes o servicios de los solicitantes, a la par de asegurar las continuidades de la estructura productiva comercial, así como, sus necesarias inversiones.

#### **1.2 Tipos de empresas de acuerdo a su actividad**

**1.2.1 Empresas del sector primario:** son aquellas que, para realizar sus actividades, usan algún elemento básico extraído de la naturaleza, ya sea agua, minerales, petróleo, etc.

**1.2.2 Empresas del sector secundario:** se caracterizan por transformar a la materia prima mediante algún procedimiento.

**1.2.3 Empresas del sector terciario:** empresas de servicios, que no producen ni transforman, son muy importantes en la economía porque se encargan de comercializar el producto terminado, por ejemplo empresas de transporte, comercio, hotelería, turismo, etc.

**1.2.4 Empresa comercial:** se les llama así, a las empresas intermediarias entre el productor y el consumidor. Su función es la compra venta del producto terminado.

**1.3 Mercadotecnia:** es el proceso para crear, comunicar y entregar valor, para satisfacer las necesidades de consumo del mercado objetivo por un beneficio, transmite el valor de marca, vende productos y servicios. La mercadotecnia identifica las necesidades y deseos insatisfechos, mide y cuantifica el tamaño del mercado, incluye la investigación, la selección, la comunicación y a menudo las relaciones públicas.

Sin embargo, desde la aparición de los medios digitales, en particular las redes sociales y las innovaciones tecnológicas, la mercadotecnia se ha convertido cada vez más en constructora de relaciones profundas cliente-vendedor, productor-consumidor.

#### **1.3.1 Estrategias empresariales**

Las estrategias bajo el contexto de aplicación de la teoría de juegos, representan las acciones llevadas a cabo por un agente racional (un agente racional es aquel que cuenta con objetivos perfectamente definidos y que trata de alcanzarlos de la manera más eficiente posible), con el fin de obtener una ganancia o una ventaja competitiva ante otros agentes del mismo círculo de acción. Para la presente investigación, las estrategias representan parte de la mezcla promocional aplicada por la empresa objeto de estudio, específicamente estrategias promocionales que buscan incrementar las ventas en unidades físicas.

#### **1.3.2 Mezcla promocional y promoción de ventas**

La promoción significa comunicarse con los individuos, grupos u organizaciones, con la finalidad de facilitar directa o indirectamente intercambios, al informar y persuadir a una o más audiencias para que acepten los productos de la organización. De esta manera, la promoción desempeña un papel muy importante dado que, establece un contacto directo con los consumidores.

George E. Belch y Michael A. Belch (2005), en su libro *Publicidad y promoción, perspectiva de la comunicación de mercadotecnia integral*, han definido la promoción como la coordinación de todas las actividades que inicia el vendedor para establecer canales de información y convencimiento encaminados a la venta de bienes y servicios o a impulsar una idea. Aunque la comunicación ocurre de manera implícita en cada uno de los elementos de mercadotecnia y en todo el proceso de implementación de la estrategia, gran parte de la comunicación de una organización con el público tiene lugar en un programa de promoción planteado.

Las herramientas básicas con las que se logran los objetivos de promoción suelen agruparse creando la denominada “Mezcla promocional”, la cual está integrada por: publicidad, mercadotecnia directa, promoción de ventas, relaciones públicas y venta personal. Es importante resaltar que existen únicamente dos estrategias básicas de la mezcla de promoción que son: la promoción de empuje, que es cuando se empuja el producto a través del canal de distribución; y la promoción de atracción, en donde se dice que se jala el producto a través del canal.

La promoción de ventas es un conjunto de actividades de corto plazo o poca duración, dirigido a los intermediarios, vendedores o consumidores que, mediante una diversidad de incentivos de venta, estimulan la demanda. Hay que tomar en cuenta la estructura de mercado, en la que se encuentra el producto, dado que no todas las estructuras de mercado los consumidores reaccionarán de la misma manera.

Los métodos de promoción de ventas se pueden dividir en dos:

- 1) El método de promoción al consumidor, es decir el que va dirigido al cliente específico.



2) El método de promoción de ventas comerciales (al canal), lo que incentiva la distribución.

Dentro de las formas de promoción de venta al consumidor, se encuentran: cupones, demostraciones, incentivos frecuentes, estampillas, exhibiciones, muestras gratis, premios y concursos de consumidores, entre otros. No obstante, las formas de promoción de ventas para el canal son: bonificación de compra adicional, bonificación de compra, conteo y recuento, mercancía gratis, bonificación de mercancía y obsequios. Las compañías comerciales, deben utilizar métodos promocionales, ya que representa un porción importante en el aumento de las ventas, sin embargo, también representa un costo considerable para el producto ya que este contiene valor agregado.

#### **1.4. Ropa de vestir para caballeros**

Hay tres maneras diferentes de relacionar la vestimenta: clase, estilo y elegancia.

La clase, es innata, se pueden hacer combinaciones especiales con las prendas que no son de su predilección, con otras que si son de su agrado, y hacer con ellas su calidad particular, algo diferente que le de comodidad para su uso.

El estilo, lo hace cada persona, al combinar sus prendas, al utilizarlas de acuerdo a sus necesidades o costumbres, muestra la identidad de cada uno. No se deja influenciar por las modas pasajeras, ni por su entorno, simplemente sabe lo que le sienta bien y le favorece, o con lo que se siente cómodo y le gusta.

Elegancia, hay ciertas prendas o accesorios, que le distinguen de los demás, que muestran el buen gusto por el vestir, sin miedo, sin vergüenza. La elegancia

es evidente y se siente más que lo que se ve, se es o no, pero se puede educar y afinar.

#### 1.4.1. Traje

Se llama así, a la vestimenta masculina compuesta por saco y pantalón, se caracteriza porque tiene el mismo corte, el mismo color, se utiliza en actos solemnes o de etiqueta.

El traje moderno apareció a mediados del siglo XIX, en Inglaterra, donde se desarrollaron patrones que aún son vigentes, las personas y empresas de diversos países del mundo que se dedican a comercializar trajes, copian los estilos, moldes, telas y diseños.

Existen varios tipos de trajes:

- **Traje recto:** tiene dos botones, dos cortes laterales y los pantalones se llevan con o sin dobladillo, el saco posee solapas largas y una abertura central del que deja ver más la corbata, es tradicional y elegante.
- **Traje cruzado:** tiene siempre dos cortes laterales y nunca un corte posterior. Actualmente ya no es comercial.

*Traje slim feat:* Es el traje moderno, actualmente lo utilizan los jóvenes, se distingue porque es tallado de cintura y piernas lo que permite mostrar la figura.

Existen tres tipos de confección:

- **Confección industrial:** se le llama así la confección en serie de trajes, sacos, camisa, que se comercializan por tallas S, M, L, XL, también pueden

ser tallas numeradas. Es decir se elige el modelo, la oferta, se selecciona la talla.

- **Confección a medida (fabricado para unas medidas determinadas):** es cuando se toma medidas específicas del cuerpo, con las que se confeccionan las prendas elegidas, se adapta a las dimensiones, sin la realización de un patrón, por lo regular se cuenta con una corrida, con un tallaje completo, por lo que se elige la prenda que le talle mejor, se confecciona y posteriormente se realizan los ajustes.
- **Confección sastrería artesana (absolutamente a la medida):** esta es la verdadera y auténtica sastrería, la única y el maravilloso arte textil. con más grado de detalle y no solo porque está hecho a partir de las medidas, sino porque literalmente se realiza sobre el cuerpo de cada individuo. Es decir, todas las costuras son probadas sobre el cuerpo del individuo, se realiza la primera prueba y estas son corregidas hasta que se adaptan al gusto y al cuerpo.

#### **1.4.2 Camisa**

La camisa es una prenda de vestir formal, cubre el torso y usualmente tiene cuello, mangas y botones en el frente, es decir está rajada por el medio con botones. La historia de la camisa puede remontarse al año 1500 A.C. Cuando los egipcios, tanto hombres, como mujeres adoptaron el kalasiris, una pieza en forma de rectángulo de tejido de lino delgado, con una abertura para introducir la cabeza, cuya función es proteger la piel. La fabricación de camisas tuvo un gran auge a finales del siglo XIX, en Estados Unidos, aprovechando la migración que vino de Europa, se trasladó el trabajo de costurera que tradicionalmente se desempeñaba en el hogar a los talleres y fábricas. Tuvo un crecimiento espectacular al sustituir a otras prendas de vestir más tradicionales.

### **1.4.3 Corbata**

Es un complemento de la camisa, que consiste en una tira, generalmente hecha de seda u otro material, que se anuda o enlaza alrededor del cuello, su uso se origina para cubrir los botones de la camisa. En la actualidad hay variedad de nudos que hacen resaltar la corbata, las estilizadas se conocen como corte “*slim*”, se usa como complemento de la camisa y el traje, tradicionalmente si la camisa es de líneas o cuadros se combina con corbata lisa, la moda actual dice que puede haber contraste camisa de cuadros y corbata de líneas, inclusive usar la corbata arriba de la cintura.

### **1.5 Investigación de operaciones**

Las primeras actividades formales de investigación de operaciones (IO) se iniciaron en Inglaterra, durante la Segunda Guerra Mundial, cuando un equipo de científicos inicio empezó a tomar decisiones con respecto a la mejor utilización del material bélico para aprovecharlo al máximo. Al término de la guerra, las ideas formuladas en operaciones militares se adaptaron para mejorar la eficiencia y productividad en el sector civil. Por lo anterior, el término de investigación de operaciones es utilizado por primera vez en el año 1939, específicamente cuando existe la necesidad de investigar las operaciones tácticas y estratégicas en el campo militar. No obstante, en la actualidad la investigación de operaciones es aplicada en muchos ámbitos, como los empresariales. Esto se debe a que la IO brinda una amplia gama de herramientas útiles para la toma de decisiones, fundamentada en la matemática y estadística.

