



## **INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ**

### **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

## **INFORME FINAL DEL PROYECTO DE RESIDENCIA PROFESIONAL**

### **“Modelo Difuso para Pronóstico de Ventas de la Embotelladora Valle de Oaxaca S. A. de C.V.”**



#### **DESARROLLADO POR:**

Díaz Díaz Vicente de Jesús  
Gómez Ochoa Adriana de Mercedes  
Moreno Constancio Ingrid Adelita

05270377  
05270383  
05270392

#### **ASESOR:**

DR. Elías Neftalí Escobar Gómez

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 11 de Enero de 2010.



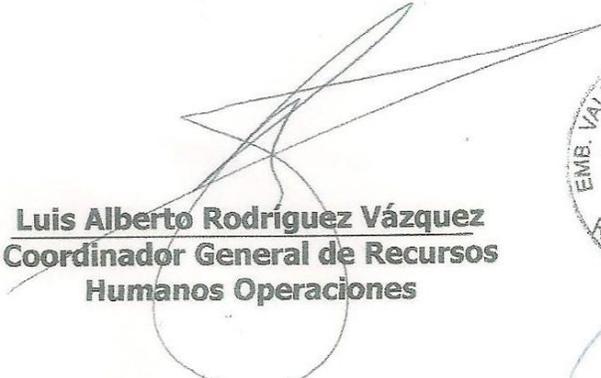
## Embotelladora Valle de Oaxaca S.A. de C.V.

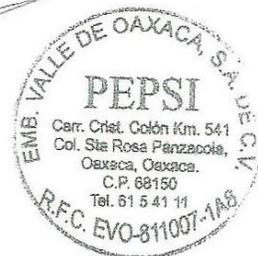
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas a 22 de Enero 2010.  
Asunto: **Carta de Terminación de Residencia**

**Dr. Daniel Samayoa Penagos**  
**Jefe del Departamento de Gestión Tecnológica y Vinculación**  
**Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutierrez**  
**Presente**

Por medio de la presente le envío un cordial saludo, y me permito informarle que el alumno **Moreno Constancio Ingrid Adelita** de la carrera de **Ingeniería Industrial**, con numero de control **5270392** del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutierrez, termino de realizar en esta empresa su Residencia Profesional, con el proyecto "Modelo difuso para pronostico de ventas de la empresa Embotelladora Valle de Oaxaca S.A. de C.V, cubriendo un total de 640 horas dentro del periodo de agosto a diciembre del 2009.

Sin mas por el momento me despido y quedo de usted.

  
**Luis Alberto Rodríguez Vázquez**  
**Coordinador General de Recursos**  
**Humanos Operaciones**



C.c.p. Archivo



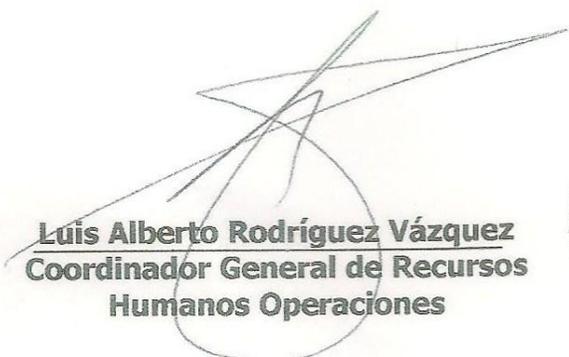
## Embotelladora Valle de Oaxaca S.A. de C.V.

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas a 22 de Enero 2010.  
Asunto: **Carta de Terminación de Residencia**

**Dr. Daniel Samayoa Penagos**  
**Jefe del Departamento de Gestión Tecnológica y Vinculación**  
**Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutierrez**  
**Presente**

Por medio de la presente le envío un cordial saludo, y me permito informarle que el alumno **Gomez Ochoa Adriana de Mercedes** de la carrera de **Ingeniería Industrial**, con numero de control **5270383** del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutierrez, termino de realizar en esta empresa su Residencia Profesional, con el proyecto "Modelo difuso para pronostico de ventas de la empresa Embotelladora Valle de Oaxaca S.A. de C.V. cubriendo un total de 640 horas dentro del periodo de agosto a diciembre del 2009.

Sin mas por el momento me despido y quedo de usted.

  
**Luis Alberto Rodríguez Vázquez**  
**Coordinador General de Recursos**  
**Humanos Operaciones**



C.c.p. Archivo



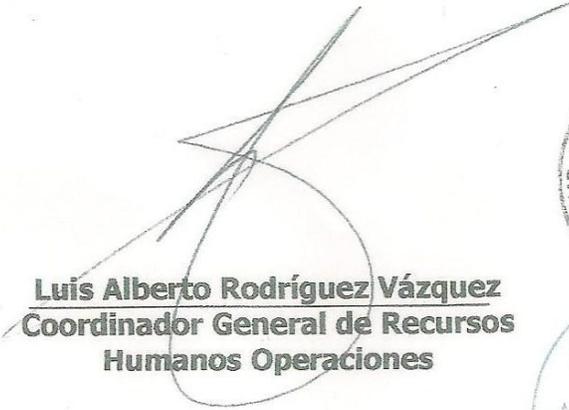
## Embotelladora Valle de Oaxaca S.A. de C.V.

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas a 22 de Enero 2010.  
Asunto: **Carta de Terminación de Residencia**

**Dr. Daniel Samayoa Penagos**  
**Jefe del Departamento de Gestión Tecnológica y Vinculación**  
**Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutierrez**  
**Presente**

Por medio de la presente le envío un cordial saludo, y me permito informarle que el alumno **Díaz Díaz Vicente de Jesus** de la carrera de **Ingeniería Industrial**, con numero de control **5270377** del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutierrez, termino de realizar en esta empresa su Residencia Profesional, con el proyecto "Modelo difuso para pronostico de ventas de la empresa Embotelladora Valle de Oaxaca S.A. de C.V. cubriendo un total de 640 horas dentro del periodo de agosto a diciembre del 2009.

Sin mas por el momento me despido y quedo de usted.

  
**Luis Alberto Rodríguez Vázquez**  
**Coordinador General de Recursos**  
**Humanos Operaciones**



“MODELO DIFUSO PARA PRONÓSTICO DE  
VENTAS DE LA EMBOTELLADORA VALLE  
DE OAXACA S.A. DE C.V.”

Nombre de los investigadores:

Díaz Díaz Vicente de Jesús  
Gómez Ochoa Adriana de Mercedes  
Moreno Constancio Ingrid Adelita

# INDICE

<b>Introducción</b> .....	1
<b>Capítulo 1. Presentación del Problema</b> .....	3
1.1 Planteamiento.....	4
1.2 Objetivos.....	5
1.3 Justificación .....	6
1.4 Delimitaciones del Proyecto.....	7
<b>Capítulo 2 Antecedentes de la Empresa</b> .....	9
2.1 Razón Social.....	10
2.2 Giro de la Empresa .....	10
2.3 Visión.....	10
2.4 Misión .....	10
2.5 Valores .....	10
2.6 Antecedentes Históricos .....	11
2.7 Ubicación.....	16
2.8 Distribución de la Planta .....	16
2.9 Productos Fabricados en la Empresa .....	18
2.10 Productos Distribuidos por la Empresa .....	18
2.11 Organigramas .....	27
2.12 Área de Logística .....	30
<b>Capítulo 3 Estado Del Arte</b> .....	32
3.1 Importancia de los Pronósticos .....	33
3.2 Modelos Tradicionales de Pronósticos.....	34
3.2.1 Técnicas Cualitativas.....	34
3.2.2 Técnicas Cuantitativas .....	37
3.3 Lógica Difusa .....	43
3.3.1 Conjuntos Borrosos.....	45

3.3.2	Funciones de Inclusión de Conjuntos Borrosos .....	47
3.3.3	Variable Lingüística .....	51
3.3.4	Particiones Borrosa .....	51
3.3.5	Sistema de Inferencia Difusa.....	52
3.3.6	Aplicaciones de Lógica Difusa.....	53
3.3.6.1	Aplicaciones de Lógica Difusa en Ingeniería Industrial.....	55
<b>Capítulo 4 Diagnóstico de la Embotelladora.....</b>		<b>83</b>
4.1	Método de Programación de la Producción y Abastecimientos de la Empresa.....	84
4.2	Clasificación de Productos para el Estudio .....	85
4.3	Determinación de Factores que afectan la Demanda.....	86
4.3.1	Métodos utilizados para determinar los Factores.....	86
4.3.1.1	Encuesta.....	86
4.3.1.2	Entrevista.....	99
4.3.1.3	Historial de Ventas.....	104
4.3.2	Factores que afectan la demanda del producto .....	109
4.4	Simplificación de los factores que afectan la Demanda.....	109
4.4.1	Análisis Individual de cada paso y los resultados obtenidos.....	110
4.4.2	Criterios tomados para la selección de los factores que determinan la Demanda.....	137
<b>Capítulo 5 Desarrollo del Modelo para Pronosticar la Demanda.....</b>		<b>143</b>
5.1	Proceso General de obtención del Pronóstico de la Demanda Ajustada.....	144
5.2	Definición de las Variables Lingüísticas .....	145
5.2.1	Variables de Entrada .....	147
5.2.2	Variable de Salida .....	161
5.3	Conjunto de Reglas Difusas.....	165
5.4	Proceso de Inferencia .....	167
5.5	Proceso de Desdifusificación .....	178
<b>Capítulo 6 Aplicación y Comparación del Modelo Difuso de Pronósticos.....</b>		<b>184</b>
6.1	Aplicación del Modelo Difuso de Pronósticos para periodos anteriores.....	185
6.1.1	Análisis de resultados de Pepsi Pet 600ml .....	187

6.1.2 Análisis de resultados de Pepsi Vidrio .....	190
6.1.3 Análisis de resultados de Pepsi Lata .....	191
6.1.4 Análisis de resultados de Pepsi 3l .....	191
<b>Capítulo 7 Conclusiones y Recomendaciones</b> .....	<b>193</b>
7.1 Conclusiones .....	194
7.2 Recomendaciones .....	195
<b>Referencias Bibliográficas</b> .....	<b>197</b>
<b>Anexos</b> .....	<b>199</b>

## INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Croquis de ubicación de la planta .....	16
Figura 2.2 Croquis de distribución de la planta .....	16
Figura 2.3 Distribución del área de manufactura.....	17
Figura 2.4 Organigrama del Área de Recursos Humanos.....	27
Figura 2.5 Organigrama del Área Administrativa.....	27
Figura 2.6 Organigrama del Área de Manufactura .....	28
Figura 2.7 Organigrama del Área de Logística.....	29
Figura 2. 8 Organigrama del Área de Transporte.....	29
Figura 3. 1 Ejemplo de conjuntos borrosos para la variable Estatura.....	44
Figura 3.2 Funciones de inclusión de conjuntos clásicos (izquierda) y borroso (derecha) para edad adulta. Una persona de 25 años en términos clásicos habría definirla como adulta o no adulta, en términos borrosos podría decirse que se incluye en aproximadamente un 0.5 (50%) al conjunto de edad adulta .....	46
Figura 3. 3 Términos relativos a los conjuntos borrosos .....	46
Figura 3. 4 Función de pertenecía de tipo trapezoidal.....	47
Figura 3. 5 Función de tipo singleton .....	48
Figura 3. 6 Funcion de tipo T (triangular) .....	49
Figura 3. 7 Funcion de tipo S.....	49
Figura 3. 8 Esquema General de un Sistema Basado en Lógica Difusa .....	52
Figura 4. 1 Consumo de productos del grupo Pepsico.....	86
Figura 4. 2 Tipo de bebida preferida .....	87
Figura 4. 3 Sabor de refresco preferido .....	87
Figura 4.4 Tipo de envase preferido .....	87
Figura 4. 6 Razones por las que prefieren los productos Pepsi .....	88
Figura 4. 5 Tamaño de producto más consumido .....	88

Figura 4. 7 Temporadas de mayor consumo de refrescos .....	89
Figura 4. 8 Relación del consumo de refrescos con la crisis económica .....	90
Figura 4. 9 Precio de los productos.....	90
Figura 4. 10 Calificación de los encuestados a la publicidad.....	90
Figura 4. 11 Influencia de las promociones para la compra productos Pepsi .....	91
Figura 4. 12 ¿Consume Pepsi 600 ml? .....	92
Figura 4. 13 Calificación al producto .....	92
Figura 4. 14 Influencia de la publicidad y promociones .....	93
Figura 4. 15 Calificación de la publicidad y promociones .....	93
Figura 4. 16 Consumo de Pepsi 3L.....	94
Figura 4. 17 Calificación para Pepsi 3L.....	94
Figura 4. 18 Influencia de la publicidad y promociones .....	95
Figura 4. 19 Calificación a la publicidad y promociones .....	95
Figura 4. 20 Consumo de Pepsi Vidrio 12 oz .....	95
Figura 4. 21 Calificación asignada a Pepsi Vidrio .....	96
Figura 4. 22 Influencia de la publicidad y promociones .....	96
Figura 4. 23 Calificación a la publicidad y promociones .....	97
Figura 4. 24 Consumo de Pepsi Lata.....	97
Figura 4. 25 Calificación para Pepsi Lata.....	98
Figura 4. 26 Influencia de la publicidad y promociones .....	98
Figura 4. 27 Calificación para la publicidad y promociones .....	98
Figura 4. 28 Productos más vendidos según los detallistas .....	99
Figura 4. 29 Meses con ventas altas.....	100
Figura 4. 30 Meses con ventas medias.....	100
Figura 4. 31 Meses con ventas bajas.....	100
Figura 4. 32 Factores que afectan las ventas .....	101

Figura 4. 33 Ventas mensuales de Pepsi Vidrio.....	105
Figura 4. 34 Gráfica de ventas mensuales de Pepsi Pet 600ml .....	105
Figura 4. 35 Ventas mensuales Pepsi Pet 3L .....	106
Figura 4. 36 Ventas mensuales Pepsi Lata 355ml .....	106
Figura 4. 37 Ventas semanales Pepsi Vidrio.....	107
Figura 4. 38 Ventas semanales de Pepsi Pet 600ml.....	107
Figura 4. 39 Ventas semanales Pepsi Pet 3L .....	108
Figura 4. 40 Ventas semanales Pepsi Lata 355 ml .....	108
Figura 4. 41 Análisis de relación clima-ventas .....	113
Figura 4. 42 Correlación temperatura promedio-demanda.....	113
Figura 4. 43 Correlación tiempo-demanda.....	113
Figura 4. 44 Correlación temp. máxima-demanda .....	113
Figura 4. 45 Correlación temp. mínima-demanda .....	113
Figura 4. 46 Correlación días no lluviosos-demanda .....	113
Figura 4. 47 Correlación entre las ventas y la calificación de la semana con base en el clima (Minitab14).....	114
Figura 4. 48 Consume Pepsi 600 ml y por qué la consume. ....	116
Figura 4. 49 Calificación asignada a Pepsi 600 ml y causas.....	118
Figura 4. 50 Consumo de Pepsi 3L y por qué la consume .....	119
Figura 4. 51 Calificación asignada a Pepsi 3L y por qué.....	121
Figura 4. 52 Consumo de Pepsi Vidrio y por qué lo prefieren .....	122
Figura 4. 53 Calificación de Pepsi Vidrio y causas.....	123
Figura 4. 54 Consumo de Pepsi Lata y por qué la prefieren.....	124
Figura 4. 55 Calificación del producto y causas .....	125
Figura 4. 56 Relación entre la influencia de la publicidad y promociones, y consumo de Pepsi 600ml .....	126

Figura 4. 57 Relación entre la influencia y calificación de la publicidad y promociones de la marca .....	127
Figura 4. 58 Relación entre la influencia de la publicidad y promociones, y el consumo de Pepsi 3L .....	128
Figura 4. 59 Relación entre la influencia y calificación de la publicidad y promociones de la marca .....	130
Figura 4. 60 Relación del consumo de Pepsi Vidrio, publicidad y promociones .....	130
Figura 4. 61 Relación de la influencia y calificación de la publicidad y promociones de la marca .....	131
Figura 4. 62 Relación entre el consumo de Pepsi Lata y la influencia de la publicidad y promociones.....	132
Figura 4. 63 Relación entre la calificación y la influencia de la publicidad y promociones ...	133
Figura 5. 1 Elementos principales del modelo difuso.....	144
Figura 5. 2 Procedimiento de aplicación de lógica difusa.....	146
Figura 5. 3 Conjuntos difusos de la variable clima .....	149
Figura 5. 4 Conjuntos difusos de la variable Marketing .....	153
Figura 5. 5 Conjuntos difusos de la variable Temporada .....	159
Figura 5. 6 Conjuntos difusos de la variable de salida .....	163
Figura 5. 7 Determinación del Grado de Pertenencia a la Variable Clima .....	168
Figura 5. 8 Determinación del Grado de Pertenencia a la Variable Marketing .....	169
Figura 5. 9 Determinación del Grado de Pertenencia a la Variable Temporada .....	169
Figura 5. 10 Valor difuso de las reglas activadas .....	173
Figura 5. 11 Valor difuso del conjunto Incrementar .....	174
Figura 5. 12 Valor difuso del conjunto incrementar un poco.....	175
Figura 5. 13 Valor difuso del conjunto Mantener .....	176
Figura 5. 14 Salida difusa de la variable de salida Ajuste de la Demanda.....	177
Figura 5. 15 Salida Difusa.....	179

Figura 6. 1 Comparación de métodos y venta real para PEPSI 600 ml.....	190
Figura 6. 2 Comparación de métodos y venta real para PEPSI Vidrio 12oz.....	190
Figura 6. 3 Comparación de métodos y venta real para PEPSI Lata.....	191
Figura 6. 4 Comparación de métodos y venta real para PEPSI 3L.....	192

## INDICE DE TABLAS

Tabla 3. 1 Procedimiento de pronóstico mediante serie de tiempo .....	39
Tabla 3.2 Desarrollo del Método de Suavizado Exponencial Doble .....	41
Tabla 3. 3 Desarrollo del Método de Suavizado Exponencial de Winter .....	42
Tabla 4. 1 Factores considerando la temperatura máxima promedio.....	112
Tabla 4. 2 Relación entre las ventas y la calificación de la semana con base en el clima ...	114
Tabla 4. 3 Consumo de Pepsi 600 ml y por qué lo consume.....	116
Tabla 4. 4 Calificación asignada a Pepsi 600ml y causas .....	117
Tabla 4. 5 Consumo de Pepsi 3L y por qué la consume .....	119
Tabla 4. 6 ¿Qué calificación le asigna a Pepsi 3L? ¿Por qué? .....	120
Tabla 4. 7 Calificación de Pepsi Vidrio y causas .....	122
Tabla 4. 8 Calificación del producto y causas .....	125
Tabla 4. 9 Relación entre la influencia de la publicidad y promociones, y consumo de Pepsi 600 m .....	126
Tabla 4. 10 Relación entre la influencia y calificación de la publicidad y promociones de la marca.....	127
Tabla 4. 11 Relación entre la influencia de la publicidad y promociones, y el consumo de Pepsi 3L .....	128
Tabla 4. 12 Relación entre la influencia y calificación de la publicidad y promociones de la marca.....	129
Tabla 4. 13 Relación del consumo de Pepsi Vidrio, publicidad y promociones.....	130
Tabla 4. 14 Relación entre el consumo de Pepsi Lata y la influencia de la publicidad y promociones.....	132
Tabla 4. 15 Relación entre la calificación y la influencia de la publicidad y promociones ....	132
Tabla 5. 1 Conjunto de reglas difusas.....	165
Tabla 5. 2 Conjunto de reglas difusas.....	167
Tabla 5. 3 Variables activadas .....	170

Tabla 6. 1 Tabla de las variables Clima, Marketing y Temporada.....	186
Tabla 6. 2 Tabla comparativa para el producto Pepsi 600ml.....	188
Tabla 6. 3 Tabla comparativa para el producto Pepsi Vidrio .....	188
Tabla 6. 4 Tabla comparativa para el producto Pepsi Lata .....	189
Tabla 6. 5 Tabla comparativa para el producto Pepsi 3L .....	189

# INTRODUCCIÓN

Las empresas de iniciativa privada tienen como principal objetivo obtener ganancias al satisfacer las necesidades de sus clientes, para ello se requiere organizar el desplazamiento y el abastecimiento de los materiales tanto al interior como al exterior de la empresa.

El sistema logístico se encarga de establecer las relaciones entre las actividades, departamentos y productos. Tiene la función de vigilar las redes de distribución y de abastecimiento, de programar la producción y administrar el inventario. Dichas actividades mantienen relaciones de interdependencia; deben planearse adecuadamente, pues de efectuarse cambios en una de ellas deben evaluarse las consecuencias en las demás.

La aplicación de modelos de pronóstico es una actividad inherente a la planeación logística pues permite a la organización adelantarse al futuro en cuando a la distribución de los ingresos, el control de los recursos humanos, la obtención de materiales, la administración del inventario, entre otros costos con mayor precisión.

No debe escatimarse los esfuerzos para hacer pronósticos con la mayor exactitud posible en la determinación del comportamiento de la demanda, ya que deben coordinarse y modificarse las vías por las cuales los clientes obtienen los productos, al mismo tiempo que se simplifican las transacciones.

Los modelos de pronósticos de las empresas, por lo general, son cuantitativos o cualitativos, pero en raras ocasiones se utilizan de manera conjunta.

Los modelos más utilizados consideran únicamente datos históricos o la experiencia del personal de la empresa, y algunas variables que afectan directamente el comportamiento del mercado no se toman en cuenta.

Para incluir estas variables, no es práctico usar modelos con términos convencionales. Por ello se utilizará la técnica de lógica difusa para diseñar un modelo de pronósticos que tome en cuenta las variables que influyen realmente en el comportamiento de la demanda y que además proporcione resultados más precisos.

En el mercado y el ambiente productivo las actividades de planeación y control de la producción son complejas e imprecisas, además de que dependen de actividades humanas. La teoría de conjuntos difusos permite relacionar estructuras matemáticas con la toma de decisiones de la situación real, el modelo utiliza términos comunes y fija parámetros, por lo que, no tiene que ser manipulado por un especialista.



# **CAPÍTULO 1**

## **Presentación del problema**

## 1.1 Planteamiento

Entre las funciones del área de logística de la Embotelladora Valle de Oaxaca S.A. de C.V. están: elaborar los planes de producción y distribución de bebidas carbonatadas, bebidas energizantes, aguas embotelladas y jugos, comercializados por el Corporativo GEUSA para abastecer a los diferentes Centros de Distribución (CEDIS) del estado de Chiapas.

La planeación de la producción y adquisiciones se realizan en forma global, es decir, se considera la necesidad que habrá de cada producto para toda la zona a la que se abastece para así programar la producción en planta y los pedidos a realizar a los proveedores.

El planeador logístico toma en cuenta los estimados de ventas realizados por cada CEDIS, basado en su experiencia realiza los ajustes y determina las cantidades de producto a enviar para la venta semanal.

Una de las políticas de la empresa indica que cada CEDIS debe mantener mínimamente 7 días piso de producto en su almacén.

El comportamiento de las ventas semanales de los CEDIS es variable, puede ocurrir que en un día se vendan los productos de cinco o seis días y soliciten más producto a la planta antes de finalizar la semana.

No es recomendable enviar a los CEDIS grandes cantidades de producto o incrementar los días piso. La rotación debe ser constante, de lo contrario, el producto podría rezagarse y superar su vida de anaquel. Deben considerarse también el tamaño del almacén de los CEDIS y la capacidad de distribución de la planta.

Se requiere de un método de pronósticos que genere los pedidos que la empresa debe entregar a Cada Centro de Distribución semanalmente, que además de contemplar la variabilidad en las ventas, pronostique hasta la cuarta semana y así, las solicitudes de productos a otras plantas se realicen en las fechas apropiadas.

## **1.2 Objetivos**

### **Objetivo General:**

Desarrollar un modelo de pronóstico de ventas a corto plazo basado en lógica difusa, tomando en cuenta las variables que influyen en las ventas; logrando así incrementar la confiabilidad del pronóstico de la demanda de los diferentes productos distribuidos por la Embotelladora Valle de Oaxaca S.A. de C.V.

### **Objetivos Específicos:**

- Identificar las variables que afectan la demanda de los diferentes productos.
- Realizar análisis de los datos históricos de la empresa para identificar cuál ha sido el comportamiento de la demanda de los productos.
- Seleccionar una técnica de pronóstico adecuada para evaluar los datos históricos.
- Desarrollar un modelo que se base en la técnica de pronóstico con la implementación de la lógica difusa para tomar en cuenta las variables que afectan la demanda de los productos.

### **1.3 Justificación**

Los pronósticos proporcionan una base sólida para la planeación de las empresas, al apoyar en forma oportuna la toma de decisiones en sus diferentes áreas, impactando así en los beneficios.

Los pronósticos permiten a la organización una mejor administración de los recursos, al anticipar mejor los ingresos, al proporcionar información congruente y exacta, ayudando a diseñar el plan de producción, programar reabastecimientos de materia prima, determinar el personal necesario, mejorar el control de inventario y de otros gastos con mayor flexibilidad y apego a la demanda.

Entre los diferentes modelos de pronósticos existentes destaca el modelo difuso que combina operaciones matemáticas con el juicio de los expertos en ventas.

Entre las ventajas que ofrece la aplicación de la lógica difusa en la obtención de modelos de pronóstico de la demanda están: que son flexibles, pueden ajustarse o modificarse con base en el comportamiento de la demanda; pueden combinarse con otros métodos de pronóstico; son fáciles de comprender y de utilizar, una vez establecido el método no se depende de un especialista para realizar el pronóstico; toleran incertidumbre en los datos; recaban la experiencia de los expertos, utilizando un lenguaje común.

Un modelo de pronóstico más apegado a la demanda dará como resultado una mejor planeación y control de la producción y adquisiciones, que aseguren la alimentación de las redes de distribución en la cantidad requerida y en el momento oportuno.

Los productos no fabricados en la planta podrán solicitarse a los proveedores en la cantidad adecuada y en las fechas que la planta tiene asignadas.

El manejo del almacén de productos terminados se facilitará al tener en existencia menor cantidad de productos, incrementando su rotación. También se garantizará la existencia de productos con suficiente vida de anaquel.

Las entregas de productos a los CEDIS podrán especificarse y controlarse para que ocurra dentro de un margen estrecho de tiempo.

La movilidad de los transportes se programará de tal modo que se aprovechen al máximo su capacidad de carga y su kilometraje. Tanto en el transporte de los productos de los proveedores a la planta, como en la distribución a los CEDIS.

#### **1.4 Delimitaciones del Proyecto**

El proyecto se llevó a cabo en la empresa Embotelladora Valle de Oaxaca S. A. de C. V. durante el periodo de Julio-Diciembre de 2009.

En el periodo de realización del proyecto se presentaron ciertas limitantes, las cuales se listan a continuación:

- Se requería de un pronóstico semanal pero los registros semanales que se tenían eran únicamente de los últimos 12 periodos.
- La información de ventas mensuales proporcionada por la empresa incluía únicamente 1.5 años.
- La obtención de información fue difícil porque se necesitaba conocer la opinión tanto de los centros de distribución, de los pequeños distribuidores y de los consumidores finales.

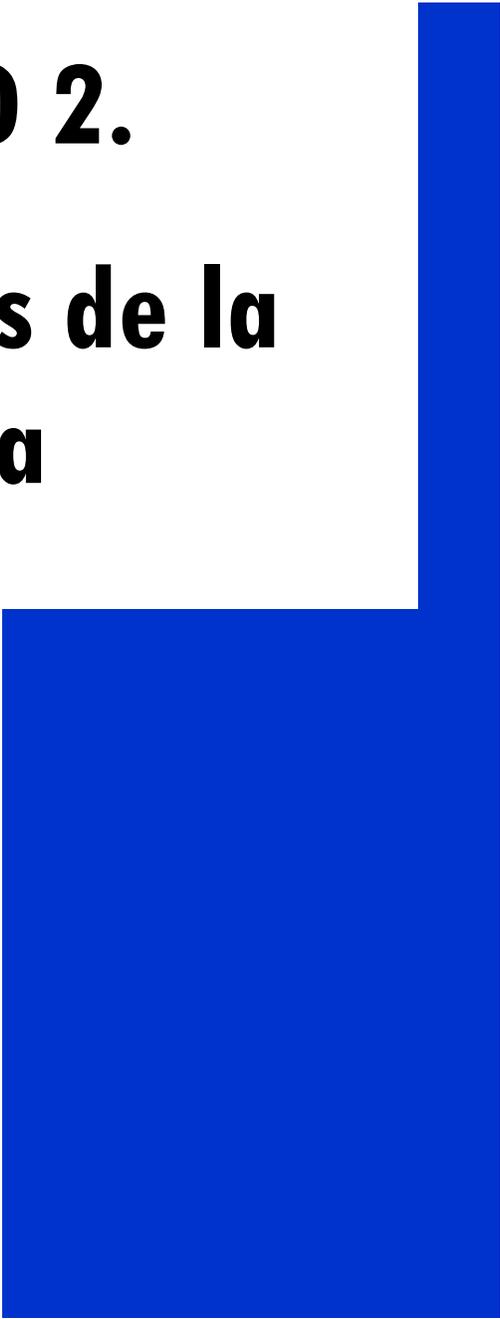
## CAPITULO 1. Presentación del problema

- La identificación de las variables que afectan la demanda fue compleja, pues algunas no tenían una relación significativa con las ventas o se dificultaba su medición.
- Debido a las diversas funciones que desempeñan los expertos, el tiempo disponible no era suficiente para aportar la información necesaria.



# **CAPÍTULO 2.**

## **Antecedentes de la Empresa**



## **2.1 Razón Social**

Embotelladora Valla de Oaxaca, S. A. de C.V.

## **2.2 Giro de la Empresa**

Fabricación y distribución de productos carbonatados y no carbonatados.

## **2.3 Visión**

“Ser un Grupo productor y comercializador de bebidas que busca satisfacer las necesidades del comercio y los consumidores, con un sistema de distribución y portafolio de marcas líderes para lograr un crecimiento rentable sostenido, mediante la gestión socialmente responsable de un equipo ganador”.

## **2.4 Misión**

“Ser la Compañía de bebidas líder en atención a sus clientes”.

## **2.5 Valores**

- ✓ RESPECTO POR EL INDIVIDUO: Los seres humanos que interactúan con la organización como trabajadores, clientes o sociedad merecen y deberán de ser tratados con respecto y dignidad.
- ✓ TRABAJO EN EQUIPO: La unidad de propósito, la diversidad y la eficiencia son resultados de la suma de habilidades por lo que el reconocimiento será al equipo más que a las personas.
- ✓ COMUNICACIÓN: Esta deberá de ser permanente, oportuna, transparente, cualquier duda deberá de ser planteada y toda pregunta tiene el derecho de una respuesta.

- ✓ DISCIPLINA: Las personas deberán de lograr los objetivos respetando los valores, principios, procedimientos y acuerdos establecidos.
- ✓ INTEGRIDAD: Transparencia y claridad en cada uno de nuestros actos.
- ✓ PRODUCTIVIDAD: Aprovechamiento al máximo de los insumos, materiales, tiempo de nuestra gente tecnología.
- ✓ CALIDAD: Elaborar los mejores productos, contar con la mejor gente, brindar el mejor servicio.
- ✓ SEGURIDAD: Realizar toda actividad en el marco de los procedimientos señalados tanto dentro como fuera de nuestro trabajo.

## **2.6 Antecedentes Históricos**

Pepsicola Internacional es una empresa que se anticipa a los hechos planeando hacia el futuro.

A fines de la década de los 30's cuando Pepsicola se expandía a mercados internacionales. Pepsi se introdujo en Mexicali, Baja California en 1938 como el primer mercado mexicano; en aquel tiempo el concentrado se recibía desde Nueva York en pequeños barriles de madera de roble de un galón y en frascos de medio litro que contenían los saborizantes y el acidulante.

No fue sino hasta 1943 cuando Pepsi-Cola Mexicana se estableció legalmente en esta ciudad bajo la razón social de Pepsi-Cola Mexican Syrup Company como subsidiaria de Pepsi-Cola International, siendo su misión el franquiciamiento de las marcas Pepsi-Cola a inversionistas independientes de todo el país a fin de operar la distribución y venta de refrescos embotellados con las marcas de nuestra empresa.

Entre las primeras plantas embotelladoras de Pepsi-Cola Mexicana se encuentran: Mexicali (1938), Monterrey (1942), México, Guadalajara (1943) y León (1945).

Cuatro años más tarde, en 1947 debido a la creciente demanda del producto se instaló la primera Planta de Concentrados de Pepsi-Cola en México para satisfacer las necesidades de concentrado de nuestros embotelladores, cuyo número crecía a un ritmo acelerado.

En Guadalajara, desde 1943 se embotellaba Pepsi-Cola en la Planta “La Victoria”, posteriormente siguieron estableciéndose otras modernas plantas en nuestra República como las de la cadena padilla, después Grupo Trieme S.A. de C.V. Fue hasta 1949 cuando se inauguró en esta misma ciudad Embotelladora de Occidente S.A. de C.V., primera planta de la cadena Trieme que ahora se localiza en Calzada Lázaro Cárdenas y Avenida Mariano Otero, con instalaciones consideradas una de las de mayor capacidad en América Latina.

Posteriormente, esta Cadena fue creciendo al construirse las siguientes plantas:

**Bebidas Purificadas de Michoacán, S.A.**

Morelia, Michoacán -1953

**Bebidas Purificadas del Centro, S.A.**

Celaya, Guanajuato -1957

**Bebidas Purificadas del Cupatitzio, S.A.**

Uruapan, Michoacán -1967

En 1987 Trieme se transformó en Grupo Embotelladoras Unidas S.A. de C.V. y se consolida en los estados de Jalisco, Michoacán y Guanajuato.

A partir de 1992 con la liberación económica de la Industria Refresquera en el país y a la gran demanda de los consumidores por nuevos empaques y presentaciones se inician los lanzamientos de nuevos productos:

**1992** Envase de plástico retornable (PRB) 1.5 Litros Pepsi.

**1993** Se incorpora la marca Seven-Up a los productos embotellados.

**1994** El territorio Pacífico compuesto de Nayarit y Colima se agrega la distribución de GEUSA.

**1996** Envases de plástico retornable (PRB) 1 Litro en Sabores.

**1998** Lanzamiento del sistema de Información de Mercado (Simer) y Automatización de toda la fuerza de venta.

Debido a la gran demanda en el país de Agua Purificada y a la excelente reputación de nuestra marca de agua de mesa Santorini, se expande el negocio de embotellado, para incluir la presentación de Agua Santorini en Garrafón de 10 Litros.

**1998-2000** Agua de Garrafón Santorini 19 Litros.

**2000** Presencia de GEUSA en la red cibernética [www.geusa.com.mx](http://www.geusa.com.mx)

**2001** Operación de la planta embotelladora en Zamora, Michoacán.  
Implementación exitosa de M&W

Certificado de Calidad del Agua (IBWA)

PEPSICO "Execution Award"

**2002** Operación de las plantas embotelladoras en Colima, Colima e Ixtlahuacan de los Membrillos, Jalisco. Lanzamiento de la marca Mountain Dew. PEPSICO “Execution Award”.

**2003** Las plantas de Guadalajara, Jalisco y Morelia, Michoacán, fueron reconocidas por su excelente implementación en el programa M&W (Manufacturing and Warehousing); por lo que recibieron el Premio de Calidad 2003 “International Quality Awards”

Lanzamiento de Pepsi Blue, Kas Rosa, Mirinda Naramango y Sangria en nuestra marca Tri Soda.

**2004** Designados por Pepsico Inc. Como primer embotellador mexicano ancla en México.

Consolidamos nuestro crecimiento con la adquisición de los Territorios de Puebla, Tlaxcala, Tabasco y parte de Veracruz y Oaxaca, con lo cual estamos atendiendo más del 30% de la población del país.

Premio de Calidad 2004 “International Quality Award”.

Reconocimiento por la implementación del programa de M&W (Manufacturing & Warehousing) por parte de PEPSICO Internacional.

Inauguración de la planta localizada en Ixtlahuacán, Jalisco en el mes de julio.

Lanzamiento de Manzanita Sol Verde, Pepsi Twist, Tri Soda Piña, Spin Light y Spin polvos (ambos en diferentes sabores).

Es inaugurada oficialmente por el Presidente de la República, Vicente Fox Quesada la planta de Ixtlahuacán de los Membrillos, además de la apertura de las

plantas de Zitácuaro y Lázaro Cárdenas, Michoacán. Con ello se extiende la distribución de garrafón a los estados de Guerrero, Estado de México y Querétaro.

Se integra a GEUSA el grupo embotellador BRET, incorporándose los estados de Puebla, Tlaxcala, Veracruz, Tabasco y Oaxaca; convirtiéndose en el segundo embotellador más grande del país, atendiendo a 13 estados.

**2005** En el mes de mayo de 2005 se inauguran las oficinas corporativas de GEUSA en la ciudad de Zapopan Jalisco, y se inaugura la planta de agua Santorini de 19 litros en Minatitlán, Veracruz.

**2006** Se adquiere el Grupo Embotellador GESSA sumando un total de 14 estados (Chiapas).

**2007** Se inaugura la Planta de Agua Santorini en el territorio de Villahermosa, Tabasco.

**2008** Se inaugura la planta Embotelladora Valle de Oaxaca S. A. de C.V. y un centro de distribución ubicados en el kilómetro 9 de la carretera Tuxtla-La Angostura; en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Buscamos expansión territorial medible con participación de mercado, pero buscamos también la expansión vertical e innovadora medible con marcas, tamaños y sabores.

El futuro se manifiesta prometedor y excitante; solo necesitamos lo mejor de cada uno de nosotros y lo mejor de nosotros mismos.

## 2.7 Ubicación

La empresa se encuentra ubicada en Carretera Tuxtla Gutiérrez – La Angostura Km 9 Núm. 800, Col. Rivera de Cupía, Municipio de Chiapa de Corzo; C.P. 29169. En la figura 2.1 se presenta un croquis de ubicación de la planta.



Figura 2.1 Croquis de ubicación de la planta

## 2.8 Distribución de la Planta

En la figura 2.2 muestra la distribución de la Embotelladora Valle de Oaxaca S.A. de C.V. y en la figura 2.3 se presenta la distribución del área de manufactura, que incluye el área de logística donde se llevaron a cabo las actividades.

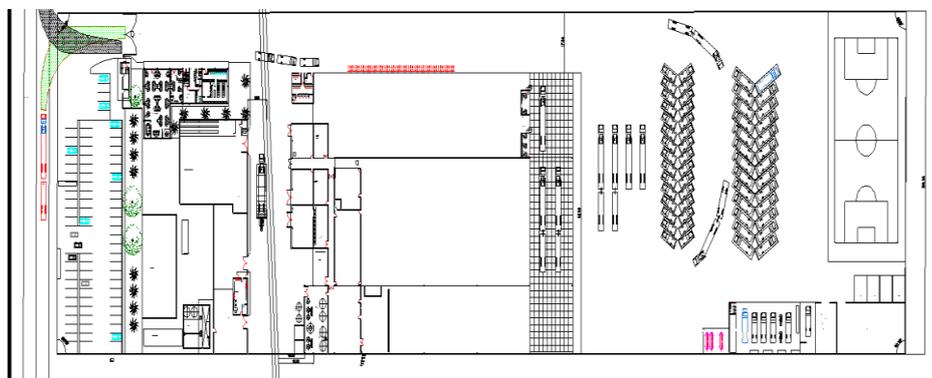


Figura 2.2 Croquis de distribución de la planta

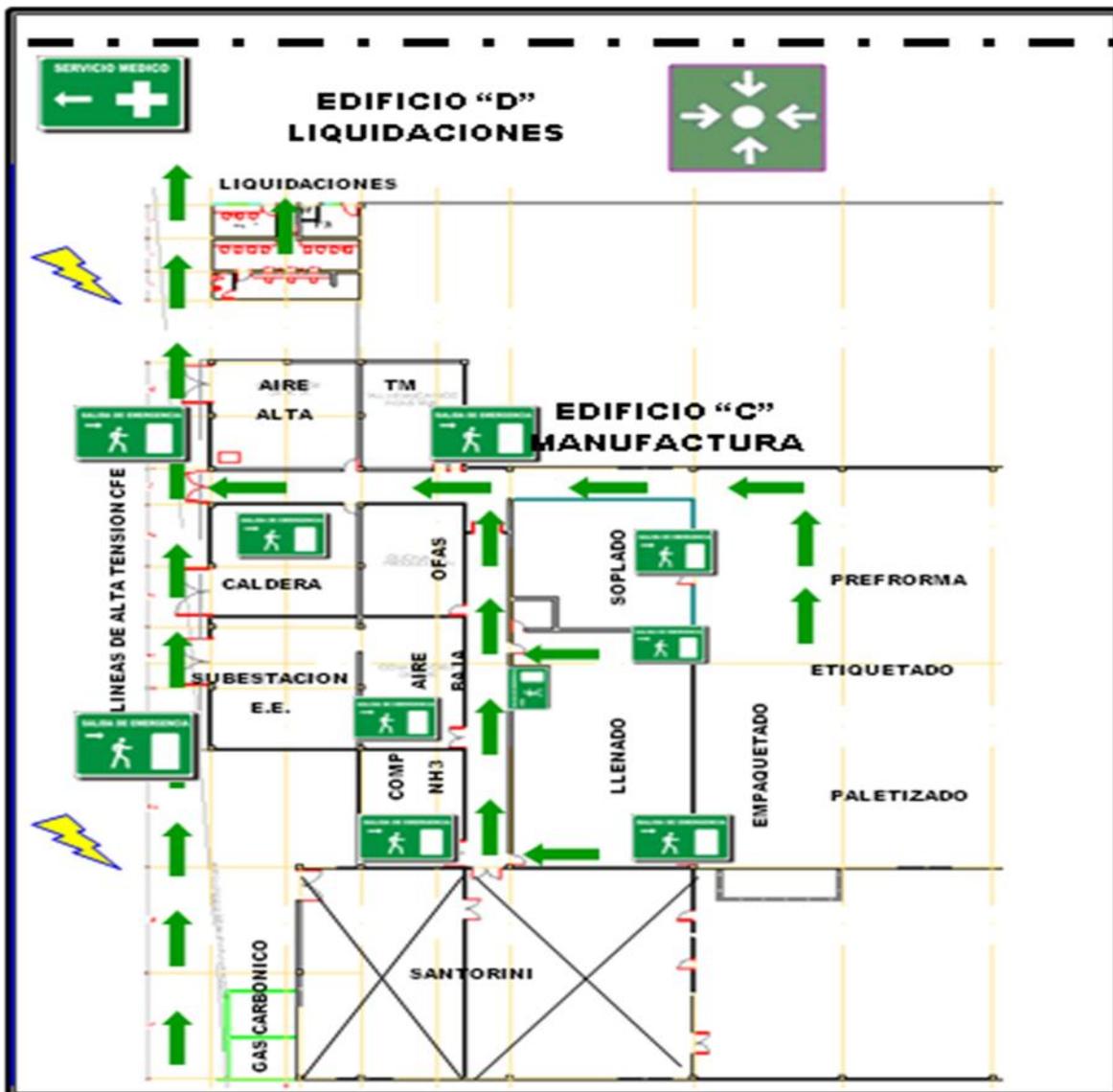


Figura 2.3 Distribución del área de manufactura

## 2.9 Productos Fabricados en la Empresa

<b>PEPSI</b>	Normal PET 600ml	<b>REY PIÑA</b>	Normal PET 600ml
	Normal PET 2L 9 BOT		Normal PET 2L
	Normal PET 3L 9 BOT		Normal PET 3L 6 BOT
<b>MIRINDA</b>	PET 600 ml	<b>REY DURAZNO</b>	Normal PET 600ml
	PET 2L 9BOT		Normal PET 2L
<b>SEVEN UP</b>	PET 600ml	<b>REY GROSELLA</b>	Normal PET 3L 6 BOT
	PET 2L 9BOT		Normal PET 600ml
<b>MANZANA SOL</b>	PET 600 ml	<b>REY MANDARINA</b>	Normal PET 2L
	PET 2L 9BOT		Normal PET 3L 6 BOT
<b>SANGRÍA CASERA</b>	PET 600 ml	<b>REY TAMARINDO</b>	Normal PET 600ml
	PET 600 ml		Normal PET 600ml
<b>AGUA MONTEBELLO</b>	PET 600 ml 24 BOT		
	PET 2L 9BOT		

## 2.10 Productos Distribuidos por la Empresa

### Marca Pepsi

<b>PEPSI</b>	<b>Envase PET</b>	<b>Envase vidrio</b>	<b>Lata</b>	<b>BB</b>
	355 ml	500 ml	355 ml	18.9 oz
	500 ml	12 oz		
	600 ml			

CAPÍTULO 2. Antecedentes de la Empresa

3.0 L	9 Botellas	
2.5 L		
2.5 L		6 Botellas
2.0 L		
500 ml		

**PEPSI  
RETRO**

Envase PET	Envase vidrio	Lata	BB
600 ml			

**PEPSI  
LIGHT**

Envase PET	Envase vidrio	Lata	BB
600 ml		355 ml	18.9 oz

**PEPSI  
KICK**

Envase PET	Envase vidrio	Lata	BB
500 ml		355 ml	

## Marcas Mirinda, Seven Up, Kas Manzanita Sol, Sangría Casera

### MIRINDA

Envase PET		Envase vidrio	Lata	BB
2.5 L	9 Botellas	12 oz	355 ml	18.9 oz
2.5 L	6 Botellas	500 ml		
2 L				
1 L				
600 ml				
500 ml				

### SEVEN UP

Envase PET		Envase vidrio	Lata	BB
2.5 L	9 Botellas	12 oz	355 ml	18.9 oz
2.5 L	6 Botellas			
2 L				
600 ml				
500 ml				

### KAS

Envase PET		Envase vidrio	Lata	BB
2.5 L	9 Botellas	12 oz	355 ml	
2.5 L	6 Botellas	500 ml		
600 ml				

**MANZANITA SOL**

Envase PET		Envase vidrio	Lata	BB
2.5 L	9 Botellas	12 oz	355 ml	18.9 oz
2.5 L	6 Botellas	500 ml		
2 L	9 Botellas			
600 ml				
500 ml				

**SANGRÍA CASERA**

Envase PET		Envase vidrio	Lata	BB
2.5 L	9 Botellas	12 oz	355 ml	
2.5 L	6 Botellas			
2 L				
600 ml				

**Marca Rey**

**Rey  
Durazno**

Envase PET	Envase vidrio
3 L	450 ml
2.5 L	
2 L	
600 ml	

<b>Rey Grosella</b>		<b>Envase PET</b>	<b>Envase vidrio</b>
	3 L		450 ml
	2.5 L		
	2 L		
	600 ml		

<b>Rey Mandarina</b>		<b>Envase PET</b>	<b>Envase vidrio</b>
	3 L		450 ml
	2.5 L		
	2 L		
	600 ml		

<b>Rey Piña</b>		<b>Envase PET</b>	<b>Envase vidrio</b>
	3 L		450 ml
	2.5 L		
	2 L		
	600 ml		

**Rey  
Tamarindo**

Envase PET
600 ml

Envase vidrio

**Marca Power Punch**

**POWER PUNCH**

Sabor
Fresa
Guayaba
Mango
Uva

Cantidad
200 ml
200 ml
200 ml
200 ml

**Marca Sobe Rush**

**SOBE RUSH**

Sobe Rush	Lata	300 ml
-----------	------	--------

**Marca H<sub>2</sub>O**

H <sub>2</sub> O	PRESENTACION	
Sabores	12 oz	600 ml
Kas	X	
Manzana	X	X
Seven	X	X

## Marca Be Light

<b>BE LIGHT</b>	<b>PRESENTACION</b>	
<b>Sabores</b>	<b>1.5 L</b>	<b>500 ml</b>
Limón	<b>X</b>	<b>X</b>
Fresa	<b>X</b>	<b>X</b>
Jamaica	<b>X</b>	<b>X</b>
Mango	<b>X</b>	<b>X</b>
Manzana	<b>X</b>	<b>X</b>
Naranja	<b>X</b>	<b>X</b>
Toronja	<b>X</b>	<b>X</b>
Mixeado	<b>X</b>	<b>X</b>

## Marca Lipton

<b>LIPTON</b>	
<b>Sabor</b>	<b>Cantidad</b>
Lip Citrus	600 ml
Lip Lemon	600 ml

## Marca Agua Mineral Montebello

<b>MONTEBELLO</b>	
<b>Envase PET</b>	<b>Envase vidrio</b>
2 L	12 oz
12 oz	
600 ml	

9 Botellas

## Marca Gatorade

PRODUCTO	PRESENTACION			
	1 L	600 ml	500 ml	355 ml
First Blue Gatorade		X		
Blue Gatorade			X	
Cool Gatorade		X	X	
Ponche de frutas	X			
Fresa - Sandía	X	X		
Frutas			X	
Lima - Limón	X	X	X	X
Limón	X		X	
Mandarina	X	X	X	
Mango	X	X	X	
Naranja	X	X	X	X
Uva	X		X	X
Mixto 4x3		X		
Mixto			X	
Mixeado		X		
Varios sabores	X		X	
Max Steel				X
Fil Line New	X			

Propel Mix	20 oz	500 ml
------------	-------	--------

## Marca Agua Natural Santorini

### SANTORINI SIMI

#### Envase PET

600 ml

### SANTORINI

#### Envase PET

1.5 L

9 Botellas

1 L

12  
Botellas

600 ml

330 ml

## Di Roma

### AQUA ROMA

#### Envase PET

1.5 L

9 Botellas

1.5 L

\_Botellas

600 ml

## 2.11 Organigramas

En el siguiente apartado se presentan los organigramas de las diferentes áreas de la empresa.