Sin embargo, el origen de la Investigación Operativa puede considerarse como anterior a la Revolución Industrial, durante este periodo comienzan a originarse los problemas, que la investigación operativa trata de resolver. A partir de la Revolución Industrial y a través, del tiempo, origina una segmentación funcional

y geográfica de la administración, lo que da origen a la función ejecutiva o de integración de la administración para servir a los intereses del sistema como un todo.

La investigación operativa tarda en desarrollarse en el campo de la administración industrial. El uso de la metodología científica en la industria se incorpora al principiar los años 50, a partir de la Segunda Revolución Industrial, propiciada por los avances de las comunicaciones y la computación, que sientan las bases para la automatización, y por sobre todo por el florecimiento y bienestar económico de ese período. Los primeros desarrollos de esta disciplina (IO) se refirieron a problemas de ordenamiento de tareas, reparto de carga de trabajo, planificación y asignación de recursos, en el ámbito militar desde sus inicios, diversificándose luego, y extendiéndose finalmente a organizaciones industriales, académicas y gubernamentales.

La IO es llamada la ciencia de la toma de decisiones, según Guillermo Durán del Centro de Gestión de Operaciones del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile, resaltando la importante intervención y contribución de diversas ramas, como los ingenieros, matemáticos, informáticos y economistas, siendo aplicada por todos ellos **la técnica fundamental del modelamiento matemático**. La investigación operativa es la aplicación del método científico por equipos interdisciplinarios a problemas que comprenden el control y gestión de sistemas organizados (hombre-máquina); con el objetivo de encontrar soluciones que sirvan mejor, a los propósitos del sistema (u organización) mediante un proceso de toma de decisiones. Existen diferentes formas de plantear un problema, generalmente se utilizan pasos a seguir en la aplicación del método científico, (coincidentes con los de la Teoría General Sistemas) que son, en su expresión más simple:

**a. Planteo y análisis del problema:** “La definición del problema implica definir el alcance del problema investigado. Esta función debe ser realizada por todo el equipo de IO. El objetivo es identificar tres elementos principales del problema de decisión: (1) descripción de las alternativas de decisión. (2) Determinación del objetivo del estudio, y (3) especificación de las limitaciones bajo las cuales funciona el sistema modelado”. (16:10)

**b. Construcción de un modelo:** “La construcción del modelo implica un intento de transformar la definición del problema en relaciones matemáticas. Si el modelo resultante se ajusta a uno de los modelos matemáticos estándar, como la programación lineal, se suele obtener una solución utilizando los algoritmos disponibles. Por otra parte, si las relaciones matemáticas son demasiado complejas como para permitir la determinación de una solución analítica, el equipo de IO puede optar por simplificar el modelo y utilizar un método heurístico, o bien considerar la simulación, si es lo apropiado”. (16:10)

**c. Deducción de la solución:** “La solución del modelo es por mucho la más sencilla de todas las fases de IO, porque implica el uso de algoritmos de optimización bien definidos. Un aspecto importante de la fase de solución del modelo es el análisis de sensibilidad. Tiene que ver con la obtención de información adicional sobre el comportamiento de la solución óptima cuando el modelo experimenta algunos cambios de parámetros. El análisis de sensibilidad es particularmente necesario cuando no se pueden estimar con precisión los parámetros del modelo. En estos casos es importante estudiar el comportamiento de la solución óptima en el entorno de los parámetros estimados”. (16:10)

**d. Prueba del modelo y evaluación de la solución:** “La validez del modelo comprueba, si el modelo propuesto hace en realidad lo que se dice que hace, es

decir, ¿predice adecuadamente el comportamiento del sistema que se estudia? Al principio, el equipo de IO debe estar convencido de que el resultado del modelo no contenga “sorpresas”. En otras palabras, ¿tiene sentido la solución? ¿Los resultados son intuitivamente aceptables? Del lado formal, un método común de comprobar la validez de un modelo es comparar su resultado con resultados históricos. El modelo es válido sí, en condiciones de datos de entradas iguales, reproduce de forma razonable el desempeño pasado. Sin embargo, no suele haber seguridad de que el desempeño futuro continuará copiando el comportamiento pasado. Además, como el modelo se basa en el examen cuidadoso de datos pasados, la comparación propuesta casi siempre es favorable. Si el modelo propuesto representara un sistema nuevo (inexistente), no habría datos históricos disponibles. En esos casos se puede utilizar la simulación como una herramienta independiente para comprobar el resultado del modelo matemático”. (16:10)

**e. Ejecución y control de la solución:** “La implementación de la solución de un modelo validado, implica la transformación de los resultados en instrucciones de operación comprensibles, que se emitirán a las personas que administrarán el sistema recomendado. La responsabilidad de esa tarea recae principalmente en el equipo de IO”. (16.10)

Al considerar IO como apoyo a la toma de decisiones empresariales, cabe mencionar que: “Los procesos de decisión pueden desarrollarse bajo situaciones deterministas, aleatorias, de incertidumbre, o de competencia (adversas). Estas situaciones se modelan a través, de sistemas que también serán de tipo deterministas, aleatorios, inciertos o basados en situaciones de competencia (adversas). Los sistemas determinísticos interpretan la realidad bajo el principio de que todo es conocido con certeza. Los sistemas basados en situaciones aleatorias, de incertidumbre o de competencia, asocian la incertidumbre a los

fenómenos a analizar, incertidumbre que puede resultar de la variación propia de los fenómenos (variaciones que eluden a nuestro control, pero que tienen un patrón específico) o incertidumbre resultante de la propia inconsistencia de esos fenómenos”.(17:5) No obstante, aplicando dicho método científico, el investigador de operaciones construirá uno o más modelos (representaciones) del sistema, con sus operaciones correspondientes y sobre él realizará su investigación, con el fin de buscar una solución óptima al problema presentado y modelado.

### **1.6 Modelos matemáticos**

La actividad económica ha sido parte de la vida humana durante miles de años. A los vendedores, mercaderes, agricultores y otros agentes económicos les era suficiente con conceptos como enteros y fracciones, junto con las cuatro reglas de la aritmética para discutir y debatir las actividades y sucesos económicos que afectaban sus vidas diarias. Hacia mitad del siglo XIX algunos autores comenzaron a utilizarlas matemáticas para elaborar sus teorías, porque podrían formular sus ideas de forma más efectiva usando el lenguaje matemático

Un modelo matemático es una herramienta para la solución de un problema en específico, es interpretar lo mejor posible la realidad a través de ciertas fórmulas. Pidd, en 1996, propone la siguiente definición mucho más completa: “Un modelo es una representación explícita y externa de parte de la realidad como la ven las personas que desean usar el modelo para entender, cambiar, gestionar y controlar dicha parte de la realidad”. (5:12) Dichos modelos van desde lo más sencillo como una regresión lineal, sistema de ecuaciones, o bien, programación lineal, hasta lo más complejo como modelos semi-estructurales de un sistema económico completo.

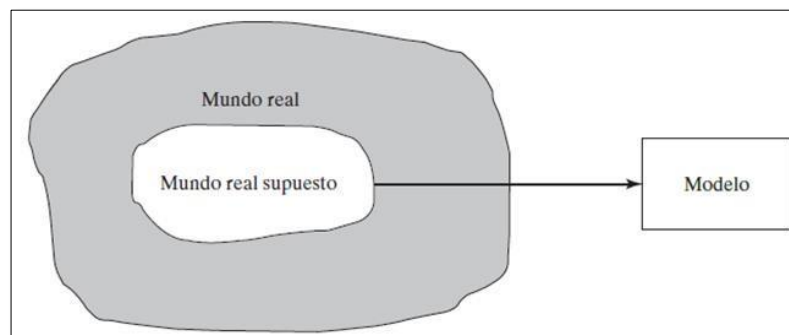


La matemática proporciona a una herramienta que modela la teoría deseada con la información de la realidad y brinda elementos de análisis para la toma de decisiones, con el fin de explicarla bajo conceptos teóricos preconcebidos, aunque, puede haber una diferencia entre el modelo matemático y sus posibles interpretaciones de la realidad. Existen más de un modelo capaz de describir un cierto fenómeno, se debe reconocer que un modelo cuyo objetivo sea explicar un fenómeno, no puede ser nunca considerado como una verdad absoluta; es solamente una representación aproximada de la realidad.

La figura 1, muestra los niveles de abstracción que caracterizan el desarrollo de un modelo de IO.

**Figura 1**

**NIVELES DE ABSTRACCION EN EL DESARROLLO DE UN MODELO**



Fuente: Tomado de la figura 1.1 de Taha, Hamdy A. 2012 "Investigación de operaciones". Pearson Educación, México. Página 25

Para poder modelar matemáticamente un problema, se deben plantear primero tres preguntas fundamentales: ¿Cuáles son las alternativas de decisión?, ¿Conforme a qué restricciones se toma la decisión?, y ¿Cuál es el criterio objetivo apropiado para evaluar las alternativas? Los modelos desarrollados son representaciones exactas de situaciones reales. Esto es raro en la IO, ya que la mayoría de las aplicaciones suelen implicar diversos grados de aproximación.