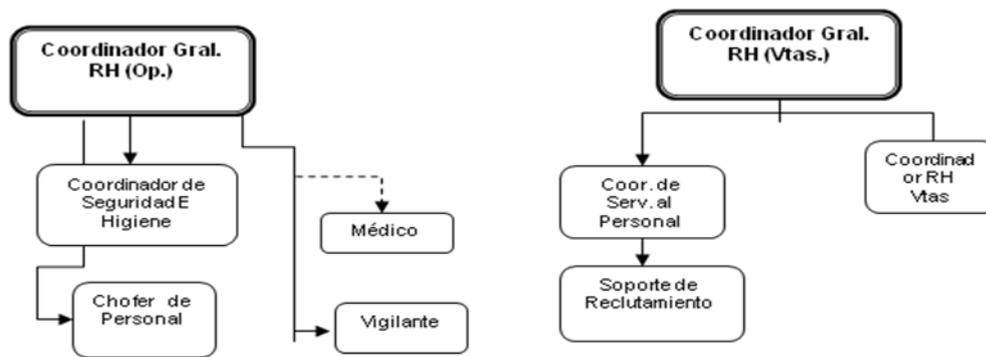


Figura 2.4 Organigrama del Área de Recursos Humanos

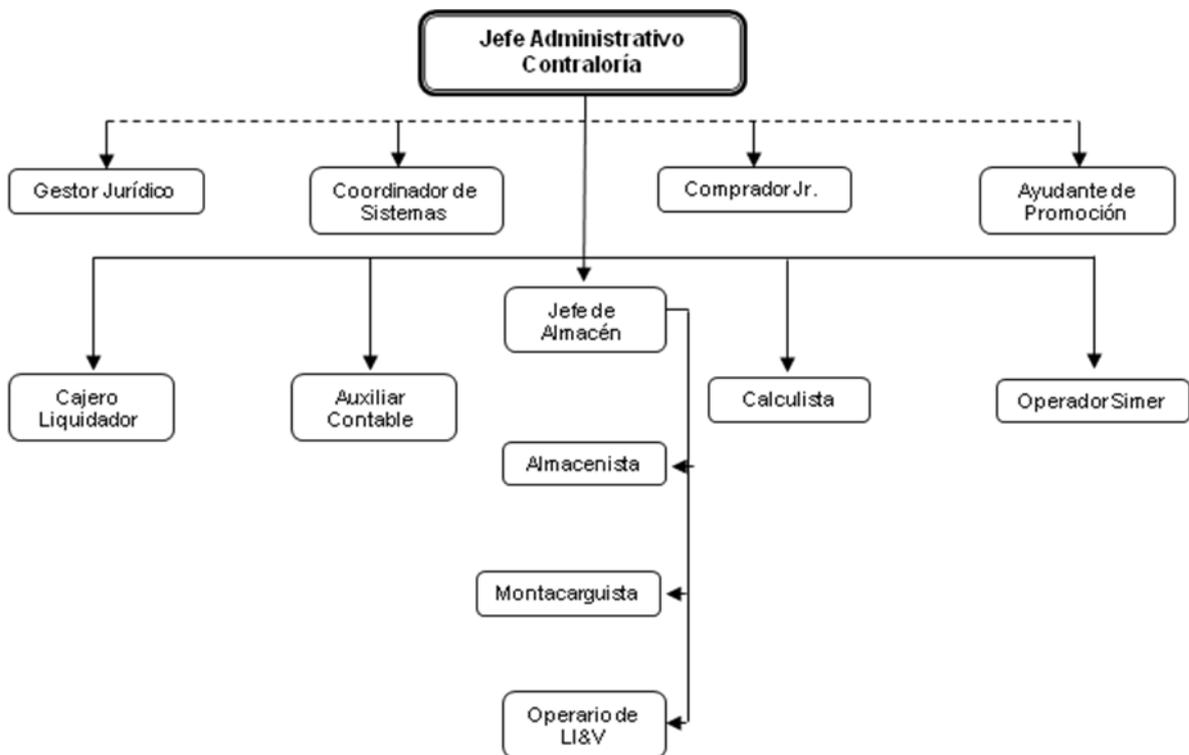


Figura 2.5 Organigrama del Área Administrativa.

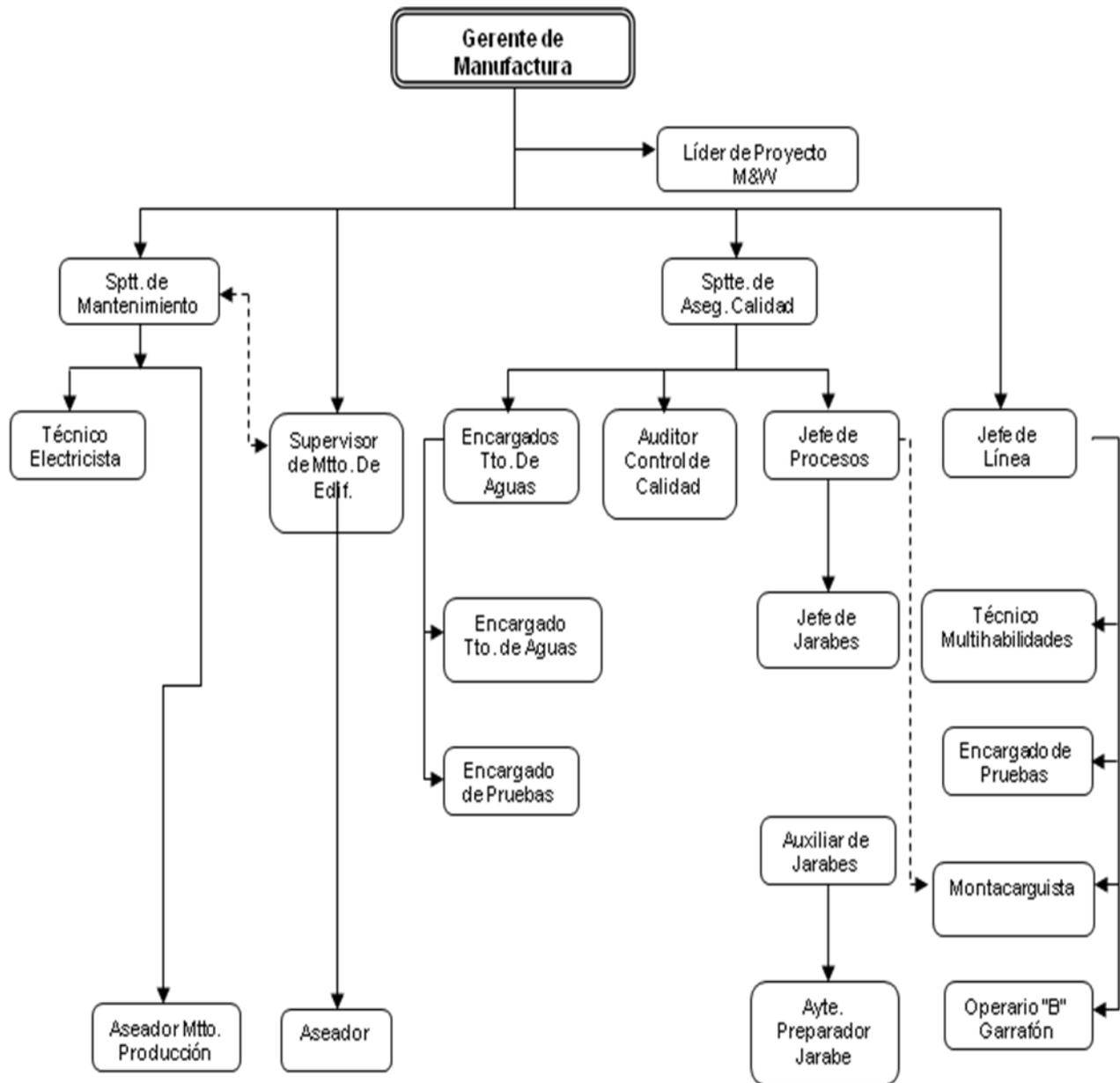


Figura 2.6 Organigrama del Área de Manufactura

Sptt. = Superintendente  
 Mtto.= Mantenimiento  
 Edif. = Edificios  
 Aseg. = Aseguramiento  
 Tto. = Tratamiento

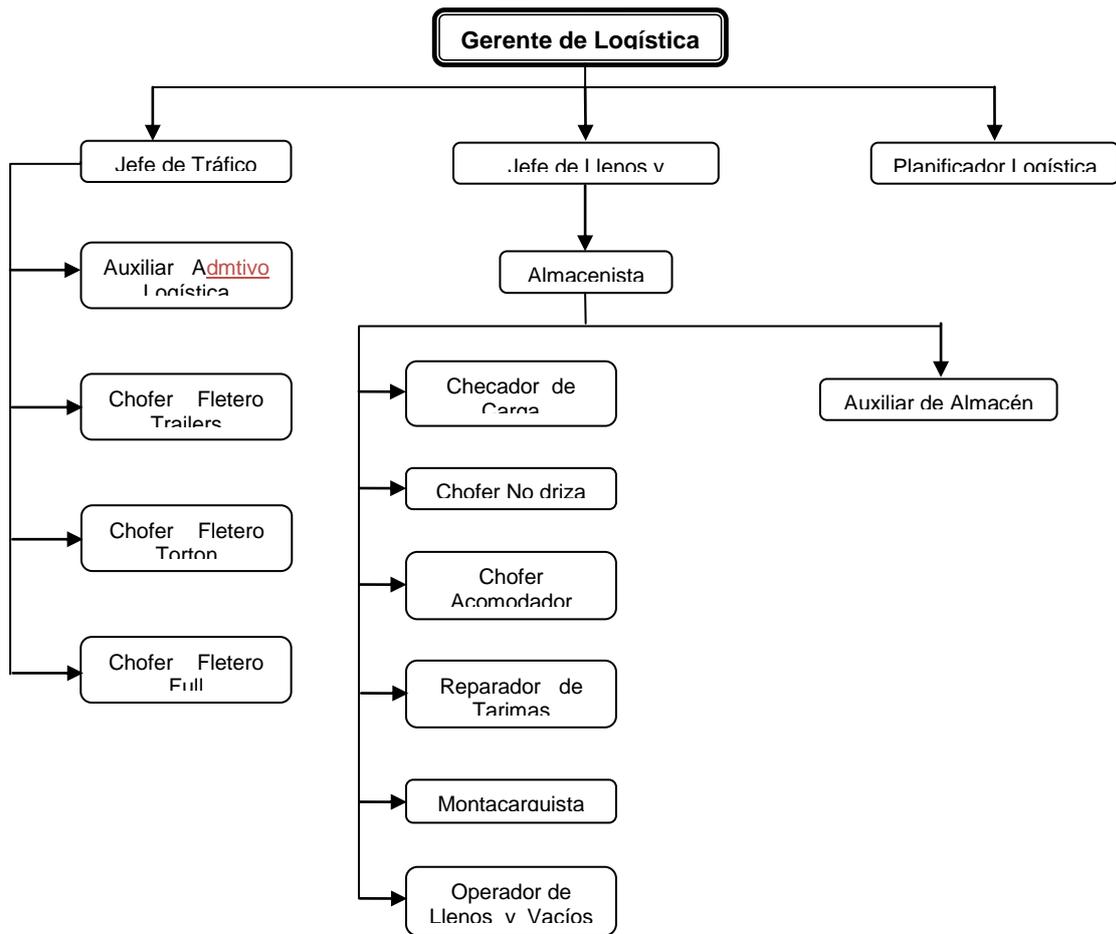


Figura 2.7 Organigrama del Área de Logística

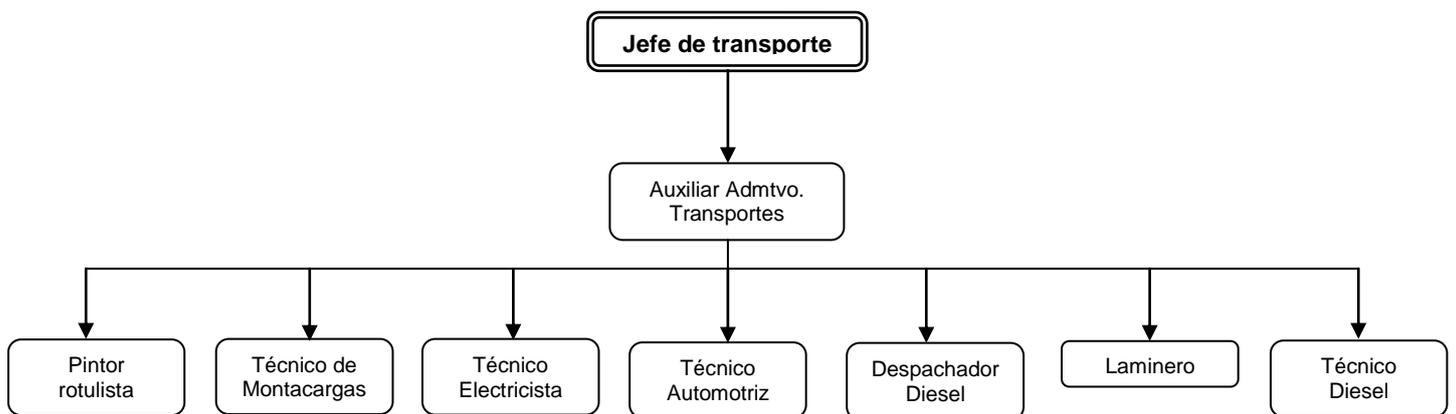


Figura 2. 8 Organigrama del Área de Transporte

## 2.12 Área de Logística

El departamento de logística se encarga de la elaboración del programa de Producción, el programa de Distribución, de la administración de inventarios tanto de materia prima como de productos terminados; y de la inspección de las cargas y descargas de las unidades, y de las salidas puntuales de las mismas.

Los puestos y funciones se describen a continuación

### ➤ **Gerente de logística**

Es la máxima autoridad del área, se encarga de verificar los niveles de inventarios y proyectar la producción, supervisa el trabajo del programador, del jefe de tráfico y del jefe de almacén.

### ➤ **Planeador Logístico**

Es responsable de elaborar los planes y programas de producción y abastecimiento de materiales, Materia Primas y compras de producto terminado, asegurando las existencias adecuadas de producto, para satisfacer las necesidades del mercado, además de la coordinación de entregas de materiales de empaque y/o producción junto con Almacenes y Compras.

### ➤ **Almacenista**

Reporta directamente al Jefe del Almacén y su función es la de administrar los recursos humanos y materiales del almacén, asegurando el control de los inventarios, mermas, procesos e indicadores operativos (cero diferencias de almacén, cero faltantes de producto, envase, tarimas, plásticos, tarimas o garrafón; orden, limpieza, productividad de los empleados), así como brindar un servicio de alta calidad a las áreas de ventas, transportes, logística, producción, administración y recursos humanos.

➤ **Auxiliar de almacén**

Reporta directamente al Almacenista en Turno y su función es la de colaborar y auxiliar al almacenista en la administración de los recursos humanos y materiales del almacén, asegurando el control de los inventarios, mermas, procesos e indicadores operativos (cero diferencias de almacén, cero faltantes de producto, envase, tarimas, plásticos, tarimas o garrafón; orden, limpieza, productividad de los empleados), así como brindar un servicio de alta calidad a las áreas de ventas, transportes, logística, producción, administración y recursos humanos.

➤ **Montacarguista**

Especialista en el manejo de los montacargas disponibles de la planta, indispensables en los procesos de carga y descarga para el almacenaje y envío de productos.



# **CAPÍTULO 3.**

## **Estado del Arte**



### 3.1 Importancia de los Pronósticos

Debido a que el éxito empresarial en gran medida depende de lo que se haga o deje de hacer, la toma de decisiones ha sido una actividad en el mundo de las organizaciones desde el inicio de su historia. En un principio la intuición y el buen juicio eran las únicas alternativas con las que podía contar el administrador para decidir el rumbo de su empresa. Fue la llegada de la computadora y nuevas técnicas, lo que dio lugar a nuevas formas de tomar decisiones; que hoy en día son una herramienta útil que complementaron la intuición y el juicio en el proceso de tomas de decisiones.

Con frecuencia, la necesidad de tomar decisiones parece ser la única constante de la acción administrativa, pues el entorno, el individuo y las compañías cambian constantemente, es por ello que el administrador moderno se apoye de los métodos cuantitativos y cualitativos necesarios para anticipar y pronosticar los posibles futuros escenarios y así mejorar la calidad de sus decisiones. Y que mejor que utilizar un método el cual utilice la experiencia de los administrativos, complementado con las matemáticas para tener un modelo de pronóstico más eficaz.

Los pronósticos son estimaciones de la ocurrencia, la cronología o la magnitud de futuros eventos inciertos. El propósito de pronosticar es usar la mejor información disponible para guiar las actividades futuras tendientes al cumplimiento de las metas de la organización.

El interés radica principalmente en los pronósticos de la demanda, pero las empresas pronostican los precios de materias primas, los costos de la mano de obra, la tasa de interés y los ingresos. Los buenos pronósticos capacitan a los administradores para planear niveles apropiados de personal, materia prima, capital, inventarios y un gran número de otras variables. Esta planeación resulta en un mejor uso en el mejoramiento de la relaciones de los empleados y del

servicio que se le ofrece a los clientes ya que los productos que ellos de sean estarán a tiempo.

El **error en el pronóstico** es la diferencia numérica entre la demanda pronosticada y la real, es la medida que nos indica la efectividad al utilizar alguno de los métodos de pronóstico. Las medidas del error de pronósticos que promedian de varios periodos son las conocidas como MAD y el sesgo. La primera, es el promedio de la suma absoluta de las desviaciones entre los pronósticos hechos y los valores reales observados. El sesgo es el promedio de la suma aritmética de dichas desviaciones promediada. (MONKS, Joseph G.; 1991)

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n | \text{Demanda pronosticada} - \text{Demanda Real} |_i}{n}$$

Ecuación 3.1

$$\text{Sesgo} = \frac{\text{Suma de errores algebraicos para todos los periodos}}{\text{Número total de periodos evaluados}}$$

## 3.2 Modelos Tradicionales de Pronósticos

Los métodos de pronóstico menos analíticos y cualitativos se emplean frecuentemente en la planeación estratégica a largo plazo y para decisión sobre instalaciones. Los modelos de análisis, que son de carácter más analítico, como series de tiempos, se emplean con frecuencia para la planeación de operaciones, o como sucede con la producción y el control de inventarios. Las técnicas de pronóstico causales que se emplean en una gran diversidad de situaciones de planeación, son especialmente útiles en la planeación agregada a mediano plazo.

### 3.2.1 Técnicas Cualitativas

#### Método Delphi

La técnica o método Delphi es un proceso de grupo cuyo objetivo es un pronóstico por consenso, a menudo un pronóstico de carácter tecnológico. El

proceso requiere de un grupo de expertos internos o externos de la empresa para recabar opiniones por escrito sobre el punto sujeto a discusión.

El proceso funciona de la siguiente manera:

1. Una pregunta, la situación que requiere de un pronóstico, se proporciona a cada experto por escrito, expresada de una manera muy general. Cada uno de los expertos realiza una predicción breve.
2. El coordinador o moderador, quien proporcionará la pregunta original, reúne todas las opiniones, las pone en términos claros y las edita.
3. Los resúmenes de los expertos proporcionan la base para un conjunto de preguntas que el coordinador da a los expertos. Estas son respondidas.
4. Las respuestas por escrito son recopiladas por el coordinador, y el proceso se repite hasta que el coordinador queda satisfecho con la predicción general, que es una síntesis de la opinión de los expertos.

Los miembros del grupo pueden tener distintas formaciones. El coordinador debe de tener el talento suficiente para sintetizar distintas opiniones, elaborar un conjunto estructurado de preguntas y llegar al pronóstico. Tiene la ventaja de que las opiniones de cada uno no se ven influidas por las de otro, ni hay discusiones entre los miembros. (MONKS, Joseph G.; 1991)

### **Técnica de grupo nominal**

Se supone que un grupo de gente conocedora será capaz de llegar a un pronóstico por consenso. De siete a diez personas son invitadas a pasar a una sala de juntas y se sientan alrededor de una mesa, en donde se puedan ver las unas a las otras, pero se les pide no cruzar palabras entre sí. El coordinador del grupo proporciona las preguntas por escrito o escribe en un pizarrón el asunto

que requiere un pronóstico. Cada uno de los miembros del grupo debe escribir ideas sobre el problema. Después de algunos minutos el coordinador del grupo pide a cada uno de los participantes, por turno, que exponga una de las ideas que están en su lista. Un ayudante anota cada una de las ideas en un rotafolio, de manera que todas puedan verla. En esta fase de la reunión ninguna discusión tiene lugar; los miembros continúan dando sus ideas, uno a la vez, hasta que todas han sido escritas en un rotafolio.

En general, entre 15 y 25 proposiciones resultan de la aportación, dependiendo de la pregunta y de las personas que forman el grupo. Durante la siguiente fase de la reunión de los miembros del grupo discuten las ideas representadas. El coordinador se asegura de que se discutan todas las ideas; los miembros pueden solicitar que se les aclaren las ideas que han sido escritas. A menudo se combinan las ideas semejantes, lo que reduce el número total de proposiciones. Cuando han concluido todas las discusiones se pide a los miembros que voten de manera independiente, por escrito, anotando las ideas por orden de prioridad. La decisión del grupo es el resultado matemáticamente obtenido a partir de los votos individuales.

Los objetivos del proceso son:

1. Asegurar diferentes procesos para cada fase de creatividad.
2. Balancear la participación de los miembros.
3. Incorporar las técnicas matemáticas de votación en la agregación de los juicios de grupo.

La técnica de grupo nominal llega a dar un pronóstico, que es la alternativa que recibe la mayoría de votos del grupo. Algunas veces, cuando el grupo se ha desintegrado pueden combinarse ciertos pronósticos de mayor prioridad para dar uno basado en un consenso mayoritario. Las claves para el proceso de grupo

nominal son la identificación de la pregunta que debe ser dirigida al grupo; se permite la creatividad; se fomenta la discusión limitada y dirigida y, en última instancia, el voto. (MONKS, Joseph G.; 1991)

### **Estudio de mercado**

Para la realización del método de estudio de mercado, por lo general se utilizan encuestas, pruebas de mercado u otros estudios, que sean útiles para la obtención de datos sobre las condiciones actuales y futuras del mercado.

Para la realización de esos estudios, se emplea un grupo de personas, quienes efectuarán las encuestas y en la mayoría de los casos otros analizarán las encuestas o estudios realizados para obtener resultados y conclusiones.

Esta técnica tiene la ventaja de que se puede pronosticar los datos obtenidos, las ventas totales de la compañía, de grupos de productos de productos individuales; cuando se utiliza a corto plazo proporciona muy buenos resultados. Pronosticar con este tipo de técnica tiene la desventaja de tener alto costo, debido a que utiliza a varias personas para hacer el trabajo, además de los costos de los materiales empleados que en ocasiones son elevados, al pronosticar a mediano y largo plazo, los resultados obtenidos no son muy buenos y no se puede pronosticar aplicando la técnica por sí sola, sino que requiere de la ayuda de otras herramientas estadísticas, tal como la teoría de muestreo y otras. (MONKS, Joseph G.; 1991)

### **3.2.2 Técnicas Cuantitativas**

#### **Modelos de series de tiempo**

Una *serie de tiempo* es un conjunto de observaciones de una variable a largo tiempo. Generalmente es tabulada o graficada para mostrar la naturaleza de su dependencia con el tiempo. Los componentes de la serie de tiempos son

clasificados generalmente como tendencias T, cíclica C, estacional S, y aleatoria o irregular R. El pronóstico ( $Y_c$ ) es una función de esos componentes.

$$Y_c = T * C * S * R$$

La *tendencia* es un movimiento direccional gradual a largo plazo en los datos (creciente o declinatorio). Los factores cíclicos son ondulaciones a largo plazo alrededor de la línea de la tendencia, y frecuentemente están asociados con cíclicos económicos. Los efectos estacionales son variaciones similares que ocurren durante periodos correspondientes. Existen variaciones estacionales, mensuales, semanales y hasta diarias. Los componentes aleatorios son efectos esporádicos (e imprescindibles), debidos a su casualidad, y no usuales. Son los residuales existentes después de que eliminan las variaciones de las tendencias cíclicas y estacionales.

Son tres los métodos de descripción de tendencia; 1) curvas dibujadas a mano; 2) promedios móviles, y 3) mínimos cuadrados. La curva dibujada a mano es simple, pero altamente subjetiva. (MONKS, Joseph G.; 1991)

### **Promedio móvil**

Un promedio móvil se obtiene por suma y promedios repetitivos de un número dado de periodos; queda fuera cada vez el valor más antiguo y se agrega el más nuevo.

$$PM = \frac{\Sigma X}{\text{número de periodos}}$$

Cada vez que se actualiza un promedio, el nuevo valor se convierte en el pronóstico del siguiente periodo.

**Tabla 3. 1** Procedimiento de pronóstico mediante serie de tiempo

- 1.- Graficación de los datos históricos para confirmar el tipo de relación (v.g., lineal, cuadrática).
- 2.- Desarrollo de la ecuación de tendencia.
- 3.- Desarrollo de índices estacionales.
- 4.- Proyección de tendencia al futuro.
- 5.- Multiplicación del valor de tendencia mensual por el índice estacional.
- 6.- Modificación de los valores proyectados debido a efectos cíclicos o Irregulares.

Los pronósticos móviles suavizan las fluctuaciones, pero generalmente preservan al patrón de los datos (promedios más largos resultan en una mayor suavización). Pueden aplicarse a cualquier dato, pero no generan valores para los extremos de las series de datos, ni proporcionan una ecuación para pronosticar.

Los promedios móviles ponderados consideran los valores más recientes para ser destacados variando las ponderaciones asignadas a cada componente del promedio.

$$PM_{pnd} = \frac{\sum wt X}{\sum wt}$$

Las ponderaciones pueden ser porcentaje o cualquier número real. En el ejemplo 2.1, si se asignan un peso de 3 al año 11, 2 al 10 y 1 al 9, el promedio móvil ponderado es 17.8 toneladas. (MONKS, Joseph G.; 1991)

### **Mínimos cuadrados**

Los *mínimos cuadrados* son una técnica matemática de ajustar una tendencia por medio de datos puntuales. El resultado es la mejor línea de ajuste y tiene las siguientes propiedades: 1) la sumatoria de todas las desviaciones verticales es cero. 2) La sumatoria de los cuadrados de todas las desviaciones verticales es mínima, y 3) la línea va a través de las medias X y Y. En ecuaciones

lineales, la mejor línea de ajuste se obtiene con la solución simultánea de  $a$  y  $b$  de las siguientes *ecuaciones normales*:

$$\sum Y = na + b \sum X$$

$$\sum XY = a \sum X + b \sum X^2$$

Donde los datos pueden ser codificados para que  $\sum X = 0$ , los dos términos en las ecuaciones anteriores se cancelan, y entonces:

$$\sum Y = na$$

$$\sum XY = b \sum X^2$$

La codificación se logra fácilmente con datos de serie de tiempos, simplemente designado el centro del periodo de tiempo como  $X=0$  y teniendo un número igual de periodos positivos y negativos en cada extremo, lo cual suma cero. (MONKS, Joseph G.; 1991)

### Suavización exponencial

La suavización exponencial es una técnica de pronósticos de promedios móviles que pondera los datos históricos exponencialmente para que los datos más recientes tengan más peso en el promedio móvil. Con la suavización exponencial simple, el pronóstico  $F_t$  se construye de la predicción del último periodo  $F_{t-1}$  más una porción  $\alpha$  de la diferencia entre el valor de demanda real del periodo anterior  $A_{t-1}$  y el pronóstico del periodo anterior  $F_{t-1}$ .

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1})$$

La constante de suavización  $\alpha$  es un número entre 0 y 1 que entra multiplicando en cada pronóstico, pero cuya influencia declina exponencialmente

al volverse antiguo los datos. Una  $\alpha$  baja de más ponderación a los datos históricos. Una  $\alpha$  de 1 refleja un ajuste total a la demanda reciente, y los pronósticos serán las demandas reales de los periodos anteriores. (MONKS, Joseph G.; 1991)

### Suavizado exponencial doble

Según Gaither Norman (Operations Management), el suavizamiento exponencial doble también es conocido como método de Holt y su característica es que incorpora el componente de tendencia. Se llama suavizamiento exponencial doble ya que tanto la estimación del promedio de los errores como la estimación de la tendencia suavizada. La constante de suavizamiento  $\alpha$  seguirá siendo para el promedio, mientras que  $\beta$ , será la constante de suavizamiento para la tendencia. Las fórmulas y la definición de variables para el desarrollo de este método se describen en seguida en la tabla 3.2.

Tabla 3.2 Desarrollo del Método de Suavizado Exponencial Doble

$$FT_t = S_{t-1} + T_{t-1}$$

$$S_t = FT_t + \alpha(A_t - FT_t)$$

$$T_t = T_{t-1} + \beta(FT_t - FT_{t-1} - T_{t-1})$$

donde:

$FT_t$  = pronóstico con tendencia en el periodo t

$S_t$  = promedio del pronóstico en el periodo t

$T_t$  = estimación de la tendencia en el periodo t

$A_t$  = valor de la observación en el periodo t

$\alpha$  = constante de suavizamiento para el promedio ( $0 < \alpha \leq 1$ )

$\beta$  = constante de suavizamiento para la tendencia ( $0 < \alpha \leq 1$ )

Para poder comenzar con este método se deben suponer los siguientes valores iniciales:

$$S_{\text{primer periodo}} = A_{\text{primer periodo}}$$

$$T_{\text{primer periodo}} = A_{\text{segundo periodo}} - A_{\text{primer periodo}}$$

$$E_{\text{primer periodo}} = 0$$

## Suavizamiento Exponencial de Winter

Este método es una variante del anterior, cuya única diferencia es que ahora incluye una nueva constante de Suavizamiento para la estacionalidad. Para desarrollar este modelo, entonces se requieren tres constantes de suavizamiento:  $\alpha$  para el promedio,  $\beta$  para la tendencia y  $\gamma$  para el nuevo componente de estacionalidad. Las ecuaciones que describen el modelo, así como la definición de las variables se encuentran a continuación en la tabla 3.3 (Gaither Norman, Operations Management):

**Tabla 3. 3** Desarrollo del Método de Suavizado Exponencial de Winter

$$F_{t+m} = (S_t + T_t m) I_{t-L+m}$$

$$S_t = \alpha \frac{X_t}{I_{t-1}} + (1 - \alpha)(S_{t-1} + T_{t-1}) \quad T_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

$$I_t = \gamma \frac{X_t}{S_t} + (1 - \gamma)I_{t-1}$$

donde:

L = número de periodos en un patrón estacional (patrón mensual L=12, trimestral L=4, etc)

m = cuántos periodos adelante se quiere pronosticar

$F_{t+m}$  = pronóstico con tendencia y estacionalidad del periodo actual más número de periodos anteriores que se desea pronosticar

$S_t$  = promedio del pronóstico en el periodo t

$T_t$  = estimación de la tendencia en el periodo t

$I_t$  = estimación de la ciclicidad en el periodo t

$\alpha$  = constante de suavizamiento para el promedio ( $0 < \alpha \leq 1$ )

$\beta$  = constante de suavizamiento para la tendencia ( $0 < \alpha \leq 1$ )

$\gamma$  = constante de suavizamiento para la ciclicidad ( $0 < \alpha \leq 1$ )

Para poder comenzar con este método se deben suponer los siguientes valores iniciales:

$S_{\text{primer periodo}} = X_{\text{primer periodo}}$  (x sin estacionizar)

$T_{\text{primer periodo}} = X_{\text{segundo periodo}} - X_{\text{primer periodo}}$  (variables sin estacionizar)

I = cálculo de los índices estacionales

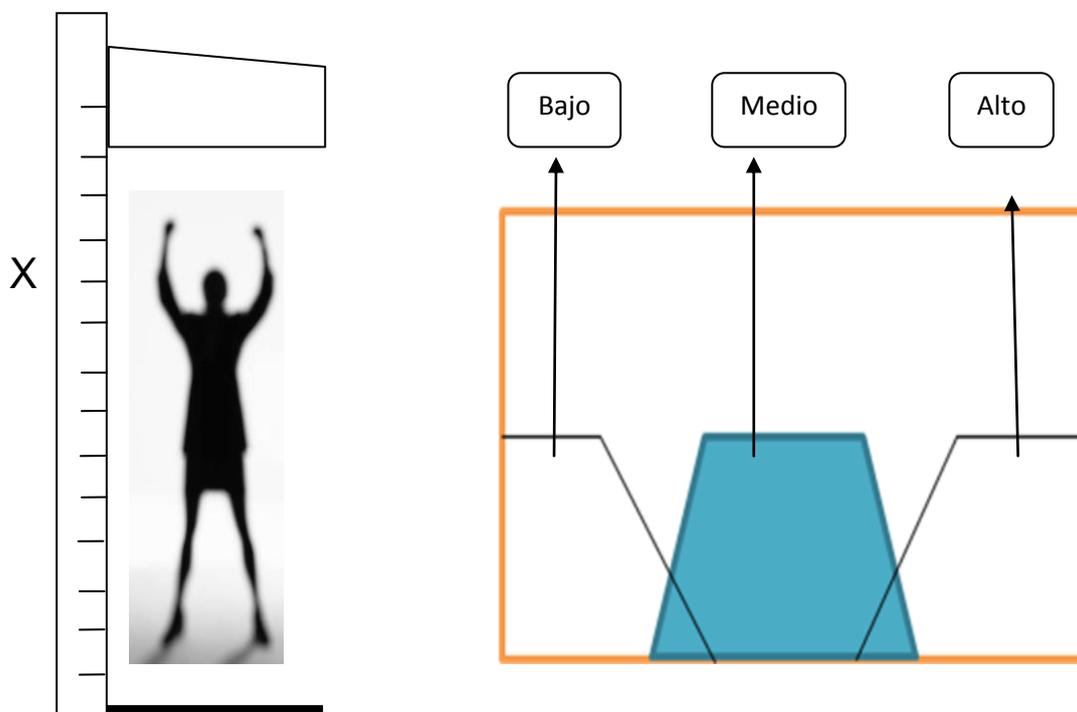
### 3.3 Lógica Difusa

Según Martin del Brío B. la lógica borrosa (fuzzy logic) permite tratar información imprecisa, como estatura media, temperatura baja o mucha fuerza, en términos de conjunto borroso o difuso (imprecisos, en definitiva). Veremos que estos conjuntos borrosos se combinan en reglas para definir acciones, como por ejemplo, si la temperatura es alta entonces enfría mucho. De esta manera, los sistemas de control basados en lógica borrosa combinan unas variables de entrada (definidas en términos de conjunto borroso), por medio de grupos de reglas que producen uno o varios valores de salida. Los sistemas basados en lógica borrosa pueden ser aplicados a similares problemas que las redes neuronales, de modo que resultarán especialmente interesantes para problemas no lineales o no bien definidos. De la misma manera, los sistemas borrosos permiten modelar cualquier proceso no lineal, y aprender de los datos haciendo uso de determinados algoritmos de aprendizaje. La lógica borrosa permite utilizar fácilmente el conocimiento de los expertos en un tema, bien directamente, bien como un punto de partida para una optimización automática, al formalizar el conocimiento a veces ambiguo de un experto (o el sentido común) de una forma realizable. Gracias a la simplicidad de los cálculos necesarios (suma y comparaciones, fundamentales), normalmente pueden realizarse en sistemas baratos y rápidos.

La teoría de conjuntos borrosos parte de la teoría de clásica de conjuntos, añadiendo una función de pertenencia al conjunto definida ésta como un número real entre 0 y 1. Así, se introduce el concepto de conjunto o subconjunto borroso asociado a un determinado valor lingüístico, definido por una palabra, adjetivo o etiqueta lingüística. Para cada conjunto o subconjunto borroso se define una función de pertenencia o inclusión  $\mu_A(t)$ , que indica el grado en que la variable  $t$  está incluida en el concepto representado por la etiqueta  $A$ . Como puede verse en la *Figura 3.3* para el valor lingüístico *estatura de una persona* podrían definirse tres subconjuntos borrosos, cada uno identificado por una etiqueta,  $\{\mu_{Bajo}(t)$

$\mu_{Medio}(t)$   $\mu_{Alto}(t)$  } (situadas en la figura a la izquierda, centro y derecha respectivamente).

Los conjuntos borrosos permiten agrupar objetos o sucesos por el valor de una cierta magnitud; por ejemplo, las personas pueden ser agrupadas por su altura. Así, si definimos el conjunto clásico de las personas de estatura baja como las que miden menos de 1.65 metros, resulta que alguien de 1.64 es bajo, mientras que alguien de 1.66 no lo es; esta descripción que proporciona la teoría clásica de conjuntos no resulta perfectamente satisfactoria, ya que su estatura sólo se diferencia en 2 cm. Veremos que una descripción en términos de conjuntos borros resulta más adecuada en casos de este tipo, por ejemplo, podrían introducirse los términos bajo, medio y alto, y definirse mediante funciones de pertenencia o inclusión, que al variar de forma continua en el rango de 0 a 1 (Figura 3.3) nos indicara si una persona es baja (valor entorno a 1.0 para etiqueta bajo), baja tirando a media (por ejemplo, valor 0.6 para bajo y 0.4 para medio), claramente alta (valor 0.8 para alto).



**Figura 3. 1** Ejemplo de conjuntos borrosos para la variable Estatura.

### 3.3.1 Conjuntos Borrosos

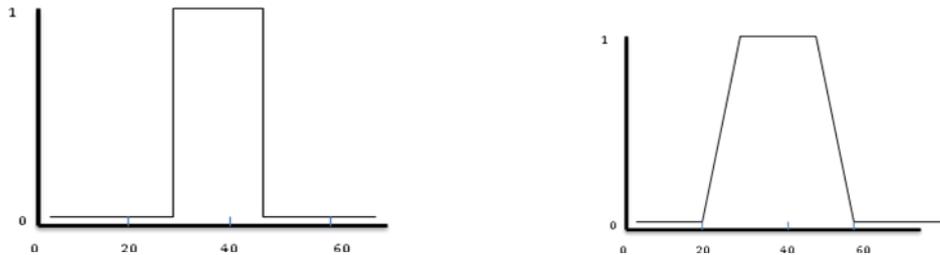
En los conjuntos clásicos algo está incluido completamente en él o no lo está en absoluto (recuérdese el ejemplo de persona alta y persona baja). Esta situación puede describirse asignando un 1 a todos los elementos incluidos en el conjunto y un 0 a los no incluidos. A la función que se asigna estos valores la denominaremos función de inclusión o pertenencia. Veremos como los conjuntos borrosos permiten describir el grado de pertenencia o inclusión de un objeto (o el valor de una variable) al concepto dado por la etiqueta que le da el nombre, asignando un número real entre 0 y 1 (así, por ejemplo, una persona podrá ser *media baja o muy alta*).

Sea un  $U$  un conjunto de objetos, por ejemplo,  $U = R^n$ , que se denominará universo de discurso. En términos matemáticos (Wang 94), un conjunto borroso  $F$  en  $U$  queda caracterizado por una función de inclusión  $\mu_F$  que toma valores en el rango  $(0,1)$ , es decir,  $\mu_F: U \rightarrow [0,1]$ ; donde  $\mu_F(u)$  representa el grado en el que  $u \in U$  pertenece al conjunto borroso  $F$ . Ello representa la generalización del concepto clásico de conjunto (abrupto), en el que la función de pertenencia toma solamente los valores 0 o 1; por el contrario, para uno borroso la función puede tomar también valores intermedios.