“Abstraemos de la situación real, el mundo real supuesto al concentrarnos en las variables dominantes que controlan el comportamiento del sistema real. El modelo expresa de una manera razonable las funciones matemáticas que representan el comportamiento del mundo real supuesto”. (18:6) Por lo anterior se puede afirmar que un modelo sirve básicamente para tres cosas: aprender/entender, implementar en un ordenador (automatización) y tomar decisiones. Sin embargo, según José Pedro García Sabater y Julien Maheut del Grupo de Investigación ROGLE, por muy bueno que sea un modelo, existe un ciclo de vida del mismo, dicho ciclo está definido como:

**a. Definir el problema:** esta fase incluye entender el problema y acordar con el cliente los resultados a obtener.

**b. Modelar y construir la solución:** esta fase incluye definir el tipo de técnica a utilizar, generar el modelo (implementarlo informáticamente si es el caso) y por último, validarlo.

**c. Utilizar la solución:** un modelo perfecto que no se utilice, es un modelo perfectamente inútil. Ser capaz de implementar el modelo de tal manera que el cliente lo utilice, y mantener un concreto sistema de actualización son los dos elementos básicos de esta fase.

Según la investigación de operaciones, ante diferentes situaciones del mundo real, no se cuenta con una técnica general única para resolver todos los problemas que puedan surgir. En su lugar, el tipo y complejidad del modelo matemático determina la naturaleza del método de solución, es decir, que no todos los problemas pueden ser solucionados de la misma manera, ya que más de una herramienta puede ser aplicable; y no solo un modelo matemático

soluciona todos los problemas presentados. No obstante, “La técnica de IO más importante es la programación lineal.

Está diseñada para modelos con funciones objetivo y restricciones lineales. Otras técnicas incluyen la programación entera (en la cual las variables asumen valores enteros), la programación dinámica (en la cual el modelo original puede descomponerse en sub problemas más pequeños y manejables), la programación de red (en la cual el problema puede modelarse como una red), y la programación no lineal (en la cual las funciones del modelo son no lineales)”.(18:5)

Bajo el contexto anterior estas son algunas de las muchas herramientas de IO con que se dispone para la toma de decisiones. Es importante mencionar que en la mayoría de las técnicas de IO, las soluciones no se obtienen cerradas o rígidas, como si fueran fórmulas inflexibles, sino que más bien se determinan mediante algoritmos y se ajustan tanto a las necesidades que presenta el modelo, como a la información disponible. Aunque cabe mencionar, que el método de solución es el mismo, una vez elegido el modelo. Esto se debe a que un algoritmo proporciona reglas fijas de cálculo que se aplican en forma repetitiva al problema, estas repeticiones se denominan iteración. Como los cálculos asociados con cada iteración suelen ser tediosos y voluminosos, es recomendable que estos algoritmos se ejecuten con la computadora.

Algunos modelos matemáticos pueden ser tan complejos que es imposible resolverlos con cualquiera de los algoritmos de optimización disponibles. En esos casos quizá sea necesario abandonar la búsqueda de la solución óptima y simplemente buscar una buena solución aplicando la heurística, y la metaheurística, o bien reglas empíricas.

Shapiro en el año 2001 clasificó los modelos según el efecto de su resultado en normativos o descriptivos. Los modelos normativos tienen el planteamiento del modelo matemático (en forma de función objetivo y restricciones) los modelos factibles para la optimización, siguen algunos patrones clásicos (programación lineal por ejemplo) forman subconjuntos de modelos de optimización. Los modelos descriptivos, abarcan las técnicas de un modelo, que no aplica definición de estructuras matemáticas que definen una solución como la deseable para ser implementada. Entre los modelos descriptivos se pueden citar los modelos de simulación, la teoría de colase incluso las técnicas de previsión entre otras. Algunos modelos descriptivos llevan aparejada una carga matemática importante, mientras que otros su estructura no es de tipo matemático.

Un modelo matemático es una manera formal de expresar el problema, presentado en términos de números, estableciendo relaciones interdependientes que brinda resultados con significado teórico y práctico. Dichos modelos describen un sistema completo o semi-completo utilizando parámetros, variables y sus interrelaciones. “El lenguaje matemático no se limita a la expresión de números y operadores aritméticos que los relacionan. Los modelos pueden ser estáticos o dinámicos. Un modelo estático no tiene en cuenta el tiempo, mientras que los modelos dinámicos sí. Los modelos dinámicos se suelen representar con ecuaciones en diferencias o ecuaciones diferenciales. Los modelos pueden ser lineales o no-lineales.

Si todos los operadores de un modelo son lineales el modelo es lineal, si al menos uno es no-lineal el modelo es no-lineal. Aunque hay excepciones, los modelos lineales son mucho más fáciles de manejar que los modelos no-lineales. En general los modelos no-lineales pueden ser linealizados, pero entonces, es posible, que se estén perdiendo aspectos relevantes del problema.

Un modelo puede ser determinista o estocástico. Un modelo determinista es aquel en que cada conjunto de variables en un estado, está definido por los parámetros del modelo y por los estados anteriores. Un modelo determinista se comporta siempre igual para un conjunto de parámetros de entrada. En un modelo estocástico las variables de estado se representan por distribuciones de probabilidad, y por tanto el modelo es capaz de recoger aleatoriedad o incertidumbre”. (5:22)

### **1.7 Programación lineal**

Existe variedad de actividad es en el mundo cotidiano que pueden ser útilmente descritas como sistemas, desde sistemas físicos, tales como una planta industrial hasta entidades teóricas, tales como los modelos económicos. La operación eficiente de esos sistemas usualmente requiere un intento por optimizar varios índices que miden el desempeño del sistema. Algunas veces, esos índices son cuantificados y representados como variables algebraicas. Entonces se deben encontrar valores para esas variables, que maximicen la ganancia o beneficio del sistema, o bien minimicen los gastos o pérdidas. Se asume que las variables dependen de ciertos factores, que deben estar bajo el control al menos parcial del analista.

El proceso de administración de los recursos escasos de un sistema se suele dividir en seis fases:

- a)** Análisis matemático del sistema.
- b)** Construcción de un modelo matemático que refleje los aspectos importantes del sistema.
- c)** Validación del modelo.
- d)** Manipulación del modelo a fin de obtener una solución satisfactoria, si no óptima.
- e)** Implementación de la solución seleccionada.

- f) Introducción de una estrategia de control del desempeño del sistema después de la implementación efectuada.

Bajo el contexto de la presente investigación, cabe mencionar que la empresa de venta de ropa para vestir de caballeros, busca optimizar los resultados de la aplicación de diferentes estrategias promocionales, en tal sentido, la cuarta fase que corresponde a la manipulación del modelo, es la que concierne a la teoría de la optimización. Todas las empresas buscan los mejores resultados posibles, por lo que la teoría de la optimización brinda este eslabón en la cadena de la administración.

Los modos de modelar matemáticamente comparten la característica común, de representar la realidad mediante variables y parámetros (y algunos otros artificios como funciones o conjuntos), quedando la realidad cuantificada. Entre ellos están la programación dinámica o la teoría de grafos. Los modelos de programación matemática se distinguen porque representan la realidad mediante funciones. Estas combinaciones de variables y parámetros en forma de restricciones y/o funciones objetivo.

En general, las restricciones se deben respetar y las funciones objetivo establecen la diferencia entre una solución y otra. Este tipo de modelos pertenecen al grupo de los modelos normativos (que indican el camino a seguir) frente a la categoría de los descriptivos (que describen la situación actual o futura). Los modelos matemáticos de programación cuentan con las siguientes características:

- a. Estructura, objetivos y restricciones (lineales o no lineales).
- b. Características de las variables (reales, discretas–enteras–binarias).
- c. Certidumbre de los parámetros (ciertos e inciertos).

d. Número de objetivos (ninguno, uno o más de uno)

e. Número de restricciones (ninguna, más de cero).

Una de las herramientas más importantes de la optimización es la programación lineal, un problema de programación lineal está dado por una función lineal de varias variables que deben ser optimizadas (maximizada o minimizada) cumpliendo con cierto número de restricciones también lineales. Por medio de la programación lineal se pueden formular y resolver problemas de una gran variedad de campos del quehacer humano, entre los que se puede mencionar; asignación de recursos en la planificación de gobierno, análisis de redes para la planificación urbana y regional, planificación de la producción en la industria, y la administración de sistemas de transporte y distribución. La programación entera está relacionada con la resolución de problemas de optimización en los cuales al menos algunas de las variables deben tomar solo valores enteros. Por último, los componentes de un modelo matemático son datos, variables, función objetivo y sus restricciones.

Cabe mencionar, que el estudio a realizar consta de la aplicación de programación lineal entera, esto se debe a que la información a utilizar para construir el modelo, corresponde al total de ventas de trajes de las marcas que maneja la empresa, en dos diferentes tiendas, del mismo sector, utilizando la teoría de juegos, se busca brindar a la empresa, comercializadora de ropa de vestir, una herramienta para evaluar el impacto de las promociones, para maximizar sus ingresos y minimizar sus pérdidas.

### **1.8 Teoría de juegos**

“La teoría general del juego se desarrolló con el objetivo de analizar situaciones competitivas en las que intervienen intereses de conflicto. En los casos que se consideran en la teoría del juego, hay dos o más participantes con objetivos

diferentes, cuya acción incluye, pero no determina completamente, el resultado de un juego; más aún, supone que cada jugador conoce los objetivos de su oponente". (18:744) La teoría de juegos, por tanto, proporciona la solución de tales juegos, suponiendo que cada uno de los jugadores desea maximizar su ganancia mínima esperada, o en forma equivalente, minimizar su pérdida máxima esperada. Criterios llamados minimax y maximin, que son la base de la teoría de juegos de estrategia, desarrollada originalmente por John Von Neumann y Oskar Morgenstern.

Nótese que la teoría de juegos supone un tipo particular de problema en la que interviene la maximización del valor esperado de una decisión hecha con incertidumbre.

El modelo matemático busca brindar información para la toma de decisiones, según la mejor estrategia condicionada por la conveniencia de las acciones (estrategias) tomadas por los competidores.

### **1.8.1 Participantes**

Con relación al número de participantes, los juegos se clasifican por el número de conjuntos con diversos intereses u objetivos que entran en el juego. Desde el punto de vista de la teoría, el número de personas que están o actúan en el juego, no es necesariamente igual al número de competidores, es decir, si dos o más jugadores forman una alianza por conveniencia o por reunir sus ganancias o pérdidas, la teoría de juegos los considera como una sola persona o un solo competidor.

La cantidad de jugadores en la teoría de juegos es generalmente dos, que puede estar o no compuesta por un grupo de personas con objetivos compartidos.



Para el caso de la presente investigación se han tomado dos de las tiendas de la empresa objeto de estudio; como principal jugador la tienda ubicada en Perirosvelth que se denominara tienda 1 y la ubicada en Miraflores, como tienda 2 como segundo competidor.

### **1.8.2 Premio o pago**

Los juegos se clasifican por la naturaleza de la ganancia total (premio o pago), La distinción a este respecto está entre los juegos de “suma cero” y

Los juegos de “suma no cero”. Si la suma de las ganancias totales de todos los participantes en un juego es nula, entonces el juego es de suma cero; de otra manera, es de suma no cero. De modo que en un juego de suma cero la ganancia de un jugador equivale a la pérdida para el otro, y viceversa.

El premio o pago de juego, se refiere al resultado de la aplicación de las estrategias implementadas por los competidores de manera simultánea y en iguales condiciones. Cada resultado representa el beneficio o pérdida de cada jugador para cada combinación específica de estrategias.

Por ejemplo, las empresas “A” y “B”, en una situación de comercio, en que ambas participan simultáneamente en el mercado, cuando “A” aplica la estrategia 1 obtiene 3,000 unidades en ventas, cuando “B” aplica la misma estrategia obtiene 4,000 unidades, el valor de pago del juego corresponde a 1,000 unidades a favor de “B”; dado que es el beneficiado con dicha combinación. Si se considera que la empresa “A” aplica la estrategia 2, obtiene 4,500 unidades de ventas, para tal caso, manteniendo constante la estrategia de “B”, el valor de pago es de 500 a favor de “A”, dado que es el beneficiado con dicha combinación.

En tal sentido, para cada combinación de estrategias aplicadas por los participantes del juego, se obtiene un resultado único de pago de juego, que beneficiará a un jugador, es decir, que el resultado sea cero en dicha combinación de estrategias.

### **1.8.3 La estrategia**

En la teoría de juego se le llama estrategia de un jugador al plan que especifica su acción a tomar, correspondiente a toda posible acción, de su oponente. Es decir, una estrategia es un plan completo para llevar a cabo un juego, sin implicar alguna habilidad especial por parte del jugador.

En un juego susceptible por completo al análisis, es posible por lo menos conceptualmente predecir todas las eventualidades, y por consiguiente, catalogar todas las posibles estrategias. Los juegos se clasifican de acuerdo con el número de estrategias disponibles a cada jugador. Si el jugador 1 tiene  $m$  posibles estrategias y el jugador 2 posee  $n$ , y ambos son los únicos competidores, entonces se dice que el juego es de  $m \times n$ .

Para el caso de la presente investigación se han considerado diferentes promociones, como estrategias de juego, por cada uno de los competidores. Esto derivado de que la empresa objeto de estudio se dedica al comercio de ropa para caballeros, basando sus ventas en la promoción a utilizar en codependencia de la aplicada por la tienda competidora.

### **1.8.4 Matriz de juego o matriz de pagos**

Representa el resumen de los resultados de la interacción de cada estrategia aplicada por los competidores o jugadores. Por lo general, un problema que ha de tratarse con el análisis de la teoría de juegos se expresa en forma de una matriz denominada matriz de juego. Una matriz del juego o matriz de premios (o

pagos) es un arreglo rectangular o cuadrado, compuesto por filas y columnas, donde se especifican las distintas estrategias utilizadas por cada jugador, así como los resultados de su aplicación, en la que las filas representan las estrategias de un jugador y las columnas las estrategias de otro, por lo tanto, un juego de  $m \times n$  quedará representado por una matriz de  $m \times n$ . Se conviene expresar los pagos desde el punto de vista del jugador, cuyas estrategias se asocian a las filas de la matriz, los pagos para su oponente en un juego de suma cero, estarán dados, entonces, por el negativo de esta matriz.

Una matriz de pagos indica el resultado de las estrategias aplicadas por los competidores. Algunos premios están expresados en negativos y otros en positivos, los positivos representan los pagos correspondientes al competidor F (filas) y los negativos corresponden al pago del competidor C (columnas). Es importante mencionar que la ganancia de una, representa automáticamente la pérdida del otro, por lo que la interpretación también es viceversa en términos de pérdida.

Con la información anterior, es suficiente para solucionar el juego, para determinar que estrategias debería hacer cada jugador, suponiendo que cada uno desee maximizar su ganancia mínima esperada, o bien minimizar su pérdida máxima esperada. El valor del juego, es el pago promedio o esperado por partida jugada, considerando que ambos jugadores aplican sus estrategias óptimas consecuentemente. Conviene considerar el valor desde el punto de vista del competidor cuyas estrategias corresponden a las filas de la matriz de pagos. Se dice que un juego es justo, si su valor es cero, en un juego justo, un jugador ganará al otro, a la larga, si ambos emplean sus estrategias óptimas, si el valor del juego es positivo, el jugador de las filas tiene ventaja; si el valor es negativo, el jugador de las columnas tiene ventaja.

La matriz de juego o matriz de premios se muestra a continuación:

**Cuadro 1**  
**MATRIZ DE JUEGOS (PAGOS O PREMIOS)**

		Competidor C			
		Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>n</sub>
COMPETIDOR F	Estrategias				
	X <sub>1</sub>	P <sub>11</sub>	P <sub>12</sub>	P <sub>13</sub>	P <sub>1n</sub>
	X <sub>2</sub>	P <sub>21</sub>	P <sub>22</sub>	P <sub>23</sub>	P <sub>2n</sub>
	X <sub>3</sub>	P <sub>31</sub>	P <sub>32</sub>	P <sub>33</sub>	P <sub>3n</sub>
X <sub>m</sub>	P <sub>m1</sub>	P <sub>m2</sub>	P <sub>m3</sub>	P <sub>mn</sub>	

Fuente: Elaboración propia, agosto de 2017

**Donde:**

**F** = Representa al competidor de las filas.

**C** = Representa al competidor de columnas.

**X<sub>m</sub>** = Estrategia por el competidor de las filas.

**Y<sub>n</sub>** = Estrategia por el competidor de las columnas.

**P<sub>m</sub>** = Resultado de la aplicación de la estrategia X<sub>m</sub> con la estrategia Y<sub>n</sub>(Valor de pago)

Cabe mencionar, que las estrategias pueden también catalogarse en dos grandes apartados, que son: la estrategia dominada y la estrategia dominante. Se dice que una estrategia es dominante, cuando el valor del pago (beneficio para el competidor) es el más alto, alcanzado independientemente de las estrategias de la competencia. Sin embargo, la estrategia dominada, es aquella

en donde el valor del juego es el más bajo alcanzado. (Mayor beneficio para el competidor), independientemente de las estrategias utilizadas.

### 1.8.5 Métodos de solución

A continuación se presentan los métodos de solución de la teoría de juegos, primero se desarrollará el punto de silla, y posteriormente el método simplex (programación lineal).

#### 1.8.5.1 Punto de silla

Es la forma más sencilla de solucionar el juego, dado que, se enfoca en los resultados en el que coinciden las estrategias maximin y minimax de ambos jugadores. Es un valor numérico, que simultáneamente es el MAXIMIN y el MINIMAX de la matriz de pagos, MAXIMIN es el elemento de mayor valor, entre los menores obtenidos en cada fila, MINIMAX, es el elemento de menor valor, entre los mayores obtenidos en cada columna.

**Cuadro 2**  
**MATRIZ DE PAGOS**

		COMPETIDOR C				< F
		Estrategias	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	
COMPETIDOR F	X <sub>1</sub>	11	-13	-11	-84	-84
	X <sub>2</sub>	16	46	31	27	16
	X <sub>3</sub>	15	-9	-68	49	-68
	X <sub>m</sub>	-30	-46	51	-44	-46
	> C	16	46	51	49	

MAXIMIN =  
16

Minimax = 16

Fuente: Elaboración propia, agosto de 2017

#### Donde:

< F = menor valor de pago en la fila

>C = mayor valor de pago en la columna

Punto de silla  $\leftrightarrow$  MAXIMIN = MINIMAX

16 = 16

### 1.8.5.2 Método simplex

La "Programación lineal (PL por sus siglas) es el nombre que se usa para los problemas en que el objetivo es maximizar o minimizar una función lineal sujeta a restricción es en forma de desigualdades lineales". (16:563) Es decir, brinda una solución de optimización de variables para la toma de decisiones, ya sea minimización de costos o maximización de ingresos, que es una de las principales aplicaciones a nivel empresarial.

Por el uso que se hace de la programación lineal en problemas de decisión económica, se debe tener conocimiento básico de esta teoría, su importancia va más allá de las aplicaciones prácticas. En tal sentido, para la solución de un problema de programación lineal, se deben primero identificar las variables que intervienen en el problema, es decir, la función objetivo (maximizar o minimizar), las restricciones en forma de desigualdad y las restricciones de no negatividad; posterior a la identificación se debe elegir el método de solución más conveniente.