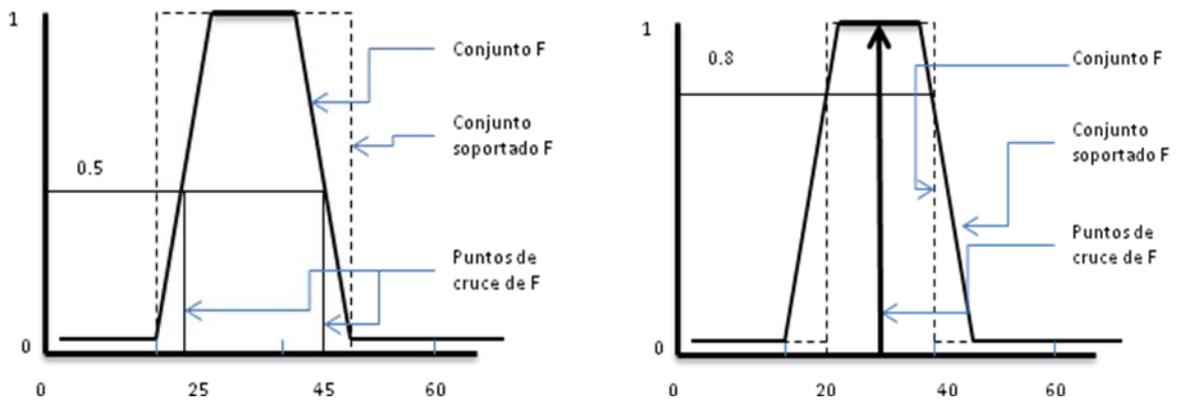
A modo de ejemplo, para el conjunto de las personas se pueden definir subconjuntos borrosos en función de la edad. El subconjunto de los *Adultos* puede definirse, como se puede observar en la figura 3.2, asignando una función de inclusión abrupta para el conjunto clásico *Adulto = edad entre 25 y 45*. Definido en términos borrosos, la función de inclusión de este conjunto toma valor 1 entre 30 y 40, 0 para los menores de 20 o para los mayores de 50, y valores intermedios entre 20 y 30 y entre 40 y 50.

Dado un cierto conjunto borroso  $F$ , se define los siguientes términos. El **conjunto soportado** es conjunto (clásico) de todos los valores de  $U$  para los que  $\mu_F(u) > 0$ . Los **puntos de cruce** son aquellos valores para los que  $\mu_F(u) = 0.5$ .

Se dice que un conjunto borroso es de tipo **singleton** si un conjunto soportado es de un solo valor (véase la Figura 3.6)



**Figura 3.2** Funciones de inclusión de conjuntos clásicos (izquierda) y borroso (derecha) para edad adulta. Una persona de 25 años en términos clásicos habría definirla como adulta o no adulta, en términos borrosos podría decirse que se incluye en aproximadamente un 0.5 (50%) al conjunto de edad adulta



**Figura 3.3** Términos relativos a los conjuntos borrosos

Asimismo, se denomina **conjunto  $\alpha$ -corte**  $F_\alpha$  de un conjunto borroso  $F$ , al conjunto clásico de todos los puntos  $u$  de  $U$  para los que cumple  $\mu_F(u) > \alpha$ . Por otro lado, se dice que un conjunto borroso está **normalizado** si el máximo de su función de inclusión es 1; obviamente, un conjunto borroso puede **normalizarse** multiplicando su función de inclusión por un coeficiente fijo para que sea de tipo normalizado (Martín del Brío B., Sánchez Molina A.; 2007).

### 3.3.2 Funciones de inclusión de Conjuntos Borrosos

La función de inclusión o pertenecía (*membership function*) de un conjunto borroso consiste en un conjunto de pares ordenados  $F = \{(u, \mu_F(u)) \mid u \in U\}$  si la variable es discreta, o una función continua si no lo es. Como ya se ha comentado, el valor de  $\mu_F(u)$  indica el grado en que el valor  $u$  de la variable  $U$  está incluida en el concepto representado por la etiqueta  $F$ . Para la definición de estas funciones de pertenencia se utilizan convencionalmente ciertas familias de formas estándar, por coincidir con el significado lingüístico de las etiquetas más utilizadas. Las más frecuentes son la función de tipo trapezoidal (figura 3.4), singleton, triangular, S, exponencial y tipo  $\pi$ , que pasamos a describir

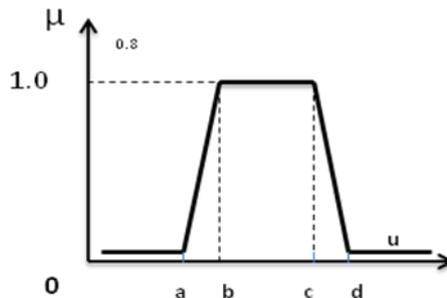


Figura 3. 4 Función de pertenecía de tipo trapezoidal

La **función de tipo trapezoidal** se define por cuatro puntos  $a, b, c, d$ . Esta función es cero para valores menores de  $a$  y mayores de  $d$ , vale uno entre  $b$  y  $c$ , y toma valores en  $[0,1]$  entre  $a$  y  $b$ , y entre  $c$  y  $d$ . Se utiliza habitualmente en sistemas borrosos sencillos, pues permite definir un conjunto borroso con pocos datos, y calcular su valor de pertenecía con pocos cálculos. Se emplea especialmente en sistemas basados en microprocesador, pues con similar formato pueden codificarse también funciones de tipo S, función de tipo  $\pi$ , triangular y singleton, según se distribuyan los puntos  $a, b, c$  y  $d$  de la figura (por ejemplo, juntando  $b$  y  $c$  tenemos una triangular). Se define con

$$S(u; a, b, c, d) = \begin{cases} 0 & u < a \\ \left(\frac{u-a}{b-a}\right) & a \leq u \leq b \\ 1 & b \leq u \leq c \\ \left(\frac{d-u}{d-c}\right) & c \leq u \leq d \\ 0 & u > d \end{cases} \quad (3.3.1)$$

Esta función resulta adecuada para modelar propiedades que comprenden un rango de valores (adulto, normal, adecuada...). Para modelar una función triangular se hace  $b = c$ , para una función de tipo S (pero no suave) se hace  $c = d = \max(u)$ , y para una función de tipo singleton  $c = b = c = d$  (figura 3.3.4).

La función de tipo singleton tiene valor 1 solo por un punto a y 0 para el resto. Se utiliza habitualmente en sistemas borrosos simples para definir los conjuntos borrosos de las particiones de las variables de salida, pues permite simplificar los cálculos y requiere menos memoria para almacenar la base de reglas. Se define con:

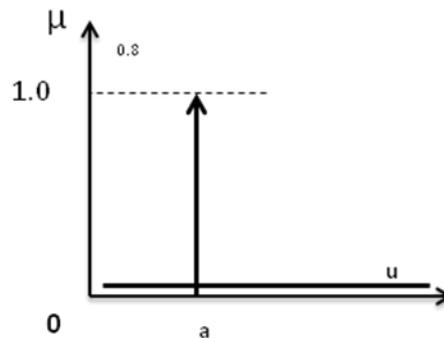


Figura 3. 5 Función de tipo singleton

$$S(u; a) = \begin{cases} 1 & u = a \\ 0 & u \neq a \end{cases} \quad (3.3.2)$$

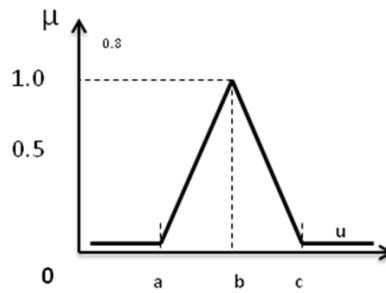


Figura 3. 6 Funcion de tipo T (triangular)

La **función de tipo T (triangular)** puede definirse como:

$$T(u; a, b, c) = \begin{cases} 0 & u < a \\ \frac{u - a}{b - a} & a \leq u \leq b \\ \frac{c - u}{c - b} & b \leq u \leq c \\ 0 & u > c \end{cases} \quad (3.3.3)$$

Esta función es adecuada para modelar propiedades con un valor de inclusión distinto de cero par in rango de valores estrecho en torno a u punto  $b$ .

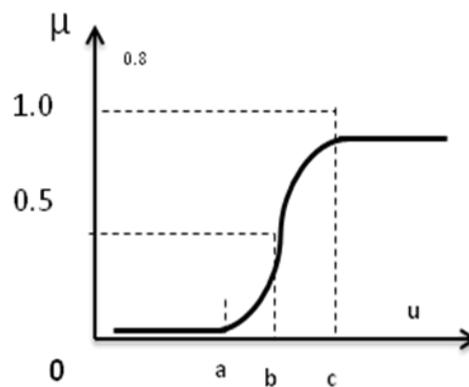


Figura 3. 7 Funcion de tipo S

La **función de tipo S** puede definirse como:

$$S(u; a, b, c) = \begin{cases} 0 & u < a \\ 2\left(\frac{u-a}{c-a}\right)^2 & a \leq u \leq b \\ 1 - 2\left(\frac{u-a}{c-a}\right)^2 & b \leq u \leq c \\ 1 & u > c \end{cases} \quad (3.3.4)$$

Esta función resulta adecuada para modelar propiedades como *grande, mucho, positivo...* Se caracteriza por un tener un valor distinto de 0 para un rango de valores por encima de cierto punto  $a$ , siendo 0 por debajo de  $a$  y 1 para valores mayores de  $c$ . Su punto de cruce (valor 0.5) es  $b = \frac{a+c}{2}$ ; y entre los puntos  $a$  y  $c$  es de tipo cuadrático (suave). También se han utilizado funciones exponenciales para definir funciones de tipo S, como

$$S(u; k, c) = \frac{1}{1 + \exp(-k(u - b))} \quad (3.3.5)$$

Por último, la función de tipo  $\pi$  puede definirse de la forma siguiente:

$$S(u; b, c) = \begin{cases} S\left(u; c - b, c - \frac{b}{2}, c\right) & u \leq c \\ 1 - S\left(u; c - b, c - \frac{b}{2}, c\right) & u \geq c \end{cases} \quad (3.3.6)$$

Esta función tiene la forma de una campana, y resulta adecuada para los conjuntos definidos en torno a un valor  $c$ , como medio, normal, cero... Pueden definirse también utilizando expresiones analíticas exponenciales o cuadráticas, como la bien conocida campana de Gauss (Martín del Brío B., Sáenz Molina A.; 2007).

### 3.3.3 Variable Lingüística

Se denomina variable lingüística a aquella que puede tomar por valor términos de lenguaje natural, como *mucho*, *poco*, *positivo*, *negativo*, etc., que son palabras que desempeñan el papel de etiquetas en un conjunto borrosos.

Así, en una expresión como la temperatura es fría, la variable temperatura debe ser entendida como variable lingüística, pues se le asigna como valor el conjunto borroso *fría*, pero además esta variable puede también tomar valores numéricos como la *temperatura es 4° C*.

Una variable lingüística se define por una tupla  $(A, T(A), U, G, M)$ , donde  $A$  es el nombre de la variable,  $T(A)$  es el conjunto de términos que nombran los valores  $x$  que puede tomar  $A$ , valores que son conjuntos borrosos en  $U$ ; el conjunto de valores numéricos que puede tomar una variable discreta, o el rango de valores posibles para una continua, es lo que se conoce como el universo de discurso de la variable  $x$ , y se nombra como  $U$ ; por último,  $G$  es una regla sintáctica para la generación de los nombres de los valores de  $x$ , y  $M$  es una regla semántica para asociar un significado a cada valor. (Martín del Brío B., Sáenz Molina A.; 2007)

### 3.3.4 Particiones Borrosa

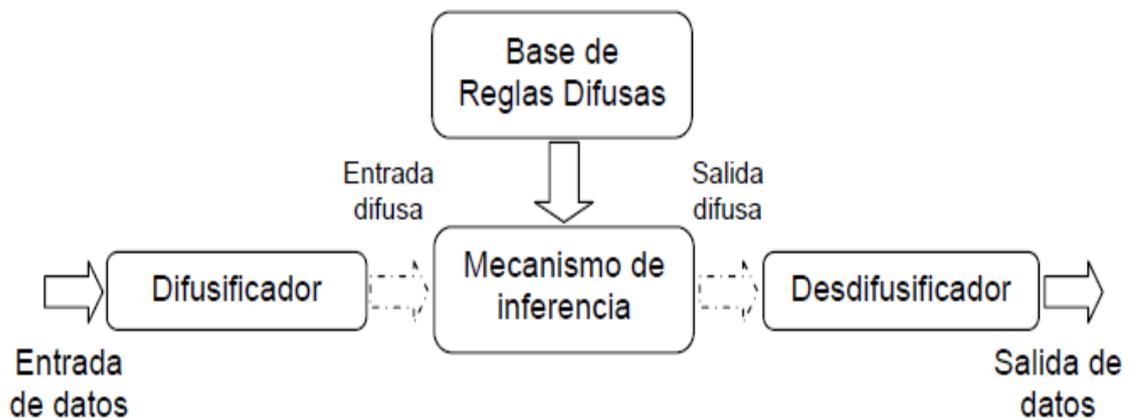
Dada una variable  $A$ , definida en un rango entre  $u_1$  y  $u_2$ , es posible establecer en ella diversas particiones. Se conoce por partición a un conjunto de los conjuntos borrosos que se han definido para la variable  $A$ . Una partición de  $A$  es uno de los subconjuntos que pueden formarse con los elementos (términos) de  $T(A)$ . Así para la variable estatura una partición sería la correspondiente a la figura 7.1, con tres subconjuntos borrosos, cada uno identificado por una etiqueta,  $\{\text{Bajo, Medio, Alto}\}$ , y una función de inclusión o pertenecía,  $\{\mu_{\text{Bajo}}(x), \mu_{\text{Medio}}(x), \mu_{\text{Alto}}(x)\}$  (Martín del Brío B., Sáenz Molina A.; 2007).

### 3.3.5 Sistema de inferencia Difusa

Los sistemas de LD tienen una estrecha relación con los conceptos difusos. Los más populares sistemas de LD que se encuentran en la literatura son:

- Sistemas difusos tipo Mamdani
- Sistemas difusos tipo Takagi–Sugeno

En la figura 3.8 se muestra el esquema general que representa el concepto de lógica difusa.



**Figura 3. 8** Esquema General de un Sistema Basado en Lógica Difusa

El sistema de inferencia difuso propuesto por Mamdani se basa en los siguientes elementos:

1. El Difusificador: Mecanismo en el que a cada variable de entrada se le asigna un grado de pertenencia a cada uno de los conjuntos difusos considerados mediante las funciones de pertenencia asociadas a estos conjuntos. Las entradas son valores de las variables de lingüísticas de entrada y las salidas son grados de pertenencia a los conjuntos difusos considerados.

2. La Base de Reglas: Es el conjunto de reglas donde se resume el conocimiento que el experto tiene, el cual le permite resolver el problema para el cual ha sido diseñado.

3. El Motor de Inferencia: El procesador determina los valores difusos de salida a partir de los valores difusos de la entrada, mediante el uso de la base de reglas. Las entradas son grados de pertenencia a los conjuntos difusos de las variables de entrada, y las salidas son grados de pertenencia a los conjuntos difusos asociados con las variables de salida. El mecanismo de inferencia realiza la traducción matemática de las reglas difusas.

4. El Desdifusificador: Procedimiento empleado para convertir los grados de pertenencia a los conjuntos difusos de la variable de salida a valores concretos, mediante los métodos matemáticos de desdifusificación. En otras palabras, es la decodificación de la información en forma de conjuntos difusos producida por el motor de inferencias en salidas numéricas concretas del controlador difuso.

El mecanismo de inferencia generalmente incluye dos pasos:

a) Las premisas de todas las reglas son comparadas con las entradas del controlador a fin de determinar cuáles reglas se aplican a la situación actual. Este proceso de comparación incluye la determinación del grado de certeza con que una regla determinada se aplica.

b) Las conclusiones, es decir, que acción de control tomar. Las conclusiones se determinan usando las reglas activas y se caracterizan mediante conjuntos difusos que representan el grado de certeza con el que la entrada al proceso debe tomar determinados valores (Escobar Gómez E., 2006).

### **3.3.6 Aplicaciones de Lógica Difusa**

Muchos administradores prefieren usar sus propias reglas heurísticas de decisión sobre los modelos matemáticos de planeación agregada. Rinks (1981)

utilizó oraciones condicionales difusas, IF–THEN, para el desarrollo de algoritmos de planeación agregada difusa. Un conjunto de términos lingüísticos relevantes para planeación agregada fue adoptado y usado en el algoritmo. La estructura del algoritmo difuso se aplicó al problema clásico de la regla lineal de decisión, la compañía de producción de pintura, desarrollado por Holt, Modigliani, Muth y Simon. El costo total de la solución generada el algoritmo de planeación agregada difusa excede a la solución de la regla lineal de decisión en 5 %.

La fortaleza de los modelos de planeación agregada difusa sobre los modelos matemáticos tradicionales incluye la habilidad para capturar la capacidad de razonamiento de los administradores, y la facilidad de su formulación e implementación.

Turksen (1988) defiende el uso de funciones de pertenencia con un intervalo de valores sobre las funciones de pertenencia presentadas por Rinks cuando define las reglas lingüísticas de producción para el plan agregado. Cuando el modelo es aplicado al problema de la fábrica de pinturas se obtiene una solución que excede en 3 % a los resultados obtenidos a través de la regla lineal de decisión.

Ward et al. (1992) desarrolló un programa en lenguaje C basado en la estructura de planeación agregada difusa de Rinks. El programa contiene las reglas de decisión de Rinks, las funciones de pertenencia y los datos de la fábrica de pinturas. Usando el programa Ward reproduce los resultados de Rinks. Ward modificó el programa para incluir funciones de pertenencia exponenciales y triangulares, y extender la base de reglas difusas. Cuando se cambian las funciones de pertenencia los costos incrementan de 2 a 4.5 %.

Gen et al. (1992) presenta un modelo de planeación agregada difusa con objetivos múltiples. El modelo es formulado con coeficientes de la función objetivo, coeficientes tecnológicos y valores de los recursos representados por funciones de pertenencia triangulares. Se presenta un procedimiento para

transformar el modelo de planeación agregada difusa con objetivos múltiples a un modelo numérico. El procedimiento de transformación y el algoritmo de computación son demostrados a través de un ejemplo numérico que involucra un horizonte de planeación de seis períodos. Objetivos múltiples para minimizar los costos totales de producción, los costos de inventario y de escasez y cambio en el nivel de fuerza de trabajo utilizado.

Muchos aspectos del problema de planeación agregada y del procedimiento de solución empleado puede utilizar la aproximación de la teoría de conjuntos difusos.

La planeación agregada difusa permite la vaguedad que existe en la determinación del pronóstico de la demanda y de los parámetros asociados con el transporte, costos de faltantes y pérdidas de ventas para ser incluidos en la formulación. Las reglas lingüísticas difusas pueden ser incorporadas dentro de las reglas de decisión de la planeación agregada con el propósito de introducir el juicio y la experiencia de los tomadores de decisión dentro del problema. De esta manera, la teoría de conjuntos difusos incrementa el realismo del modelo y mejora la implementación de modelos de planeación agregada a la industria.

### **3.3.6.1 Aplicaciones de Lógica Difusa en Ingeniería Industrial**

La teoría de conjuntos difusos ha sido estudiada extensamente por más de 30 años. El primer interés surge al tratar de representar el proceso cognoscitivo incierto de los humanos (ver el ejemplo de Zadeh (1965)).

La teoría difusa es ahora aplicada a problemas de ingeniería, negocios, médicos y relativos a las ciencias de la salud. En un esfuerzo por ganar una mejor comprensión del uso de la teoría difusa en temas de administración de la producción y proveer una base para la búsqueda futura. Mientras se han tomado esfuerzos en áreas típicas, existe una necesidad en administración de la producción para lo mismo.

Con el paso de los años se han tenido aplicaciones e implementaciones exitosas de la teoría de conjuntos difusos en la administración de la producción. La teoría de conjuntos difusos está siendo reconocida como un problema de modelado y técnica de solución importante.

El uso de la teoría difusa como metodología para modelar y analizar sistemas de decisión es de particular interés para los investigadores en administración de la producción por su capacidad para modelar problemas cuantitativos y cualitativos que envuelven vaguedad e imprecisión. Karwowsky y Evans (1986) identifican aplicaciones potenciales de la teoría de conjuntos difusos en las siguientes áreas de administración de la producción: desarrollo de nuevos productos, facilidades para distribución y localización, planeación y control de la producción, administración de inventario, calidad y análisis de costo beneficio. Karwowsky y Evans identifican tres razones clave de por qué la teoría de conjuntos difusos es relevante en la investigación de la administración de la producción. Primera, la imprecisión y vaguedad son inherentes a los modelos mentales de quienes toman la decisión del problema bajo estudio. La experiencia y juicio de los expertos son usadas como complemento para establecer teorías para adoptar un mejor entendimiento del problema. Segunda, en el medio de la administración de la producción, la información requerida para formular un modelo objetivo, variables de decisión, restricciones y parámetros pueden ser vagos o no exactamente medibles. Tercera, la imprecisión y vaguedad como resultado de opiniones subjetivas pueden empañar la calidad y cantidad de información disponible.

Hence, la teoría de conjuntos difusos pueden ser usados como puente para modelar espacios en modelos de decisión descriptivos y prescriptivos en la investigación de administración de la producción.

Se ha hecho un trabajo extenso en la aplicación de la teoría difusa en la administración de la producción. A continuación se presentan aplicaciones en cada área de la administración de la producción.

### 1. Programación de estaciones de trabajo

Mc Cahon y Lee estudia el problema de la secuencia de estaciones de trabajo cuando los tiempos de procesos están representados con números difusos. Los algoritmos de secuencia de trabajo de Johnson, Ignall y Schrage son modificados para aceptar las distribuciones de tiempo difusas triangulares y trapezoidales.

Los algoritmos de secuencia difusos son aplicados a la configuración de estaciones de trabajo que involucran a más de tres estaciones. McCahon and Lee (1992) modifican la secuencia heurística del flujo de las estaciones de trabajo para aceptar distribuciones de tiempo difusas.

Los números de la distribución triangular difusa son usados para definir los procesos de trabajo para un puesto y para el ambiente de las estaciones. Makespan y el flujo promedio son utilizados para comparar las secuencias alternativas y para interpretar el impacto del proceso difuso al tiempo completo de trabajo.

Ishii (1992) investigó la programación de trabajo bajo dos configuraciones cuando los datos con modelados con números difusos. Los datos difusos son definidos por funciones de pertenencia lineales que reflejan el nivel de satisfacción de los tiempos finales de la tarea. El primer modelo trata la configuración de la tarea y dos máquinas diferentes.

El objetivo de este problema es determinar la velocidad óptima de cada máquina así como el programa óptimo respecto a un objetivo, que consiste en el mínimo grado de satisfacción entre todas las tareas y el costo de velocidad de la máquina.

El segundo modelo trata una tarea con máquinas idénticas. El objetivo en el segundo modelo es desarrollar un programa que minimice los retrasos en la tarea.

Tsujimura estudia el problema de tres máquinas cuando los tiempos de procesos son descritos por números difusos triangulares.

La secuencia óptima se define como aquella que minimice el lapso de la secuencia. La metodología empleada para la solución utiliza una versión modificada de la rama de Ignall y Schrage y el algoritmo de la envolvente.

Ishibuchi *et al.* (1994) formula un modelo de flujo de trabajo para la máquina M con datos difusos. Una función de pertenencia no lineal es utilizada para representar el grado de satisfacción con el tiempo de terminación de un trabajo. Uno de los objetivos adoptados es el programa de maximización del grado mínimo de satisfacción de un tiempo de finalización de la adopción. Dos algoritmos multi salidas bastante buenos (primer movimiento y mejor movimiento) se aplican en la solución de esa metodología, una simulación ya utilizada y dos algoritmos de búsquedas prohibidos (primer movimiento y mejor movimiento) son aplicadas en la solución de la metodología. El rendimiento de los algoritmos fue comparado mediante la simulación por computadora basado en una serie de problemas de prueba generados de manera aleatoria.

Los autores informan de que sólo el inicio de varios algoritmos de descenso y de los algoritmos de búsqueda tabú con una solución heurística inicial encontrado soluciones satisfactorias a los grados de satisfacción positivo para muchos problemas de prueba. Como resultado de las acciones se obtiene un nuevo enfoque introducido para cambiar la función objetivo. La eficacia de este enfoque se demuestra mediante simulación por ordenador.

Han *et al.* (1994) considera el n-ésimo trabajo de una única máquina como un problema de tardanza de programación con datos difusos y velocidades regulables de máquinas.

El objetivo es encontrar un programa óptimo de trabajo y de velocidades de la máquina que reduzcan al mínimo la suma total de los costos asociados con la

insatisfacción de todos los tiempos de trabajo y terminación de empleo racional de velocidades de las mismas. Una función lineal es usada para describir el grado de satisfacción respecto al tiempo de terminación del trabajo. Los costos incrementales de las velocidades de la máquina se definen como los costos asociados con la energía eléctrica y/o de mano de obra.

Un algoritmo de tiempo polinómico se emplea para obtener soluciones.

Grabot y Geneste (1994) utiliza la lógica difusa para establecer reglas de expedición. Los autores recomiendan que las normas de expedición debe combinarse ya que las normas de expedición individuales suelen depender de los criterios seleccionados de rendimiento, las características del taller de trabajo, o los puestos de trabajo a sí mismos. Por ejemplo, la combinación de menor tiempo de procesamiento y las normas de tiempo de demora se puede expresar como: "si la duración de la operación es bajo (alto) y el tiempo de demora es baja (alta), entonces la prioridad es alta (baja)". Funciones de pertenencia lineales se utilizan para combinar las normas de expedición. Un trabajo de seis, tres máquinas trabajando son estudiadas usando un simulador que evalúa la tardanza, el retraso, el tiempo de flujo de trabajo y el retraso en el empleado promedio.

Ishii y Tada (1995) presentan un algoritmo eficiente para la determinación de los horarios no dominados por el trabajo de una sola máquina, el problema viene cual existe una relación difusa entre ambos trabajos. El criterio doble tiene como objetivo minimizar la tardanza mientras maximiza el mínimo nivel de satisfacción que es el 6 con respecto a la relación difusa de precedencia. La complejidad del algoritmo es estudiada y dirigida hacia investigaciones futuras del taller de trabajo donde las cédulas con precedencia difusa han sido identificadas.

Roy y Zhang (1996) desarrollaron un algoritmo de programación dinámica difusa (FDSA) para el n Trabajo problema de la máquina de planificación de tareas de la tienda. La lógica difusa se utiliza para combinar las reglas convencionales de la tienda de planificación de tareas de forma agregada como

reglas heurísticas. Se definen las funciones de pertenencia para los puestos de trabajo, sistemas de pesaje de las normas de prioridad empleados en FDSA, y los operadores difusos necesarias en la realización de las transformaciones difusas. Experimentos simulados entre 20 puestos de trabajo y 15 máquinas se llevan a cabo. Las reglas prioritarias convencionales (FCFS, SPT, EDD, y CR) son comparadas mediante tres reglas heurísticas difusas dentro del FDSA para el seguimiento de las medidas de rendimiento: tiempo de flujo máximo y media, máxima y media de trabajo avanzado, y el número de puestos de trabajo tardía. Los resultados indican que las reglas heurísticas difusas tienen un buen desempeño en los puestos de trabajo donde son estudiados estos problemas.

La cédula de puesto de trabajo es descrita como un El trabajo de taller de programación problema puede ser descrito como uno en el que un número de candidatos a puestos de trabajo, cada vez que requiera al procesamiento de varias máquinas, se secuenció según una regla de expedición de manera que se optimiza una medida de rendimiento. A menudo, no es posible definir con precisión los tiempos de procesamiento (o incluso una distribución de probabilidad para los tiempos de procesamiento).

Factores que influyen en el resultado del rendimiento del sistema, tales como la especificación de las fechas de vencimiento de trabajo, las normas de expedición y de relaciones de precedencia entre los puestos de trabajo y las máquinas con frecuencia son subjetivos. La teoría de conjuntos difusos, como se demuestra en los estudios identificados en esta sección, ha contribuido a la búsqueda de empleo tienda al proporcionar un medio para captar la subjetividad en los tiempos de procesamiento, las relaciones de precedencia y los objetivos de rendimiento y su incorporación en el modelado y la solución de los problemas de planificación de tareas de la tienda.

## 2. Gestión de la calidad.

La investigación sobre gestión difusa de la calidad se divide en tres áreas: el muestreo de aceptación, el control estadístico de procesos y temas generales

sobre la gestión de la calidad.

## 2.1 Acceptance Sampling

Ohta y Ichihashi (1988) presentan una metodología de diseño difusa para una sola fase, de dos puntos de atributo planes de muestreo.

Un algoritmo se presenta y el ejemplo de los planes de muestreo se generan al productor y riesgo para el consumidor están definidos por números triangulares difusos. Los autores no abordan la forma de obtener las funciones de pertenencia para los consumidores y el riesgo del productor.

Chakraborty (1988, 1994a) examina el problema de determinar el tamaño de la muestra y el valor crítico de una muestra simple atributo del plan de muestreo cuando existe imprecisión en la declaración del productor y riesgo para el consumidor. En el documento de 1988, se describe un modelo de programación de metas difusas y el procedimiento de solución. Varios ejemplos numéricos que se prestan y la sensibilidad de la fuerza de los planes de muestreo resultante son evaluadas en 1994. El artículo detalla cómo la teoría de la posibilidad y números triangulares difusos se utilizan en el plan único problema de diseño de la muestra. Kanagawa y Ohta (1990) identifican dos limitantes en identificar dos limitaciones en la muestra procedimiento de diseño del plan de Ohta y Ichi-Hashi. En primer lugar, Ohta y el procedimiento de diseño Ichihashi no de manera explícita minimizar el tamaño de la muestra del plan de muestreo. En segundo lugar, las funciones de pertenencia utilizadas, poco realista el modelo de consumo y el riesgo del productor. Estas deficiencias se han corregido a través de la utilización de una función de pertenencias no lineales y la incorporación explícita del tamaño de la muestra en la metodología de la programación matemática difusa.

Chakraborty (1992, 1994b) aborda el problema de diseñar una sola etapa, Dodge tolerancia Romig mucho porcentaje de unidades defectuosas (LTPD) planes de muestreo, cuando el porcentaje de tolerancia de lote defectuoso, riesgo

para el consumidor y el entrante nivel de calidad se modelan usando números triangulares difusos. En el Dodge sistema de Romig, el diseño de un plan de LTPD óptimo de la muestra implica la solución de un problema de programación entera no lineal. El objetivo es reducir al mínimo promedio de sujetos de control total a una restricción basada en el porcentaje de tolerancia de muchos defectos y el nivel de riesgo para el consumidor. Cuando se introducen los parámetros difusos, el procedimiento se convierte en un posibilista (difuso) problema de programación. Un algoritmo de solución que emplean alfa-cortes se utiliza para diseñar una solución de compromiso LTPD, y un análisis de sensibilidad se lleva a cabo sobre los parámetros difusos utilizados.

## 2.2 Control estadístico de procesos.

Bradshaw (1983) utiliza la teoría de conjuntos difusos como base para la interpretación de la representación de un grado graduado de la conformidad del producto con un estándar de calidad. Cuando los costes derivados de la mala calidad están relacionados con el grado de desajuste, una función de compatibilidad existente describe el grado de inconformidad relacionados con cualquier valor dado de que la característica de calidad. Esta función de compatibilidad puede ser utilizada para la construcción de gráficos de control económico difuso en un gráfico de control de aceptación. El autor subraya que los límites difusos de éxitos económicos de control son las más ventajosas cartas de aceptación tradicional de que los gráficos de control económico difuso que ofrecen información sobre la gravedad, así como la frecuencia de no conformidad del producto.

Wang y Raz (1990) ilustran dos enfoques para la construcción de gráficos de control variable basado en los datos lingüísticos. Cuando la calidad del producto puede ser clasificado utilizando términos como 'perfecto', 'bueno', 'pobre', etc, funciones de pertenencia puede ser utilizada para cuantificar las descripciones de la calidad lingüística. Representa (escalares) los valores de las medidas borrosas se pueden encontrar usando cualquiera de los cuatro métodos comúnmente utilizados: (i) utilizando el modo difuso, (ii) el nivel  $\alpha$  de rango medio difuso,

(iii) la media difusa, o (iv) de la media difusa. Los valores representativos, que el resultado de cualquiera de éstos métodos se utilizan para construir los límites de control de la gráfica de control. Wang y Raz ilustran la construcción de un gráfico de barras  $X$  a través del "control probabilístico" con límites basados en la estimación de la media del proceso, más o menos tres errores estándar (en un formato difuso), y por los límites de control expresado en funciones de pertenencia.

Raz y Wang (1990) presentan una continuación del trabajo de 1990 sobre la construcción de gráficas de control para los datos lingüísticos. Resultados basados en datos simulados sugieren que, sobre la base de la sensibilidad a los cambios de proceso, los gráficos de control para superar a los datos lingüísticos gráficos porcentaje defectuoso convencionales. El número de términos lingüísticos utilizados para representar la observación se encontró que influyen en la sensibilidad de la gráfica de control.

Kanagawa et al. (1993) desarrolla los gráficos de control para las variables lingüísticas basadas en las funciones de densidad de probabilidad que existen detrás de los datos lingüísticos para controlar la media del proceso y la variabilidad del proceso. Este enfoque difiere del procedimiento de Wang y Raz en que los gráficos de control están dirigidos a controlar directamente las distribuciones de probabilidad subyacentes de los datos lingüísticos. Wang y Chen (1995) presentan un modelo de programación matemática difusa y solución heurística para el diseño económico de gráficos de control estadístico. El diseño estadístico económico de un atributo NP-gráfico se estudió con el objetivo de minimizar la pérdida previsible de los costos por hora de funcionamiento sujeto a la satisfacción de restricciones en el tipo I y tipo II errores. Los autores sostienen que bajo los supuestos del modelo estadístico económico, la teoría de conjuntos difusos procedimiento de mejora presentado el diseño económico de gráficos de control, permitiendo una mayor flexibilidad en el modelado de las imprecisiones que existen en la hora de satisfacer los tipos I y II de las limitaciones de error.

### 2.3 Temas generales en Gestión de la calidad.

Khoo y Ho (1996) presentan un marco para un despliegue difuso de la función de la calidad (FQFD), sistema en el que la "voz del cliente" se puede expresar como lingüísticas. El sistema FQFD se utiliza para facilitar el proceso de documentación y consta de cuatro módulos (planificación, implementación, control de calidad, funcionamiento y 9) y cinco bases de datos de apoyo vinculadas a través de un mecanismo de control de coordinación. El sistema de FQFD se demuestra para la determinación de los requisitos básicos de diseño de un sistema de fabricación flexible.

Glushkovsky y Florescu (1996) describen cómo la teoría de conjuntos difusos se puede aplicar a las herramientas de mejora de la calidad cuando los datos lingüísticos están disponibles. Los autores identifican tres pasos generales para la formalización de las características de calidad lingüística: (i) la elección de un conjunto universal, (ii) la definición y formalización adecuada de los términos, y (iii) la descripción lingüística relevante de la observación. Ejemplos de la aplicación de la teoría de conjuntos difusos utilizando las características lingüísticas para el análisis de Pareto, de causa y efecto de diagramas, diseño de experimentos, se muestran las gráficas de control estadístico, y los estudios de capacidad de proceso.

Gutiérrez y Carmona (1995) señalan que las decisiones relativas a la calidad son ambiguas y deben ser resueltas sobre la base de varios criterios. Por lo tanto, la teoría difusa de la decisión multicriterio constituye un marco adecuado para el modelado de decisiones de calidad. Los autores demuestran múltiples criterios difusos en un ejemplo de fabricación de automóviles que consta de cinco alternativas de decisión (compra de nueva maquinaria, formación de personal, mantenimiento preventivo, la calidad del proveedor, y la inspección) y cuatro criterios de evaluación (reducción del coste total, la flexibilidad, Plazo de entrega, y costo de la calidad).

Yongting (1996) señala que la falta de acuerdo con la calidad como un concepto difuso es un defecto fundamental de la gestión de la calidad tradicional. La ambigüedad en la comprensión de los clientes de las normas, la necesidad de evaluación multicriterio, y los aspectos psicológicos de la calidad en la mente del cliente, soporte a la modelización de la calidad mediante la teoría de conjuntos difusos. Un procedimiento para el análisis de capacidad de proceso difuso se define y se ilustra con un ejemplo.

La aplicación de la teoría de conjuntos difusos en el muestreo de aceptación, control estadístico de procesos y temas de calidad, tales como mejora de la calidad y el QFD ha sido revisado en esta sección. Cada una de estas áreas requiere de una medida de la calidad. La calidad, por su propia naturaleza, es intrínsecamente subjetiva y puede llevar a una multiplicidad de significados, ya que es altamente dependiente de la cognición humana. Por lo tanto, puede ser conveniente considerar la calidad en términos de grados de la conformidad en lugar de absoluta conformidad o no conformidad. Apoya la teoría de conjuntos Fuzzy subjetiva descriptores de lenguaje natural de la calidad y proporciona una metodología para que les permitan entrar en el proceso de modelado. Esta capacidad puede llegar a ser muy beneficioso en el desarrollo del despliegue de la función de calidad, herramientas de mejora de procesos y control estadístico de procesos.

### 3. Programación de proyectos

La mayoría de las investigaciones sobre este tema se ha dedicado a PERT difusa. Prade (1979) se aplica la teoría de conjuntos difusos del desarrollo de un calendario trimestral académico en una escuela francesa. Cuando los datos no se conocen con precisión, la teoría de conjuntos difusos demuestra que es relevante para la naturaleza exacta del problema en lugar de PERT probabilístico o de CPM.

El objetivo de este trabajo es mostrar cómo y cuándo es posible utilizar los conceptos difusos en un verdadero problema mundial de programación.

Una visión general de una modificación al algoritmo de solución difusa clásica de Ford se presenta junto con una representación de 17 nodos de red para el problema de la programación académica. Los cálculos demostraron una pequeña parte del problema de programación en general. Chanas y Kamburowski (1981) sostienen la necesidad de una versión mejorada del PERT, debido a tres circunstancias: (i) las subjetividades de las estimaciones de tiempo de actividad, (ii) la falta de repetibilidad en tiempos de duración de las actividades, y (iii) las dificultades asociadas con el uso de cálculo de métodos probabilísticos. Una versión difusa de PERT (FPERT) se presenta en que los tiempos de actividad están representados por números difusos triangulares Kaufmann y Gupta (1988), dedican un capítulo de su libro al método de ruta crítica en la que los tiempos de actividad están representados por números triangulares difusos. Un procedimiento de seis pasos se resumen las estimaciones para el desarrollo de la actividad, determinar los períodos de la actividad de flotación, y la identificación de la ruta crítica. Un similar tutorial sobre PERT difuso participa de números difusos trapezoidales se pueden encontrar en Dubois y Prade (1985).

McCahon y Lee (1988) notan que el PERT es el más adecuado para aplicaciones de red del proyecto, cuando existe la experiencia para permitir la aprobación de la distribución beta para tiempos de duración de actividad y cuando la red contiene alrededor de 30 o más actividades. Cuando los tiempos de actividad son vagos, la red del proyecto debe ser modelado con componentes difusos. Un ejemplo detallado demuestra el modelado y la solución de ocho proyectos de actividades de la red, cuando la duración de la actividad 11 se representa como números triangulares difusos.

Lootsma (1989) identifica que el juicio humano desempeña un papel dominante en el PERT, debido a la estimación de la duración de la actividad y la exigencia de que el plan resulta ser apretado. Este aspecto de PERT expone el conflicto entre los enfoques de modelado normativo y descriptivo. Lootsma argumenta que la vaguedad no es propiamente el modelo de la teoría de probabilidad, y rechaza la utilización de modelos estocásticos en la planificación

PERT cuando la duración de la actividad son estimados por los expertos humanos. A pesar de algunas limitaciones inherentes a la teoría de conjuntos difusos, PERT difusa, en muchos aspectos, está más cercano a la realidad y más viable que PERT estocástico.

Buckley (1989) proporciona definiciones detalladas de las distribuciones de probabilidad y algoritmo de solución necesaria para el uso de PERT difusa. Diez actividades proyecto de ejemplo la actividad de red en la que la duración de las actividades son descritos por números triangulares difusos, se utiliza para demostrar el desarrollo de la distribución de probabilidad de la duración del proyecto.

La probabilidad de que las distribuciones de flotar, de inicio más temprano, y los tiempos de inicio más tardío se definen, pero no se determinan, debido a su complejidad.

DePorter y Ellis (1990) presentan un proyecto de modelo de programación lineal difusa. Minimizando el tiempo de finalización del proyecto y los costos del proyecto son muy solicitados los objetivos del proyecto aún en conflicto. La programación lineal permite la optimización de un objetivo (el costo o el tiempo). La programación de metas permite tomar en consideración el tiempo y los objetivos de costes en el sistema de optimización. Cuando los factores ambientales vaguedad adicional presente, la programación lineal difusa debe ser utilizado. La programación lineal, programación de metas y la programación lineal difusa se aplican a la red de actividades del proyecto. Los costos del proyecto y la duración del proyecto se determinarán en cada técnica de solución.

McCahon (1993) compara los resultados de análisis del proyecto de red difusa (FPNA) y PERT. Cuatro configuraciones de red básica se utilizaron. El tamaño de las redes van desde cuatro hasta ocho actividades. Sobre la base de estas redes, un total de treinta y dos veces obtenciones del camino se calcularon utilizando FPNA y PERT. El rendimiento de FPNA PERT y se comparó con: el

tiempo esperado para la finalización del proyecto, la identificación de actividades críticas, la cantidad de holgura de actividad, y la posibilidad de conocer a un determinado tiempo para completar el proyecto.

Los resultados de este estudio concluyen que las estimaciones PERT FPNA adecuadamente. Al estimar la hora prevista de terminación del proyecto sin embargo, una generalización sobre los resultados obtenidos en comparación con respecto al conjunto de actividades críticas, los tiempos de inactividad y posibilidad de los tiempos de terminación del proyecto no se pueden hacer. Cuando los tiempos de actividad están mal definidos, el desempeño de FPNA debe ser utilizado en lugar del PERT.

Nasution (1994) sostiene que para que un alfa determinado nivel de reducción de la holgura, la disponibilidad de la holgura difusa en los modelos de la ruta crítica proporciona información suficiente para determinar la ruta crítica. Un procedimiento que utiliza la resta fuzzy msgid interactivo se utiliza para calcular el tiempo más permisible y de holgura para las actividades. El procedimiento se puede demostrar que la red de diez eventos en los tiempos de actividad están representados por números difusos trapezoidales.

Hapke et al. (1994) presentan una programación de proyectos difusos (FPS), sistema de soporte de decisiones. El SPD systemis utilizados para asignar los recursos entre las actividades dependientes en un entorno de software de programación de proyectos. El sistema utiliza números FPS plano, de tipo LR fuzzy para modelar la duración de la actividad incierta. Hora prevista finalización del proyecto y el retraso máximo se identifican como las medidas de los resultados del proyecto y un problema de ejemplo se demuestra por 12 un proyecto de ingeniería de software de los cuales 53 actividades. El sistema FPS presentado permite la estimación del proyecto, los tiempos de terminación y la capacidad de analizar el riesgo asociado a exceder el tiempo necesario completar el proyecto.

Lorterapong (1994) introduce un método de limitaciones de recursos de programación de proyectos que se centra en tres objetivos de desempeño: (i) la hora prevista de terminación del proyecto, (ii) la utilización de recursos, y (iii) interrupción de los recursos. La teoría de conjuntos Fuzzy se utiliza para modelar la vaguedad que es inherente a las descripciones lingüísticas utilizadas a menudo por las personas cuando se describe la duración de la actividad. El análisis presentado ofrece un marco para la asignación de recursos en un entorno incierto del proyecto.

Chang et al. (1995) combinan la composición y los métodos de análisis de comparación de números difusos en un procedimiento eficaz para resolver los problemas de programación de proyectos. El método de comparación primero elimina las actividades que no están en vías muy críticas. El método de composición determina entonces la ruta con el mayor grado de criticidad. El método Delphi difuso (ver Kaufmann y Gupta (1988)) se utiliza para determinar las estimaciones del tiempo de actividad. El procedimiento de solución se demuestra en un nodo de 9, 14 proyectos con problemas de programación con la actividad de la actividad veces representada por los números triangulares difusos.