Este método es útil, para resolver problemas, de teoría de juegos, que no tienen punto de silla, se usa como una guía para conocer el valor del juego, y determinar quién es el ganador del mismo, así como las estrategias de aplicación X o Y, además proporciona la probabilidad con la que el jugador pueda aplicar cada una de las estrategias. Se puede resolver por un procedimiento de maximización, si se trabaja en función del jugador C y por minimización, cuando se trabaja en función del jugador F, el procedimiento de solución del método es el siguiente:

- a. De no existir punto de silla, se deben extraer las variables utilizadas en programación lineal, siendo estas la función objetivo y las restricciones. Se aplica el caso de la maximización, cuando se hace en función de las filas (del competidor principal) y la minimización para el caso del otro competidor.
- b. Con los valores de pago de la matriz de pagos, se forman las restricciones (desigualdades) correspondientes a maximización con límite1, es decir, utilizar el signo  $\leq$ , más la no negatividad de “y”.
- c. Las desigualdades restrictivas se convierten en igualdades agregando variables de holgura.
- d. Igualar a cero la función objetivo.
- e. Con los coeficientes de las ecuaciones y los coeficientes de la función objetivo construir el primer tablero simplex.
- f. A los coeficientes de las variables (valores de pago) del primer tablero simple, sumarle un valor constante, que permite eliminar los signos negativos.
- g. Determinar la columna pivote (CP) se identifica con el menor valor, de los elementos de la fila de la función objetivo, para el caso de teoría de juegos todos los valores serán -1, por lo que se debe tomar cualquiera columna.
- h. Determinar el elemento pivote (EP), lo cual se logra, dividiendo cada uno de los valores de los elementos de la última columna, de constantes, entre el valor de cada elemento correspondiente de la fila (no negativo, no cero) de la columna pivote y el menor cociente positivo, indicará cual es el elemento pivote, de existir empate se toma cualquiera.

- i. Convertir en uno, el valor del elemento pivote, lo cual se logra multiplicando el inverso del valor de dicho número, por cada valor de los elementos de su fila, ordenando los resultados en la fila correspondiente del siguiente tablero, denominándose a esta nueva fila pivote (FP).
- j. Convertir en cero los restantes valores de los elementos de la columna pivote, lo cual se logra, multiplicando el valor del elemento a convertir en cero, con signo cambiado, por cada valor de los elementos de la fila pivote y el resultado parcial, sumándole los valores de los elementos correspondientes de la fila del elemento a convertir en cero y el nuevo resultado se ordena en la fila de acuerdo a su ubicación.
- k. De ser necesario repetir los pasos de la g ala j, hasta que todos los elementos de la última fila, del tablero simplex (fila de la F.O.), sean positivos y/o ceros. Si esto se ha logrado, este tablero da los valores para dar respuesta a las interrogantes en la teoría de juegos.
- l. Darle valor a las variables Y y X, los valores de Y se dan en la última columna en donde se encuentran los valor de C; ubicarse en la columna de las variables y, recorrer de arriba hacia abajo a la posición del 1, luego de izquierda a derecha a la columna de constantes (última columna), los demás valores de la columna deben ser ceros, de lo contrario el valor de la variable es cero; los valores de X se encuentran en la última fila, en las columnas en donde se ubican las holguras, en forma ascendente  $X_1$ ;  $X_2$  &  $X_m$ .
- m. El valor del juego es igual al inverso de Z, ubicado en la penúltima columna y última fila, es decir  $1/Z$  menos el valor de la constante K, que se sumó al principio.



- n.** Determinar quién es el ganador del juego, si el resultado es negativo favorece al jugador de las columnas y si es positivo favorece al jugador las filas.
- ñ.** Determinar las estrategias a utilizar por cada competidor.
- o.** Determinar la proporción de uso de cada estrategia.

## **Capítulo II**

### **Diagnóstico de la empresa objeto de estudio**

#### **2.1 Metodología de la investigación**

Presenta la metodología empleada para resolver el problema de la investigación el cual comprende: técnicas de investigación documental utilizadas, así como la definición del problema, objetivo general y objetivos específicos.

La metodología contiene la explicación en detalle de la herramienta que puede utilizar la empresa comercializadora de ropa para caballeros, para resolver el problema.

##### **2.1.1 Método científico:**

La investigación se desarrollo con el método científico, en la etapa indagadora con la definición del problema, demostrativa a través de la utilización de medios, técnicas e instrumentos para comprobar los conocimientos, y expositiva para la divulgación de los resultados obtenidos.

Se utilizo el análisis comparativo de las promociones de las tiendas o sucursales en evaluación, con los registros de ventas alcanzados del producto líder, en una brecha de tiempo.

##### **2.1.2 Técnicas e instrumentos de la investigación:**

Las técnicas de investigación documental y de campo que se utilizaron en la recolección y ordenamiento de información para la investigación son las siguientes:

### **2.1.2.1 Investigación documental**

Se utilizó la consulta de libros, tesis escritas por diversos autores relacionados con el tema de investigación, a través del desarrollo de:

- Elección y delimitación del tema de investigación documental.
- Elaboración del plan de trabajo para la investigación.
- Proceso de captación del material de la investigación
- Redacción y presentación del informe.

### **2.1.2.2 Investigación de campo**

Se llevó a cabo tomando como referencia dos de las tiendas ubicadas en el mismo sector, utilizando la técnica de entrevista al director de operaciones, que tiene bajo su administración las sucursales, realizando un análisis comparativo de los modelos en evaluación.

- Desarrollo de los resultados obtenidos, utilizando la herramienta propuesta.
- Interpretación de la información obtenida.

## **2.2 Generalidades de la empresa objeto de estudio**

La empresa objeto de estudio es una organización dedicada a la comercialización de ropa para caballeros, dentro de un marco de calidad y atención al cliente. Inicia sus operaciones en octubre de 1999, la cadena ha logrado consolidarse de forma permanente, al dar una alternativa de vestimenta propia de las tendencias actuales, forma parte de los sectores más importantes de la moda masculina.

### **2.2.1 Filosofía empresarial**

A continuación, se muestra la filosofía empresarial de la empresa objeto de estudio.

### **2.2.1.1 Misión**

Otorgamos una alternativa fresca de vestimenta masculina a nuestros clientes que satisfaga las necesidades propias del entorno; así mismo, propiciamos tendencias del buen vestir masculino, con productos de alta calidad y precios accesibles.

### **2.2.1.2 Visión**

Ser la cadena más importante a nivel nacional y latinoamericano en moda masculina, otorgando la mejor calidad y precio, gracias a nuestra constante investigación de mercado y evolución de la marca de acuerdo al contexto que nos rodea.

### **2.2.1.3 Valores**

Los valores que identifican a la empresa son los siguientes:

- **Calidad:** cada producto que se comercializa en la cadena objeto de estudio se produce y monitorea mediante estándares estrictos de calidad, por tal motivo se ofrecen productos certificados a los clientes.
- **Eficiencia y Rapidez:** personal altamente capacitado en los diferentes puntos de venta para atender las necesidades particulares del cliente. Siempre se le dará una solución rápida y sugerirá opciones óptimas, que desembocarán en una atención especializada y en experiencias agradables de compra.
- **Autenticidad:** los productos que ofrece la empresa son diseñados por la misma empresa, inspirados por las tendencias más actuales de moda masculina a nivel internacional.
- **Sentido de pertenencia:** todos los colaboradores se identifican con la filosofía de la empresa: así como, los clientes. Se crea un ambiente en el que todos los

participantes son parte de un todo; un lugar que se abre a todo lo que se quiera aportar.

#### **2.2.1.4 Objetivos**

##### **Objetivo general**

Satisfacer las necesidades y expectativas que tienen los clientes, sobre las prendas y accesorias para caballeros que se comercializan, con calidad garantizada, estilo de vida, marca y moda, tener proyección en el mercado del continente Americano, identificar y mejorar procesos de información para la reducción de costos y tiempo.

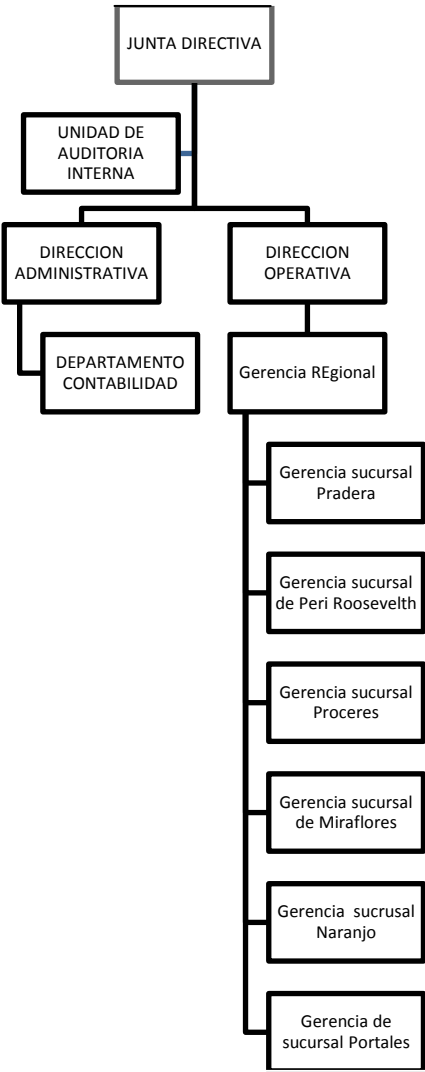
##### **Objetivos específicos**

1. Ser líderes nacionales en la comercialización de ropa para caballeros.
2. Tener una proyección en el mercado del continente Americano.
3. Empezar estrategias de comunicación focalizadas en medios digitales, ya que hoy en día son parte de la vida diaria de los consumidores. Considerando que las redes sociales, buscadores, blogs, el contenido online y los portales plataformas son fundamentales en la construcción de una marca.

#### **2.2.2 Estructura organizacional**

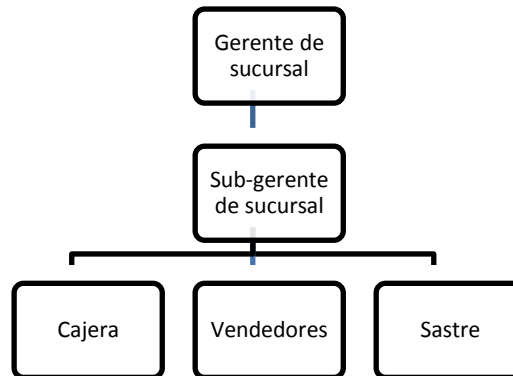
La estructura organizacional de la empresa objeto de estudio es vertical, el tipo de departamentalización es funcional, el tramo de control es estrecho, su sistema de organización es funcional.

Figura 2  
ORGANIGRAMA GENERAL DE LA EMPRESA OBJETO DE INVESTIGACIÓN



Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la empresa

Figura 3  
ORGANIGRAMA NOMINAL DE TIENDA



Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la empresa

### 2.2.3 Productos que comercializa

Tiene una gama de mercadería, para caballeros, en tres marcas diferentes *Lamberti, Sonnety y Lmental*, que se detallan a continuación.

- Traje
- Saco Sport
- Camisa de Vestir
- Camisa sport
- Pantalón de vestir
- Pantalón casual
- Jeans
- Chumpas
- Suéteres
- Corbatas
- Accesorios: como mancuernillas, cinturones, calcetines, billeteras, relojes, pines, mochilas, bufandas, sombreros, lentes, pañuelos.
- Ropa de temporada: abrigos, guayaberas, shorts.

### **2.3 Diagnóstico de la empresa objeto de estudio**

La empresa comercializadora de ropa, ha tenido variaciones importantes en sus ventas, sobre todo en los trajes, que es su producto líder, utiliza estrategias mercadológicas como campañas publicitarias y promociones de venta, para alcanzar sus objetivos, sin embargo desconoce los resultados de las promociones aplicadas en cada una de las tiendas, por lo que es necesario evaluar las promociones, a través, de una investigación que permita establecer cuál es el impacto que han tenido.

### **2.4 Tiendas competidoras y estrategias promocionales utilizadas**

Las tiendas objeto de estudio están ubicadas en:

- Sucursal de Peri Roosevelt, en la 25 calle 15-50 zona 7, Centro Comercial Peri Roosevelt, se identificara como tienda 1.
- Sucursal de Miraflores, en la 21 Avenida 4-32 zona 11, Centro Comercial Galerías Miraflores, se identificara como tienda 2.

Las estrategias promocionales implementadas fueron:

- 20% de descuento: consiste en aplicar el 20% descuento a cada prenda que compre.
- 3X: esta promoción sugiere al cliente llevarse 3 prendas, únicamente se da el descuento en la compra de 3 unidades, si se lleva una prenda o 2 no aplica el descuento.
- Camisa y corbata en la compra de 1 traje: con esta promoción el cliente adquiere 1 traje, se le regala una camisa y una corbata.

Estas estrategias fueron aplicadas por la empresa en investigación, en ambas tiendas, en los mismos períodos. Las tiendas cuentan con seis personas para atender a los clientes, en horario de 9:00 a 21:00 horas, de lunes a sábado y los



domingos de 10:00 a 20:00 horas. Las promociones tienen rotación en distintos periodos de tiempo, los meses observados fueron de mayo 2016 a enero 2017.

La aplicación de las estrategias promocionales, en distintos periodos, permite a las tiendas diversificar la captación de clientes para sus productos, aunque esto puede representar una ventaja, como una desventaja. Es considerada una ventaja en la medida que los clientes disponen de diferentes opciones de compra, en comparación con los precios fijos de la empresa y una desventaja dependiendo del periodo de rotación de las promociones, es decir, que cuando la estrategia promocional es buena, se necesita prolongar su aplicación, situación que afecta la rotación de la mezcla. El análisis se realizó sobre las unidades vendidas y no sobre la cantidad monetaria, esto para evitar la ilusión monetaria de las ventas. (Efecto precio y no incremento real en ventas).

**Cuadro 3**  
**ESTRATEGÍAS APLICADAS POR CADA TIENDA**

<b>Evento Observación</b>	<b>Tienda 1</b>	<b>Tienda 2</b>
	<b>Estrategia aplicada</b>	<b>Estrategia aplicada</b>
Del 01 al 31 de mayo 16	20% descuento	20% de descuento
Del 01 al 30 de junio 16	20% descuento	3 X
Del 01 al 31 de julio 16	20% descuento	Camisa y corbata de regalo
Del 01 al 31 de agosto 16	3 X	20% de descuento
Del 01 al 30 de septiembre 16	3 X	3 X
Del 01 al 31 de octubre 16	3 X	Camisa y corbata de regalo
Del 01 de 30 de noviembre 16	Camisa y corbata de regalo	20% de descuento
Del 01 al 31 de diciembre 16	Camisa y corbata de regalo	3 X
Del 01 al 31 de enero 17	Camisa y corbata de regalo	Camisa y corbata de regalo

Fuente: Elaboración propia, datos proporcionados por la empresa

## 2.4 Análisis de las ventas

Las tiendas competidoras tienen la misma rotación promocional, el análisis de venta se realizó por un periodo de nueve meses. La observación está en función de la comparación de la estrategia aplicada por la tienda 1, contra todas las estrategias de la tienda 2, en tal sentido, existe una correspondencia entre las rotaciones para establecer su comparabilidad y fundamentar el modelo matemático desarrollado en el capítulo tercero de la presente tesis.

### 2.4.1 Análisis de las ventas por estrategia promocional

**Cuadro 4**  
**COMPARACIÓN DE LAS VENTAS DE LA TIENDA 1 “PROMOCION 20%”**  
**CON LAS ESTRATEGIAS DE LA TIENDA 2 (EN UNIDADES) DEL 01 DE**  
**MAYO AL 31 DE JULIO 2016**

Tienda 1		Tienda 2	
Estratégias	<b>Unidades Vendidas</b>	<b>Etratégias</b>	<b>Unidades Vendidas</b>
20% de descuento	96	20% de descuento	82
20% de descuento	119	3 X	112
20% de descuento	181	Camisa y corbata de regalo	156

Fuente: Elaboración propia, datos proporcionados por la empresa

**Cuadro 5**

**COMPARACIÓN DE LAS VENTAS DE LA TIENDA 1 “PROMOCION 3 X” CON LAS ESTRATEGIAS DE LA TIENDA 2 (EN UNIDADES) DEL 01 DE AGOSTO AL 31 DE OCTUBRE 2016**

Tienda 1		Tienda 2	
Estratégias	<b>Unidades Vendidas</b>	<b>Etratégias</b>	<b>Unidades Vendidas</b>
3 X	220	20% de descuento	205
3 X	259	3 X	246
3 X	371	Camisa y corbata de regalo	288

Fuente: Elaboración propia, datos proporcionados por la empresa

**Cuadro 6**

**COMPARACIÓN DE LAS VENTAS DE LA TIENDA 1 “CAMISA Y CORBATA DE REGALO” CON LAS ESTRATEGIAS DE LA TIENDA 2 (EN UNIDADES) DEL 01 DE NOVIEMBRE 2016 AL 31 DE ENERO 2017**

Tienda 1		Tienda 2	
Estratégias	<b>Unidades Vendidas</b>	<b>Etratégias</b>	<b>Unidades vendidas</b>
Camisa y corbata de regalo	279	20% de descuento	205
Camisa y corbata de regalo	259	3 X	246
Camisa y corbata de regalo	371	Camisa y corbata de regalo	288

Fuente: Elaboración propia, datos proporcionados por la empresa

**Cuadro 7**

**COMPARATIVO ENTRE LAS VENTAS POR UNIDAD DE LAS TIENDAS JUGADORAS**

<b>EVENTO OBSERVACIÓN</b>	<b>TIENDA 1 ESTRATEGIA APLICADA</b>	<b>VENTAS UNIDADES</b>	<b>TIENDA 2 ESTRATEGIA APLICADA</b>	<b>VENTAS UNIDADES</b>	<b>VALOR DE PAGO</b>
Del 01 al 31 de mayo 16	20% descuento	96	20% de descuento	82	14
Del 01 al 30 de junio 16	20% descuento	119	3 X	112	7
Del 01 al 31 de julio 16	20% descuento	181	Camisa y corbata de regalo	156	25
Del 01 al 31 de agosto 16	3 X	220	20% de descuento	205	15
Del 01 al 30 de septiembre 16	3 X	259	3 X	246	13
Del 01 al 31 de octubre 16	3 X	371	Camisa y corbata de regalo	288	83
Del 01 de 30 de noviembre 16	Camisa y corbata de regalo	279	20% de descuento	256	23
Del 01 al 31 de diciembre 16	Camisa y corbata de regalo	256	3 X	154	102
Del 01 al 31 de enero 17	Camisa y corbata de regalo	140	Camisa y corbata de regalo	196	-56
	TOTAL	1921	TOTAL	1695	226

Fuente: Elaboración propia, datos proporcionados por la empresa

## **Capítulo III**

### **Aplicación de la teoría de juegos**

La teoría de juegos es una herramienta matemática probabilística, que se utilizará en la empresa objeto de estudio, con el propósito de evaluar el impacto que generan las estrategias promocionales, en las dos tiendas competidoras, con el fin de maximizar sus ingresos o reducir sus pérdidas.

#### **3.1 Objetivo general y específico de la aplicación**

A continuación, se presenta el objetivo general y los objetivos específicos de la aplicación de la herramienta matemática probabilística, de teoría de juegos, considerando lo desarrollado en el presente estudio.