Shiple et al. (1996) incorporan la lógica difusa, las funciones de las creencias, los principios de extensión y distribuciones de probabilidad difusa, y desarrolló el algoritmo del PERT difusa, «la creencia en las probabilidades de Fuzzy EstimateTime '(BIFPET). El algoritmo se aplica a un proyecto del mundo real que consiste en ocho actividades implicadas en la venta y producción de comerciales de televisión de 30 segundos. Triangulares números difusos se utilizan para definir la duración de la actividad. BIFPET se utiliza para determinar la ruta crítica del proyecto y esperar la hora de finalización del proyecto.

La especificación de los tiempos de duración de las actividades es crucial para bothCPM and aplicaciones de gestión PERT proyecto. En CPM, los datos históricos sobre la duración de las actividades en los proyectos exactos o muy similares existe, y se utiliza para especificar la duración de la actividad para

futuros proyectos similares. En los proyectos nuevos donde no hay datos históricos sobre la duración de la actividad existe, PERT se utiliza a menudo. Probabilístico basado PERT requiere la especificación de la distribución de probabilidad (frecuencia de la distribución beta) para representar la duración de la actividad. Las estimaciones de dos momentos primeros de la distribución beta proporcionan la varianza de la duración de la actividad individual. La teoría de conjuntos difusos permite que el juicio humano que se requiere al estimar el comportamiento de la duración de la actividad a ser incorporados en el esfuerzo de modelado. La versatilidad del método de aproximación teórico-es aún más defendido en restricciones de recursos y el proyecto de estrellarse escenarios donde se introduce una incertidumbre adicional, al estimar la disponibilidad de recursos y parámetros de costo. Los estudios citados en esta sección han demostrado cómo la teoría de conjuntos difusos se puede utilizar para ayudar a los investigadores en forma realista el modelado los problemas de gestión del proyecto cuando la duración de la actividad, disponibilidad de recursos y costes del proyecto relativos no pueden ser identificados con precisión.

## 5. Facilidad de ubicación y la disposición

Los problemas de ubicación de las instalaciones y el diseño han sido estudiados ampliamente en la gestión de la producción y la literatura de ingeniería.

### 5.1 Mecanismo de ubicación

Narasimhan (1979) presenta una aplicación de la teoría de conjuntos difusos para el problema de la localización de las estaciones de gasolina. Valoraciones Fuzzy se utilizan para describir la importancia relativa de los once atributos de un conjunto de tres alternativas de ubicación. Un procedimiento basado en Delphi se ha aplicado, y la entrada de los tomadores de decisiones se utilizó para construir las funciones de pertenencia de tres rangos de importancia para juzgar los atributos. Los cálculos se resumen de la decisión de selección. El autor concluye que el procedimiento que se presenta es congruente con la forma de tomar decisiones. El procedimiento que proporciona una estructura para organizar la

información, y un enfoque sistemático para la evaluación de la información imprecisa y poco fiable.

Darzentas (1987) formula el problema de ubicación de las instalaciones como un difuso modelo establecido de particiones con programación entera. Este modelo es aplicable cuando la instalación de puntos de potencial no son nítidas y mejor se puede describir por conjuntos difusos. Funciones de pertenencia lineales son empleadas en la función objetivo y las limitaciones del modelo. El modelo se ilustra con un ejemplo basado en tres puntos de ubicación y cuatro tapas.

Mital et al. (1987) y Mital y Karwowski (1989) aplican la teoría de conjuntos difusos en la cuantificación de ocho factores subjetivos en un estudio de caso relacionado con la ubicación de una planta de fabricación. Descriptores lingüísticos se utilizan para describir los factores cualitativos en la decisión de localización, como la actitud de la comunidad, la calidad de las escuelas, el clima, la actitud de la Unión, la cercanía al mercado, la protección de la policía, protección contra incendios, y la cercanía al puerto.

Bhattacharya et al. (1992) presentan un modelo de programación de metas difusas para la localización de un mecanismo único en una región convexa otorgarse con sujeción a la consideración simultánea de tres criterios: (i) maximizar las distancias mínimas de las instalaciones a los puntos de demanda, (ii) reducir al mínimo las distancias máximas de las instalaciones a los puntos de la demanda, y (iii) reducir al mínimo la suma de todos los costes de transporte. Distancias rectilíneas sean utilizados bajo el supuesto de que un escenario urbano está bajo investigación. Un ejemplo numérico integrado con tres puntos de la demanda es para ilustrar el procedimiento de solución.

Chung y Tcha (1992) dirección de la ubicación de la oferta pública sistemas de distribución de la demanda, tales como una instalación de abastecimiento de agua o una instalación de eliminación de residuos. Normalmente, la decisión de localización en estos entornos está sujeto a la minimización en conflicto los

objetivos de los gastos y la preferencia en cada sitio de la demanda para maximizar la cantidad ofrecida. Una mezcla difusa 0-1 modelo de programación matemática está formulado para estudiar escenarios de modelado no capacitados y capacitado. La función objetivo incluye el costo del transporte y el costo fijo para satisfacer la demanda en cada sitio. Cada costo está representado por una función de pertenencia lineal. Los resultados computacionales de doce ejemplos de problemas que se manifiestan de una solución heurística basado en una doble Erlenkotter de procedimiento con el problema de instalación de ubicaciones no capacitadas. Extensión al caso de capacitados está limitada por cuestiones de la complejidad computacional y los resultados de cálculo no se presentan. Bhattacharya et al. (1993) formulan un modelo de programación de metas difusas para la localización de un mecanismo único en una región convexa otorgarse con sujeción a la consideración simultánea de dos criterios: (i) reducir al mínimo la suma de todos los costos de transporte, y (ii) reducir al mínimo las distancias máximas de las instalaciones a los puntos de la demanda. Detalles y supuestos del modelo son similares a Bhattacharya et al. (1992). Un ejemplo numérico que consta de dos instalaciones y tres puntos de la demanda se presenta y se solucionó mediante LINDO.

## 5.2 Diseño de Fondo

Grobelny (1987a, 1987b) incorpora el uso de «modelos lingüísticos» en la solución del problema de diseño de instalación. Patrones lingüísticos declaraciones, sobre la base de las opiniones difusas agregados de expertos, que puede ser utilizado como recomendaciones a la hora de resolver un problema de diseño y como criterios para la evaluación de un algoritmo existente. Por ejemplo, si el flujo de materiales entre los servicios es alta, los departamentos deben estar situados cerca unos de otros. La vinculación entre los departamentos y la distancia entre los departamentos representan lingüística (difusa) variables, la 'alta' y 'cerrar las cualificaciones que representan los valores de las variables lingüísticas. La evaluación de un esquema se mide como el grado de satisfacción, medida por el valor de decir la verdad, de cada modelo lingüístico por la colocación final de los departamentos. Tanto el 1987a y 1987b modelos son

el tipo de construcción algoritmos basados en una modificación de Hillier y HC-66 Conner algoritmo de diseño.

Evans et al. (1987) introducir una teoría de conjuntos difusos basados en la construcción heurística para resolver el problema de diseño de bloque de diseño. Insumos de diseño cualitativo diseño de «proximidad» y la «importancia» se modela con las variables lingüísticas. El algoritmo de solución se selecciona el orden de colocación de departamento que es manual. El algoritmo se demuestra por la determinación de un diseño para un período de seis talleres de fabricación de metal de departamento. Los autores identifican la necesidad de investigación en el futuro hacia el desarrollo de una heurística para resolver tanto el orden y la colocación de los departamentos, la selección de los valores de las variables lingüísticas, y la determinación de funciones de pertenencia.

Raoot y Rakshit (1991) presenta un algoritmo de construcción de diseño difusa para resolver el problema de disposición de instalación.

Variables lingüísticas se utilizan en la heurística para describir los factores cualitativos y cuantitativos que influyen en la decisión de diseño. Variables lingüísticas de captura de la información recopilada de los expertos para los siguientes factores: el flujo de relaciones, las relaciones de control, proceso y relaciones de servicio, de organización y las relaciones personales, y las relaciones del medio ambiente. La distancia también es modelada como una variable difusa y es utilizado por la heurística como la base para la colocación de los departamentos. Tres problemas de prueba se utilizan para comparar la difusa heurística con ALDEP y CORELAP. Los autores señalan que las diferencias realizadas por cada uno de los tres métodos es una función de los diferentes niveles de la realidad que ellos utilizan. Raoot y Rakshit (1993) formular el problema de la evaluación de diseños de instalaciones alternativas como un modelo de múltiples criterios de decisión (MCDM) empleando la teoría de conjuntos difusos. La formulación aborda el problema de diseño en el que los factores cualitativos y cuantitativos son igualmente importantes. Las variables

lingüísticas se utilizan para captar las opiniones de los expertos sobre las relaciones primarias entre los departamentos. Las funciones de pertenencia son seleccionadas en base a consultas con expertos del diseño. Los múltiples objetivos y limitaciones de la formulación se expresan como patrones lingüísticos. El algoritmo de diseño MCDM difusa se puede demostrar que el diseño de la instalación de ocho departamentos.

Raoot y Rakshit (1994) presentan un conjunto difuso de base teórica heurístico para la meta múltiple problema de asignación cuadrática (QAP). La función objetivo en esta formulación utiliza "el valor de decir la verdad», que indica el nivel de satisfacción de un acuerdo de distribución con los requisitos de la disposición dictada por un objetivo cuantitativo o cualitativo. Los insumos básicos del modelo son las opiniones de expertos en las relaciones cualitativas y cuantitativas entre los pares de las instalaciones. Las relaciones cualitativas y cuantitativas son capturadas por las variables lingüísticas, las funciones de pertenencia son elegidas arbitrariamente. Tres modelos lingüísticos (uno cuantitativo y dos cualitativos) son empleados por la heurística para localizar las instalaciones. El desempeño de la heurística es la prueba contra un conjunto de problemas de ensayo de la literatura abierta. Los resultados de la comparación indican que la heurística difusa propuesta funciona bien en términos de la calidad de la solución.

Dweiri y Meier (1996) definen un sistema de toma de decisiones confusa (FDMS) que consta de cuatro componentes principales: (i) bifurcación de entrada y salida de las variables, (ii) la base de los expertos, el conocimiento, (iii) la toma de decisiones confusa, y (iv) bifurcación de la producción en valores difusos crujiente. El proceso de jerarquía analítica se usa a los factores de peso que afectan a calificaciones de cercanía entre los departamentos. Un programa de ordenador basado en FDMS a continuación, genera diagramas de relación de actividades que, a su vez, se desarrollan en diseños de FZYCRLP (Difusa Relación Diseño de planificación - una versión modificada de CORELAP). De simulación se utiliza para comparar diseños generados en el marco FZYCRLP y

CORELAP para un conjunto de doce problemas de prueba que incluía diseños que varían en tamaño desde siete hasta diecisiete departamentos. Diseños generados en el marco FZYCRLP adecuadamente bajo borrosa y no métricas de evaluación difusos.

Muchos de los factores que afectan la distribución de las instalaciones y los problemas de localización son difíciles de medir con precisión y por lo tanto requieren un juicio humano considerable. Medidas de proximidad son un elemento clave en casi todos los modelos de diseño de instalaciones y suelen estar determinadas en la forma de clasificaciones de proximidad que se describen por grado de importancia en la lingüística términos como «absolutamente necesario», «muy importante», y «indeseables». Pesos subjetiva se utilizan a menudo en relación con las medidas de cercanía al utilizar un criterio de puntuación para determinar la distribución de los servicios en una instalación. La teoría de conjuntos difusos en los aspectos lingüísticos de especificar las medidas de proximidad y las subjetividades que participan cuando se especifica pesos cercanía. Los modelos de localización Fondo también podrá exigir la determinación de pesos factor subjetivo para medir la importancia relativa de los diversos factores que influyen en la decisión de localización. Únicas y múltiples criterios de optimización de los procedimientos se utilizan con frecuencia en el modelado de instalación de los problemas de localización. La teoría de conjuntos difusos permite la subjetividad en los parámetros de estos modelos a ser incorporados en la formulación del modelo y la solución.

## 6. Planeación agregada

Rinks (1981) cita una brecha entre la teoría y la práctica de la planificación global. Los administradores prefieren utilizar sus propias reglas de decisión heurístico sobre modelos matemáticos de planificación global. Uso condicional msgid "si-entonces", pistas de patinaje desarrolla algoritmos para la planificación de conjunto difuso. Un conjunto de términos lingüísticos relevantes para la planificación global se definen y se utilizan para la construcción de protocolos de gerente (reglas de decisión). Funciones de pertenencia exponencial son

adoptados y utilizados en los algoritmos. El marco algoritmo de aproximación se aplica a los clásicos Holt, Modigliani, Muth y Simon (HMM) de pintura de datos ajustados de fábrica. La solución de coste total generado por el algoritmo de planificación difusa global supera el lineal solución regla de decisión de los HMM un 5,0 por ciento. Los puntos fuertes del modelo difuso planificación agregada sobre los tradicionales modelos matemáticos de planificación global incluyen su capacidad para capturar las capacidades de razonamiento aproximado de los gerentes, y la facilidad de formulación y ejecución.

La solidez de la difusa modelo de planificación global en las estructuras de costes variables es examinada en una pista (1982a). Un conjunto detallado de la tasa de producción de cuarenta y normas de la fuerza de trabajo se encuentra en una pista (1982b).

Turksen (1988a, 1988b) aboga por la utilización intervalo de valores de las funciones de pertenencia sobre el punto de funciones con valores de pertenencia encontrado en una pista (1981, 1982a, 1982b) en la definición de las normas de producción para la planificación lingüística global. Cuando se aplica a los datos de los HMM conjunto, el intervalo de valores de adhesión producido un enfoque de solución de costo total que superó el valor de referencia lineal solución regla de decisión en un 3 por ciento. Un análisis más detallado utilizando una base de reglas más parsimoniosa que consiste de 27 normas (en comparación con el original 40 reglas definidas por Rinks) produciendo resultados sólidos.

Ward et al. (1992) desarrollar un programa en lenguaje C basado en el marco difuso de Rinks "planificación global.

El programa contiene la decisión Rinks de "las normas, las funciones de pertenencia, y los datos de los HMM. 1981 Pistas de usar el programa, los autores repetidos de resultados. El programa fue modificado para incluir las funciones de pertenencia triangulares y exponenciales y una regla de ampliación de la base. Los aumentos de costos de 2,0 a 4,5 por ciento se produjeron cuando

se modificaron las funciones de pertenencia. La regla de base aumentada producido soluciones coste total muy similares a las de pistas.

Gen et al. (1992) presentan un conjunto difuso de múltiples modelo objetivo de planificación. El modelo está formulado como un modelo difuso de múltiples objetivos de programación con los coeficientes de la función objetivo, los coeficientes tecnológicos, y el derecho de recurso valores de lado, representada por los números triangulares difusos. Un procedimiento de transformación se presenta a transformar el modelo de conjunto difuso múltiples objetivos de planificación en un modelo de nitidez. El procedimiento de transformación y el algoritmo de cálculo se demuestra en un ejemplo numérico de la participación de seis horizontes de planificación a plazo. Los objetivos múltiples de reducir al mínimo los costos totales de producción, el inventario y los costos de pre-pedido, y los cambios en el nivel de fuerza de trabajo que hemos empleado.

La planificación agregada implica la determinación simultánea de la producción de una empresa, el inventario y los niveles de fuerza de trabajo en un horizonte de planificación finita de tal manera que se reduzca al mínimo coste relevante total. Muchos aspectos del problema de la planificación global y la solución de los procedimientos empleados para resolver los problemas de planificación agregada se prestan al enfoque de la teoría de conjuntos difusos. Planificación agregada aproximación permite a la imprecisión que existe en la demanda prevista y la determinación de los parámetros asociados con la realización cargos, los gastos de pre-pedido y de ventas que deben incluirse en la formulación del problema. De esta manera, la teoría de conjuntos difusos aumenta el realismo del modelo y mejora la aplicación de modelos de planificación global en la industria. La utilidad de la teoría de conjuntos difusos se extiende también a objetivos múltiples modelos de planificación global, donde la imprecisión adicional debido a los objetivos en conflicto podrá entrar en el problema.

## 7. Producción y de Planificación del Inventario

Fuzzy resultados de la investigación en la producción y la planificación de inventario se resumen en las Tablas 8a y 8b.

### 7.1 Producción y proceso del plan de selección

Kacprzyk y Staniewski (1982) frente al problema de control de inventario en un horizonte de planeación infinito. Un sistema de inventario es representado como un sistema difuso, con el nivel de inventario difuso como la producción y la reposición borrosa como la entrada. De la demanda y las limitaciones del sistema de la reposición son también difusos. Se presenta un algoritmo para encontrar el momento óptimo de la estrategia de invariantes para la determinación de la reposición de los niveles de inventario actuales que maximizan la función de pertenencia de la decisión. El algoritmo se demuestra mediante un ejemplo numérico.

LEHTIMÄKI (1987) los estudios de MRP problemas de programación desde la perspectiva de un problema de decisión múltiple.

El problema de la decisión en cuestión es decidir la forma de atender las solicitudes de los clientes de cambios de orden. Para apoyar esta decisión, el autor propone un concepto más amplio nivel de servicio. Las características de este concepto se incluyen: nivel de servicio se mide por el grado de satisfacción del cliente, la satisfacción del cliente, quien desea un cambio depende de la variación aceptada, la fecha de entrega, y el importe facturado por el cambio, la satisfacción de los clientes depende de otros la firmeza de las fechas de entrega, el nivel de servicio de los competidores, los ciclos económicos, o las variaciones estacionales tienen sus efectos, así, y efectos sobre la reputación de la empresa también debe tenerse en cuenta.

El objetivo de maximizar la satisfacción del cliente es vago y puede ser el mejor modelo utilizando la teoría de conjuntos difusos. Un conjunto de MPS candidatos se generan para hacer frente a los cambios aprobados para los

clientes. Las limitaciones que rigen la construcción de MPS y los objetivos se representan usando las funciones de pertenencia. La selección de los mejores MPS se basa en una decisión de aumentar al máximo, según el cual la función de pertenencia de una decisión fuzzy alcanza su valor máximo. Un ejemplo numérico con cuatro órdenes se utiliza para demostrar el modelo de decisión. El autor reconoce que la investigación teórica y empírica es necesaria para determinar la forma de evaluar las funciones de pertenencia, agregado los objetivos y limitaciones, y alternativas de rango.

Singh y Mohanty (1991) caracterizan el proceso de fabricación problema de plan de selección como una máquina de enrutamiento problema. El problema de enrutamiento se formula como un modelo de múltiples objetivos de la red. Cada objetivo se define mediante una función de pertenencia difusa como un medio de captura de la imprecisión que existe en la definición de objetivos. Una dinámica procedimiento de solución de programación identifica la ruta de red que representa el mejor plan de proceso. Un ejemplo de doble objetivo es demostrar que un componente que requiere tres operaciones de mecanizado. Dos de las operaciones de mecanizado se puede realizar en centros de mecanizado alternativa, resultando en un modelo de red que consta de seis nodos y ocho ramas. Costo y tiempo de procesamiento por componente son representados por números difusos triangulares.

Zhang y Huang (1994) utiliza la lógica difusa para modelar el proceso de selección de plan de problema cuando los objetivos son imprecisos y contradictorios. Funciones de pertenencia difusa se utilizan para evaluar la contribución de los planes de proceso de la competencia a los objetivos de rendimiento Shopfloor. El plan de proceso óptimo para cada parte está determinada por la solución de un difuso modelo de programación entera. Un procedimiento de consolidación, que utiliza un criterio de desigualdad, a continuación, selecciona el plan de proceso que mejor utiliza los recursos de fabricación. El algoritmo se demuestra por un problema de tres partes y ocho planes de proceso. El algoritmo también fue probado contra los no algoritmos

fuzzy en la literatura. En algunas circunstancias, las soluciones más razonables, donde logró como resultado de la capacidad del algoritmo para hacer frente a la falta de claridad inherente a la planificación del proceso de fabricación.

Inuiguchi et al. (1994) compara posibilista, flexible y de programación de metas enfoques para resolver un problema de planificación de la producción. A diferencia de los métodos convencionales, la programación posibilista ambiguo y permite que los datos objetivos que deben incluirse en la formulación del problema. Un problema de planificación de la producción que consta de dos procesos de fabricación, dos productos y cuatro limitaciones estructurales se considera. El problema se resuelve utilizando la programación posibilista, la programación flexible y de programación de metas. Una comparación de las tres soluciones sugiere que la solución posibilista que mejor refleja la entrada del tomador de decisiones, poniendo de relieve la importancia de modelar la ambigüedad en la planificación de la producción.

## 7.2 Gestión de Inventario

Sommer (1981) utiliza la programación dinámica difusa para resolver un verdadero inventario mundial y problema de programación de producción. Declaraciones lingüísticas tales como "la madre debe estar en el mejor de cero al final del horizonte de planificación" y "disminuir la capacidad de producción tan continuamente como sea posible", las aspiraciones difusas describen management para el inventario y la reducción de capacidad de producción de la prevista retirada de un mercado. Programación dinámica Fuzzy se utiliza para determinar el inventario óptimo y los niveles de producción.

Park (1987) examina el modelo de la cantidad económica de pedido (EOQ) de la perspectiva de la teoría de conjuntos difusos.

Números difusos trapezoidales se usan para modelar ordenar los gastos y costos de inventario. El modo y las normas de la mediana se sugieren para la transformación de la información de costos difusos en un escalar para la entrada

en el modelo EOQ. Un ejemplo numérico utilizando la regla de la mediana se presenta para demostrar mucho EOQ difusa modelo de dimensionamiento de la decisión.

Lee et al. (1990) de introducir la aplicación de la teoría de conjuntos difusos al lote de dimensionamiento en la planificación de necesidades de material.

Una versión modificada de la parte algoritmo periodo de compensación se presenta. La incertidumbre de la demanda se modelaron haciendo uso de números triangulares difusos. Un ejemplo numérico para un horizonte período de ocho y cuatro conjuntos de datos de demanda se utiliza para demostrar el algoritmo. Los autores identifican dos ventajas en el uso de números difusos y funciones de pertenencia a la demanda del modelo. En primer lugar, la teoría de conjuntos difusos permite que tanto la incertidumbre de la demanda y el juicio subjetivo de la toma de decisiones a ser incorporados en el lote de dimensionamiento de la decisión. En segundo lugar, parte confusa, proporciona un periodo de compensación rica fuente de datos para la toma de decisiones a utilizar en función de la composición los valores asociados con el lote tamaños y costos.

Lee et al. (1991) se extienden de 1990 el tratamiento de la pérdida MRP para incluir modificaciones difusas a la plata-Meal, Wagner-Whitin, y parte de algoritmos periodo de compensación. Los autores sostienen que cuando las exigencias del programa de master son realmente difusas, la demanda debe ser modelada utilizando las funciones de pertenencia. El rendimiento de muchos de los tres algoritmos fuzzy tamaño se compara con base en nueve problemas de muestra.

La teoría de conjuntos difusos se ha aplicado a los problemas en la gestión del inventario y la producción y selección de plan de proceso. El recurso de casación de la utilización de la teoría de conjuntos difusos en estos problemas de gestión de la producción que se hace eco de la planificación global. Inventario de

la gestión requiere previsiones de la demanda, así como los parámetros para el inventario de los costos relacionados como el transporte, la reposición, la escasez y los pedidos pendientes. Una estimación precisa de cada uno de estos modelos de atributos es a menudo difícil. Del mismo modo, en la producción y el plan de proceso de selección de los problemas de imprecisión que existe en la especificación de las previsiones de demanda, el inventario y los parámetros de costos de procesamiento, los tiempos de procesamiento, y las preferencias de enrutamiento. Ambigüedad potencial es aún mayor cuando el problema está formulado con objetivos múltiples. Los estudios revisados en esta sección demuestran la utilidad de la teoría de conjuntos difusos en el modelado y la solución de inventario y la producción y el plan de los problemas del proceso de selección cuando los datos objetivos y están sujetos a la ambigüedad.

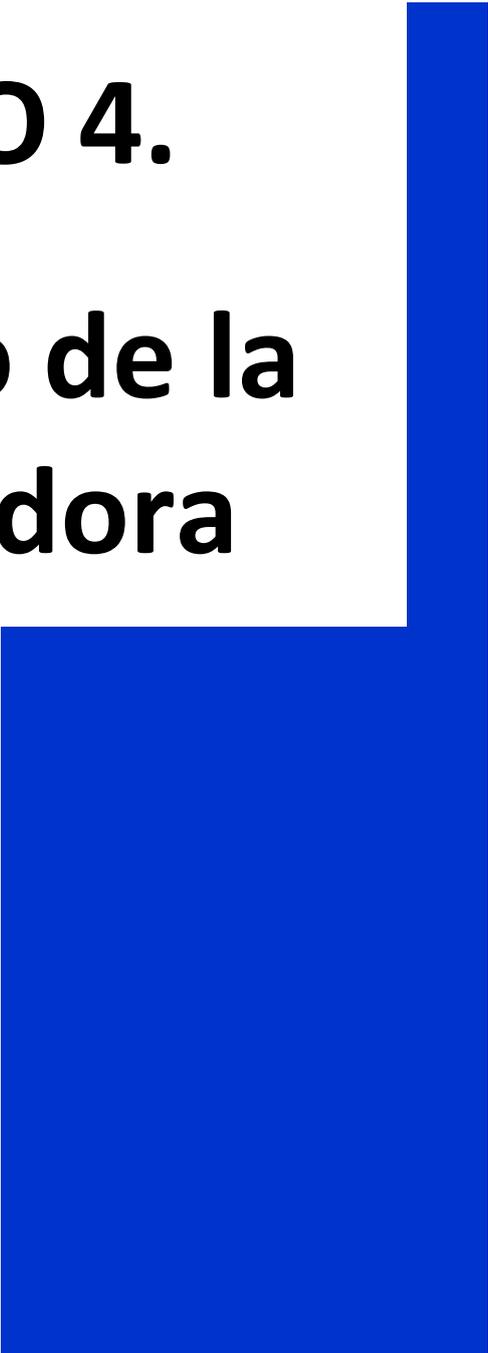
#### 8. Pronósticos

La primera aplicación de pronóstico por medio de la teoría de conjuntos difusos a nuestro conocimiento apareció en Economakos (1979). Un modelo de simulación basado fue utilizado para pronosticar la demanda de energía eléctrica cuando los componentes de carga en distintos momentos del día se describieron en términos lingüísticos.



# **CAPÍTULO 4.**

## **Diagnóstico de la Embotelladora**



## **4.1 Método de Programación de la Producción y Abastecimientos de la Empresa**

El departamento de logística se encarga de elaborar el programa de producción, el programa de distribución y de la administración de inventarios tanto de materia prima como de productos terminados. Otra de sus funciones es la inspección de las cargas y descargas de unidades, así como la salida puntual de las mismas.

El planeador logístico toma en cuenta como pronóstico de ventas los promedios de venta semanales, determinados por el área de ventas de la Embotelladora; y los retroalimenta con la información expedida por algunos de los CEDIS que hacen ajustes a los promedios de venta, de acuerdo a los eventos que tengan confirmados. El planeador también se guía de las existencias en el inventario de los CEDIS que revisa diariamente.

Todo este proceso es necesario para realizar los pedidos de materiales y productos terminados a los proveedores, para generar los programas de producción y para enviar producto a los CEDIS.

Este sistema resulta funcional para el área de Logística, pero requieren de un modelo que arroje pronósticos con mayor precisión, que les permita optimizar actividades que cumplan con los porcentajes de asertividad y buen pronóstico recomendados por el Corporativo GEUSA.

El porcentaje de precisión del promedio de venta de todos los productos (aproximadamente 200 productos), calculado para la semana 17 por el área de ventas es de 94.9%, y su porcentaje de buen pronóstico es de 46.09%. El porcentaje de precisión del pronóstico ajustado por el director del CEDI Tuxtla, para la misma semana es de 98%; y el de buen pronóstico es de 43.75%. Se observa que los porcentajes de precisión y buen pronóstico del promedio de venta y el pronóstico ajustado son muy similares. Cabe mencionar que de los 200

productos algunos presentan tendencias o patrones de ventas, pero hay algunos que muestran mayor variabilidad; por ello el mínimo porcentaje de precisión para ambos métodos fue de 0% y el máximo de 99.9%.

La variabilidad en el comportamiento de la demanda de estos productos no permite a los estimadores ser asertivos; sin embargo, estos productos son de baja demanda y su impacto en el total de las ventas es mínimo.

Actualmente, el director de cada CEDI se encarga de ajustar los pronósticos basados en el promedio de ventas pasadas y el planeador logístico determina las cantidades a distribuir. De esta forma se toman únicamente las ventas históricas, y se omiten los pedidos que no fueron satisfechos por falta de producto u alguna otra razón.

El modelo basado en lógica difusa pretende considerar además de las ventas históricas, el comportamiento de la demanda; proyectándola con mayor asertividad.

Además pretende recabar la experiencia de varios expertos, para generar un sistema que pueda ser operado por personas con menor experiencia.

## **4.2 Clasificación de Productos para el Estudio**

Con base en un análisis de ventas históricas se eligieron los productos con mayores volúmenes de venta, cuya demanda es más importante para la planeación de las actividades del área.

Estos productos también se eligieron al analizar el resultado de la primera encuesta, que indica que los productos más consumidos son los refrescos de cola en 4 presentaciones Pepsi Pet 600 ml, Pepsi Pet 3L, Pepsi Vidrio 12oz y Pepsi Lata 355 ml.

### 4.3 Determinación de Factores que Afectan la Demanda

#### 4.3.1 Métodos Utilizados para Determinar los Factores

Se analizaron las ventas del año anterior y del año en curso de los productos, en forma mensual y en algunos casos semanal. También se realizaron entrevistas a los trabajadores de la empresa como son encargados del área de logística, almacén y ventas.

Se entrevistó a los distribuidores detallistas para conocer su opinión sobre las variables que intervienen en la compra de los productos.

Otra de las actividades fue la aplicación de cuestionarios a consumidores y no consumidores de los productos.

##### 4.3.1.1 Encuesta

###### ENCUESTA GENERAL

Se levantaron dos encuestas, la primera de ellas estuvo enfocada a detectar los productos PEPSI de mayor demanda, así como para determinar los principales factores que influyen en el consumo de los mismos.

Se aplicaron 65 cuestionarios, aproximadamente el 50% se aplicaron al personal de la Embotelladora y todos los encuestados respondieron que si consumen productos del grupo Pepsico.

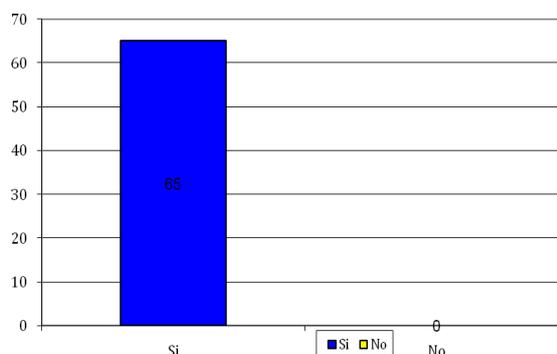
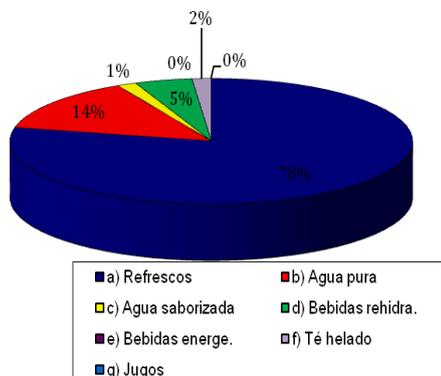


Figura 4. 1 Consumo de productos del grupo Pepsico



Los refrescos son las bebidas más consumidas con el 78% de respuestas a favor. Las aguas saborizadas, jugos y te helados tuvieron pocas menciones.

Figura 4. 2 Tipo de bebida preferida

De todos los refrescos que distribuye la Embotelladora, Pepsi es la bebida preferida con el 48% de opiniones a favor, seguida por la sangría con el 12%, así como manzanita y Rey piña.

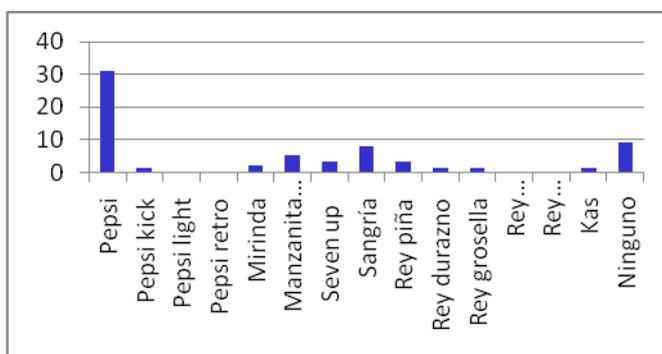


Figura 4. 3 Sabor de refresco preferido

La Embotelladora distribuye refrescos en vidrio, PET y lata. De acuerdo a las respuestas del cuestionario el tipo de envase preferido es el PET como lo menciona el 66% de los encuestados, posiblemente por ser el envase más práctico y de mayor disponibilidad.

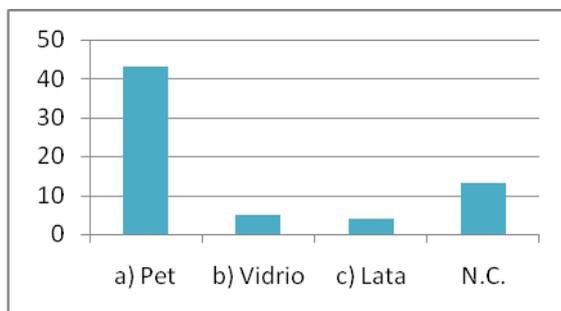


Figura 4.4 Tipo de envase preferido

Para seleccionar los productos de mayor demanda se tiene que lo más consumidos son los refrescos Pepsi PET, solo falta determinar su tamaño.

El 40% de los encuestados prefiere los refrescos de 600ml, el 23% prefiere 3L, el 9% prefiere el empaque de 355 ml (lata). Los demás tamaños fueron mencionados menos de 3 veces.

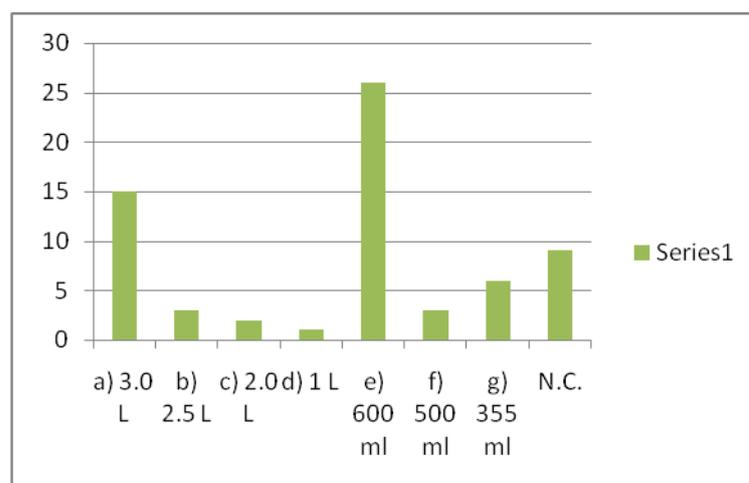


Figura 4. 5 Tamaño de producto más consumido

Para seleccionar las variables que afectan la demanda es importante conocer los factores que influyen para que el consumidor adquiera el producto. Al preguntar a los encuestados porqué prefiere los productos Pepsi las respuestas fueron las siguientes: el 45% de los encuestados los prefiere por el sabor, el 21% por el precio, 19% por la cantidad de producto, el 6% por las promociones y el resto de los encuestados por que es el único producto que venden en el lugar de trabajo o por costumbre.

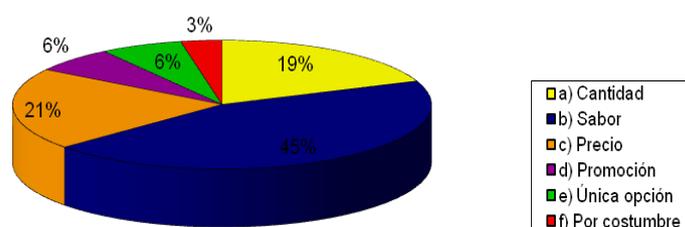


Figura 4. 6 Razones por las que prefieren los productos Pepsi

Otro de los posibles factores que influyen en el comportamiento de las ventas de refrescos es la temporada, por ello se consideró importante preguntar a los consumidores si se percatan de que en alguna época del año su consumo de refrescos se eleve o disminuya.

De acuerdo al análisis de las encuestas el 41.5% de los encuestados dice tener un consumo regular todo el año, el 23% afirma que su consumo de incrementa los fines de semana, el 15% incrementa su consumo en vacaciones de verano, el 9% en fiestas navideñas y los demás encuestados consumen refrescos en el transcurso de toda la semana.

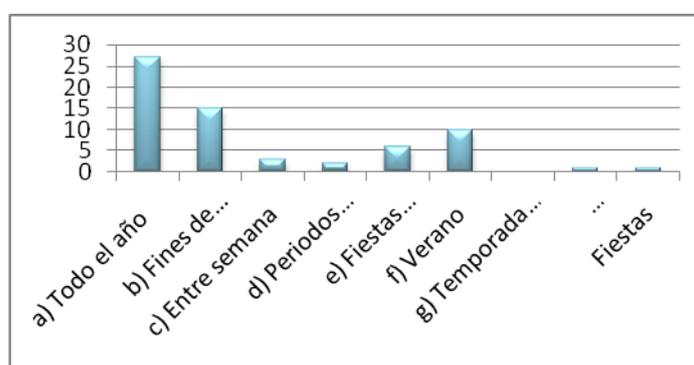


Figura 4. 7 Temporadas de mayor consumo de refrescos

La crisis económica mundial en los últimos años afectó a varios sectores de la economía en el país y la industria refresquera no ha sido la excepción, la agudización de la crisis económica en el segundo semestre del año 2008 provocó una caída del 20 por ciento en las ventas de refrescos, confirmó el delegado del sindicato de la industria embotelladora de la CTM, Pedro Galindo (Zambrano, Iliá; *periodicodigital.com.mx*; diciembre 2008).

Sin embargo es importante saber si dicha crisis afecta directamente la decisión de compra del consumidor.

El 62% de las personas que contestaron esta pregunta dice que no ha visto afectado su consumo de refrescos por la crisis, contra un 38% a los cuales la crisis si ha afectado su consumo de refrescos.

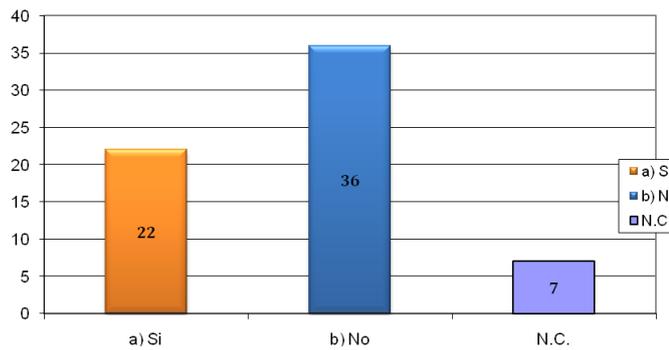


Figura 4. 8 Relación del consumo de refrescos con la crisis económica

El precio fue mencionada como una de las causas que motivan la compra de los productos Pepsi, por ello se realiza la pregunta de cómo considera el consumidor el precio. Para la gran mayoría de las personas el precio de los productos es adecuado, el 5% de los encuestados lo considera bajo y el 9% lo considera alto.

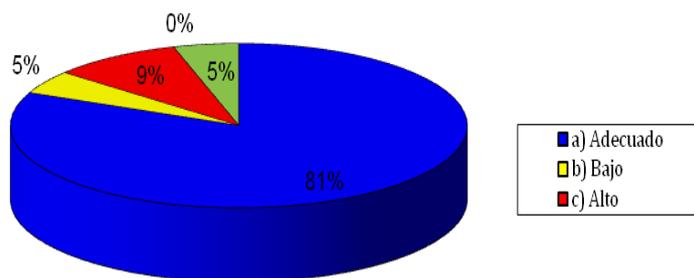


Figura 4. 9 Precio de los productos

Se realizó la pregunta ¿Cómo considera la publicidad de los productos Pepsi?, para conocer si éste es un factor que influye en la decisión de compra. El 20% de los encuestados no respondió la pregunta, el 20% dice que la publicidad es buena y otro 20% indica que la publicidad es regular.

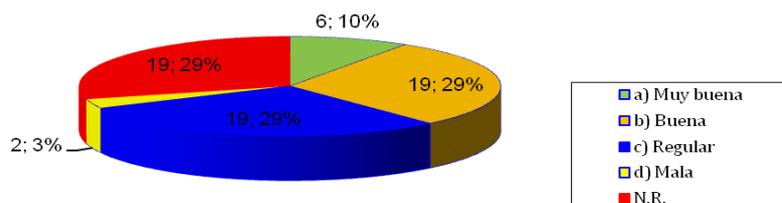


Figura 4. 10 Calificación de los encuestados a la publicidad

Las promociones fueron señaladas como factor influyente en la compra de los productos Pepsi; al encuestar a la población se obtuvo que el 47% no ha comprado Productos Pepsi por alguna promoción, mientras que el 43% si lo ha hecho.

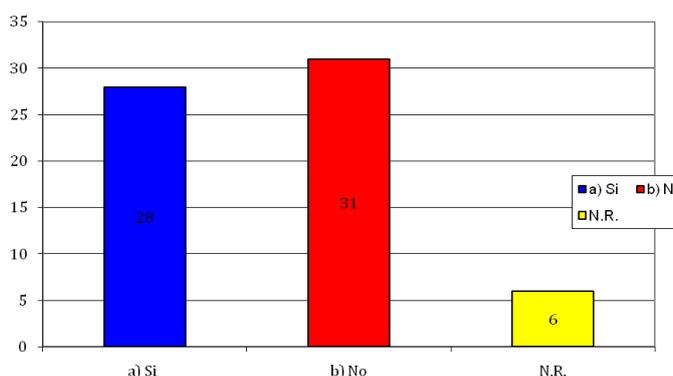


Figura 4. 11 Influencia de las promociones para la compra productos Pepsi

## ENCUESTA DE PERCEPCIÓN

Se realizó una encuesta a 640 personas, para conocer su percepción sobre los productos elegidos para el estudio: si los consume, por qué los prefiere, cómo los califican, así como la influencia de la publicidad para que los consuma.

El primer paso fue la segmentación de mercado, para determinar los consumidores de cada producto. Así, se encuestaron 160 personas por producto en puntos clave de venta.

### Análisis de resultados Pepsi PET 600ml

La aplicación del cuestionario relativo a Pepsi Pet 600ml se llevó a cabo en diferentes calles, parques y plazas de la ciudad; pues es un producto práctico que se acostumbra a comprar cuando se está fuera de casa y que está a la venta en todas las tiendas a las que la Embotelladora distribuye.

El primer objetivo fue investigar el porcentaje de consumo de este producto, los cuestionarios arrojaron que el 56.88% si lo consume y el 43.13% no.

Destaca que de los cuatro productos seleccionados para el análisis, Pepsi Pet 600 obtuvo el porcentaje más alto de consumo en los resultados de la encuesta.

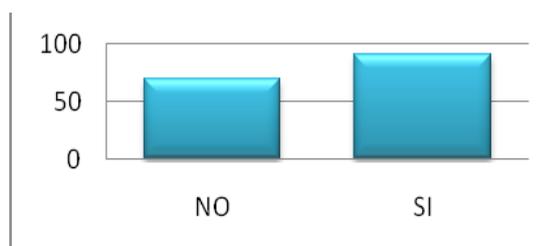


Figura 4. 12 ¿Consume Pepsi 600 ml?

En cuanto a la calificación que los clientes asignaron a PEPSI PET 600m, la mayoría respondió 4(bueno), con un 46.25%; para la calificación 3 (regular), se obtuvo un 33.13%; para 2 (malo), el 11.25% y con tan solo 8.13% la calificación más alta 5(muy bueno).

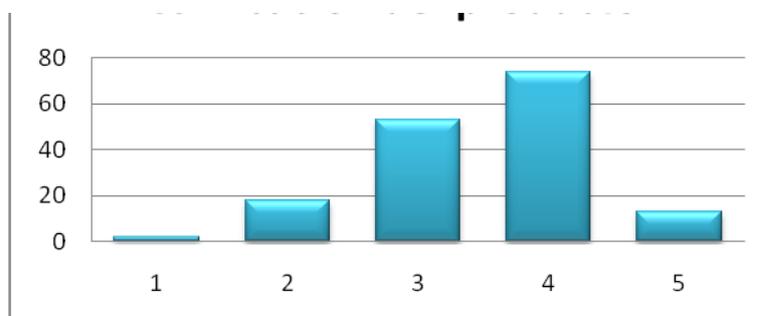


Figura 4. 13 Calificación al producto

También se deseaba conocer qué tanto influyen la publicidad y promociones de la marca en la compra de Pepsi 600ml.

Es importante mencionar que el levantamiento de la encuesta, se realizó durante la campaña publicitaria “Junta Dos”, que aplicaba únicamente a productos de Pepsi 600ml y Pepsi 3L.

El 40.43% respondió que le era indiferentes al comprar y el 59.57% si se veía influenciado por las estrategias de marketing de Pepsi.

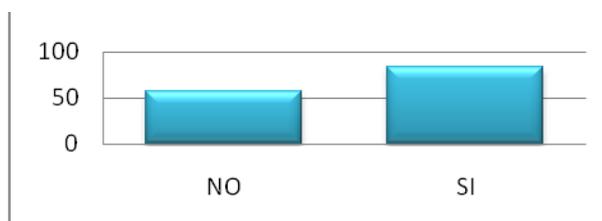


Figura 4. 14 Influencia de la publicidad y promociones

Se cuestionó además acerca de cómo perciben la publicidad y promociones. El 40.43% las calificó como regular (3); seguido de buena (4) con 38.30% y para Muy buena (5) con 14.18%.

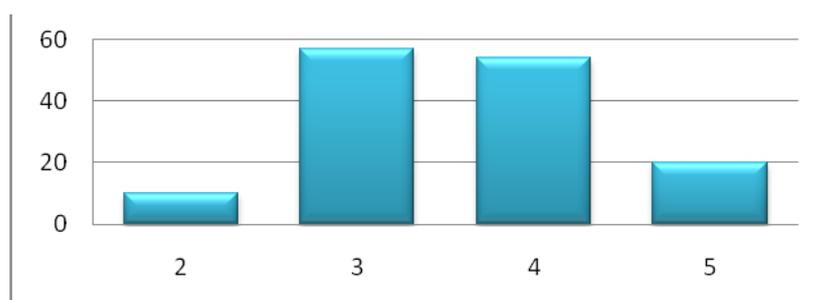


Figura 4. 15 Calificación de la publicidad y promociones

### Análisis de resultados Pepsi PET 3L

Los cuestionarios acerca de la percepción de Pepsi 3L se aplicaron en domicilios de diferentes colonias de la ciudad, porque es un producto de consumo familiar.

La primera pregunta era si consumía el producto Pepsi 3L, los resultados fueron los siguientes: 46.88% si consumen y 53.13% no consume este producto.

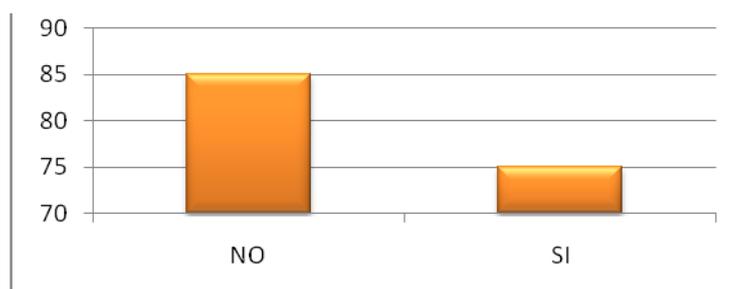


Figura 4. 16 Consumo de Pepsi 3L

También se deseaba conocer cómo califica el cliente al producto, los resultados fueron: 49.04% lo califica como bueno (4), el 34.39% como regular (3), y el 10.19% mal producto (2).

Pepsi 3L es el producto que obtuvo el mayor porcentaje de calificación como buen producto, tiene buena aceptación de las familias encuestadas.

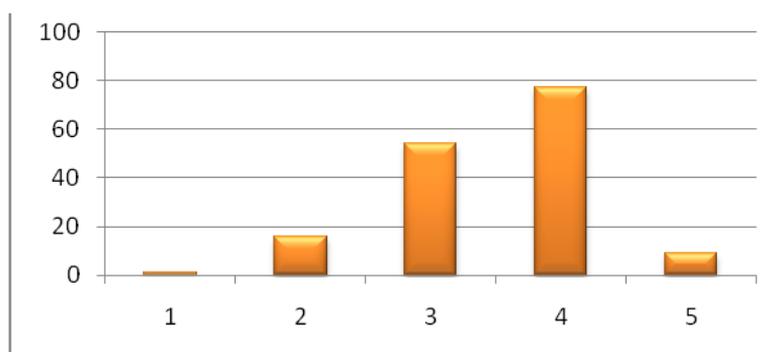


Figura 4. 17 Calificación para Pepsi 3L

La siguiente pregunta es para conocer si la publicidad y promociones influyen para un mayor consumo de este producto, los resultados arrojan que el 59.57% si se ve influenciado por estos factores, al adquirir el refresco; mientras que para el 40.43% resultan indiferentes.

La última pregunta califica a la publicidad y promociones que lanza la marca Pepsi.

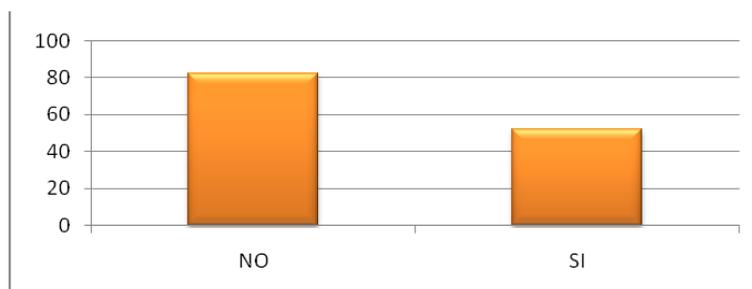


Figura 4. 18 Influencia de la publicidad y promociones

La calificación de la publicidad y promociones como Regulares (3), obtuvo 40.43%, y un 38.30% como Buenas (4).

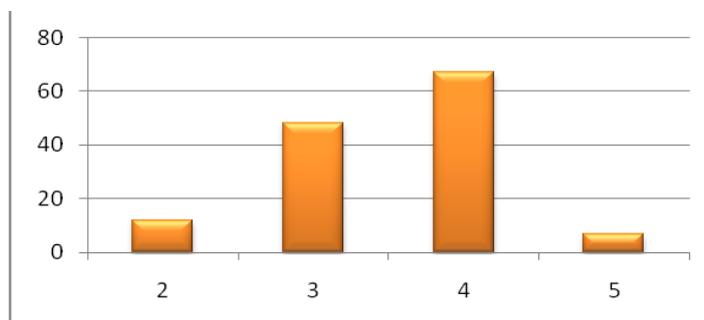


Figura 4. 19 Calificación a la publicidad y promociones

Análisis de resultados Pepsi Vid 12oz

Los cuestionarios para conocer la percepción de Pepsi Vidrio se aplicaron en establecimientos de venta de alimentos, taquerías en su mayoría, que tenían convenio con la empresa.

De la misma forma se investigó el consumo que tiene este producto: 55% los clientes respondieron sí consumir Pepsi Vidrio 12oz contra un 45%.

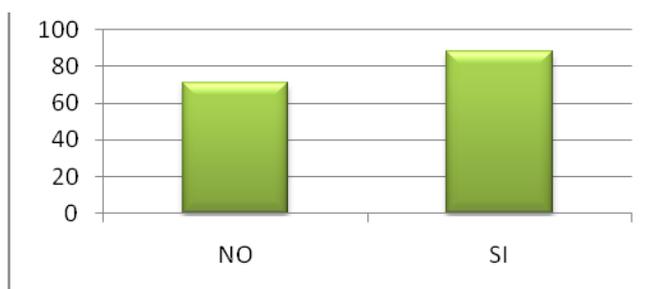


Figura 4. 20 Consumo de Pepsi Vidrio 12 oz

La calificación que asignaron para este producto fue para Muy bueno (5) 13.64%, Bueno (4) 40.91%, Regular (3) 27.42%, Malo (2) 12.99% y Muy malo (1) 4.55%.

De los cuatro productos de interés Pepsi Vidrio fue el que obtuvo el mayor porcentaje en la categoría “muy buen producto”, debido a sus características de sabor, precio, se mantiene frío por más tiempos, etc.

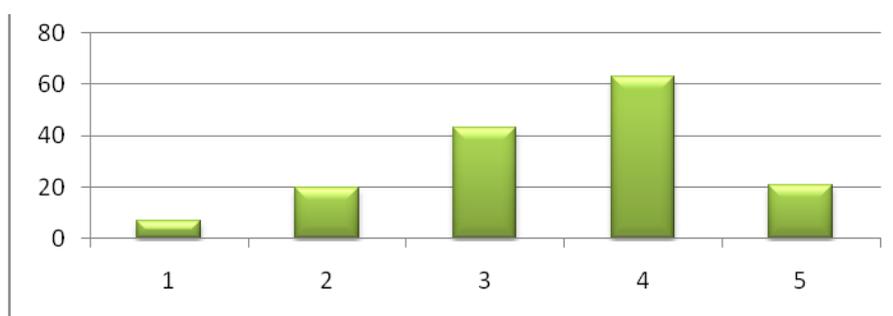


Figura 4. 21 Calificación asignada a Pepsi Vidrio

En cuanto a la influencia de la publicidad y promociones sobre este producto, el 59.03% responde que su decisión de compra no se ve afectada. La respuesta es comprensible, debido a que no existen promociones para este producto, su consumo se asegura porque la Embotelladora tiene convenios en los establecimientos de venta de alimentos, para que no permitan la entrada de productos de otras marcas refresqueras.

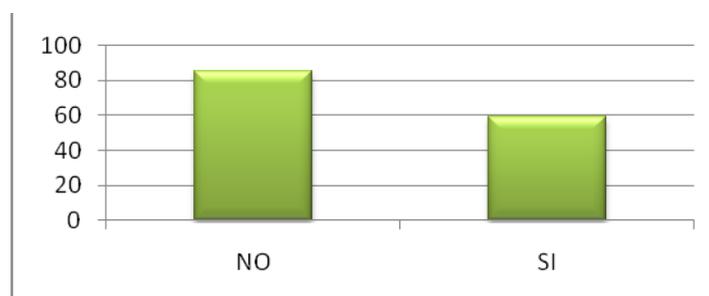


Figura 4. 22 Influencia de la publicidad y promociones

En cuanto a calificación, la mayoría responde que la publicidad y promociones son Buenas (4) con 44.14%, debajo las califican como regulares (3)

con un 33.79%; seguidos por Muy buenas (5) con 12.41% y 9.66% para la categoría mal producto (1).

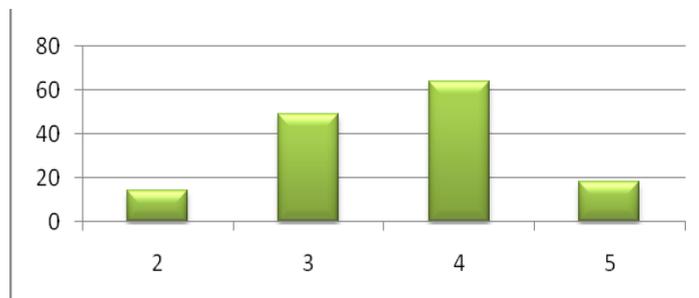


Figura 4. 23 Calificación a la publicidad y promociones

#### Análisis de resultados Pepsi Lata 355ml

El segmento de mercado seleccionado para la aplicación de cuestionarios sobre la percepción de Pepsi Lata 355ml, fueron los lugares donde hay expendios de refrescos en lata como terminales de autobuses, oficinas de gobierno, plazas comerciales, etc.

El 53.75% de las personas respondieron que si consumen Pepsi Lata y el 46.25% no lo adquieren.

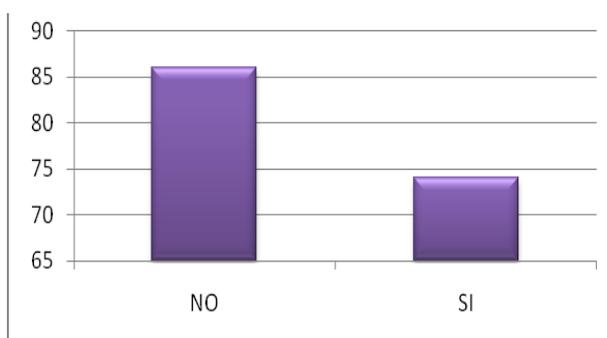


Figura 4. 24 Consumo de Pepsi Lata

Dicho producto es calificado en su mayoría como buen producto (4) como lo mencionaron el 47.10% de los encuestados; seguido de regular (3) con el

29.03%, mal producto (2) con el 7.10%, las categorías muy mal producto (1) y muy buen producto (5) están empatadas con el 4.52%.

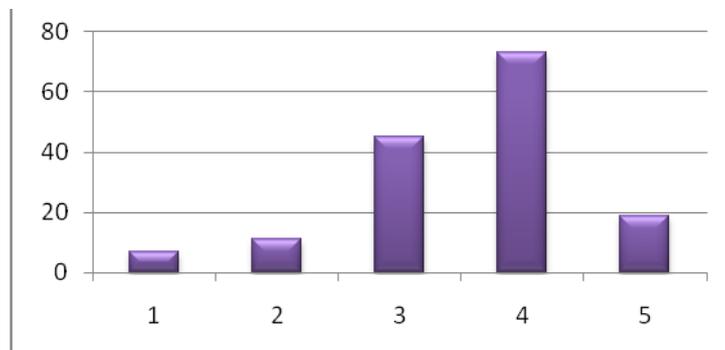


Figura 4. 25 Calificación para Pepsi Lata

En cuanto a la publicidad y promociones para este producto, las personas no se ven influenciadas por ellas, como lo mencionaron el 54.35% de los encuestados; el 45.65% confiesa verse influenciado por la publicidad y promociones al adquirir el producto.

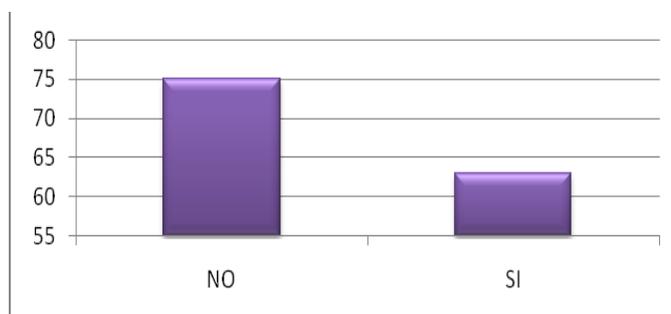


Figura 4. 26 Influencia de la publicidad y promociones

La publicidad y promociones de Pepsi lata fueron calificadas como buenas (4) con el 44.93%, regulares (3) con el 32.61% y muy buenas (5) con 13.04%.

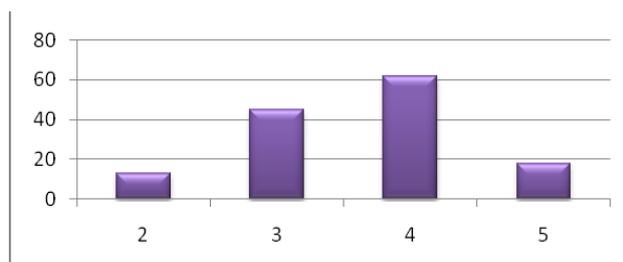


Figura 4. 27 Calificación para la publicidad y promociones

### 4.3.1.2 Entrevista

#### ENTREVISTA A DETALLISTAS

Se realizaron 10 entrevistas a los distribuidores finales de los productos, es decir, a los encargados de tiendas de abarrotes, farmacias y cybers ubicadas en la zona poniente de la ciudad.

Las preguntas a los detallistas tenía como finalidad conocer su punto de vista sobre los factores que influyen en las venta de los productos.

Primeramente se les preguntó cuáles de los productos que la Embotelladora les distribuye, son los más vendidos.

Los productos Pepsi son los de mayor venta. En la gráfica se observa que el producto más vendido es Pepsi de 3L, seguido de otros refrescos de Pepsi, Mirinda y Manzanita Sol de 600ml.

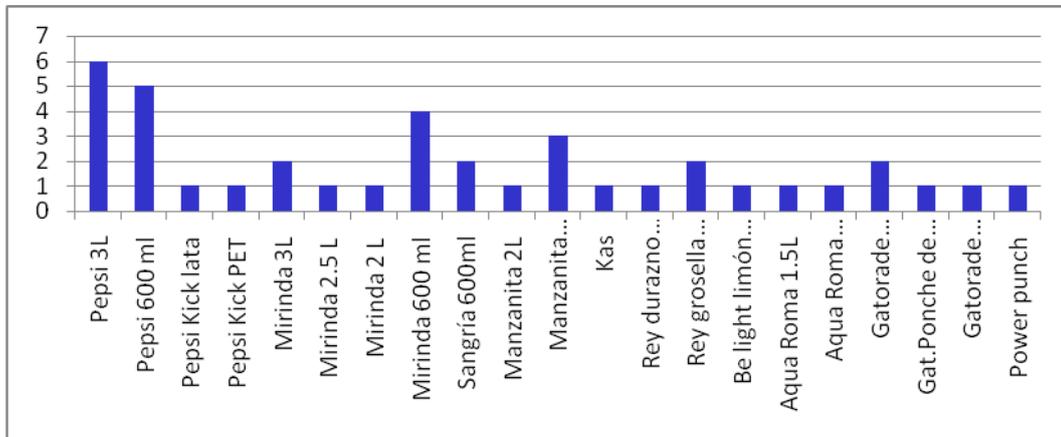


Figura 4. 28 Productos más vendidos según los detallistas

En la siguiente pregunta se les pidió a los entrevistados que indicarán los meses del año en que las ventas eran altas, medias y bajas.

De acuerdo a las respuestas de los encargados de las tienditas el comportamiento de las ventas a lo largo del año es muy variado. Algunas personas se basaban en el clima para indicar la variabilidad de las ventas, otros en los periodos de inicio de clases y periodos vacacionales, otros indicaban que todo el año la venta se mantiene igual.

#### CAPÍTULO 4. Diagnóstico de la Embotelladora

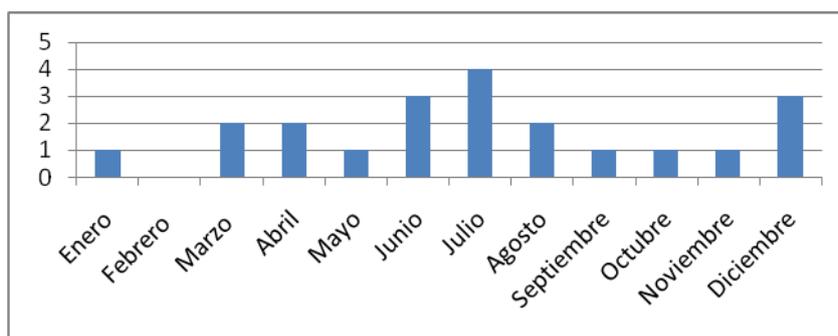


Figura 4. 29 Meses con ventas altas

El mes de julio fue el más mencionado como mes de ventas altas, seguido por diciembre.

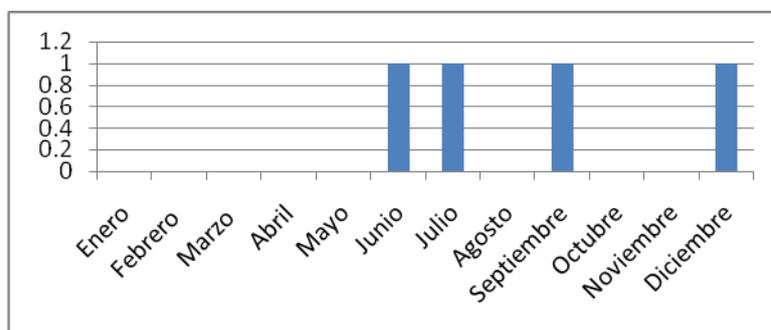


Figura 4. 30 Meses con ventas medias

Indicar los meses con ventas medias fue más complicado para los encuestados, por lo que se mencionaron pocos meses.

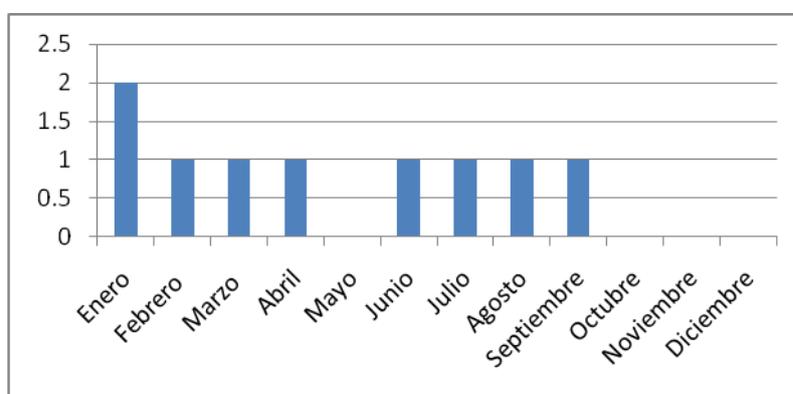


Figura 4. 31 Meses con ventas bajas

Enero fue el único mes que obtuvo dos menciones en cuanto a ventas bajas, los demás meses fueron indicados una sola vez y algunos ninguna.

Se proporcionó a los entrevistados una lista de los posibles factores que afectan la venta de refrescos para que seleccionaran los que a su punto de vista tienen mayor importancia.

Los encargados o dueños de los negocios opinan que el factor que más influye para incrementar las ventas es la publicidad, seguida del precio y las promociones. La temporada y la competencia tuvieron únicamente dos menciones, destaca que la calidad no fue seleccionada.

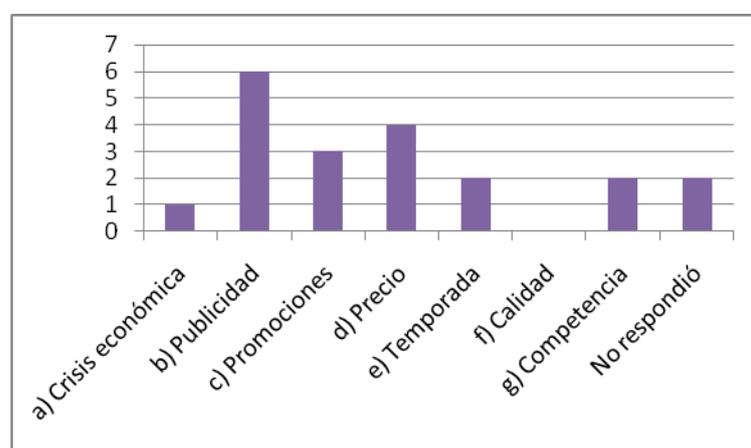


Figura 4. 32 Factores que afectan las ventas

Con las diferentes entrevistas se obtuvieron algunos datos como la frecuencia en que se abastece de producto a los pequeños negocios, que en su mayoría es semanal.

#### ENTREVISTA A PERSONAL DE LA EMPRESA

Se realizaron entrevistas a los trabajadores de la empresa: al director de ventas del territorio Chiapas, jefe de mercados especiales, jefe de autoservicios, encargada de estadísticas, al gerente de logística, al planeador logístico, al jefe de almacén, al almacenista, al director del CEDI Tuxtla y a algunos supervisores de ventas de Tuxtla.

De las entrevistas se recogieron las siguientes ideas:

- El presupuesto de ventas para el siguiente año se determina 4 meses antes de finalizar el año en curso, se consideran los resultados de este año para la proyección. El porcentaje de incremento de ventas depende de la inflación, la estabilidad del país, así como las inversiones en marcas o empaques nuevos. La variación ha rondado alrededor del 6%, que es el incremento de cada mes comparándolo con el año anterior.
- El margen de variación entre las ventas reales y las ventas planeadas es del 3 al 5%, según el Gerente de Ventas del Territorio Chiapas. Su metodología es el análisis de tendencia de las ventas pasadas y la obtención de índices de estacionalidad, para aplicar factores adicionales al mes. Toman en cuenta de 3 a 5 años para la proyección.
- Algunos de los factores que consideran influyen en el aumento o disminución de las ventas son: clima, precio, servicio, competencia, calidad.
- Los productos de mayor demanda son los productos Pepsi, principalmente en su presentación de 3L y 600ml.
- Los productos menos vendidos son H2OH y agua mineral Montebello.
- La temperatura así como la presencia de las lluvias tiene cierto efecto sobre las ventas; en un día seco y caluroso existe mayor consumo de refrescos; si el día es templado o lluvioso las ventas disminuyen en cierto grado.
- En el periodo vacacional de verano las ventas bajan debido a la época de lluvias y la ausencia de clases en las escuelas, que son uno de los principales mercados.

- Los meses con mayor demanda de producto son: diciembre, marzo, abril.
- Los meses con ventas medias son: mayo, junio, septiembre, octubre, noviembre.
- Los meses con menor demanda de producto son: enero, febrero, julio, agosto.
- Cuando hay promociones de producto las ventas aumentan hasta en un 3%, dependiendo de los productos con promociones. Generalmente el corporativo tiene ciertas fechas para el lanzamiento de promociones como el día de San Valentín, día de las madres y navidad.
- Se conoce por experiencia que hay festividades o eventos en las que las ventas aumentan notablemente como la Feria Chiapas, la Feria de San Marcos, Feria de San Roque, las fiestas navideñas, semana santa.
- El día de muertos o fiestas patrias no son eventos en que las ventas incrementen notablemente pero si hay mayor venta que la promedio.
- En los periodos semanales que incluyen quincenas la venta de productos se incrementa.
- Cada día de la semana presenta diferentes promedios de venta, por ejemplo, el lunes es uno de los días de la semana con ventas altas, porque es el día de entrega de productos a las escuelas. El miércoles también es día de ventas altas, porque la empresa ofrece facilidades de pago a sus clientes.
- El precio es un factor que influye en la venta de los productos, pues si éste se mantiene la demanda crece. Si el precio se incrementa las ventas disminuyen hasta en un 7%, si el precio baja se tiene un incremento de hasta el 10%.

- La competencia afecta la venta de los productos en un 5%.
- Según estudios de mercadotecnia, la publicidad aporta hasta un 30% de impacto en las ventas a nivel corporativo. Los medios de publicidad utilizados son TV, radio, prensa, publicidad estática (espectaculares, fachadas) y perifoneo. Pero a nivel local la publicidad beneficia solo en un 1% las ventas.
- Las innovaciones sirven para dar noticias de la marca y a la vez incrementar las ventas, porque atraen la atención del público.
- El lanzamiento de nuevos productos de la marca, afecta las ventas de otros productos de la misma.
- La crisis económica si tuvo cierto efecto sobre las ventas, hubo una caída en las ventas del 2%.

#### **4.3.1.3 Historial de Ventas**

La empresa proporcionó el historial de venta de los productos en forma mensual desde Mayo de 2008 a Septiembre de 2009. Debido a que la planta tiene poco tiempo de funcionamiento no tienen más meses, lo que dificulta la comparación mes a mes de 2008 y 2009.

A continuación se muestran las siguientes gráficas de ventas mensuales de los productos seleccionados para observar el comportamiento de las ventas, que es variado. Para algunos productos se observa cierta tendencia, pero para otros no se identifican ciclos o patrones.

Puede observarse un comportamiento similar para los meses que coinciden de ambos años.

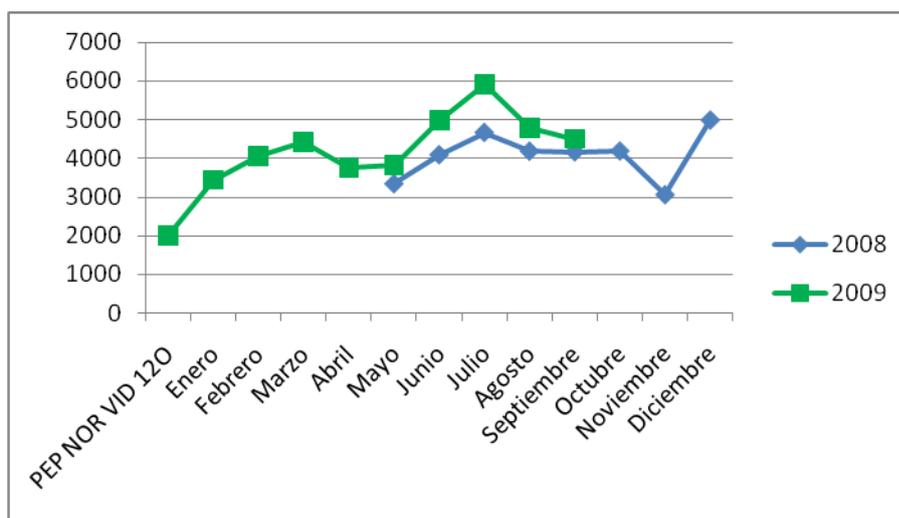


Figura 4. 33 Ventas mensuales de Pepsi Vidrio

El producto presenta un comportamiento a la alza para junio y julio de ambos años, y a la baja para el mes de agosto.

A finales de 2008 el producto va al alta.

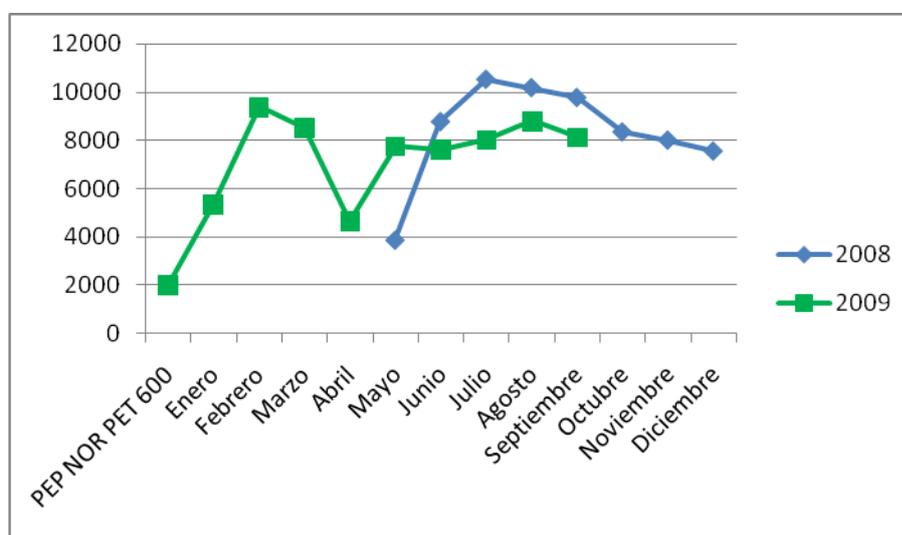


Figura 4. 34 Gráfica de ventas mensuales de Pepsi Pet 600ml

Aunque el comportamiento del producto es variable, se observa un comportamiento similar para los meses de junio y agosto. En los últimos meses del 2008 la tendencia es a la baja.

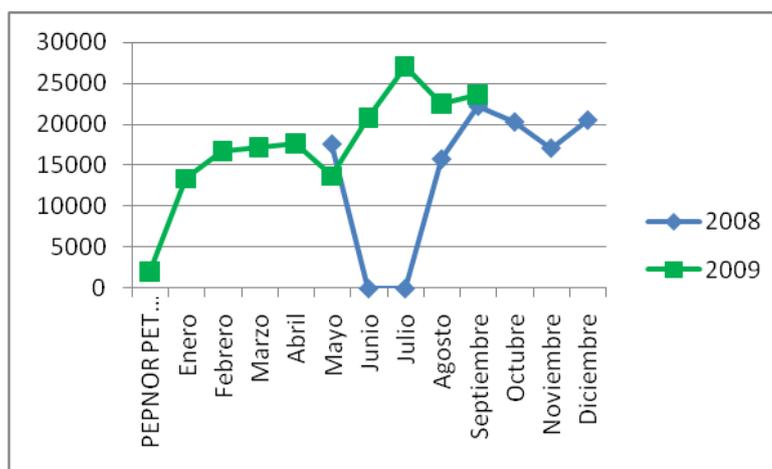


Figura 4. 35 Ventas mensuales Pepsi Pet 3L

El comportamiento de las ventas de Pepsi 3L es muy variado, se dificulta la comparación entre un año y otro. En el año 2009 puede observarse un comportamiento estable de enero a abril, en mayo las ventas decrecen y en julio alcanzan las ventas máximas, disminuyendo para el mes de agosto e incrementándose lentamente para septiembre y octubre.

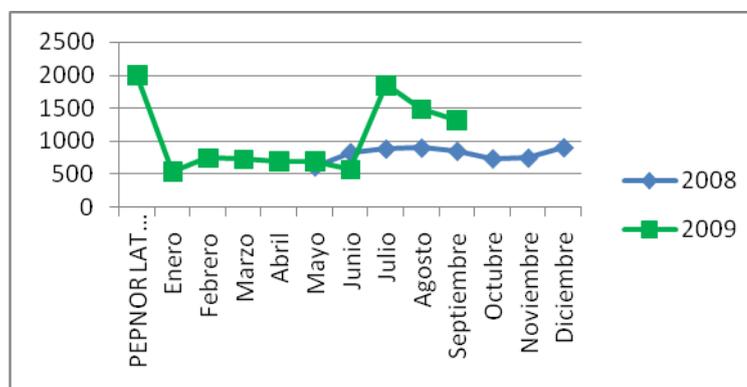


Figura 4. 36 Ventas mensuales Pepsi Lata 355ml

Las ventas de Pepsi Lata no varían en gran medida en 2008, puede observarse un comportamiento estable. Al comparar los meses de 2008 con 2009, se observa gran diferencia. De junio a julio de 2009, las ventas se incrementan y a partir de ese punto comienzan a decrecer.

En los primeros meses de 2009 las ventas se mantienen estables.

El pronóstico que la empresa requiere es semanal, pero únicamente proporcionó 17 periodos para el análisis de datos históricos. Se tienen datos semanales desde el 29 de junio al 25 de octubre, como puede observarse en las siguientes tablas y gráficas:

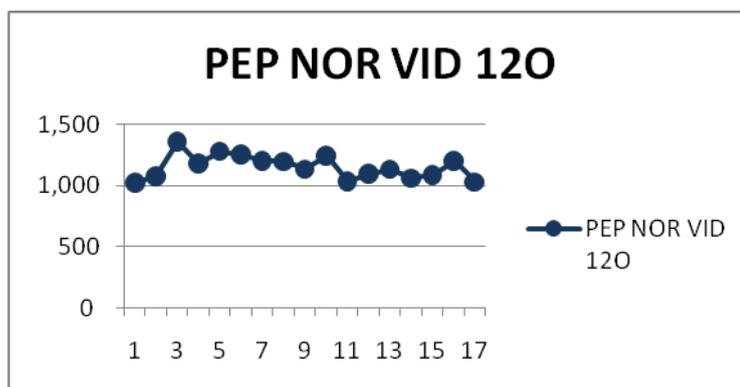


Figura 4. 37 Ventas semanales Pepsi Vidrio

No se observa mayor variación entre las ventas de una semana y otra, salvo algunos picos en la semana 3, 10 y 16.

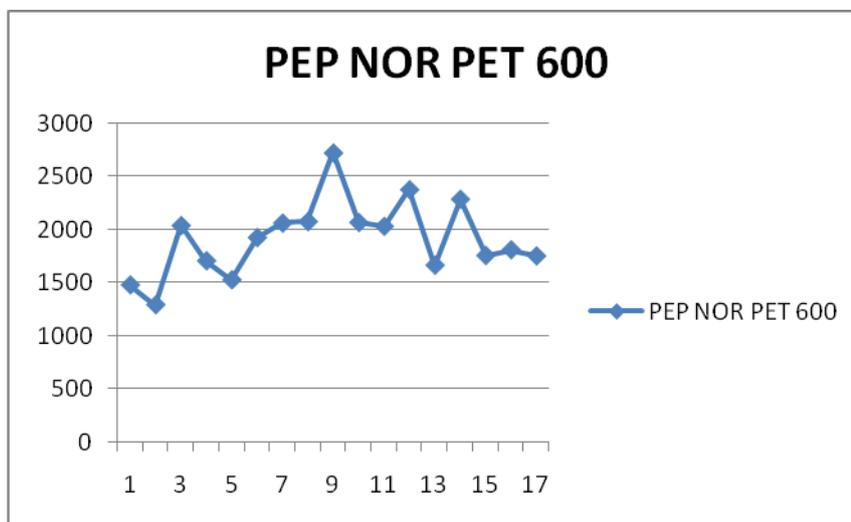


Figura 4. 38 Ventas semanales de Pepsi Pet 600ml

Las ventas del producto muestran algunos ciclos y también pueden observarse picos como el de la semana 9.

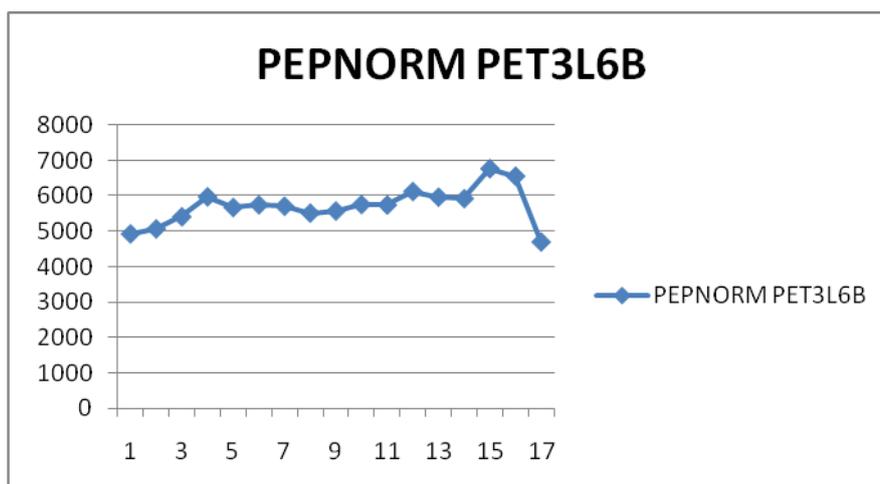


Figura 4. 39 Ventas semanales Pepsi Pet 3L

Las ventas semanales de este producto presentan un ligero incremento en las primeras cuatro semanas consideradas, a partir de ahí conserva una tendencia lineal, hasta la semana 15 donde se elevan las ventas y la semana 16 cuando se van a la baja.

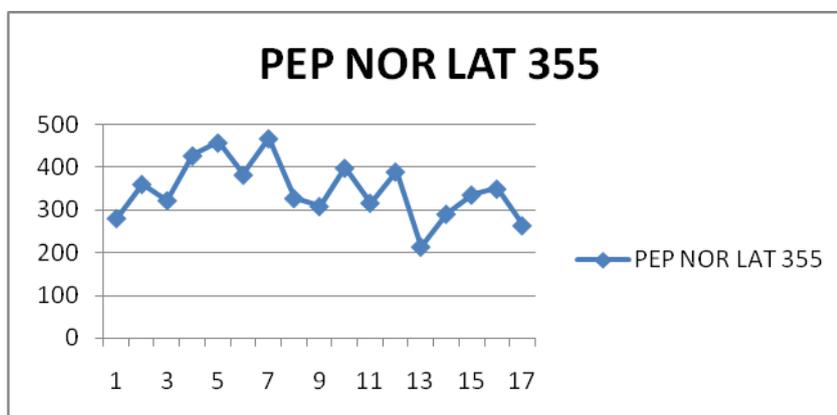


Figura 4. 40 Ventas semanales Pepsi Lata 355 ml

Las ventas del producto muestran ciclos de la semana 1 a la semana 12, en la las venta comienzan a decrecer, manteniéndose así hasta la semana 17.

Los datos analizados en las encuestas, las entrevistas y los datos históricos indican que existen diversos factores que afectan la demanda de productos,

muchos de ellos ya se tenían considerados; sin embargo, no todos tienen el mismo impacto sobre las ventas.

#### 4.3.2 Factores que Afectan la Demanda del Producto

Después de los diferentes análisis se tiene que los factores que influyen directamente en la demanda de refrescos son los siguientes:

- Temperatura
- Temporada de lluvias
- Periodo escolar
- Publicidad
- Promociones
- Precio
- Percepción del producto
- Competencia
- Lanzamiento de productos
- Factores económicos
- Esfuerzo de ventas
- Clientes captados
- Clientes en riesgo
- Clientes perdidos
- Eventos (ferias, informes de gobierno, fiestas patrias, fiestas navideñas).

#### 4.4 Simplificación de los Factores que Afectan la Demanda

Como pudo observarse existen varios factores que afectan la demanda de los productos, pero no todos tienen la misma importancia. Para determinar los factores que impactan en mayor grado la demanda y cuya medición es factible, es necesario realizar un análisis más detallado.

Este se realizó entrevistando nuevamente a los trabajadores de la empresa, para exponerles los factores considerados y opinaran sobre ellos, si los consideraban relevantes o si era posible medirlos.

A la vez se realizaron análisis de correlación entre las ventas históricas y algunos de los factores, para determinar si la relación que mantenían era suficiente para incluirlos como variables del modelo.

Estos dos pasos darían como resultado las variables del modelo difuso, que reflejen de mejor manera el comportamiento del mercado.

#### **4.4.1 Análisis Individual de Cada Paso y los Resultados Obtenidos**

El siguiente análisis extrae la información principal después de aplicar las herramientas de investigación, se realiza una interpretación más amplia de los resultados de la encuesta de percepción; también se pretende encontrar relaciones estadísticas que fundamenten la elección de variables.

##### **1. Análisis de la demanda histórica**

Se analizaron varias comparaciones de la información histórica proporcionada por la empresa, tanto en forma mensual como en forma semanal. Se buscaron secuencias o ciclos en el comportamiento de las ventas de los productos a los que se aplicaría el modelo de pronóstico difuso.

La tendencia de ventas es variable para ciertos productos, y para otros es más regular. Después del análisis de los historiales de ventas se tienen las siguientes observaciones:

- Las ventas mensuales de Pepsi Vidrio se elevaron de enero a marzo; disminuyeron en abril y se mantuvieron así en mayo; en junio se incrementan otra vez, alcanzando las máximas ventas en julio; disminuyen las ventas en agosto y septiembre.
- Las ventas semanales de Pepsi Vidrio mantienen un comportamiento regular, salvo algunos picos.

- Las ventas mensuales de Pepsi 600ml a lo largo de 2009 tienen se incrementaron desde enero a febrero, bajaron en el mes de abril y se elevaron en el mes de mayo manteniendo un comportamiento regular hasta el mes de septiembre.
- Las ventas semanales de Pepsi 600ml presentan variaciones, muestran algunos ciclos. Los mayores incrementos se registran en las últimas semanas de julio.
- Las ventas de Pepsi 3L han tenido un comportamiento irregular porque este producto se lanzó en 2008, poco a poco fue ocupando un lugar en el mercado. A partir de 2009 presenta un comportamiento más estable de febrero a abril; en mayo las ventas disminuyen, elevándose en junio y se obtienen las mayores ventas en julio, en agosto las ventas bajan y se incrementan para el mes de septiembre.
- Las ventas semanales de Pepsi 3L presentan una ligero incremento en las primeras cuatro semanas consideradas, para la 5ta semana conservan una tendencia lineal; en la semana 15 hay una alza en las ventas y en la semana 16 las ventas caen. Esto se atribuye al incremento del precio del producto en la semana 16.
- Las ventas mensuales de Pepsi Lata tuvieron un comportamiento casi lineal de enero a junio de 2009, en julio se incrementan notablemente disminuyendo en el mes de agosto y septiembre.
- Las ventas semanales de Pepsi Lata presentan varios ciclos a lo largo de las 17 semanas analizadas, pero en las últimas semanas las ventas bajan.
- El análisis de correlación entre el clima y las ventas no muestra una relación de dependencia entre éstos.

## 2. Análisis de correlación de las ventas y el clima

De acuerdo a la información aportada por los expertos de la empresa se tiene que uno de los factores que más interviene en las ventas del producto es el clima; si el día es caluroso hay mayor venta pero si el día es lluvioso las ventas disminuyen. Por ello se realizó un análisis de correlación para detectar la relación que mantienen las ventas con los cambios en la temperatura y las ventas promedio de 12 semanas (29 Junio- 20 Septiembre).

La siguiente tabla 4.1 presenta las ventas de 12 semanas de Pepsi PET 600, así como la temperatura promedio máxima de la semana y el número de días que presentaron algún evento.