##### **3.1.1 Objetivo general**

Determinar la temporalidad, conveniencia y combinación óptima de cada una de las estrategias que se apliquen por cada competidor, con el objeto de maximizar sus ingresos y minimizar sus costos.

##### **3.1.2 Objetivos específicos**

- Aplicar las promociones correctas, en los puntos adecuados, maximizar los ingresos y minimizar los costos.
- Determinar la conveniencia de la utilización de las estrategias para cada competidor, según los resultados de las combinaciones aplicadas en los diferentes períodos.
- Evaluar los resultados de cada una de las promociones en el período de aplicación, analizar los dos puntos de ventas estudiados, para aplicar la promoción correcta a cada tienda en el tiempo adecuado.

### **3.2 Problema**

La empresa comercializadora de ropa para caballeros, no evalúa el resultado de la aplicación de sus estrategias promocionales. Por lo que desconoce la promoción que impacta al consumidor, y la que no tiene impacto, así como el tiempo de duración de cada una de ellas.

#### **3.2.1 Definición de los jugadores y las estrategias**

Con la información del cuadro 3 del capítulo II, se procede al planteamiento de la teoría de juegos.

##### **3.2.1.1 Jugadores**

La TIENDA 1 como principal jugador (correspondiente a las estrategias X) y TIENDA 2 como la competencia (correspondiente a las estrategias Y)

##### **3.2.1.2 Estrategias**

Para evaluar el impacto, de las promociones en las dos tiendas se utilizaron las siguientes estrategias.

1. 20% de descuento
2. 3 X
3. Camisa y corbata de regalo

#### **3.2.2 Solución del problema**

A continuación, se presenta la solución del problema, a través del modelo matemático, teoría de juegos, considerando el procedimiento metodológico descrito en el marco teórico.

### 3.2.2.1 Planteamiento de la matriz de juego:

Con la información del cuadro 4, del capítulo II, se plantea la matriz de juego o de pagos.

**Cuadro 8**  
**PLANTEAMIENTO DE LA MATRIZ DE PAGOS, EN UNIDADES**

		Tienda 2		
		Estrategias	20% descuento $Y_1$	3 X $Y_2$
Tienda 1	20 % descuento $X_1$	14	7	25
	3 X $X_2$	15	13	83
	Camisa y Corbata de regalo $X_3$	23	102	-56

Los valores de pago con signo positivo favorecen a la tienda 1, y los valores de pago con signo negativo favorecen a la tienda 2.

### 3.2.2.2 Determinación del punto de silla:

Se determina identificando el menor valor de pago de cada una de las filas e identificando el mayor valor de cada una de las columnas, de la matriz de juego o de pagos, luego se localiza el mayor valor de los menores de las filas, llamado MAXIMIN y el menor valor de los mayores de las columnas llamado MINIMAX, existe punto de silla si, el MAXIMIN es igual al MINIMAX, así:



**Cuadro 9**  
**CÁLCULO DE PUNTO DE SILLA DEL MODELO**

		TIENDA 1				
Estrategias (x/y)		20 % descuento Y <sub>1</sub>	3 X Y <sub>2</sub>	Camisa y corbata de regalo Y <sub>3</sub>	< F	
TIENDA 2	20 % descuento X <sub>1</sub>	14	7	25	7	
	3 X Y <sub>2</sub>	15	13	83	13	Mayor valor
	Camisa y corbata de regalo Y <sub>3</sub>	23	102	-56	-56	
	> C	23	102	83		Menor Valor

MAXIMIN = MINIMAX

13 ≠ 23

No hay punto de silla

Valor de juego, no está determinado

Se obtuvo el valor máximo de los mínimos, 13; y el valor mínimo de los máximos, 23; el MAXIMIN no es igual al MINIMAX, (13 ≠ 23) por lo tanto no hay punto de silla, eso indica que el valor de juego no está definido. Por lo que se hace necesario utilizar el método simplex, como guía para encontrar el valor de juego y la probabilidad de uso de las estrategias de aplicación.

### 3.2.2.3 Método simplex (maximización)

a. Planteamiento de la función objetivo, en forma de ecuación, en función Y, o la tienda 2, que es la variable que le corresponde.

$$\text{F.O. MAX } Z = Y_1 + Y_2 + Y_3$$

b. Planteamiento de las restricciones del modelo, en forma de inecuaciones, tomando como referencia la matriz de juego (cuadro 5, de este capítulo). Las restricciones son evaluadas como menores o iguales a uno ( $\leq 1$ ), más una restricción de no negatividad, es decir que el valor de Y siempre debe ser mayor o igual a cero.

$$1) 14Y_1 + 7Y_2 + 25Y_3 \leq 1$$

$$2) 15Y_1 + 13Y_2 + 83Y_3 \leq 1$$

$$3) 23Y_1 + 102Y_2 - 56Y_3 \leq 1$$

$$4) Y_1 + Y_2 + Y_3 \geq 0$$

c. Se convierten las desigualdades, restrictivas, en igualdades, agregando variables de holgura, una por cada desigualdad.

$$1) 14Y_1 + 7Y_2 + 25Y_3 + H_1 = 1$$

$$2) 15Y_1 + 13Y_2 + 83Y_3 + H_2 = 1$$

$$3) 23Y_1 + 102Y_2 - 56Y_3 + H_3 = 1$$

d. Igualar la función objetivo, F. O. a cero.

$$- Y_1 - Y_2 - Y_3 + Z = 0$$

La condición de no negatividad no se considera, porque es solo una restricción teórica.

- e. Con los coeficientes de las ecuaciones y los coeficientes de la función objetivo, construir el primer tablero simplex.

**Primer tablero simplex**

	$\hat{Y}_1$	$\hat{Y}_2$	$\hat{Y}_3$	$H_1$	$H_2$	$H_3$	$Z$	$C$
$\hat{X}_1$	14	7	25	1	0	0	0	1
$\hat{X}_2$	15	13	83	0	1	0	0	1
$\hat{X}_3$	23	102	-56	0	0	1	0	1
	-1	-1	-1	0	0	0	1	0

- f. A los valores de pago sumarle un valor constante, K; que permite eliminar los signos negativos.

El valor constante K, puede ser el menor valor de los coeficientes de las variables de entrada del primer tablero o cualquier valor mayor que este, en este caso 56.

## Segundo tablero simplex

$$K = + 56$$

	$\hat{Y}_1$	$\hat{Y}_2$	$\hat{Y}_3$	$H_1$	$H_2$	$H_3$	Z	C
$\hat{X}_1$	70	63	81	1	0	0	0	1
$\hat{X}_2$	71	69	139	0	1	0	0	1
$\hat{X}_3$	79	158	0	0	0	1	0	1 (1/158)
	-1	-1	-1	0	0	0	1	0

C. P.

47

g. Se tomara la última fila de la segunda columna como columna pivote, porque se identifica con el menor valor.

h. El elemento pivote es 1/158 porque es el menor cociente positivo, que resulta de dividir cada uno de los valores de la constante entre el valor de cada elemento de la fila.

i. El primer elemento pivote es el 158, ubicado en la fila 3 y columna 2, del segundo tablero simplex, por ser el mayor valor de los coeficientes entrada, por lo que la columna pivote es la 2. Convertir el valor del elemento pivote en 1 y los valores de los restantes elementos de la columna pivote en 0.

### Tercer tablero simplex

	$\hat{Y}_1$	$\hat{Y}_2$	$\hat{Y}_3$	$H_1$	$H_2$	$H_3$	$Z$	$C$		E.P.
$\hat{X}_1$	77/2	0	81	1	0	-63/158	0	95/162		<95/162 ÷ 81 = 0.0074>
$\hat{X}_2$	73/2	0	139	0	1	-69/158	0	89/162	(1/139)	<89/162 ÷ 139 = 0.0041>
$\hat{X}_3$	1/2	1	0	0	0	1/158	0	1/158	(-63)(-69)(1)	<ES CERO>
	-1/2	0	-1	0	0	1/158	1	1/158		

C.P.

j. La columna pivote es la 3, por ser el elemento con el menor valor de la última fila, el elemento pivote es el 139, por dar el menor cociente, resultado de dividir el valor de la constante entre el elemento correspondiente de la columna pivote. Convertir el valor del elemento pivote en 1 y los valores de los restantes elementos de la columna pivote en 0.

### Cuarto tablero simplex

	$\hat{Y}_1$	$\hat{Y}_2$	$\hat{Y}_3$	$H_1$	$H_2$	$H_3$	$Z$	$C$		E.P.
$\hat{X}_1$	2395/139	0	0	1	-81/139	-1584/10981	0	2998/10981		<2998/10981 ÷ 2395/139 = 0.0158>
$\hat{X}_2$	73/278	0	1	0	1/139	-69/21962	0	89/21962	(-81)(0)(1)	<89/21962 ÷ 73/278 = 0.0154>
$\hat{X}_3$	1/2	1	0	0	0	1/158	0	1/158	(2)	<1/158 ÷ 1/2 = 0.0127>
	-33/139	0	0	0	1/139	35/10981	1	114/10981		

C.P.

k. En este punto es importante mencionar que el cuarto tablero es una posible solución factible del problema planteado, dado que únicamente requerirá que no se aplique la estrategia 1 de la tienda 1, y la estrategia 1 de la tienda 2, correspondiente a “20% de descuento”, esta solución no es la óptima para maximizar los ingresos. Esto debido a que en el tablero simplex, existe todavía un elemento con valor negativo, en la última fila.

La columna pivote es la 1, por ser el elemento con el menor valor de la última fila, el elemento pivote es el 1/2, por dar el menor cociente, resultado de dividir el valor de la constante entre el elemento correspondiente de la columna pivote. Convertir el valor del elemento pivote en 1 y los valores de los restantes elementos de la columna pivote en 0.

#### Quinto tablero simplex

	$\hat{Y}_1$	$\hat{Y}_2$	$\hat{Y}_3$	$H_1$	$H_2$	$H_3$	$Z$	$C$
$\hat{X}_1$	0	-4790/139	0	1	-81/139	-3979/10981	0	603/10981
$\hat{X}_2$	0	-73/139	1	0	1/139	-71/10981	0	8/10981
$\hat{X}_3$	1	2	0	0	0	1/179	0	1/79
	0	66/139	0	0	1/139	68/10981	1	147/10981

(-2395/139)(-73/278)(33/139)

Este tablero da la solución óptima, llamado tablero final, es definido así, porque los elementos la última fila son valores positivos y/o 0.

I. Valores de las variables X, Y y Z

Tienda 1	Tienda 2
$X_1=0$	$Y_1=1/79$
$X_2=1/139$	$Y_2=0$
$X_3 = 68/10981$	$8/1098$
$Z=147/10981$	

m. El valor de juego es igual al inverso del valor de la variable Z,  $1/Z$ , restándole el valor K, que se sumó para eliminar los valores negativos de los coeficientes de las variables de entrada, de las restricciones.

$$\frac{1}{Z} = \frac{10981}{147} - 56 = 18.7007$$

n. El ganador del juego es X que corresponde a la tienda 1, porque el resultado es positivo.

ñ. Las estrategias a utilizar por cada tienda son las correspondientes a las variables en el método simplex, que no sean igual a 0.  
 X, Y = VARIABLES X, Y = ESTRATEGIAS.

TIENDA 1	TIENDA 2	
$X_1=0$	$Y_1=1/79=1/139$	$Y_2=0$
$X_3 = 68/10981$	$Y_3= 8/10981$	

$$X_1 = X_1 Y_1 = Y_1$$

$$X_2 = X_2 Y_2 = Y_2$$

$$X_3 = X_3 Y_3 = Y_3$$

<b>ESTRATEGIAS A UTILIZAR POR LA TIENDA 1</b>	<b>ESTRATEGIAS A UTILIZAR POR LA TIENDA 2</b>
3X (X <sub>2</sub> )	20% DE DESCUENTO (Y <sub>1</sub> )
CAMISA Y CORBATA DE REGALO (X <sub>3</sub> )	CAMISA Y CORBATA DE REGALO (Y <sub>3</sub> )

o. Proporción de aplicación de cada estrategia por cada tienda

$$X_n = X_n * VJ$$

$$Y_n = Y_n * VJ$$

$$X_2 = \frac{1}{139} * \frac{10981}{147} = 0.5374 \quad Y_1 = \frac{1}{79} * \frac{10981}{147} = 0.9456$$

$$x_3 = \frac{68}{10981} * \frac{10981}{147} = 0.4626 \quad Y_3 = \frac{8}{10981} * \frac{10981}{147} = 0.0544$$

<b>TIENDA 1</b>		<b>TIENDA 2</b>	
<b>Estrategia</b>	<b>Proporción</b>	<b>Estrategia</b>	<b>Proporción</b>
3X	0.5374	20% DE DESCUENTO	0.9456
Camisa y corbata de regalo	0.4626	Camisa y corbata de regalo	0.0544

Como se puede observar en los resultados, la tienda 1, que es la ganadora del juego, debe aplicar la estrategia 3 X en el 0.5374 de proporción en proporción del 0.4626 a la estrategia “Camisa y corbata de regalo”. Para el caso de la tienda 2, que es la perdedora del juego, deberá aplicar una proporción del 0.97456 la estrategia “20% de descuento” y 0.0544 para la estrategia camisa y corbata de regalo. Siguiendo los lineamientos descritos ambas tiendas lograrán obtener una combinación mercadológica óptima en sus ventas.



### **3.2.3 Determinación de la conveniencia por estrategia**

Como se comprobó anteriormente, las 3 estrategias no dieron el mismo resultado en las dos tiendas objeto de estudio, en cada punto de venta el resultado fue diferente.

De las 3 estrategias utilizadas, en la tienda 1, dos estrategias (3X y camisa y corbata de regalo) obtuvieron buenos resultados, en la tienda 2, las estrategias que obtuvieron buenos resultados (20 % de descuento y, camisa y corbata de regalo), la empresa debe optar por las estrategias que representen incremento en las ventas en ambas tiendas.

Deben combinarse estas estrategias en las 2 tiendas, para obtener el máximo beneficio en ventas.

La combinación de las estrategias observadas, es muy valiosa y deben considerarse las promociones de la competencia.

## CONCLUSIONES

1. La empresa objeto de estudio no evaluó el impacto de las estrategias de ventas utilizadas en sus tiendas. únicamente se enfoca en los resultados presentados en sus estados financieros, así como, un análisis superficial de la serie de tiempo del comportamiento de las ventas.
2. Utilizando el modelo matemático, de teoría de juegos, se podrá conocer el impacto de las estrategias promocionales utilizadas en las tiendas. Según los resultados obtenidos se determinó que para la tienda 2, las dos estrategias que le conviene aplicar son 20% de descuento y camisa y corbata de regalo, para la tienda 1, las estrategias que le favorecen son 3X y camisa y corbata de regalo, dado que con ella ambas tiendas captan menores ingresos.
3. El modelo matemático de teoría de juegos, brinda diferentes soluciones factibles que la empresa podría utilizar, esto con relación a las estrategias promociones disponibles, tomando como base cada tablero obtenido con el método simplex, sin embargo, dichas soluciones no son óptimas dado que la empresa aún podría maximizar su mínimo ingreso o minimizar su máxima pérdida, cuando alcanza la solución matemática correcta.

## RECOMENDACIONES

1. Se le sugiere aplicar la teoría de juegos, para el análisis del comportamiento de las ventas y fundamentar su toma de decisiones. Le proporcionará información para la programación de las estrategias promocionales, durante determinados períodos, así como. la mejor asignación de recursos para incrementar las ventas en las tiendas.
2. Se recomienda el uso de las estrategias resultado de la aplicación de la teoría de juegos, principalmente las estrategias dominantes identificadas. Es importante tomar en consideración que los resultados del modelo se limitan únicamente a la implementación de las tres estrategias estudiadas, situación que podría cambiar con otra combinación de estrategias, en donde la estrategia mencionada podría ser una estrategia con mayores ingresos. En tal sentido se deberá realizar el análisis respectivo para verificar dicha suposición.
3. Aunque la empresa dispone de diferentes soluciones factibles que podría aplicar, se recomienda la utilización de las estrategias establecidas en la solución óptima del modelo, esto con el fin de obtener los mejores resultados maximizando si mínima ganancia y minimizando su máxima pérdida.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Arya Jagdish C & Robin W. Lardner. 2009. Matemáticas aplicadas a la administración y a la economía. 5ª. Ed. Pearson Educación, México. 832 páginas.
2. Belch, George E. y Belch, Michael A. 2005, Publicidad y promoción y perspectiva de la comunicación de marketing integral. 6ª. Ed. Mc Graw Hill. México. 850 páginas.
3. Boletín informativo Grupo Habérs. Abril 2005. El Sastre. Año 1 número 4, Editorial Haber's, México. 10 páginas.
4. Eppen, G. D. y Gould F. J. 1987. Investigación de operaciones en la ciencia administrativa. 1ª. Ed. Prentice Hall Hispanoamericana. México. 783 páginas.
5. García Sabater, José Pedro y Maheut Julien. 2012. Modelos y métodos de investigación de operaciones. Grupo de investigación ROGLE. Departamento de organización de empresas. 181 páginas.
6. Hillier, F. y Lieberman, G. 2006. Introducción a la investigación de operaciones. 9ª. Ed. Mc Graw Hill Interamericana editores. México. 1064 páginas.
7. Hillier, F. y Lieberman, G. 2008. Métodos cuantitativos para administración. 3ª. Ed. Mac Graw Hill. Interamericana editores. México. 602 páginas.
8. Kamlesh Mathur, Daniel Solow.1996. Investigación de operaciones. 1ª. Ed. Prentice Hall. México. 977 páginas.
9. Kotler, Philip y Armstrong, Gary. 2003. Fundamentos de marketing. 8a. Ed. Prentice Hall, Pearson. México. 680 páginas.

10. Mathur, K. y Solow D. 1996. Investigación de operaciones. 1ª. Ed. Prentice Hall. México. 977 páginas.
11. Morgan Sanabria, Rolando. 1987. El Plan de investigación. Guatemala Universidad de San Carlos de Guatemala. 31 páginas.
12. Ortiz Uribe, Frida Gisela y García Nieto, María del Pilar. 2000. Metodología de la investigación. LIMUSA. Noriega editorial. El proceso y sus técnicas. México. 180 páginas.
13. Robledo Mérida, César. 2006. Técnicas y proceso de la investigación Científica. Universidad de San Carlos de Guatemala. Editora educativa. Guatemala. 212 páginas.
14. Sampieri Hernández, Roberto y otros. 1991 Metodología de la investigación. 2ª. Ed. Mc Graw Hill - Hill Interamericana. México. 518 páginas.
15. Sydsaeter, Knut. & Hammond, Peter. 1996. Matemática para el análisis económico. 1ª. Ed. Prentice Hall. Madrid, España. 789 páginas.
16. Taha, Hamdy A. 2012. Investigación de operaciones. 9ª. Ed. Pearson educación. México. 824 páginas.
17. Universidad de la República Oriental del Uruguay. 2001. Introducción a la investigación de operaciones. Fundación de cultura universitaria. Uruguay. 164 páginas.
18. Weber, E Jean. 1984. Matemáticas para administración y economía. 4ª. Ed. Harper & Row Publishers. México. 823 páginas.