**Tabla 4. 1**

**Tabla 4. 1** Factores considerando la temperatura máxima promedio

SEMANA	VENTAS	TEMPERATURA	DIAS CON LLUVIA
1	1478	32.57	5
2	1290	32.43	4
3	2039	32.86	1
4	1706	34.14	4
5	1526	33.71	6
6	1925	31.86	3
7	2062	33.14	5
8	2077	32.29	3
9	2725	32	3
10	2068	32.86	1
11	2032	32.71	2
12	2378	33.29	3

De acuerdo al análisis, la correlación de las ventas con las demás variables múltiples es de 62.7% (figura 4.41), es un porcentaje bajo de relación. Lo recomendable es analizar cada variable, en forma individual con las ventas, para determinar el porcentaje de relación directa.

S = 284.586    R-Sq = 62.7%    R-Sq(adj) = 48.8%					
Analysis of Variance					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	3	1090723	363574	4.49	<b>0.040</b>
Residual Error	8	647913	80989		
Total	11	1738636			

**Figura 4. 41** Análisis de relación clima-ventas

Los cuadros 4.42, 4.43, 4.44, 4.45 y 4.46 presentan el porcentaje de correlación al comparar cada variable con las ventas semanales de Pepsi PET 600.

Pearson correlation of  
Semana and Ventas = 0.750  
  
P-Value = 0.005

**Figura 4. 43** Correlación tiempo-  
demanda

Pearson correlation of  
Tem.pro and Ventas = -0.410  
  
P-Value = 0.185

**Figura 4. 42** Correlación temperatura  
promedio-demanda

Pearson correlation of  
Tem.pro and Ventas = -0.261  
  
P-Value = 0.413

**Figura 4. 44** Correlación temp. máxima-  
demanda

Pearson correlation of  
Tem.min and Ventas = -0.291  
  
P-Value = 0.359

**Figura 4. 45** Correlación temp. mínima-  
demanda

Pearson correlation of  
Ventas and no lluvia = 0.494  
  
P-Value = 0.103

**Figura 4. 46** Correlación días no lluviosos-demanda

Como puede observarse los porcentajes de correlación de las ventas con las posibles variables analizadas en forma individual, son bajos, incluso negativos y

de baja confiabilidad. El factor que presenta mayor relación con las ventas es el tiempo.

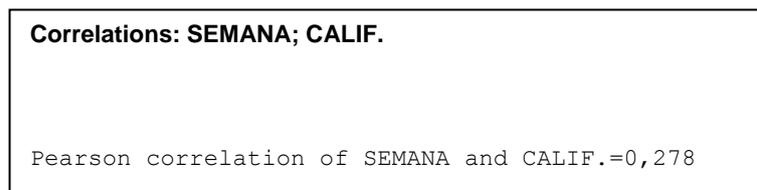
Se utilizó otra metodología para encontrar la relación entre las ventas y el clima, la cual fue asignar calificaciones a las semanas de acuerdo a las características del clima observadas.

Se evaluaron dos parámetros: la sensación de calor y la presencia de lluvias.

La calificación más alta la obtendría la semana con mejores condiciones para incrementar las ventas, que fue el clima caluroso-sin lluvias. La calificación más baja se otorgó a la semana que tuviera clima templado - con lluvias. Las calificaciones para cada semana se muestran en la siguiente tabla 4.2:

**Tabla 4. 2** Relación entre las ventas y la calificación de la semana con base en el clima

SEMANA	VENTAS	CALIFIC.
1	1478	6
2	1290	6
3	2039	7
4	1706	12
5	1526	6
6	1925	7
7	2062	8
8	2077	7
9	2725	7
10	2068	8
11	2032	7
12	2378	11



**Figura 4. 47** Correlación entre las ventas y la calificación de la semana con base en el clima (Minitab14)

El coeficiente de correlación obtenido al considerar las ventas semanales y su calificación con base en el clima es bajo, sin embargo, puede atribuirse a que entre una semana y otra las variaciones del clima son poco significativas.

Al final de este paso se tiene que las evaluaciones estadísticas no indican que el clima afecte las ventas. Pero este factor se considerará debido a que tanto los cuestionarios a clientes, las entrevistas a los expertos así como información de la industria refresquera señalan que el clima es un factor influyente en el aumento o disminución de las ventas.

### **3. Relación del consumo de los productos con la percepción**

En el apartado 4.3.1.2 se muestran los resultados de la encuesta de percepción por pregunta, es importante presentar la relación de los resultados entre algunas preguntas.

#### *PEPSI 600ML*

*¿Consume Pepsi 600ml? ¿Por qué?*

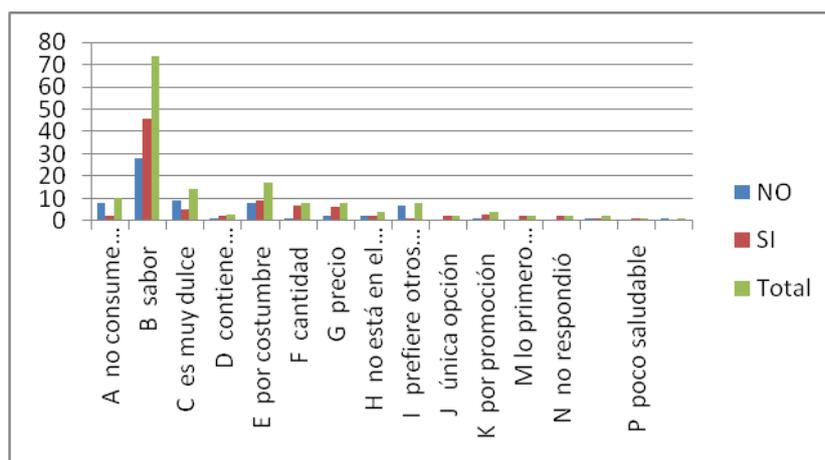
El 57.9% de los encuestados si consume Pepsi 600 ml. y el desgloce de las razones por las que es consumida se encuentran en la tabla 4.3 y de forma grafica en la figura 4.48.

El 50% de los encuestados que consumen Pepsi 600 ml, la consumen por el sabor, el 9.0% por costumbre y el 7.7% por la cantidad.

El 40.6% de las personas que con consumen Pepsi 600ml no la eligen por el sabor, el 13% de las personas que no la consumen afirman que es dulce y el 10.14% prefiere consumir otros refrescos.

**Tabla 4. 3** Consumo de Pepsi 600 ml y porqué lo consume

¿Por qué?	Consumo Pepsi 600ml		Total
	NO	SI	
A no consume refrescos	8	2	10
B sabor	28	46	74
C es muy dulce	9	5	14
D contiene mucho gas	1	2	3
E por costumbre	8	9	17
F cantidad	1	7	8
G precio	2	6	8
H no está en el mercado	2	2	4
I prefiere otros refrescos	7	1	8
J única opción		2	2
K por promoción	1	3	4
M lo primero que ve		2	2
N no respondió		2	2
O por la presentación	1	1	2
P poco saludable		1	1
Q contiene poco gas	1		1
<b>Total</b>	<b>69</b>	<b>91</b>	<b>160</b>



**Figura 4. 48** Consumo Pepsi 600 ml y por qué la consume.

Las promociones parecen no influir en el consumo pues solo el 3.3% de los encuestados que consumen Pepsi 600 ml la eligen por alguna promoción.

*¿Qué calificación le asigna al producto? ¿Por qué?*

En la siguiente pregunta los encuestados le asignaban una calificación del producto, podían catalogarlo como un producto muy bueno hasta un producto muy malo y los resultados fueron los siguientes:

El 8.1% de los encuestados considera que Pepsi 600 ml es muy buen producto, el 46.3% considera que es un buen producto, el 33% de los encuestados considera que es un producto regular y el 11.3% que es un mal producto, el resto de las razones se encuentran en la tabla 4.4 y graficados en la figura 4.49.

**Tabla 4. 4** Calificación asignada a Pepsi 600ml y causas

¿Por qué la calificación?	Calificación					TOTAL
	1.MM	2.M	3.R	4.B	5.MB	
A. Buen producto			2	9	4	15
B. Por el sabor		4	11	23	3	41
C. Muy dulce		3	5	4	1	13
D. Contiene mucho gas			1	1		2
E. Contiene menos gas		1	2	4		7
F. Se mantiene frío				1		1
H. Por el precio			1	4		5
I. Cantidad			3	2		5
J. Mejor que otros refrescos					1	1
K. Poco saludable		2	10	2		14
L. Podría mejorar la presenta.			1	2		3
M. Prefiere otros productos	2	7	7	6		22
N. Única opción			1	1		2
O. No respondió		1	7	12	2	22
P. Por costumbre				1	2	3
Q. No consume refrescos			2	1		3
(en blanco)				1		1
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>18</b>	<b>53</b>	<b>74</b>	<b>13</b>	<b>160</b>

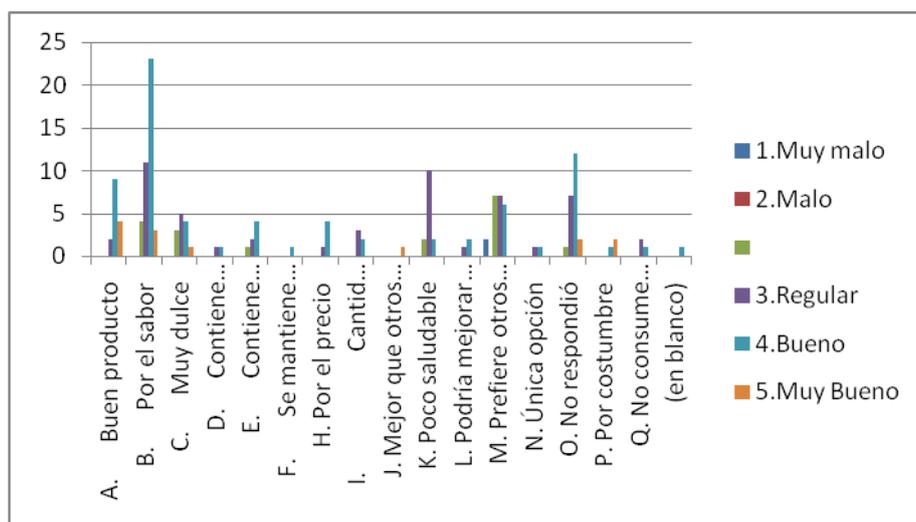


Figura 4. 49 Calificación asignada a Pepsi 600 ml y causas

La razón principal por la cual los encuestados indican que Pepsi 600 ml es un buen producto es por el sabor, pero también es la mayor razón por la que se clasifica como un producto regular. Destaca también que aunque es considerado un producto muy bueno o regular (con 7 y 6 menciones respectivamente) lo califican así porque prefieren otros productos.

También es considerado un producto regular o malo, por ser un refresco y ser dañino para la salud.

### PEPSI PET 3L

¿Consume Pepsi 3L? ¿Por qué?

El 46.9% de los encuestados si consume Pepsi 3L principalmente por el sabor, como lo afirmó el 32% de los consumidores, el 22.75% lo consume por el precio y el 27.7% por la cantidad; el 10.7% menciona consumirlo por costumbre.

El 53.1% de los encuestados no consume Pepsi 3L, el 17.6% de los encuestados no consumen Pepsi 3L o algún otro refresco por cuestiones de salud principalmente.

El 41% de los encuestados no consumen Pepsi 3L por el sabor y el 14.1% por costumbre. Las razones del resto de los encuestados se encuentran en la tabla 4.5 y graficado en la figura 4.50.

Una sola persona indicó comprar el producto por promociones.

Tabla 4. 5 Consumo de Pepsi 3L y por qué la consume

¿Por qué?	¿Consume Pepsi 3L?		Total
	NO	SI	
A no consume refrescos	15		15
B sabor	35	24	59
C es muy dulce	4	1	5
D contiene mucho gas	1		1
E por costumbre	12	8	20
F cantidad	3	17	20
G precio		20	20
H no está en el mercado		1	1
I prefiere otros refrescos	2		2
J única opción	4	1	5
K por promoción	5	1	6
L es más accesibles		1	1
M lo primero que ve		1	1
N no respondió	4		4
<b>Total general</b>	<b>85</b>	<b>75</b>	<b>160</b>

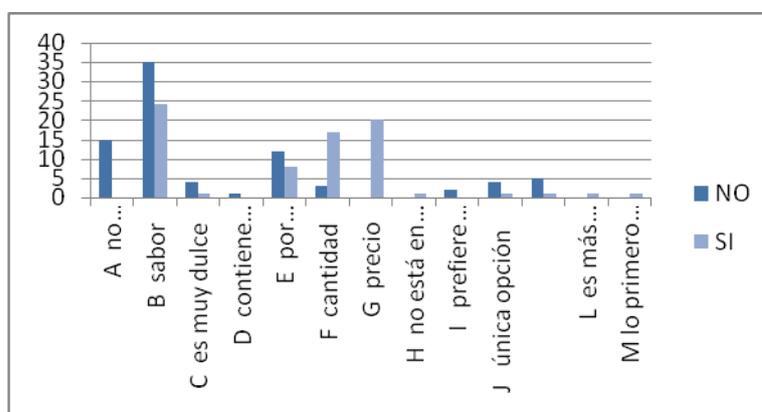


Figura 4. 50 Consumo de Pepsi 3L y por qué la consume

De las 153 personas que respondieron a estas preguntas el 5.9% considera que Pepsi 3L es un producto muy bueno, el 50.3% lo considera bueno, el 35.3% lo considera regular y el 10.5% lo considera malo. (tabla 4.6 y figura 4.51)

La principal razón por la que es considerado un producto muy bueno o bueno es por ser muy dulce. Siendo también la principal causa de ser clasificado como un refresco regular, con un 25.9%; el 12.9% de las personas que lo consideran regular, lo califican así por ser poco saludable y el 16.7% por tener mucho gas.

Algunas de las razones (con bajos porcentajes), por las que lo califican como mal producto están que es un producto poco saludable o que prefieren otros productos.

El 19% de los encuestados lo consideran bueno por la cantidad y el 10% por el precio, estas dos variables van casi de la mano.

*¿Qué calificación le asigna al producto? ¿Por qué?*

**Tabla 4. 6** ¿Qué calificación le asigna a Pepsi 3L? ¿Por qué?

Causa de la calificación	Calificación						Total general
	1.MM	2.M	3.R	4.B	5.MB	(en blanco)	
A. Buen producto		2	5	6			13
B. Por el sabor		2	3	8	1		14
C. Muy dulce		3	14	22	6		45
D. Contiene mucho gas		1	9	3			13
F. Se mantiene frío	1	1	2	1	2		7
G. Mejor calidad				4			4
H. Por el precio			2	8			10
I. Cantidad			3	15			18
J. Mejor que otros refrescos		3	3	4			10
K. Poco saludable		3	7	3			13
M. Prefiere otros productos			4	1		2	7
O. No respondió		1	2	2		1	6
<b>Total general</b>	<b>1</b>	<b>16</b>	<b>54</b>	<b>77</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>160</b>

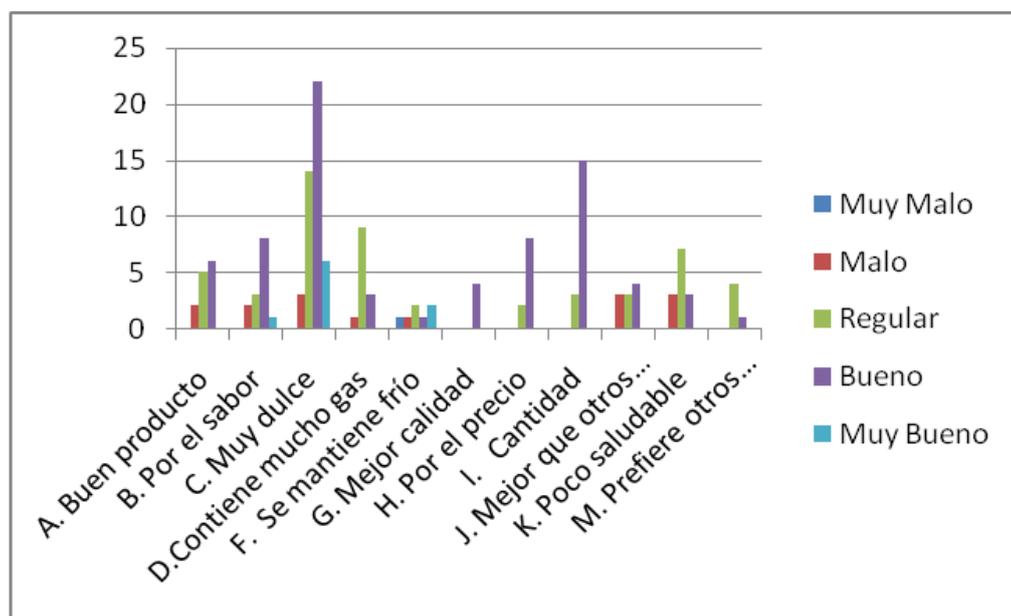


Figura 4. 51 Calificación asignada a Pepsi 3L y por qué

#### PEPSI VIDRIO 12OZ

##### ¿Consume Pepsi 12Oz? ¿Por qué?

El 55% de los encuestados consume Pepsi Vid12oz cuando va a algún restaurante donde se distribuye el producto. El 41% de los encuestados no la consume, el resto de las razones puede ser analizado en la figura 4.52.

La principal razón por la que consumen Pepsi Vidrio es el sabor, otra de las razones mencionadas fue la cantidad como lo dijeron el 17% de los encuestados.

De las personas que no consumen Pepsi vidrio el 18% no lo hace por el sabor, el 21% no consume refrescos y el 20% por la cantidad.

El resto de las causas, así como las calificaciones se encuentran detalladas en la tabla 4.7.

CAPÍTULO 4. Diagnóstico de la Embotelladora

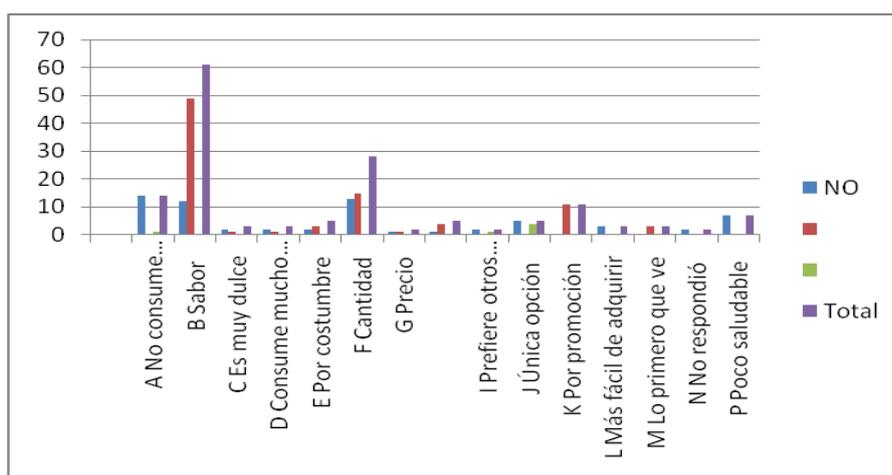


Figura 4. 52 Consumo de Pepsi Vidrio y por qué lo prefieren

¿Qué calificación le asigna al producto? ¿Por qué?

Tabla 4. 7 Calificación de Pepsi Vidrio y causas

CAUSA	CALIFICACIÓN						Total
	1.MM	2.M	3.R	4.B	5.MB	S/R	
A Buen producto	5		1	1			7
B Por el sabor			4	18	3		25
C Muy dulce		5	9	20	12		46
C					1		1
D Contiene mucho gas	1	2	4	2	1		10
E Contiene menos gas			3				3
F Se mantiene frío		2		2	1		5
G Mejor calidad				1	1		2
H Precio			1	4	1		6
I Cantidad			1	1			2
J Mejor que otros refrescos			1	1			2
K Poco saludable	1	5	13	6			25
L Presentación		1		1			2
M Prefiere otros productos		2	1				3
N Única opción		2	2	3			7
O No respondió			3	2	1	6	12
P Por costumbre		1		1			2
<b>Total general</b>	<b>7</b>	<b>20</b>	<b>43</b>	<b>63</b>	<b>21</b>	<b>6</b>	<b>160</b>

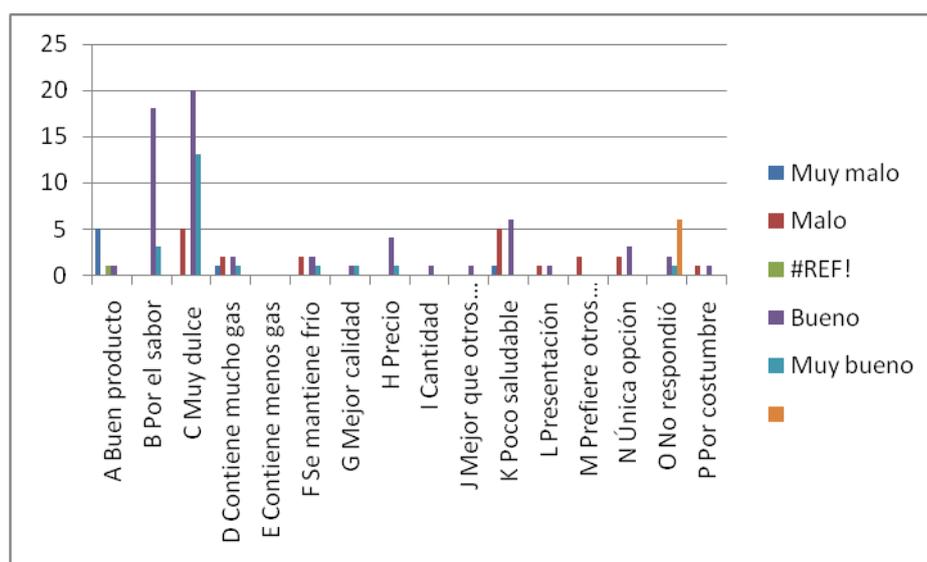


Figura 4. 53 Calificación de Pepsi Vidrio y causas

Del total de personas que respondieron a la pregunta (154 personas) el 41% considera que Pepsi vidrio es un buen producto, el 28% que es un producto regular, el 14% que es un muy buen producto, el 13% que es un mal producto y el 4.5% que es un muy mal producto.

Pepsi vidrio fue clasificada como un buen producto por el sabor como lo dijeron 20 personas. Al 28.5% le parece un buen producto por ser muy dulce. Algunas otras razones mencionadas en pocas ocasiones fueron que se mantiene frío por el tipo de envase, el precio, y que es el único producto a la venta en el establecimiento.

La principal causa por la que lo clasifican como producto regular es por ser poco saludable con un 20% de menciones. Destaca otra vez que el 14% lo califica como muy dulce.

### PEPSI LATA 355 ML

¿Consume Pepsi Lata? ¿Por qué

El 53% de los encuestados no consume Pepsi Lata la razón predominante fue que acostumbran tomar otras bebidas con el 31%, otra causa fue que no les agrada el sabor con un 17%, y el 12% de los encuestados no consume refrescos.

De las 74 personas que si consumen Pepsi Lata, el 55% la eligen por el sabor, el 16% porque acostumbran tomar Pepsi y el 11% por el precio. Otras causas mencionadas (señaladas en la figura 4.54) fueron que es lo único que venden en el lugar de trabajo o es lo primero que ven al entrar a un establecimiento.

*¿Qué calificación le asigna al producto? ¿Por qué?*

Pepsi Lata es considerado un buen producto como lo dicen 73 de los encuestados, que representa el 47%. El 29% la considera un producto regular, el 12% como un muy buen producto y el 7% como malo. (tabla 4.8 y figura 4.55)

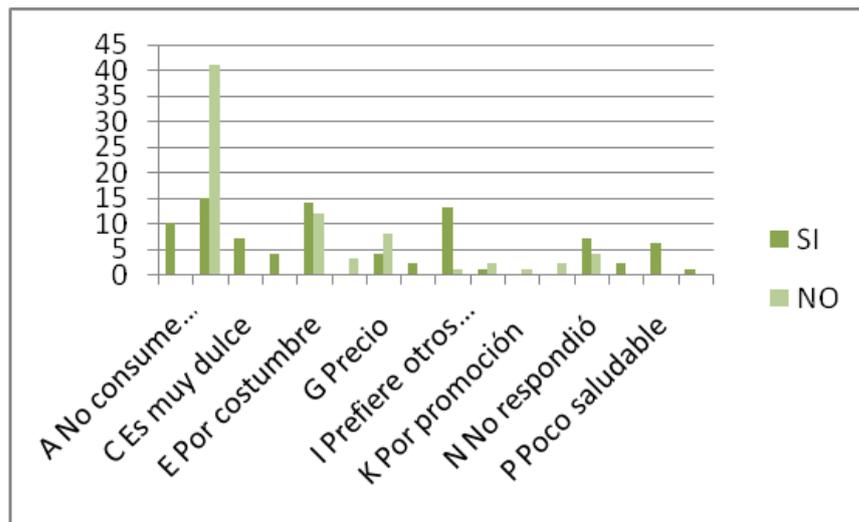


Figura 4. 54 Consumo de Pepsi Lata y por qué la prefieren

La razón principal en la que se basaron los consumidores para calificar el producto es el sabor. Es considerado un producto bueno por el sabor según el 42% de los encuestados y el 52% de los que lo califican como muy bueno dan la misma razón.

Tabla 4. 8 Calificación del producto y causas

Causa	Calificación de Pepsi Lata						Total
	1.MM	2.M	3.R	4.B	5.MB	S/R	
A Buen producto				2			2
B Por el sabor	1	5	9	31	10	1	57
C Muy dulce	1	2	5	2	1		11
D Contiene mucho gas	1	1	1	1			4
E Contiene poco gas			2	1	1		4
F Se mantiene frío				1			1
G Mejor calidad				1			1
H Precio			6	6	2		14
I Cantidad			1	3			4
K Poco saludable			4	6			10
M Prefiere otros prod.	1	2	5	3			11
N Única opción				2	1		3
O No respondió	3	1	3	2	1		10
P Por costumbre			4	7	2		13
Q No consume refrescos			2	1			3
R Promociones			3	4	1	4	12
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>11</b>	<b>45</b>	<b>73</b>	<b>19</b>	<b>5</b>	<b>160</b>

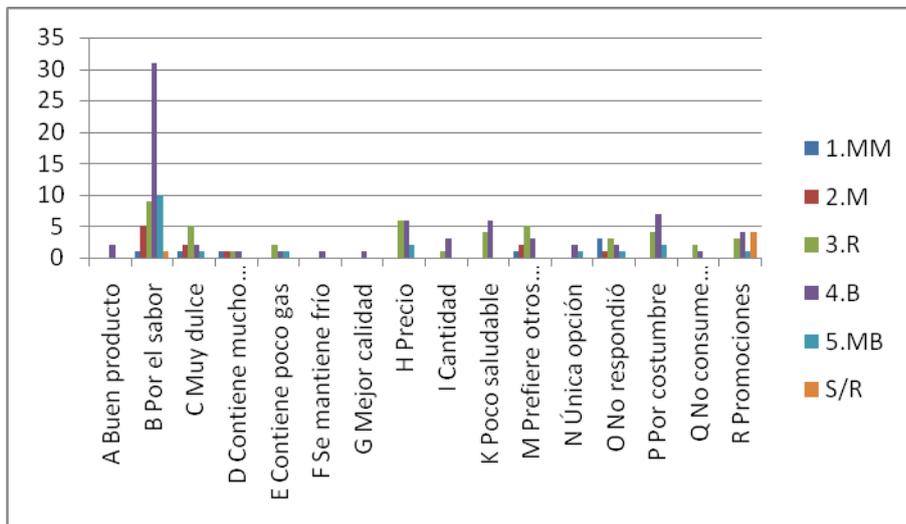


Figura 4. 55 Calificación del producto y causas

#### 4. Relación del consumo de los productos con la publicidad y promociones

Es importante determinar si la publicidad y promociones factores que influyen en la decisión de compra del consumidor.

La publicidad y promociones pueden influir en el consumidor de acuerdo a su percepción. En algunos casos logran captar la atención del consumidor, considerándolas muy buenas o buenas; en otros casos no tiene impacto alguno y los consumidores la califican como buena o regular por ello se hace la relación entre las preguntas: ¿Consume Pepsi?, ¿La publicidad y promociones influyen para que consuma Pepsi? ¿Qué calificación le asigna a la publicidad de la marca?

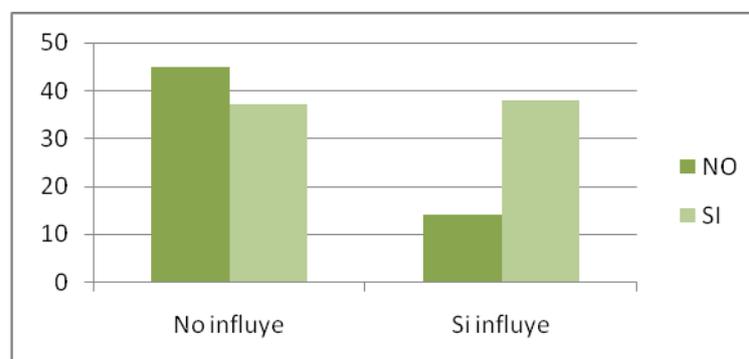
#### PEPSI PET 600 ML

*Relación entre las preguntas: ¿Consume Pepsi 600ml? ¿La publicidad y promociones influyen en la compra del producto?*

**Tabla 4. 9** Relación entre la influencia de la publicidad y promociones, y consumo de Pepsi 600 m

¿Consume Pepsi?	¿La publicidad y promoc.influyen?		Total
	NO	SI	
NO	45	14	59
SI	37	38	75
<b>Total general</b>	<b>82</b>	<b>52</b>	<b>134</b>

I



**Figura 4. 56** Relación entre la influencia de la publicidad y promociones, y consumo de Pepsi 600ml

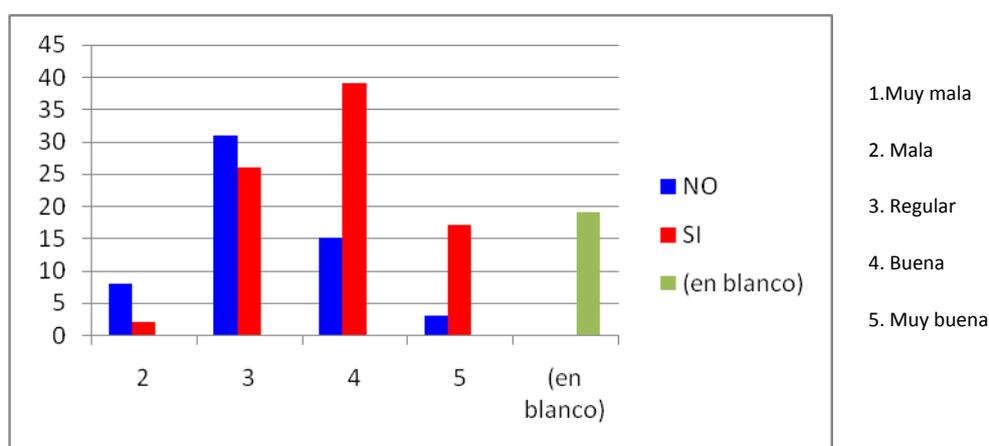
La publicidad y promociones influyen en el 50.7% de las personas que consumen Pepsi 600ml, aunque el porcentaje de personas que la consumen sin que la publicidad influya en ellos va muy a la par, 49.3%. (tabla 4.9)

La publicidad y promociones también influye en el 18.7% de los encuestados que no consumen Pepsi, y el 60% de la población no consumidora de Pepsi tampoco se ve afectada por la publicidad. (Ver figura 4.56)

*Relación entre las preguntas: ¿La publicidad y promociones influyen en la compra del producto? ¿Qué calificación le asigna a la publicidad y a las promociones de Pepsi?*

**Tabla 4. 10** Relación entre la influencia y calificación de la publicidad y promociones de la marca

Calificación	Influencia de la publicidad y promociones			TOTAL
	NO	SI	NR	
2 Malas	8	2		10
3 Regulares	31	26		57
4 Buenas	15	39		54
5 Muy Buenas	3	17		20
No respondieron			19	19
<b>Total general</b>	<b>57</b>	<b>84</b>	<b>19</b>	<b>160</b>



**Figura 4. 57** Relación entre la influencia y calificación de la publicidad y promociones de la marca

De los encuestados que respondieron a la pregunta el 59.6% afirma que la publicidad y promociones del producto influyen en su decisión de compra. De ese 59.6% el 20.2% califica la publicidad como muy buena, el 46.4% la califica como buena y el 30.9% la califica como regular. (tabla 4.10)

De las personas que no se ven influenciadas por la publicidad el 36.9% califica a la publicidad y promociones como regulares y el 17.9% las califica como buenas.(figura 4.57)

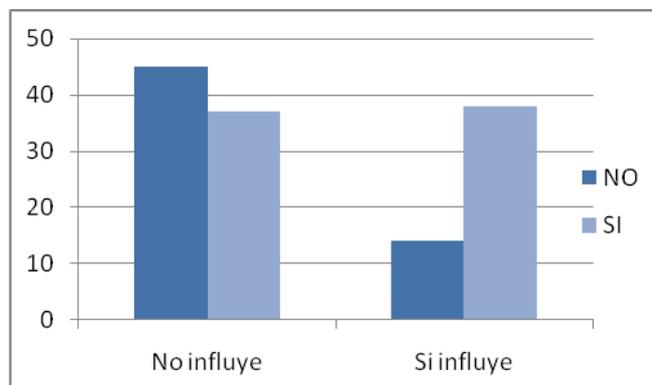
**PEPSI PET 3L**

*Relación entre las preguntas: ¿Consume Pepsi 3L? ¿La publicidad y promociones influyen en la compra del producto?*

**Tabla 4. 11** Relación entre la influencia de la publicidad y promociones, y el consumo de Pepsi 3L

Consume Pepsi 3L	La publicidad influye			Total
	NO	SI	S/R	
NO	45	14	26	85
SI	37	38		75
<b>Total</b>	<b>82</b>	<b>52</b>	<b>26</b>	<b>160</b>

De las 160 personas que respondieron estas preguntas el 55.9% si consume Pepsi y de estas personas el 50% se ve influenciada por la publicidad al comprar.



**Figura 4. 58** Relación entre la influencia de la publicidad y promociones, y el consumo de Pepsi 3L

*Relación entre las preguntas: ¿La publicidad y promociones influyen en la compra del producto? ¿Qué calificación le asigna a la publicidad y a las promociones de Pepsi?*

**Tabla 4. 12** Relación entre la influencia y calificación de la publicidad y promociones de la marca

Calificación a la pub.y promo.	Compra por publicidad o promociones			Total
	NO	SI	s/R	
2 Malas	10	2		12
3 Regulares	38	10		48
4 Buenas	34	33		67
5 Muy buenas		7		7
S/R			26	
<b>Total general</b>	<b>82</b>	<b>52</b>	<b>26</b>	<b>134</b>

134 personas respondieron éstas preguntas, el 38% afirma sí ser influenciado por la publicidad y promociones para consumir el producto, y el 61.1% indican que no influye en su decisión de compra.

La publicidad y promociones son consideradas buenas por el 50% de los encuestados, el 35.8% las considera regulares. Solo el 5.22% las considera muy buenas y el 8.9% las califica como muy malas.

De las personas que si son influenciadas por la publicidad, el 63% las considera buenas y el 19.2% regulares.

El 46% de las personas en las que la publicidad y promociones no influyen en la compra del producto, las consideran regulares y el 41.5% las consideran buenas.

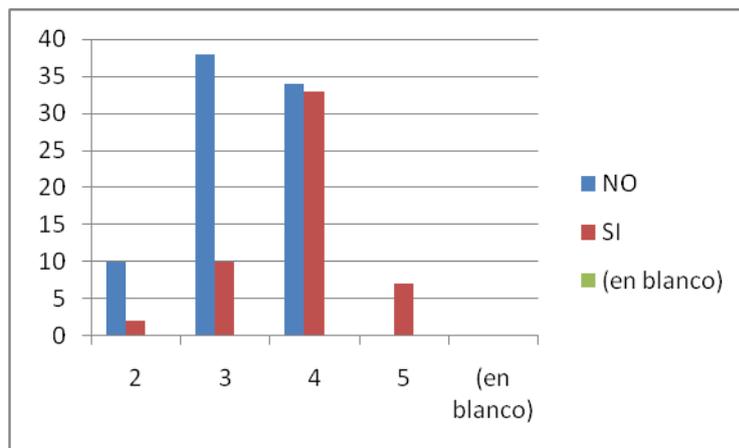


Figura 4. 59 Relación entre la influencia y calificación de la publicidad y promociones de la marca

*PEPSI VID 12OZ*

*Relación entre las preguntas: ¿Consume Pepsi Vid 12Oz? ¿La publicidad y promociones influyen en la compra del producto?*

Tabla 4. 13 Relación del consumo de Pepsi Vidrio, publicidad y promociones

Consume pepsi	La publicidad y promo. influyen			Total
	NO	SI	S/R	
NO	45	12	15	72
SI	41	47		88
<b>Total</b>	<b>86</b>	<b>59</b>	<b>15</b>	<b>160</b>

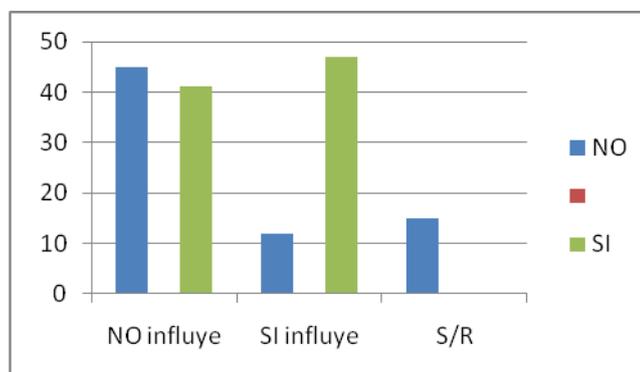


Figura 4. 60 Relación del consumo de Pepsi Vidrio, publicidad y promociones

De las 88 personas que consumen Pepsi, el 53% se ven influenciadas por la publicidad y promociones al comprar el producto.

*Relación entre las preguntas: ¿La publicidad y promociones influyen en la compra del producto? ¿Qué calificación le asigna a la publicidad y a las promociones de Pepsi?*

De las 145 personas que respondieron esta pregunta el 60% no es influenciado por la publicidad y/o promociones al comprar el producto, y el 50% considera a la publicidad y promociones de la marca como regulares; el 32.5% considera que son buenas, el 15% que son malas y solo el 2.32% las considera muy buenas.

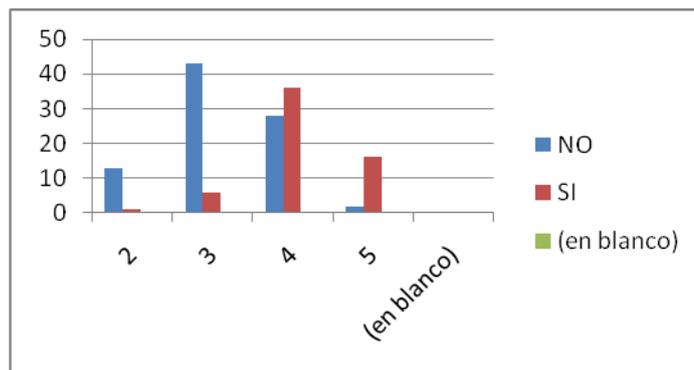


Figura 4. 61 Relación de la influencia y calificación de la publicidad y promociones de la marca

De las 59 personas (40%) en las cuales la publicidad y promociones si influyen, el 61% las califica como buenas, el 24% como muy buenas y el 10% como regulares.

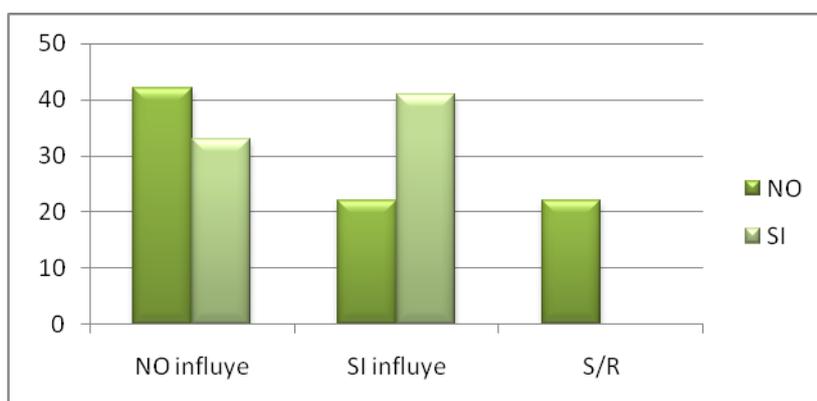
#### PEPSI LATA 355 ML

*Relación entre las preguntas: ¿Consume Pepsi Lata? ¿La publicidad y promociones influyen en la compra del producto?*

**Tabla 4. 14** Relación entre el consumo de Pepsi Lata y la influencia de la publicidad y promociones

Consumo Pepsi Lata	La publicidad y promoc. influyen			Total
	NO	SI	S/R	
NO	42	22	22	86
SI	33	41		74
<b>Total</b>	<b>75</b>	<b>63</b>	<b>22</b>	<b>160</b>

De las 74 personas que consumen Pepsi Lata el 55% es influenciado por la publicidad y promociones al adquirir el producto.



**Figura 4. 62** Relación entre el consumo de Pepsi Lata y la influencia de la publicidad y promociones

*Relación entre las preguntas: ¿La publicidad y promociones influyen en la compra del producto? ¿Qué calificación le asigna a la publicidad y a las promociones de Pepsi?*

**Tabla 4. 15** Relación entre la calificación y la influencia de la publicidad y promociones

Calificación	La Publicidad y promociones influye en su compra		Total
	NO	SI	
2 Malas	12	1	13
3 Regulares	32	13	45
4 Buenas	29	33	62
5 Muy buenas	2	16	18
	<b>75</b>	<b>63</b>	<b>138</b>

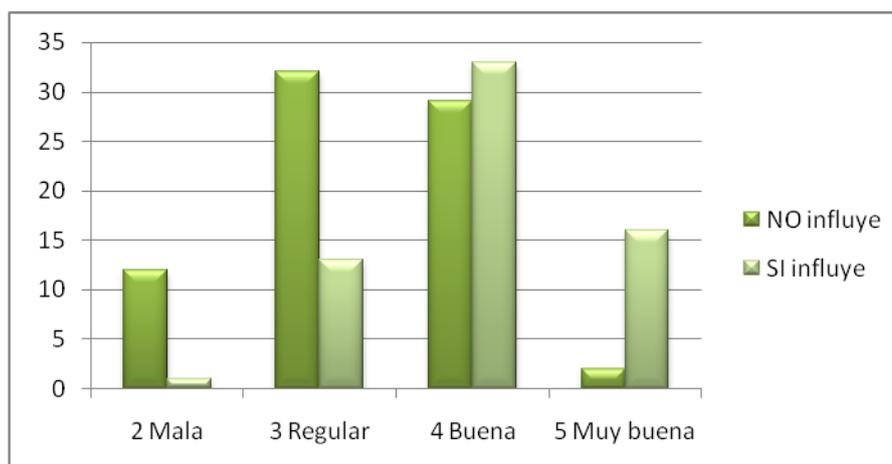


Figura 4. 63 Relación entre la calificación y la influencia de la publicidad y promociones

La publicidad y promociones no son considerados factores que influyan para la adquisición del producto, según el 54% de los encuestados; el 43% de las personas en las que la publicidad y promociones no influyen, la califican como regulares, el 39% como buena y el 16% como malas.

De las 63 personas que relacionan la publicidad y promociones con la adquisición de Pepsi lata, el 52% las considera buenas, el 25% como muy buenas y el 20% como regulares.

## 5. Resultados del análisis individual de variables

- No se identifica una relación estadística entre el comportamiento de las ventas de los productos y la temperatura o presencia de lluvias.
- Los intermediarios y trabajadores de la empresa indican que el clima afecta o beneficia el comportamiento de la demanda.
- La principal causa por la que los encuestados consumen Pepsi es el sabor.
- Los encuestados que no consumen Pepsi señalan como principal razón el sabor.
- La característica que más destaca en el sabor de los refrescos Pepsi es el sabor dulce.

- Otras de las razones por las que los encuestados consumen Pepsi es por costumbre.
- Los productos Pepsi son calificados como buenos productos, principalmente por su sabor.
- Las personas que califican los productos Pepsi como regulares se basan también en el sabor y en que prefieren otros productos.
- En pocas ocasiones, los productos Pepsi fueron calificados como malos, la causa principal fue que son refrescos y que su consumo deteriora la salud.
- Destaca que un porcentaje alto de no consumidores de Pepsi califican a los productos como buenos o como regulares.
- Pepsi PET 600 obtuvo el porcentaje más alto de consumo en los resultados de la encuesta.
- El 50% de las personas encuestadas respondieron que la publicidad y promociones influyen para que consuman el producto.
- El levantamiento de la encuesta, se realizó durante la campaña publicitaria “Junta Dos”, que aplicaba a productos de 600ml y 3L.
- La Pepsi 3L además de ser consumida por el sabor, es consumida por el precio y la cantidad de producto. Éstas son las mismas razones por las que lo consideran un buen producto.
- De los cuatro productos de interés Pepsi Vidrio fue el que obtuvo el mayor porcentaje en la categoría Muy buen producto.
- Pepsi Vidrio también es consumida por el sabor, comentan que el tipo de envase conserva mejor el sabor y el gas se escapa menos.

- Pepsi Vidrio también es adquirida por el precio.
- Las promociones y publicidad no influyen en la adquisición de Pepsi Vidrio, debido a que no existen promociones para este producto, su consumo se asegura porque la Embotelladora tiene convenios en los establecimientos de venta de alimentos, para que no permitan la entrada de productos de otras marcas refresqueras.
- Pepsi Lata tuvo menor porcentaje de aceptación que los demás productos analizados, los encuestados preferían otros productos en la presentación de lata.
- La principal razón tanto para que compren como para que no lo hagan es el sabor.
- Otras causas por las que mencionan consumir Pepsi Lata es por el precio, porque es lo único venden cerca de su lugar de trabajo.

#### **6. Observaciones y resultados de encuestas a consumidores finales, detallistas y personal de la empresa**

- Después de revisar los resultados de las encuestas, entrevistas e historial de ventas se confirma que los productos más demandados son: Pepsi PET600ml, Pepsi PET 3L, Pepsi VID 12OZ, Pepsi Lata.
- Con base en los resultados de la primera encuesta se tiene que: el 45% de los encuestados prefieren el producto por el sabor, el 21% por el precio, el 19% por la cantidad de producto, el 6% por promociones y el porcentaje restante lo consume por costumbre o porque es el único producto que venden en el lugar de trabajo.

- Para los trabajadores de la empresa entre los factores que más influye en la demanda de los productos están: el clima y los eventos en los que la empresa tiene cobertura. También juegan un papel importante la publicidad, promociones y la innovación, que además de incrementar las ventas tienen como objetivo incrementar la presencia de la marca.
- Los encargados de los negocios opinan que la publicidad, precios y promociones son los que tienen mayor influencia en las ventas; la temporada no es considerada un factor preponderante, pues consideran que sus ventas varían poco a lo largo del año. Pero algunos sí indican que en ciertas festividades las ventas se incrementan. Tampoco consideran como factores importantes a la calidad y competencia.
- De acuerdo a la primera encuesta a consumidores finales, el 41.5% de los encuestados tiene un consumo regular todo el año, no identifica un periodo en que su consumo incremente.
- En la primera encuesta se obtiene que el 47% de los encuestados ha comprado productos Pepsi por alguna promoción, mientras el 43% no se deja influir por ellas.
- Los expertos en ventas de la empresa señalan que cuando hay promociones las ventas aumentan hasta en un 3%, pero depende de los productos que tengan promociones.
- Según estudios de mercado, la publicidad aporta hasta un 30% de impacto en las ventas a nivel corporativo; pero a nivel local la publicidad beneficia solo en un 1% las ventas. Los medios de publicidad utilizados son TV, radio, prensa, publicidad estática y perifoneo.
- El precio aparentemente es un factor que influye en el comportamiento de la demanda, los resultados de la primera encuesta indican que el 21% de los

encuestados adquiere los productos Pepsi por el precio. La mayoría de los encuestados considera que el precio es adecuado (81%), 5% señala que es bajo y también un 5% que es alto.

- Los expertos en ventas afirman que si el precio se mantiene la demanda crece, si disminuye las ventas se incrementan hasta en un 10% y si incrementa las ventas disminuyen hasta en un 7%.
- A los quince días del mes de octubre se incrementó el precio de Pepsi 3L de \$15.00 a \$16.00, en las semanas previas al alza del precio las ventas eran altas, incrementando notablemente en la segunda semana del mes. En las últimas semanas de octubre y las primeras de noviembre las ventas del producto disminuyeron, se identifican dos factores: el incremento de precio, y la situación climatológica.
- A nivel nacional la crisis económica tuvo un efecto negativo en la industria refresquera. Los expertos de la empresa señalan que en la situación más crítica las ventas cayeron en un 2%; al encuestar a los consumidores del producto el 62% indica que su consumo no fue afectado por la crisis y el 38% que sí.
- La principal razón por la que los consumidores prefieren Pepsi es el sabor.

#### **4.4.2 Criterios Tomados para la Selección de los Factores que Determinan la Demanda**

El modelo difuso de ajuste para la demanda, debe incluir aquellas variables que realmente la afecten; y que además, puedan medirse. Después de los diferentes análisis, se descartaron los factores de menor importancia.

### CLIMA

A pesar de no haberse obtenido una base estadística suficiente al relacionar el comportamiento de las ventas con el clima, los expertos indican que las ventas varían de acuerdo a la temperatura y la presencia de lluvia. Si el día es caluroso las ventas se incrementan; si el clima es templado o lluvioso, las ventas bajan. Esto pudo observarse en las primeras semanas del mes de noviembre, la demanda disminuyó durante los días templados, temperaturas menores y la presencia de lloviznas. Por lo anterior, el clima será considerado en el modelo difuso para el ajuste de la demanda.

### EVENTOS

Este fue uno de los factores mencionados por los expertos en ventas de la empresa. De hecho, es tomado en cuenta en el actual método de pronóstico de ventas de los CEDIS. Si se tienen eventos confirmados en los que Pepsi tenga cobertura, el pronóstico obtenido se ajusta.

También mencionaron que en eventos como la Feria Chiapas, Feria de San Marcos, Navidad y Año Nuevo, las ventas se incrementan.

Al analizar las ventas mensuales se observa que en el mes de diciembre, a pesar de que no se cuenta con un clima favorable para la venta de refrescos, existe un incremento en la venta de los productos; esto se atribuye a las festividades navideñas. Por lo tanto, los diferentes eventos también intervendrán en el modelo difuso.

### PERCEPCIÓN

La principal razón por la que los consumidores de productos PEPSI los eligen es el sabor y con base en ello los califican como buenos productos. Sin embargo, la percepción no será considerada como variable, pues no se espera que haya cambios significativos en ella durante un largo periodo.

Además la dificultad para medirla es alta, y los directivos de la empresa señalan que requieren un método sencillo para que sea utilizado.

### **CALIDAD**

Este punto se refiere a la percepción que tiene el cliente de la calidad de los productos, que en general fueron calificados como buenos. Sin embargo, no fue uno de los factores más importantes para los detallistas, ni para los consumidores. Es por ello que no se considerará en el modelo difuso.

De acuerdo a las normas de calidad establecidas por el Corporativo GEUSA y con las que la empresa debe cumplir, la calidad de los productos no debe variar.

### **PUBLICIDAD**

La publicidad de los productos PEPSI a nivel corporativo impacta al consumidor, principalmente por los comerciales televisivos. Sin embargo, a nivel local, la publicidad no incrementa en gran medida la venta de productos. Pero si tiene cierta influencia en la decisión de compra del consumidor, en general, la percepción de la publicidad es buena.

Durante la última campaña publicitaria de la empresa, los productos publicitados muestran incremento en las ventas. Es por ello que la publicidad será un factor a incluir en el modelo.

### **PROMOCIONES**

El Corporativo GEUSA presenta promociones continuas en diferentes productos. Este es uno de los factores que más atrae la atención del cliente, ya sea para los compradores detallistas o para los clientes finales.

En el caso de autoservicios la existencia de promociones asegura las ventas, incluso al presentarse clima desfavorable.

Las promociones también influyen en la decisión de compra de los consumidores, que las califican como buenas.

### **PRECIO**

En la mayoría de los productos el precio es uno de los factores de mayor importancia para las ventas, si el precio se mantiene las ventas tienden a crecer; si el precio aumenta las ventas disminuyen. El precio de los productos Pepsi es considerado adecuado, pero si éste varía las ventas también lo hacen.

En el caso de aumento de precio, días antes del incremento las ventas se elevan notablemente, posteriormente bajan hasta que se estabilizan nuevamente.

### **PERIODO ESCOLAR**

Este factor debe tomarse en cuenta en el modelo, ya que refleja un segmento de mercado importante para algunos de los productos Pepsi (Pet 600 ml). La empresa clasifica a los estudiantes como consumidores cautivos, al tener exclusividad de venta en diversas primarias, secundarias, bachilleratos y universidades.

En periodos vacacionales las ventas bajan por la ausencia de clases; en periodos normales de clases las ventas suben y se mantienen, hasta que aparece nuevamente algún periodo vacacional.

### **COMPETENCIA**

La competencia no se tomará en cuenta en el modelo como factor determinante. Si bien, juega un papel importante, su medición es difícil. Además, los productos Pepsi ya tienen cierto mercado ganado, que no se ve afectado en gran medida por la competencia.

El factor competencia se considerará al evaluar el lanzamiento de nuevos productos o presentaciones.

### **LANZAMIENTO DE PRODUCTOS**

El Corporativo GEUSA en forma constante lanza nuevos productos al mercado, ya sea en el contenido o en la presentación. La intención es recordar la marca, hacerla presente para llamar la atención de los consumidores.

En forma general, la venta de los productos si aumenta; pero al evaluar el producto lanzado, éste puede afectar las ventas de los productos ya existentes en el mercado.

En el modelo difuso este factor indicará si los productos o presentaciones nuevas competirán o no con los productos base.

### **FACTORES ECONÓMICOS**

Este punto refleja la situación económica del país, en estos dos últimos años la crisis económica se agudizó. Los indicadores económicos señalan que la demanda de la industria refresquera se vio afectada. Sin embargo, la mayoría de los encuestados respondió que su consumo de refrescos Pepsi no fue afectado por la crisis.

Los ejecutivos también indican que la crisis económica afectó en forma global a todas las industrias, pero que realmente las ventas no disminuyeron en el periodo de crisis, su tendencia fue hacia arriba. Como consecuencia, se descarta la situación económica como variable del modelo.

### **ESFUERZO DE VENTAS**

Este concepto se refiere a la labor del área de ventas, que con base en la metodología UNE (Unidad de Negocios) debe plantearse objetivos diarios, semanales y mensuales para incrementar la venta de productos. Para ello cuentan con indicadores que les marcan los porcentajes alcanzados y los que les hacen falta en diferentes categorías.

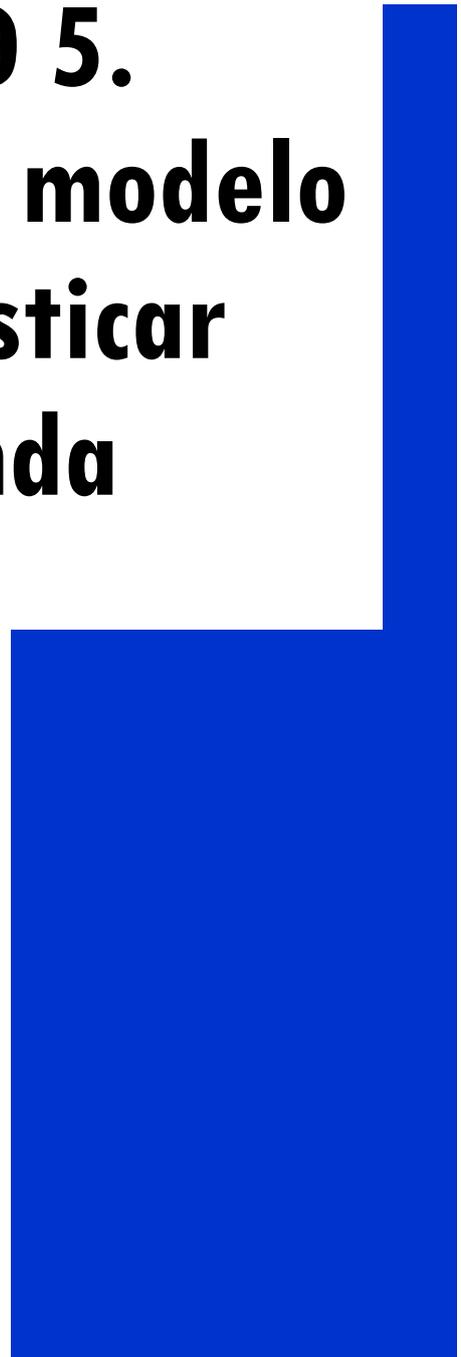
Las categorías que más se relacionan con las ventas son: clientes captados, clientes en riesgo y clientes perdidos; así como su capacidad de compra.

Los clientes captados son aquellos que se agregan a la cartera de clientes; los clientes en riesgo son los negocios, que han dejado de adquirir productos Pepsi por dos meses; y los clientes perdidos son aquellos que no han comprado producto por más de 3 meses, que han terminado el contrato, o que se cambiaron de domicilio y no reportaron.

Aunque esta variable se relaciona ampliamente con el comportamiento de la demanda, no se tomará en cuenta, pues los datos no son confiables. Si bien, existen estimados de posibles clientes a captar, clientes en riesgo y clientes perdidos; éstos presentan incertidumbre.



**CAPÍTULO 5.**  
**Desarrollo del modelo**  
**para pronosticar**  
**la demanda**



## 5.1 Proceso General de Obtención del Pronóstico de la Demanda Ajustada

Con el modelo difuso a desarrollar se pretende realizar un ajuste al pronóstico de demanda, obtenido mediante la regresión lineal; tal demanda debe ser más acorde al comportamiento del mercado. La figura 5.1 muestra los principales elementos del modelo difuso.

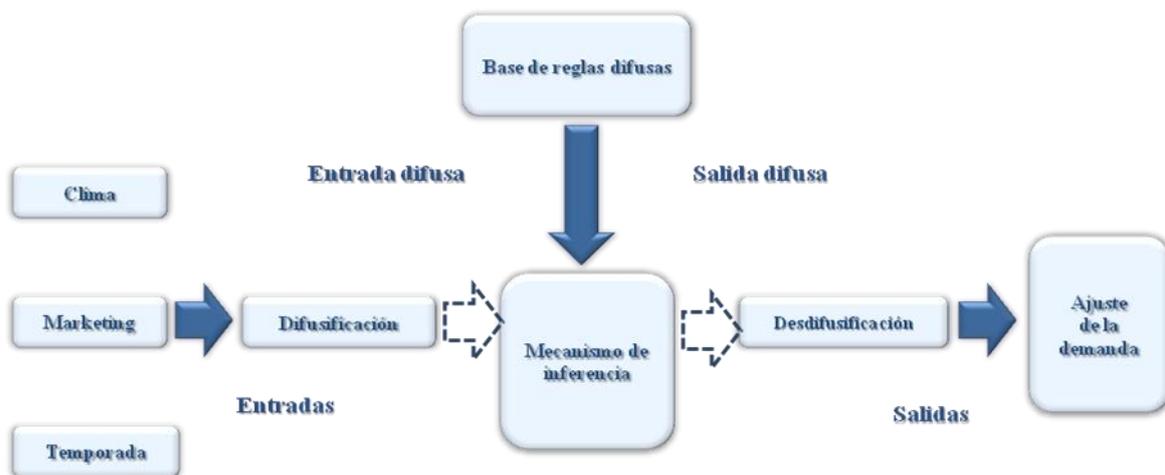


Figura 5. 1 Elementos principales del modelo difuso

A continuación se describe el procedimiento para aplicar lógica difusa en el modelo propuesto. Tal procedimiento se muestra en la figura 5.2

1. Obtener el pronóstico de la demanda aplicando regresión lineal móvil. Utilizando siempre doce períodos base para calcular el pronóstico.
2. Definir los parámetros de las variables lingüísticas: Teniendo definidas las tres variables lingüísticas de entrada, con sus conjuntos difusos y funciones de pertenencia, se establecen los parámetros para el período analizado.
3. Determinar los valores de entrada y realizar la difusificación. Convertir los valores de entrada a datos difusos, representando así el grado de pertenencia a los conjuntos difusos.

4. Verificar la validez de las reglas difusas. Evaluar, con ayuda de los expertos, la validez de la base de reglas difusas (27 reglas) para el escenario de la empresa. Si el conjunto de reglas es válido avanzar al siguiente paso; de lo contrario, redefinir la base de reglas.

5. Redefinir las reglas. En caso de que la base de reglas difusas no sea representativa del entorno de la empresa, las reglas deben ser redefinidas. En este proceso deben considerarse todas las combinaciones entre las variables lingüísticas y su relación con el conjunto difuso de la variable de salida. Posteriormente, debe evaluarse la validez de la nueva base de reglas.

6. Aplicar el proceso de inferencia. El sistema de inferencia difuso utilizado es el de Mamdani, y se utiliza el criterio Máximo – Mínimo. La variable de salida está formado por cinco conjuntos difusos.

7. Realizar la desdifusificación. La desdifusificación es la conversión de los valores difusos en valores interpretables por el usuario, es decir, que puedan relacionarse con la realidad. Para la desdifusificación se utilizará el método del centro geométrico.

8. Pronóstico de la demanda ajustada. Ya que se ha desdifusificado el valor de salida, se tiene el porcentaje que multiplica al pronóstico obtenido mediante regresión lineal. Así se obtiene el ajuste del pronóstico de la demanda, que disminuye, mantiene o incrementa la demanda, de acuerdo al comportamiento del mercado.

## **5.2 Definición de las Variables Lingüísticas**

La lógica difusa trabaja con vaguedad e incertidumbre, por ello se basa en expresiones lingüísticas en la representación de conjuntos. Utiliza palabras o frases comunes para describir atributos.

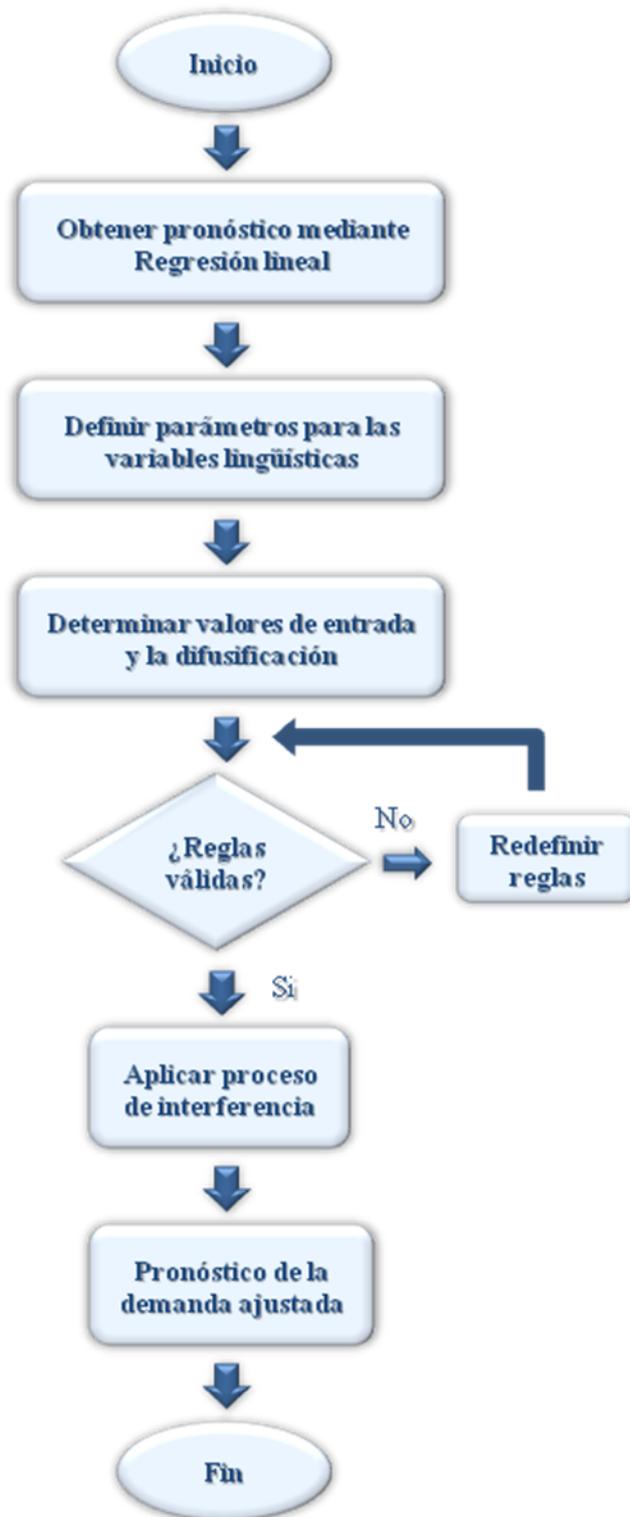


Figura 5. 2 Procedimiento de aplicación de lógica difusa

Una variable lingüística es una etiqueta que describe el estado de un objeto o fenómeno difícil de definir, permite comprimir información y traslada conceptos lingüísticos a descripciones numéricas.

Cada valor que puede tomar una variable se representa por un conjunto difuso con función de pertenencia, éstos pueden ser: triangulares, trapezoidales, campanas de Gauss o definidos por el usuario.

### **5.2.1 Variables de Entrada**

La lógica difusa se utiliza para tomar decisiones a partir de datos inciertos que se representan a través de variables. Por lo tanto, para poder determinar los ajustes a la demanda mediante la utilización de lógica difusa, es necesario elegir las variables que están relacionadas con el comportamiento de la demanda. Tales variables se describen a continuación:

#### **CLIMA**

El clima como variable lingüística es la expresión que se refiere al comportamiento de la temperatura y al número de lluvias que se presenta. Éstos alteran la demanda de los productos de manera positiva o negativa.

Se incorporan también los índices de estacionalidad mensual de temperaturas presentadas en años anteriores (2007-2009).

En esta variable se consideran tres casos, y cada uno de estos casos define a un conjunto difuso:

**Clima Frio:** Periodo en el cual se considera que existirá una disminución de la demanda debido al descenso de la temperatura, que puede oscilar entre 14° y 20°C; y al mes en el que se encuentre la semana a pronosticar. El conjunto difuso es frío.

**Clima Templado:** Periodo en el cual se supone no existirán cambios significativos de la demanda debido al clima del periodo analizado. Este conjunto difuso incluye temperaturas que oscilan entre los 20° y 30° C; también pueden presentarse lluvias. El conjunto difuso es templado.

**Clima Cálido:** Periodo en el cual se estima existirá un incremento de la demanda, debido a las altas temperaturas y escasa presencia de lluvias. La temperatura será mayor a 30°C. El conjunto difuso es cálido.

En la figura 5.1 se presentan los conjuntos difusos de la variable *clima*. Como se observa en la figura, si *Clima* es igual a A' se considera que el conjunto difuso es Frío con un grado de pertenencia de uno.

Cuando *clima* se encuentra entre A' y B', se pertenece al mismo tiempo al conjunto Frío y al conjunto Templado, con cierto grado de pertenencia a cada uno. En este caso existe incertidumbre respecto a qué conjunto pertenece. Cuando *clima* se encuentra próximo de A', existe mayor pertenencia al conjunto difuso Frío; por el contrario, cuando *Clima* está próximo a B', el grado de pertenencia es mayor para el conjunto regular.

Si *Clima* está en B' se pertenece con un valor de 1 al conjunto difuso Templado.

Cuando *Clima* se encuentra entre B' y C', se considera que, con cierto grado, se pertenece al conjunto difuso Templado ya al mismo tiempo, existe un grado de pertenencia al conjunto difuso Cálido. Es decir, si *Clima* se aproxima a B', la pertenencia al conjunto Templado se aproxima a uno, pero la pertenencia al conjunto Cálido tiende a cero.

Del mismo modo, cuando la pertenencia se aproxima a C', el conjunto Templado tiende a cero y la pertenencia al conjunto difuso Cálido se aproxima a uno.

Si el valor de *Clima* es igual a  $C'$ , se considera que pertenece al conjunto difuso Cálido, con un grado de uno.

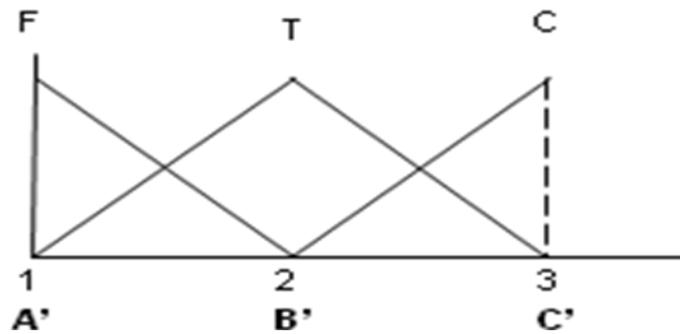


Figura 5. 3 Conjuntos difusos de la variable clima

Las funciones de pertenencia a los conjuntos difusos de la variable *clima* son expresadas en las ecuaciones siguientes:

$$\mu_{\text{Frío}}(\text{Clima}) = \begin{cases} 1 & ; X=A' \\ 1 - \frac{X-A'}{B'-A'} & ; A' < X < B' \end{cases} \quad \text{Ecuación 5.1}$$

$$\mu_{\text{Templado}}(\text{Clima}) = \begin{cases} 0 & ; X=A' \\ 1 - \frac{B'-X}{B'-A'} & ; A' < X \leq B' \\ 1 - \frac{X-B'}{C'-B'} & ; B' < X < C' \end{cases} \quad \text{Ecuación 5.2}$$

$$\mu_{\text{Cálido}}(\text{Clima}) = \begin{cases} 0 & ; X \leq B' \\ 1 - \frac{C'-X}{C'-B'} & ; B' < X < C' \end{cases} \quad \text{Ecuación 5.3}$$

## CÁLCULO DEL VALOR DE LA VARIABLE CLIMA

La variable C está dada por el siguiente procedimiento matemático

$$C = \frac{2X + 0.46}{4.8} \quad \text{Ecuación 5.4}$$

El valor de "X" corresponde a la suma algebraica de dos factores, el primero denominado clima y el segundo estacionalidad de temperatura para cada mes. El valor máximo de la suma algebraica es 7.0 y el mínimo 2.2

### Estacionalidad mensual de la temperatura

Se obtuvieron los índices de estacionalidad de la temperatura de cada mes con respecto a los demás meses.

Para efectos del modelo, estos valores se dividieron entre el índice más alto, correspondiente al mes de mayo; y se multiplicaron por 2, para ajustarlos a la ponderación que le corresponde al factor estacionalidad de la variable clima.

### Clima

En este factor se toman en cuenta la temperatura y la presencia de lluvias. La ponderación que se le otorga a este factor es 3.

Casos del factor clima:

- Clima frío con lluvia. Se asigna un valor de -1, la temperatura promedio de la semana oscila entre los 14° y 20°C. Se presentan lluvias.
- Clima frío. Se asigna un valor de -1, la temperatura promedio de la semana oscila entre los 14° y 20°C.
- Clima templado con lluvia. Se asigna un valor de 0, la temperatura oscila entre 20 y 27°C; existe presencia de lluvias.

- Clima templado sin lluvias. Se asigna un valor de 1, la temperatura promedio de la semana oscila entre 20 y 27°C sin presencia de lluvias.
- Clima caluroso con lluvias. Se asigna un valor de 2, si la temperatura promedio de la semana es mayor a 27°C y se pronostican precipitaciones.
- Clima caluroso sin lluvias. Se asigna un valor de 3, el promedio de temperatura de la semana es mayor a 27°C y no se pronostican precipitaciones.

### **MARKETING**

La variable marketing en el modelo difuso se compone de diversos factores que ayudan a incrementar las ventas, al influir en la decisión de compra en los consumidores, como son el precio, las promociones, la publicidad, el lanzamiento de productos competidores y eventos en los que la empresa participa.

En esta variable se consideran tres casos, y cada uno de éstos define a un conjunto difuso, los cuales son:

**Marketing desfavorable:** Periodo en el cual se considera que la combinación o ausencia de los factores de marketing tienen un impacto negativo. Por ejemplo que ocurra incremento de precio; que las promociones y publicidad tengan bajo impacto en el consumidor; que la marca no participe en eventos o que su participación sea mínima; que se lancen productos competidores tanto externos, como internos. El conjunto difuso es desfavorable.

**Marketing moderado:** Periodo en el cual la participación de uno o más factores de marketing influyen de manera moderada en la venta de productos. Se considera que el precio se mantiene; las promociones y publicidad tienen medio impacto sobre las ventas; la empresa tiene participación en varios eventos con bajo volumen de ventas o en pocos eventos con ventas significativas; no existe lanzamiento de productos competidores durante el periodo, o en su caso, no alteran la venta de los demás productos. El conjunto difuso es moderado.

**Marketing favorable:** Periodo en el cual se considera que la combinación de dos o más factores tiene un impacto positivo en las ventas, por ejemplo cuando el precio disminuya, las promociones y campañas publicitarias sean de alto impacto; los eventos sean de amplia cobertura y volumen de ventas; o se lancen nuevos productos que beneficien las ventas, al actuar como recordatorios de marca.

En la figura 5.2 se presentan los conjuntos difusos de la variable *Marketing*. Como se observa en la figura, si *Marketing* es igual a  $A'$  se considera que el conjunto difuso es Desfavorable con un grado de pertenencia de uno.

Cuando *Marketing* se encuentra entre  $A'$  y  $B'$ , se pertenece al mismo tiempo al conjunto Desfavorable y al conjunto Moderado, con cierto grado de pertenencia a cada uno. En este caso existe incertidumbre respecto a qué conjunto pertenece. Cuando *Marketing* se encuentra próximo de  $A'$ , existe mayor pertenencia al conjunto difuso Desfavorable; por el contrario, cuando *Marketing* está próximo a  $B'$ , el grado de pertenencia es mayor para el conjunto moderado.

Si *Marketing* está en  $B'$  se pertenece con un valor de 1 al conjunto difuso Moderado.

Cuando *Marketing* se encuentra entre  $B'$  y  $C'$ , se considera que, con cierto grado, se pertenece al conjunto difuso Moderado ya al mismo tiempo, existe un grado de pertenencia al conjunto difuso Favorable. Es decir, si *Marketing* se aproxima a  $B'$ , la pertenencia al conjunto Moderado se aproxima a uno, pero la pertenencia al conjunto Favorable tiende a cero.

Del mismo modo, cuando la pertenencia se aproxima a  $C'$ , el conjunto Moderado tiende a cero y la pertenencia al conjunto difuso Favorable se aproxima a uno.

Si el valor de *Marketing* es igual a  $C'$ , se considera que pertenece al conjunto difuso Favorable, con un grado de uno.

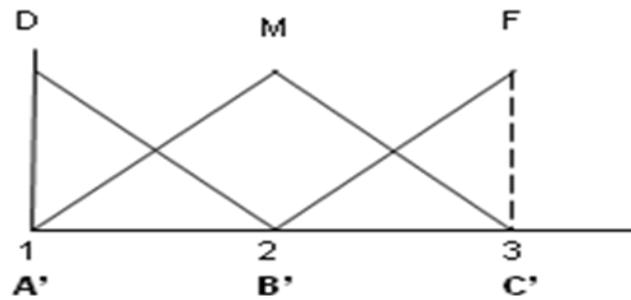


Figura 5. 4 Conjuntos difusos de la variable Marketing

Las funciones de pertenencia a los conjuntos difusos de la variable *Marketing* son expresadas en las ecuaciones siguientes:

$$\mu_{\text{Desfavorable}}(\text{Marketing}) = \begin{cases} 1 & ; X=A' \\ 1 - \frac{X-A'}{B'-A'} & ; A' < X < B' \end{cases} \quad \text{Ecuación 5.5}$$

$$\mu_{\text{Moderado}}(\text{Marketing}) = \begin{cases} 0 & ; X=A' \\ 1 - \frac{B'-X}{B'-A'} & ; A' < X \leq B' \\ 1 - \frac{X-B'}{C'-B'} & ; B' < X < C' \end{cases} \quad \text{Ecuación 5.6}$$

$$\mu_{\text{Favorable}}(\text{Marketing}) = \begin{cases} 1 & ; X \leq B' \\ 1 - \frac{C'-X}{C'-B'} & ; B' < X < C' \end{cases} \quad \text{Ecuación 5.7}$$

### CÁLCULO DEL VALOR DE LA VARIABLE MARKETING

La variable M está dada por el siguiente procedimiento matemático

$$M = \frac{2Y+19.5}{19.5} \quad \text{Ecuación 5.8}$$

El valor de “Y” corresponde a la suma algebraica de los factores precio, promociones, publicidad, eventos y lanzamiento de productos competidores. Se ponderó cada factor con base en la importancia que tiene en el comportamiento de la demanda, según información aportada por los expertos. El valor máximo de la suma algebraica es 19.5 y el mínimo 0.

### Precio

Es el factor que más influye en la venta de productos para la variable considerada, puesto que si éste baja las ventas se incrementan notablemente.

Se consideraron cuatro casos para el factor precio:

1. Que incremente, asignándole un valor de -1.
2. Que se mantenga, con valor de 0.
3. Que se esté pronosticando un periodo antes del incremento de precio, con valor de 20.
4. Que disminuya, con valor de 6.

\*NOTA: Para el caso 3, el valor asignado es alto pues se considera un caso extraordinario, que tendría alto impacto en las ventas.

### Promociones

Fueron el segundo factor considerado de mayor influencia para la variable. Se tomará en cuenta el impacto que tengan sobre las ventas, basándose en la cantidad de promociones contempladas para el periodo, y la magnitud de la inversión realizada.

Pueden presentarse cuatro situaciones:

1. Que no exista ninguna promoción aplicable al producto. Se le asigna un valor de 0.
2. Que las promociones sean de bajo impacto. Se clasifican así las dirigidas a los detallistas y no se dan a conocer al público. Como pueden ser descuentos en

cajas de productos, productos gratis, arma tu paquete. En este caso se asigna un valor de 1.

3. Que las promociones sean de medio impacto. Aquellas en las que la inversión y la cantidad de cajas destapadas (compradas por los clientes) son medias. El parámetro para medir las promociones de medio impacto estará dado por porcentajes de redención que oscilen entre 2.5 y 1%. Se asigna un valor de 3.
4. Que las promociones sean de alto impacto. Aquellas en las que la inversión y la cantidad de cajas destapadas son altas. El parámetro para medir las promociones de alto impacto estará dado por porcentajes de redención mayores a 2.5%.

#### NOTAS:

\*Los porcentajes de redención los indica el Corporativo, tal información debe ser difundida por la persona del área de Mercadotecnia a las demás áreas involucradas, en este caso a los estimadores de ventas.

\*\*Cuando el periodo a pronosticar es la última semana de promociones, se calificará como un nivel menor. Por ejemplo, si la promoción es de medio impacto, la última semana de promociones, se calificará como de bajo impacto.

#### Publicidad

Este factor se refiere al impacto de la publicidad sobre las ventas. Puede suceder que existan varias campañas publicitarias, pero que su impacto no se vea reflejado en un incremento del volumen de ventas; también puede suceder que una sola campaña publicitaria, de amplia magnitud, incremente las ventas.

Para calificar este factor se consideran los medios de publicidad utilizados. Pueden presentarse cuatro situaciones:

- No existan campañas publicitarias para el periodo a pronosticar.

- Publicidad de bajo impacto. Son aquellas campañas publicitarias con inversiones de bajo costo, pues son destinadas a un mercado pequeño. Los medios publicitarios utilizados son espectaculares (en puentes), minicarteles, anuncios en los costados de los autos, camiones y autobuses. Si se tiene publicidad de bajo impacto se le asigna valor de 1.
- Publicidad de medio impacto. La inversión en campañas publicitarias es mayor que en la publicidad de bajo impacto. Los medios publicitarios utilizados son anuncios radiofónicos locales, perifoneo, espectaculares, anuncios en vehículos, espectaculares y minicarteles. A la publicidad de medio impacto se le asigna valor 2.
- Publicidad de alto impacto. Utiliza campañas publicitarias de mayor inversión como radio y televisión en cadena nacional; publicidad estática (fachadas, espectaculares, carteles, minicarteles, anuncios en puentes peatonales), anuncios y viniles en vehículos, prensa. A publicidad de alto impacto se le asigna valor de 3.

### Eventos

Este factor se refiere a los eventos confirmados para el periodo pronosticado, en los que la empresa tenga cobertura, así como su importancia. La ponderación total que se le asigna a este factor es 3.5

En este factor se consideran 5 casos:

1. Ninguno: No se tienen eventos confirmados. La calificación asignada es 0.
2. Otros eventos: En esta categoría se incluyen eventos esporádicos o de ventas poco significativas como son: fiestas patrias, pequeñas ferias de barrios, conciertos, obras de teatro, eventos de gobierno. En esta categoría se puede incluir la Pepsi subasta. La calificación a asignar es 1.
3. Ferias tradicionales de San Marcos y San Roque, la calificación a asignar es 1.5

4. Feria principal de la ciudad (Feria Chiapas), la calificación a asignar es 2.

5. Festividades navideñas, en este caso la calificación a asignar es 3.5

### Productos competidores

Este factor considera el lanzamiento de productos de la marca y de otras empresas, que pueden tener un efecto sobre las ventas.

Se le asigna un valor de -1 cuando se lanzan productos que afectan las ventas.

Se asigna un valor de 0, cuando no se lanzan productos en el periodo o cuando no afectan ni benefician la venta de los productos existentes.

Se asigna un valor de 2, cuando el lanzamiento de nuevos productos, incrementa la venta de productos de la marca al mantenerla presente.

## **TEMPORADA**

La temporada como variable lingüística es la expresión que se refiere al comportamiento de la demanda en un periodo dado con relación a anteriores. Debido a factores como el periodo escolar: vacaciones, inicio de clases y clases regulares; también se hace referencia al periodo de pago del mes: “quincena” y “no quincena”.

En esta variable se considera tres casos, y cada uno de estos casos define a un conjunto difuso:

**Temporada baja:** Periodo en el cual se considera que existirá una disminución de la demanda en el periodo analizado. Se consideran en esta

temporada los periodos vacacionales y las semanas que no tienen días de pago (quincenas). El conjunto difuso es baja.

**Temporada media:** Periodo en el cual se supone no existirán cambios significativos en el periodo analizado. Esto se espera al inicio del periodo escolar y a finales del mismo, también cuando la semana a pronosticar incluya o no periodos de pago. El conjunto difuso es media.

**Temporada alta:** Periodo en el cual se estima existirá un incremento de la demanda en el periodo analizado. Se espera cuando las clases comienzan a regularizarse y se alcanza el punto máximo de demanda; también cuando la semana a pronosticar incluye días de pago de la quincena.

En la figura 5.3 se presentan los conjuntos difusos de la variable *Temporada*. Como se observa en la figura, si *Temporada* es igual a  $A'$  se considera que el conjunto difuso es Baja con un grado de pertenencia de uno.

Cuando *Temporada* se encuentra entre  $A'$  y  $B'$ , se pertenece al mismo tiempo al conjunto Baja y al conjunto Media, con cierto grado de pertenencia a cada uno. En este caso existe incertidumbre respecto a qué conjunto pertenece. Cuando *Temporada* se encuentra próximo de  $A'$ , existe mayor pertenencia al conjunto difuso Baja; por el contrario, cuando *Temporada* está próximo a  $B'$ , el grado de pertenencia es mayor para el conjunto medio.

Si *Temporada* está en  $B'$  se pertenece con un valor de 1 al conjunto difuso Media.

Cuando *Temporada* se encuentra entre  $B'$  y  $C'$ , se considera que, con cierto grado, se pertenece al conjunto difuso Media y al mismo tiempo, existe un grado de pertenencia al conjunto difuso Alta. Es decir, si *Temporada* se aproxima a  $B'$ , la pertenencia al conjunto Media se aproxima a uno, pero la pertenencia al conjunto Alta tiende a cero.

Del mismo modo, cuando la pertenencia se aproxima a C', el conjunto Media tiende a cero y la pertenencia al conjunto difuso Alta se aproxima a uno.

Si el valor de *Temporada* es igual a C', se considera que pertenece al conjunto difuso Alta, con un grado de uno.

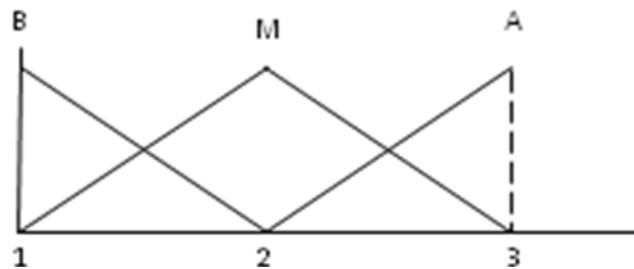


Figura 5. 5 Conjuntos difusos de la variable Temporada

Las funciones de pertenencia a los conjuntos difusos de la variable *Temporada* son expresadas en las ecuaciones siguientes:

$$\mu_{\text{Baja}}(\text{Temporada}) = \begin{cases} 1 & ; X=A' \\ 1 - \frac{X-A'}{B'-A'} & ; A' < X < B' \end{cases} \quad \text{Ecuación 5.9}$$

$$\mu_{\text{Media}}(\text{Temporada}) = \begin{cases} 0 & ; X=A' \\ 1 - \frac{B'-X}{B'-A'} & ; A' < X \leq B' \\ 1 - \frac{X-B'}{C'-B'} & ; B' < X < C' \end{cases} \quad \text{Ecuación 5.10}$$

$$\mu_{\text{Alta}}(\text{Temporada}) = \begin{cases} 2 & ; X \leq B' \\ 1 - \frac{C'-X}{C'-B'} & ; B' < X < C' \end{cases} \quad \text{Ecuación 5.11}$$

## CÁLCULO DEL VALOR DE LA VARIABLE TEMPORADA

La variable T está dada por el siguiente procedimiento matemático

$$T = \frac{2Z - 2.1}{5.3} \quad \text{Ecuación 5.12}$$

El valor de “Z” corresponde a la suma algebraica de la estacionalidad mensual de las ventas; el periodo escolar y días de pago (quincena no quincena).

El valor máximo de la suma algebraica es 9.0 y el mínimo 4.1

### Comportamiento de las ventas:

Se obtuvieron los índices de estacionalidad de ventas de cada mes con respecto a los demás meses del mismo año. Se clasificaron los meses del año en tres categorías: meses de ventas bajas, de ventas medias y de ventas altas.

Para efectos del modelo, la calificación asignada a cada categoría se divide entre 3, que es el máximo valor (para los meses de ventas altas); y se multiplicaron por 2, para ajustarlos a la ponderación que le corresponde al factor estacionalidad en la variable temporada.

- Meses con ventas bajas: Junio, Septiembre, Octubre y Noviembre. El valor que se asigna es 1.
- Meses con ventas medias: Enero, Febrero, Julio y Agosto. El valor que se asigna es 2.
- Meses con ventas altas: Marzo, Abril, Mayo y Diciembre. El valor que se asigna es 3.

### Periodo escolar

Este factor se refiere a las fechas de inicio y terminación de clases de todos los niveles de educación; así como a sus periodos vacacionales.

Al factor periodo escolar se le otorgó un mayor peso que a la estacionalidad y al periodo de pago, su ponderación es de 4.0

- Se le asigna un valor de 1, al periodo vacacional indicado en el calendario escolar.
- Se le asigna un valor de 2, al primer mes que corre a partir de la fecha de inicio de clases del calendario escolar y 2 semanas antes de salir de vacaciones.
- Se le asigna un valor de 4, cuando comienzan a regularizarse las clases, que sería un mes después de comenzadas las clases y tres semanas antes de que comiencen las vacaciones.

### Periodo de pago del salario

A este factor le corresponde un valor de 3 en relación con los demás factores. Implica que la semana a pronosticar incluya o no días de pago.

- Se le asigna un valor de 2, a la semana que no incluya días de pago.
- Se le asigna un valor de 3, a la semana que incluya días de pago.

#### **5.2.2 Variable de Salida**

La variable de salida del modelo es el *Ajuste de la Demanda*, se define como el cambio en el nivel de proyección de la demanda, expresado en porcentaje.

Se presentan cinco casos, que permiten definir los conjuntos difusos pertenecientes a la variable de salida, éstos son:

- Se debe disminuir respecto a la proyección de la demanda, el ajuste de la demanda es negativo. El conjunto difuso es: Disminuir.

- El Ajuste de la Demanda debe disminuir un poco respecto a la proyección de la demanda. El conjunto difuso es: Disminuir un poco.

- No existen cambios con relación a la proyección de la demanda, el Ajuste de la Demanda se considera que es aproximadamente igual a cero. El conjunto difuso es: Mantener.

- Existe un pequeño aumento en cuanto a la proyección de la demanda. El conjunto difuso formado es: Incrementar un poco.

- El Ajuste de la Demanda tiene un aumento considerable con relación a la proyección de la demanda. El conjunto difuso formado es: Incrementar.

En la figura 5.6 se observan las funciones trapezoidales utilizadas para representar los conjuntos difusos de la variable *Ajuste de la Demanda*. La figura obtenida no es necesariamente simétrica.

Si el *Ajuste de la Demanda* se encuentra entre A y B, se pertenece con cierto grado al conjunto Disminuir y también se pertenece al conjunto difuso Disminuir un Poco. Cuando el *Ajuste de la Demanda* se encuentra más cercano hacia A, existe mayor pertenencia al conjunto Disminuir; por el contrario, cuando el *Ajuste de la Demanda* se acerca más a B, el grado de pertenencia al conjunto Disminuir un Poco tiende a uno y el grado del conjunto Disminuir.

Cuando el *Ajuste de la Demanda* está entre B y C se considera que se pertenece al conjunto difuso Disminuir un Poco, con un grado de uno.

Si el *Ajuste de la Demanda* está entre C y D existe cierto grado de pertenencia a los conjuntos difusos Disminuir un Poco y Mantener. Si el valor de

*Ajuste de la Demanda* se acerca más a C es mayor el grado de pertenencia al conjunto Disminuir un Poco; cuando el *Ajuste de la Demanda* está más próximo a D, su grado de pertenencia es mayor para el conjunto Mantener.

Cuando el *Ajuste de la Demanda* está entre D y E se pertenece al conjunto difuso Mantener, con un grado de uno.

Si el *Ajuste de la Demanda* se encuentra entre E y F, se considera que pertenece al conjunto difuso Mantener con cierto grado y al conjunto difuso Incrementar un Poco, con cierto grado. Si el *Ajuste de la Demanda* se aproxima a E, el nivel de pertenencia al conjunto Mantener se aproxima a uno, pero el grado de pertenencia al conjunto Incrementar tiende a cero. De forma contraria, cuando el *Ajuste de la Demanda* se aproxima a F, la pertenencia al conjunto Mantener tiende a cero y la pertenencia al conjunto difuso Incrementar un Poco se aproxima a uno.

Cuando el *Ajuste de la Demanda* está entre G y H existe cierto grado de pertenencia a los conjuntos difusos Incrementar un Poco e Incrementar. Si se aproxima más a G, *Ajuste de la Demanda* pertenece al conjunto Incrementar un Poco; y si se aproxima más a H, pertenece al conjunto Incrementar.

Por último, cuando el *Ajuste de la Demanda* es mayor que H, pertenece con un grado de uno al conjunto difuso Incrementar.

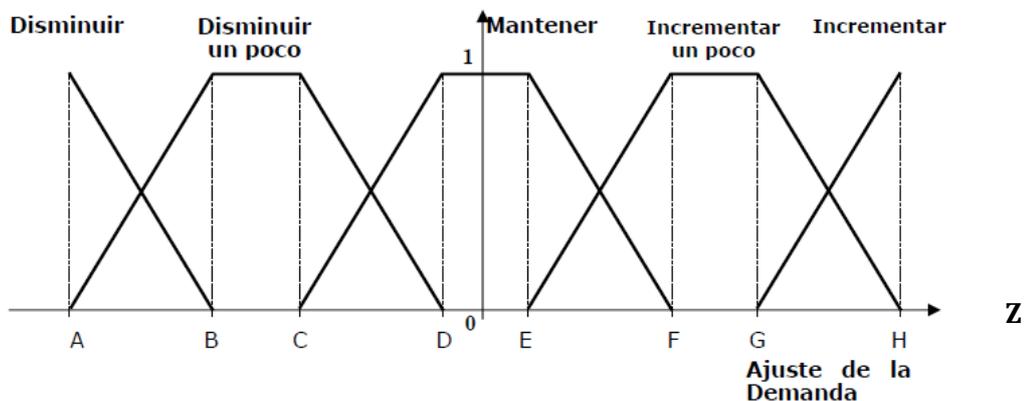


Figura 5. 6 Conjuntos difusos de la variable de salida

En las siguientes ecuaciones se representan los conjuntos difusos de la variable *Ajuste de la Demanda (Z)*.

$$\mu_{\text{Disminuir}} (\text{Ajuste de la demanda}) = \begin{cases} 0 & ; X < A \\ 1 - \frac{Z - A}{B - A} & ; A \leq Z \leq B \end{cases} \quad \text{Ecuación 5.13}$$

$$\mu_{\text{Disminuir un poco}} (\text{Ajuste de la demanda}) = \begin{cases} 0 & ; X \leq A \\ 1 - \frac{B - Z}{B - A} & ; A < Z < B \\ 1 & ; B \leq Z \leq C \end{cases} \quad \text{Ecuación 5.14}$$

$$\mu_{\text{Mantener}} (\text{Ajuste de la demanda}) = \begin{cases} 0 & ; Z \leq C \\ 1 - \frac{D - Z}{D - C} & ; C < Z < D \\ 1 & ; D \leq Z \leq E \\ 1 - \frac{Z - E}{F - E} & ; E < Z < F \end{cases} \quad \text{Ecuación 5.15}$$

$$\mu_{\text{Incrementar un poco}} (\text{Ajuste de la demanda}) = \begin{cases} 0 & ; Z \leq E \\ 1 - \frac{F - Z}{F - E} & ; E < Z < F \\ 1 & ; F \leq Z \leq G \\ 1 - \frac{Z - G}{H - G} & ; G < Z < H \end{cases} \quad \text{Ecuación 5.16}$$

$$\mu_{\text{Incrementar}} (\text{Ajuste de la demanda}) = \begin{cases} 0 & ; Z < G \\ 1 - \frac{H-Z}{H-G} & ; G \leq Z \leq H \\ \frac{H-Z}{H-G} & ; Z > H \end{cases} \quad \text{Ecuación 5.17}$$

### 5.3 Conjunto de Reglas Difusas

Las reglas se determinaron con la ayuda del Lic. Gustavo Flores, Director de Ventas de Territorio Chiapas. Las reglas constituyen la base de decisiones que tomaría la persona responsable de hacer el ajuste a los pronósticos.

Para la formación de las reglas se utilizó el formato:

$R^m$ : Si  $u_1$  es  $A_1^m$  y  $u_2$  es  $A_2^m$  y ...  $u_p$  es  $A_p^m$ , ENTONCES  $v$  es  $B^m$

Con  $m=1,2,\dots,M$

Tabla 5. 1 Conjunto de reglas difusas

Regla	VARIABLES DE ENTRADA			VARIABLE DE SALIDA
	Clima	Marketing	Temporada	% De Ajuste de la Demanda
1	Frio	Desfavorable	Baja	<b>Disminuir</b>
2	Frio	Desfavorable	Medio	<b>Disminuir</b>
3	Frio	Desfavorable	Alto	<b>Disminuir</b>
4	Frio	Moderado	Baja	<b>Disminuir un poco</b>
5	Frio	Moderado	Medio	<b>Disminuir un poco</b>
6	Frio	Moderado	Alto	<b>Mantener</b>
7	Frio	Favorable	Baja	<b>Disminuir un poco</b>

<b>8</b>	Frio	Favorable	Medio	<b>Disminuir un poco</b>
<b>9</b>	Frio	Favorable	Alto	<b>Mantener</b>
<b>10</b>	Templado	Desfavorable	Baja	<b>Disminuir</b>
<b>11</b>	Templado	Desfavorable	Medio	<b>Disminuir</b>
<b>12</b>	Templado	Desfavorable	Alto	<b>Disminuir un poco</b>
<b>13</b>	Templado	Moderado	Baja	<b>Disminuir un poco</b>
<b>14</b>	Templado	Moderado	Medio	<b>Disminuir un poco</b>
<b>15</b>	Templado	Moderado	Alto	<b>Mantener</b>
<b>16</b>	Templado	Favorable	Baja	<b>Mantener</b>
<b>17</b>	Templado	Favorable	Medio	<b>Incrementar un poco</b>
<b>18</b>	Templado	Favorable	Alto	<b>Incrementar</b>
<b>19</b>	Cálido	Desfavorable	Baja	<b>Mantener</b>
<b>20</b>	Cálido	Desfavorable	Medio	<b>Mantener</b>
<b>21</b>	Cálido	Desfavorable	Alto	<b>Incrementar</b>
<b>22</b>	Cálido	Moderado	Baja	<b>Mantener</b>
<b>23</b>	Cálido	Moderado	Medio	<b>Incrementar un poco</b>
<b>24</b>	Cálido	Moderado	Alto	<b>Incrementar un poco</b>
<b>25</b>	Cálido	Favorable	Baja	<b>Incrementar</b>
<b>26</b>	Cálido	Favorable	Medio	<b>Incrementar</b>
<b>27</b>	Cálido	Favorable	Alto	<b>Incrementar</b>

En la tabla 5.2 se observan las 27 reglas difusas. La decisión que se obtiene al combinar los conjuntos difusos de las tres variables de entrada es la variable de salida.

Tabla 5. 2 Conjunto de reglas difusas

		CLIMA								
		FRIO			TEMPLADO			CÁLIDO		
		MARKETING			MARKETING			MARKETING		
		DESFAVORABLE	MODERADO	FAVORABLE	DESFAVORABLE	MODERADO	FAVORABLE	DESFAVORABLE	MODERADO	FAVORABLE
TEMPORADA	BAJA	D	DP	DP	D	DP	M	M	M	I
	MEDIA	D	DP	DP	D	DP	IP	M	IP	I
	ALTA	D	M	M	DP	M	I	I	IP	I

Donde:

DP= Disminuir un poco

D = Disminuir

M = Mantener

IP = Incrementar un poco

I = Incrementa

#### 5.4 Proceso de Inferencia

Para llevar a cabo el mecanismo de inferencia se requieren las entradas difusas y el establecimiento de la base de reglas.

Para obtener los valores difusos se parte de las variables lingüísticas, se determinan sus valores de pertenencia a los diferentes conjuntos difusos a partir de las ecuaciones presentadas anteriormente. Este es el proceso conocido como difusificación.

Primero se aplican las ecuaciones a los valores de entrada, si el valor difuso obtenido para el conjunto analizado es mayor a cero se dice que pertenece a dicho conjunto con un grado de pertenencia igual a dicho valor. De lo contrario, se dice que no pertenece a ese conjunto, o que tiene un grado de pertenencia igual a cero.

También se puede obtener que el valor analizado pertenezca a dos conjuntos difusos con cierto grado de pertenencia a cada uno de ellos.

En la figura 5.7 se muestra el proceso de difusificación del valor  $X_1$  que pertenece a la variable clima, podemos observar  $X_1$  se encuentra entre los puntos A y B por lo que pertenece a los conjuntos Frío y Templado con un grado de pertenencia para cada conjunto  $\mu_F(X_1)$  y  $\mu_T(X_1)$  respectivamente, usando las ecuaciones adecuadas se determina el grado de pertenencia para cada conjunto.

En la figura 5.8 se muestra el proceso para el valor  $X_2$  que corresponde a la variable *Marketing*, donde se observa que  $X_2$  se encuentra los puntos A y B; perteneciendo así a los conjuntos Desfavorable y Moderado, cada uno con cierto grado de pertenencia.

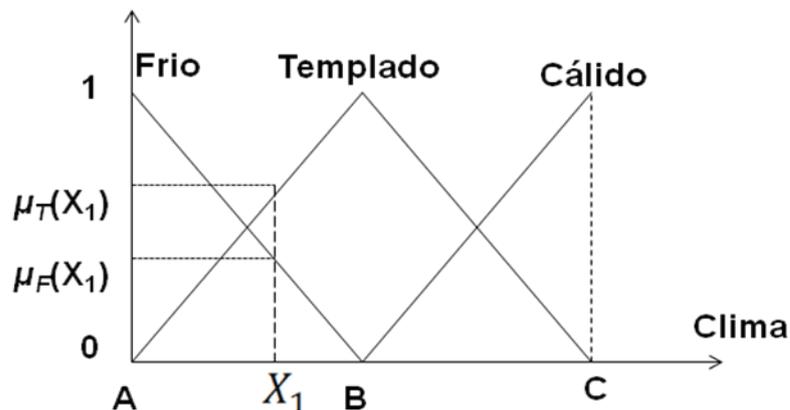


Figura 5. 7 Determinación del Grado de Pertenencia a la Variable Clima

En la figura 5.9 se observa el valor de  $X_3$  correspondiendo a la variable *Temporada*, donde  $X_3$  se encuentra entre los puntos B y C, por lo que pertenece a los conjuntos Media y Alta con cierto grado de pertenencia a cada uno de ellos.

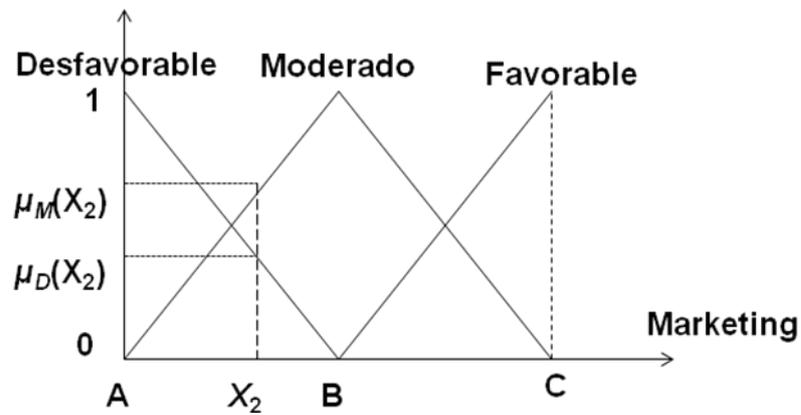


Figura 5. 8 Determinación del Grado de Pertenencia a la Variable Marketing

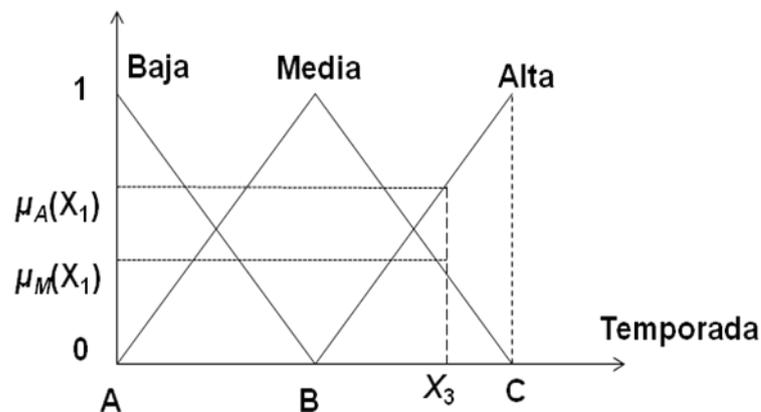


Figura 5. 9 Determinación del Grado de Pertenencia a la Variable Temporada

El siguiente paso es la activación de las reglas difusas en función de los conjuntos difusos activados en la difusificación, este conjunto de reglas son utilizadas para calcular la variable de salida. En la Tabla 5.3.3 se observan las reglas difusas que se activaron para los valores de  $X_1$ ,  $X_2$  y  $X_3$ .

**Tabla 5. 3** Variables activadas

REGLA	VARIABLES DE ENTRADA			VARIBLE DE SALIDA
	Clima	Marketing	Temporada	Ajuste de la demanda
2	Frio	Desfavorable	Medio	Disminuir
3	Frio	Desfavorable	Alto	Disminuir
5	Frio	Moderado	Medio	Disminuir un poco
6	Frio	Moderado	Alto	Mantener
11	Templado	Desfavorable	Medio	Disminuir
12	Templado	Desfavorable	Alto	Disminuir un poco
14	Templado	Moderado	Medio	Disminuir un poco
15	Templado	Moderado	Alto	Mantener

De acuerdo al sistema de inferencia de Mamdani, se utiliza el criterio Max-Min por lo que las siguientes ecuaciones representan la intersección de los valores que corresponden a cada regla activada.

Regla 2

$$\mu_{F \cap D \cap M}(X_1, X_2, X_3) = \min\{\mu_F(X_1), \mu_D(X_2), \mu_M(X_3)\} = \mu_D(X_2) \quad \text{Ecuación 5.18}$$

Regla 3

$$\mu_{F \cap D \cap A}(X_1, X_2, X_3) = \min\{\mu_F(X_1), \mu_D(X_2), \mu_A(X_3)\} = \mu_D(X_2) \quad \text{Ecuación 5.19}$$

Regla 5

$$\mu_{F \cap M \cap M}(X_1, X_2, X_3) = \min\{\mu_F(X_1), \mu_M(X_2), \mu_M(X_3)\} = \mu_M(X_3) \quad \text{Ecuación 5.20}$$

Regla 6

$$\mu_{F \cap M \cap A}(X_1, X_2, X_3) = \min\{\mu_F(X_1), \mu_M(X_2), \mu_A(X_3)\} = \mu_F(X_1) \quad \text{Ecuación 5.21}$$

Regla 11

$$\mu_{T \cap D \cap M}(X_1, X_2, X_3) = \min\{\mu_T(X_1), \mu_D(X_2), \mu_M(X_3)\} = \mu_D(X_2) \quad \text{Ecuación 5.22}$$

Regla 12

$$\mu_{T \cap D \cap M}(X_1, X_2, X_3) = \min\{\mu_F(X_1), \mu_D(X_2), \mu_M(X_3)\} = \mu_D(X_2) \quad \text{Ecuación 5.23}$$

Regla 14

$$\mu_{T \cap M \cap M}(X_1, X_2, X_3) = \min\{\mu_T(X_1), \mu_M(X_2), \mu_M(X_3)\} = \mu_M(X_3) \quad \text{Ecuación 5.24}$$

Regla 15

$$\mu_{T \cap M \cap A}(X_1, X_2, X_3) = \min\{\mu_T(X_1), \mu_M(X_2), \mu_A(X_3)\} = \mu_T(X_1) \quad \text{Ecuación 5.25}$$

En la figura 5.10 se muestra la solución gráfica de las expresiones mostradas anteriormente. En la figura se muestran los resultados para todas las reglas activadas, eligiendo como salida según el modelo de Mandami el menor valor difuso de las tres variables de entrada.

En ocasiones el valor de salida de las reglas activadas es el mismo para más de una regla, como se observa en las reglas 2, 3 y 11 que tienen como valor de salida la variable *Disminuir*. Las reglas 5, 12 y 14 tienen como variable de salida *Disminuir un Poco*. Las reglas 6 y 15 indican *Mantener*.

Los planteamientos matemáticos para dar solución a estos casos se presentan en las ecuaciones 5.26, 5.27 y 5.28 para las variables de salida *Disminuir*, *Disminuir un Poco* y *Mantener*.

$$\mu_{Disminuir}(X_1, X_2, X_3) = \vee \{ \wedge \{ \mu_F(X_1), \mu_D(X_2), \mu_M(X_3) \}, \wedge \{ \mu_F(X_1), \mu_D(X_2), \mu_A(X_3) \}, \wedge \{ \mu_T(X_1), \mu_D(X_2), \mu_M(X_3) \} \} = \mu_F(X_1)$$

Ecuación 5.26

$$\mu_{Disminuir\ un\ poco}(X_1, X_2, X_3) = \vee \{ \wedge \{ \mu_F(X_1), \mu_M(X_2), \mu_M(X_3) \}, \wedge \{ \mu_T(X_1), \mu_D(X_2), \mu_A(X_3) \}, \wedge \{ \mu_T(X_1), \mu_M(X_2), \mu_A(X_3) \} \} = \mu_T(X_1)$$

Ecuación 5.27

$$\mu_{Mantener}(X_1, X_2, X_3) = \vee \{ \wedge \{ \mu_F(X_1), \mu_M(X_2), \mu_A(X_3) \}, \wedge \{ \mu_T(X_1), \mu_D(X_2), \mu_A(X_3) \} \} = \mu_T(X_1)$$

Ecuación 5.28

En las figuras 5.11, 5.12 y 5.13 se muestra la solución gráfica a las ecuaciones anteriores para las variables de salida Muy Pequeño, Pequeño y Medio respectivamente.

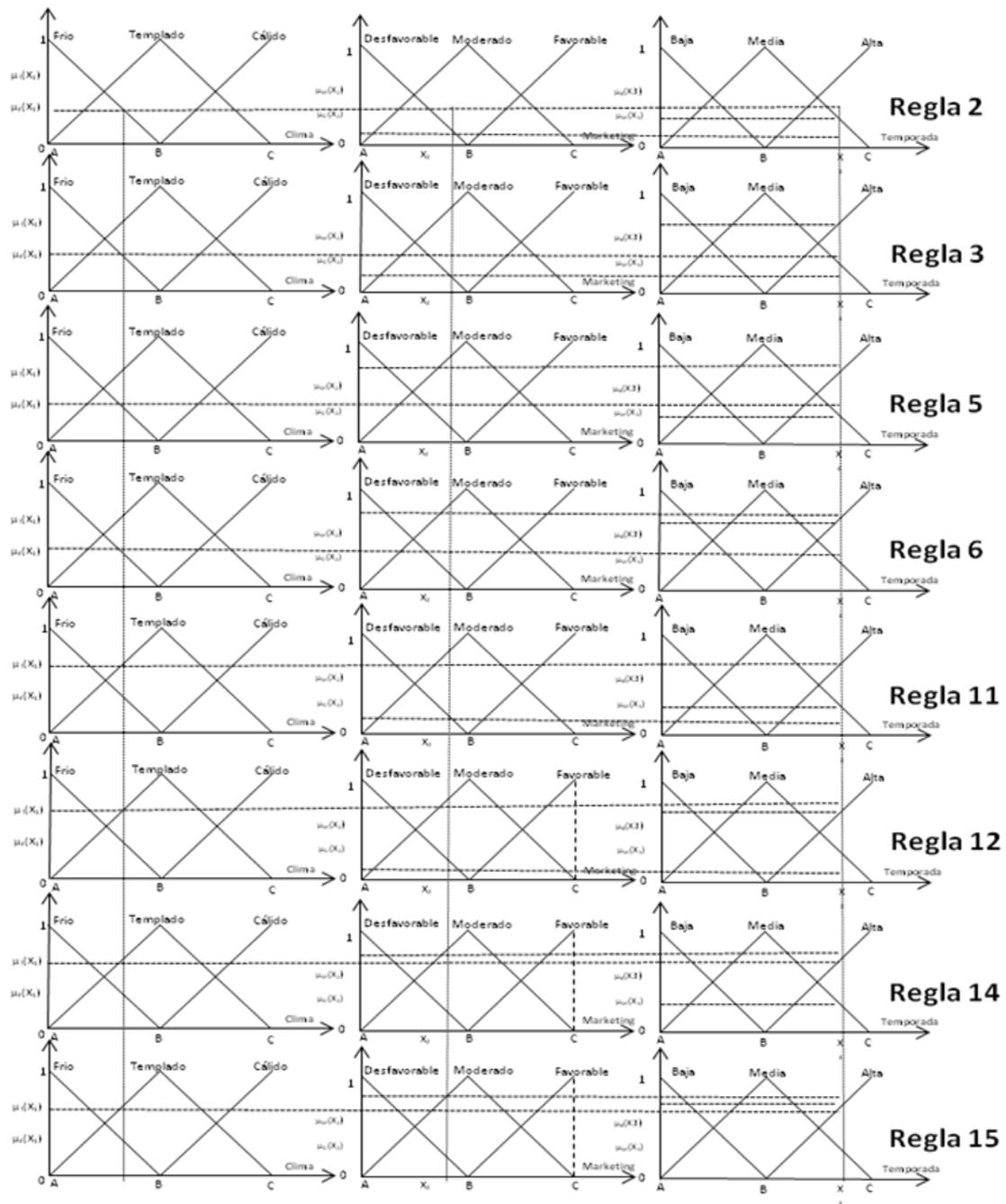


Figura 5. 10 Valor difuso de las reglas activadas

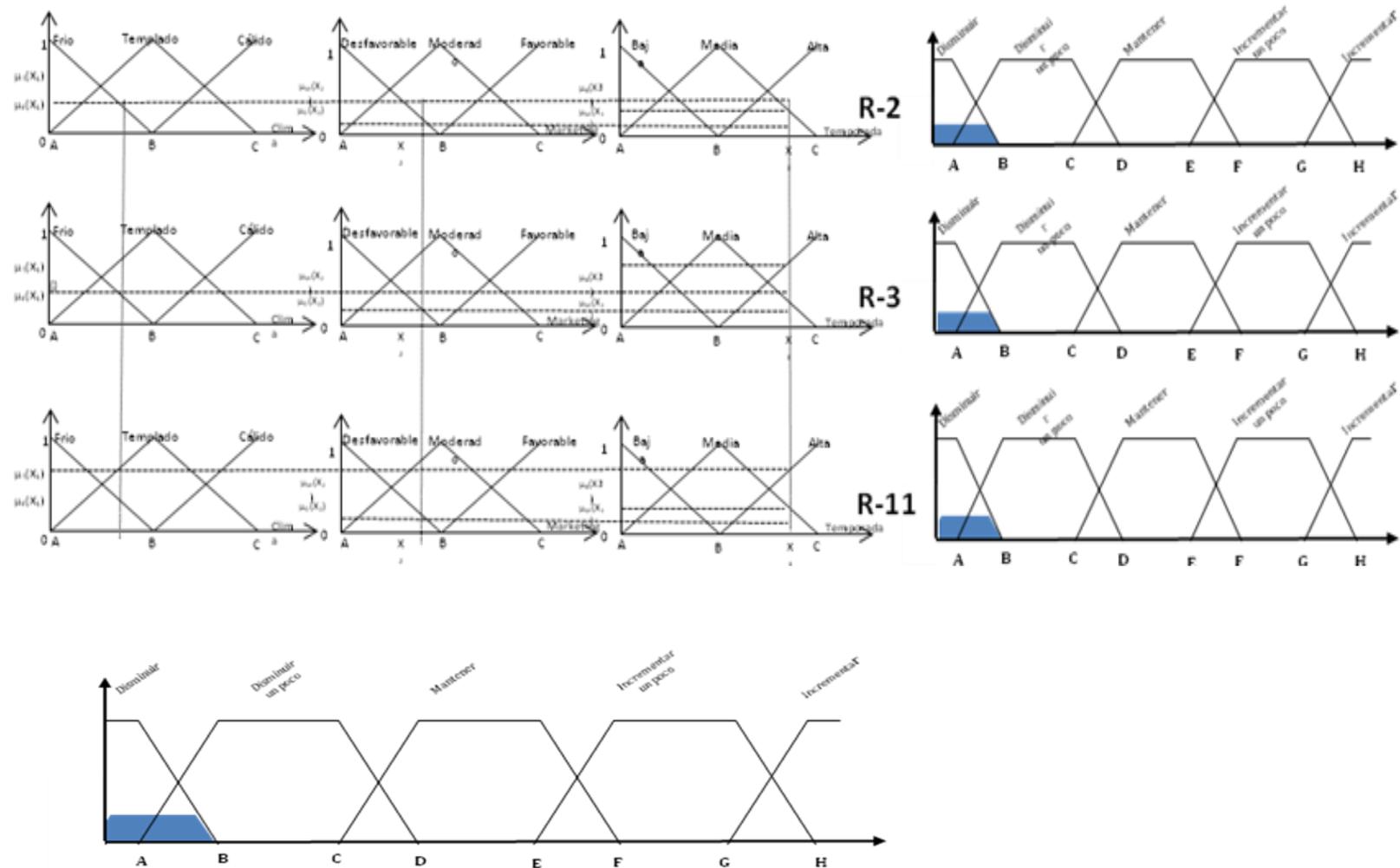


Figura 5. 11 Valor difuso del conjunto Incrementar

R-2, R-3, R-11

42

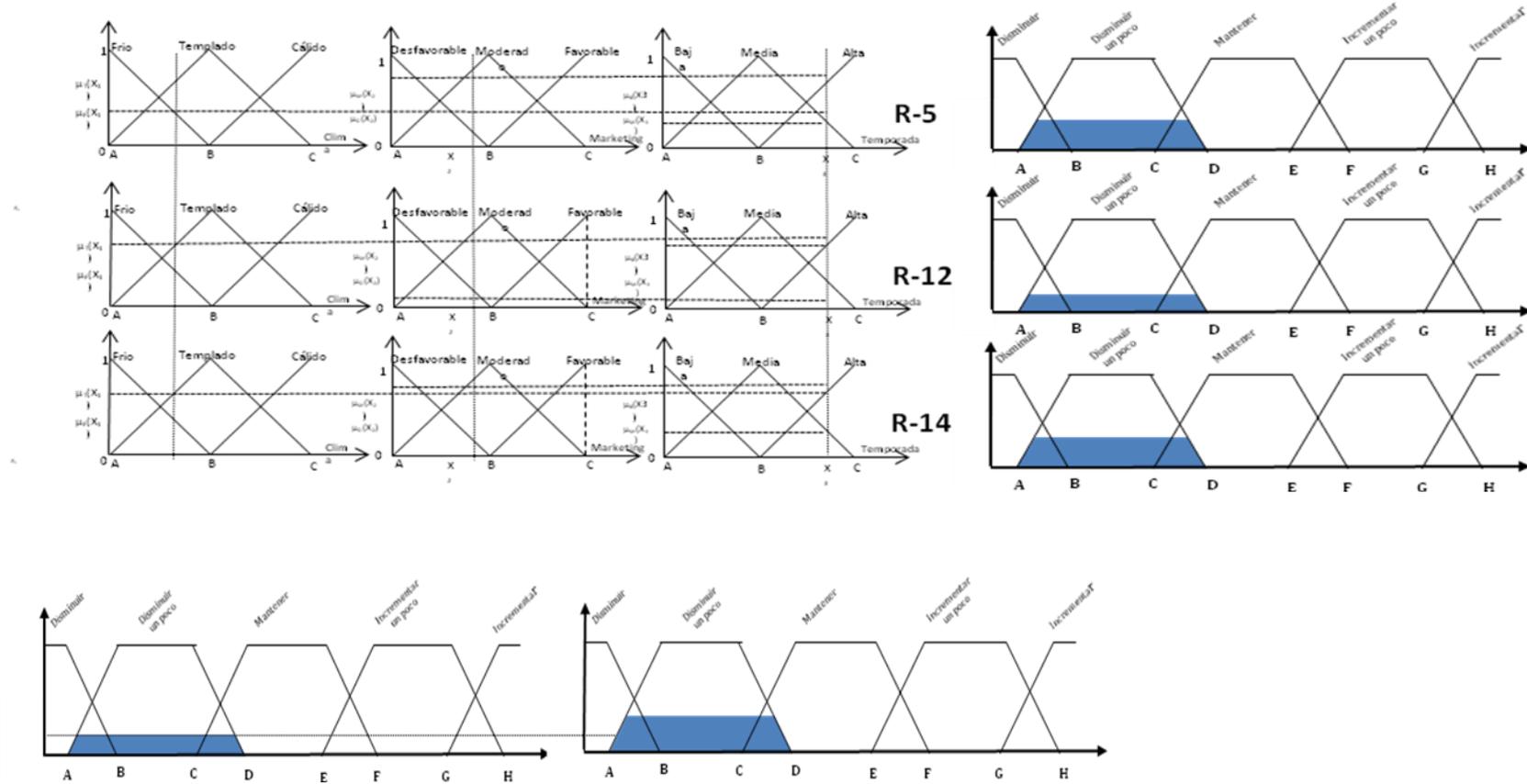


Figura 5. 12 Valor difuso del conjunto incrementar un poco

R-12

R-5 y R-14

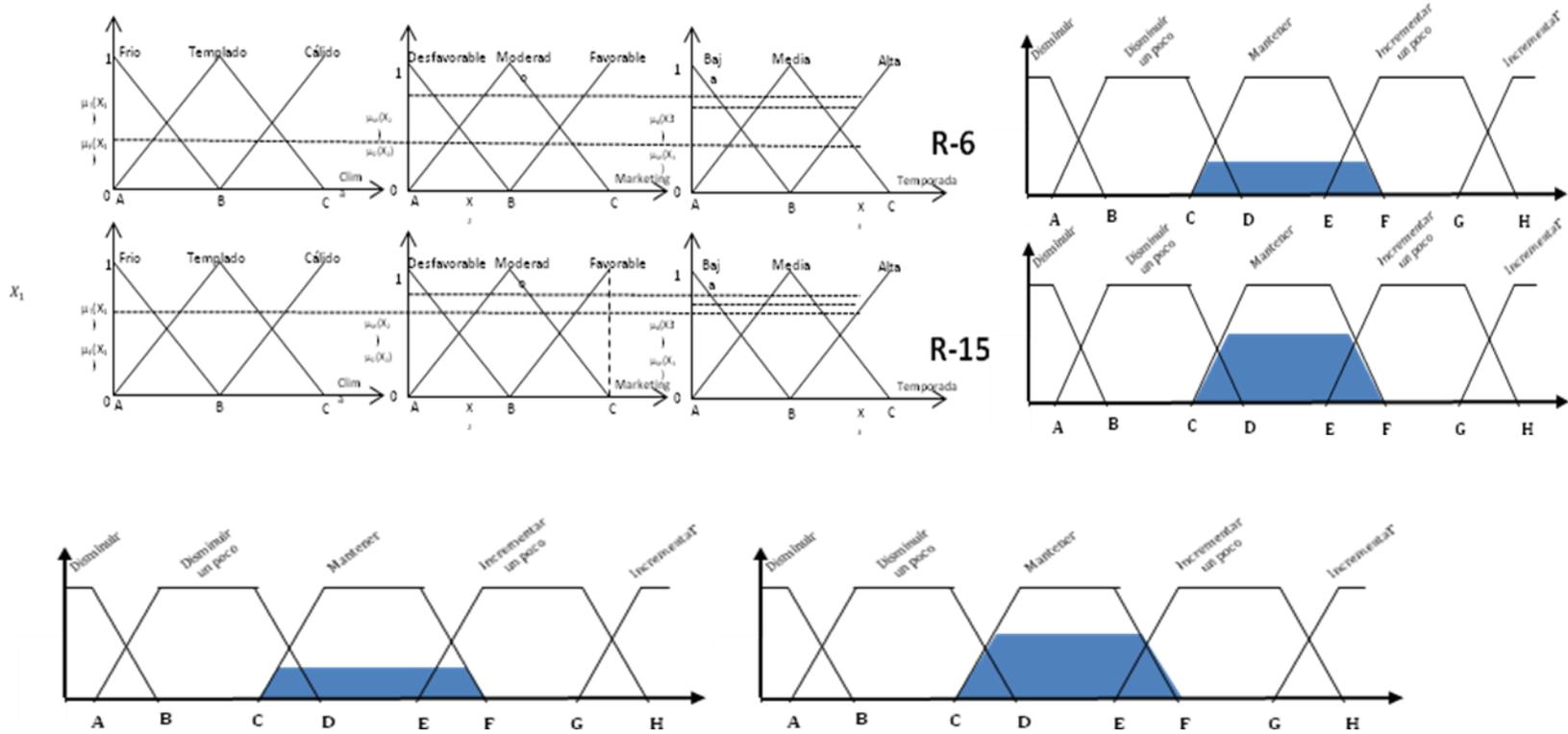


Figura 5. 13 Valor difuso del conjunto Mantener

R-6

R-15

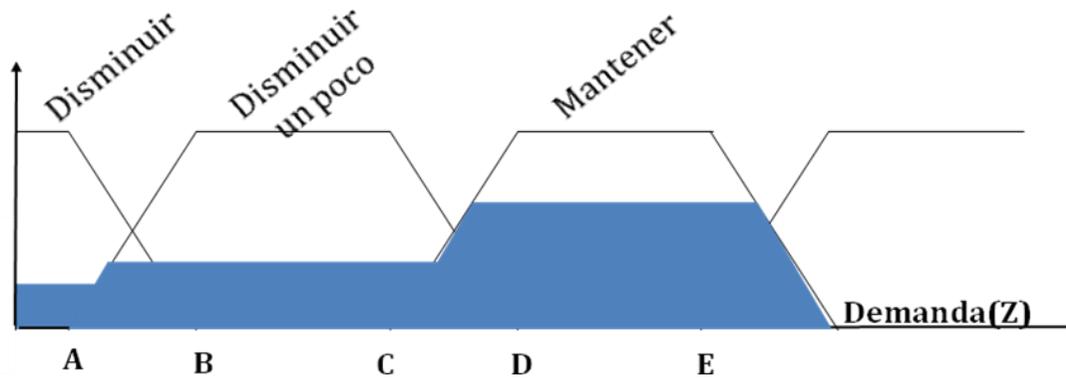
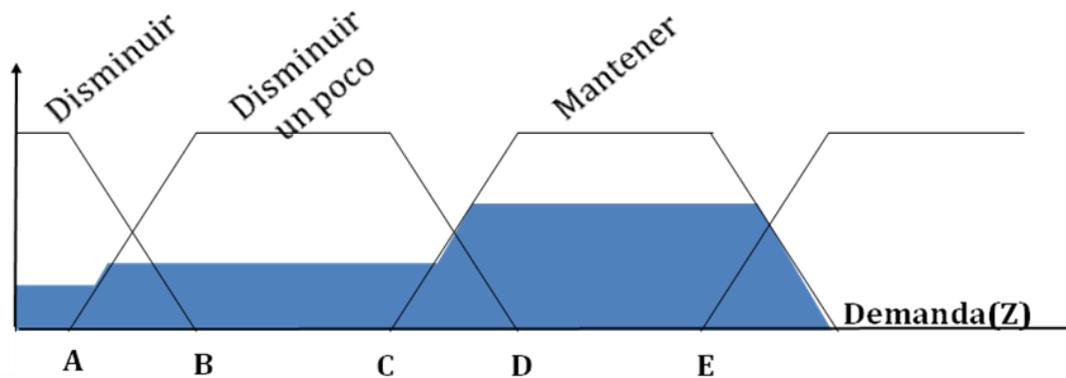


Figura 5. 14 Salida difusa de la variable de salida Ajuste de la Demanda

### 5.5 Proceso de desdifusificación

La desdifusificación consiste en transformar los valores difusos de la variable de salida en valores que tengan un significado práctico. Para la desdifusificación se utilizará el método del centro geométrico. Sus etapas son las siguientes:

1. Descomponer el área formada por los valores difusos de los conjuntos que forman la variable de salida en figuras regulares.
2. Calcular la superficie de cada figura obtenida en el paso 1.
3. Determinar el centroide de cada figura.
4. Calcular el centroide total. Para obtener este valor, se divide la suma de la multiplicación de la superficie de cada figura por su centroide entre la superficie total, el resultado es el valor de la desdifusificación de la variable de respuesta.

*1. Descomponer el área formada por los valores difusos de los conjuntos que forman la variable de salida en figuras regulares.*

Para la formación de las áreas se debe considerar la relación existente entre los grados de pertenencia de los conjuntos difusos adyacentes. Es decir, la relación entre la pertenencia a los conjuntos Disminuir y Disminuir un Poco, Disminuir un Poco y Mantener, Mantener e Incrementar un Poco, Incrementar un Poco e Incrementar.

a) El primer caso implica que el grado de pertenencia al primer conjunto es menor o igual al valor de pertenencia al segundo. Para este caso y considerando dos conjuntos difusos adyacentes se obtiene que:

$$\mu_1(DA) \leq \mu_2(DA)$$

Ecuación 5.29

Donde:

DA = Demanda Ajustada

$\mu_1(DA)$  = Función de pertenencia al primer conjunto difuso de la variable Demanda Ajustada

$\mu_2(DA)$  = Función de pertenencia al segundo conjunto difuso de la variable Demanda Ajustada

b) En el segundo caso el nivel de pertenencia al primer conjunto es mayor a la pertenencia al segundo conjunto. Para este caso y considerando dos conjuntos difusos adyacentes se obtiene que:

$$\mu_1(DA) \geq \mu_2(DA) \quad \text{Ecuación 5.30}$$

En la figura 5.12 se presenta la manera en la que se divide la superficie formada por los valores difusos. Como se puede observar se cuenta con 11 áreas entre las que se encuentran triángulos y rectángulos. Cabe señalar que las áreas 12 a 16 que conforman a los conjuntos Incrementar un Poco e Incrementar no aparecen en este ejemplo por que las reglas difusas que las forman no fueron activadas.

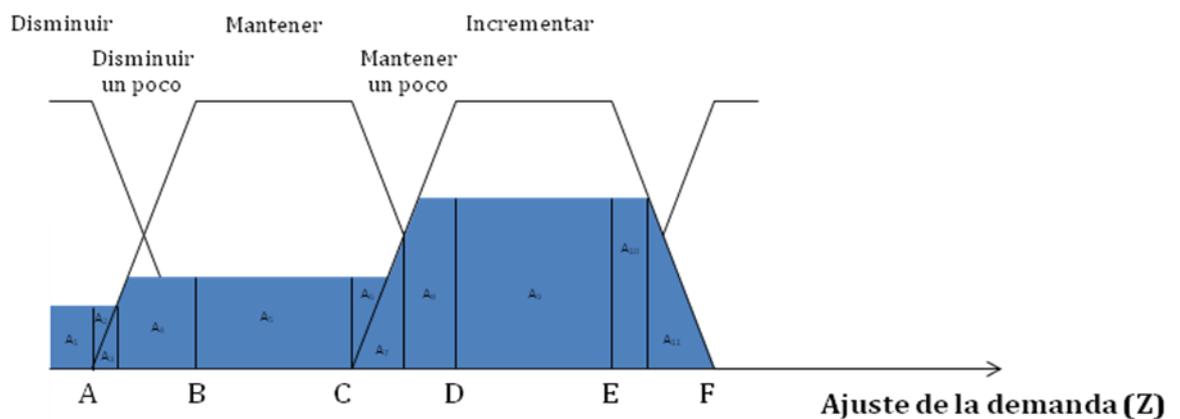


Figura 5. 15 Salida Difusa

Como se ve en la figura 5.12, debido a la forma de los conjuntos difusos y su relación, existen áreas con comportamiento similar, como son:

- a) A1, A5, A9, A13
- b) A2, A6, A10, A14
- c) A3, A7, A11, A15
- d) A4, A8, A12, A16

Como se puede observar para el primer grupo, el área formada es un rectángulo y está en función a sólo un conjunto difuso. El grupo del inciso B, se observa que cuando se cumple la expresión 5.29 el área tiene la forma de un triángulo, como es el caso de A2 y A6. Cuando se cumple la expresión 5.30, la figura formada es un rectángulo, como se observan para A10. Observando el tercer grupo, inciso C, se observa que la figura formada para los dos casos es la de un triángulo. Si se cumple la expresión 5.29, como se observa en la figura, el triángulo depende del segundo conjunto de los adyacentes. Por último para el grupo del inciso D, cuando se cumple la expresión 5.29 se forma un rectángulo, como se aprecia para las áreas A4 y A8.

2. *Calcular la superficie de cada figura obtenida en el paso 1.*

- a) **A<sub>1</sub>, A<sub>5</sub>, A<sub>9</sub>, A<sub>13</sub>;**

$$\text{Superficie (A}_i\text{)} = [\mu_C(Z)] (C - B) \quad \text{Ecuación 5.31}$$

$\mu_C(Z)$  = Función de pertenencia al conjunto analizado

B = Límite inferior en el que la función de pertenencia al conjunto analizado es igual a uno

C = Límite superior en el que la función de pertenencia al conjunto analizado es igual a uno

**b) A<sub>2</sub>, A<sub>6</sub>, A<sub>10</sub>, A<sub>14</sub>;**

$$Superficie(A_i) = \begin{cases} \frac{[\mu_1(Z)]^2 (B-A)}{2} & ; \mu_1(Z) \leq \mu_2(Z) \\ [\mu_1(Z)] [1-\mu_1(Z)] (B-A) & ; \mu_1(Z) > \mu_2(Z) \end{cases}$$

Ecuación 5.32

A = Valor en el que la función de pertenencia al primer conjunto difuso de la variable Demanda Ajustada es igual a uno.

B = Valor en el que la función de pertenencia al segundo conjunto difuso de la variable Demanda Ajustada es igual a uno.

**c) A<sub>3</sub>, A<sub>7</sub>, A<sub>11</sub>, A<sub>15</sub>;**

$$Superficie(A_i) = \begin{cases} \frac{[\mu_2(Z)]^2 (B-A)}{2} & ; \mu_1(Z) \leq \mu_2(Z) \\ \frac{[\mu_1(Z)]^2 (B-A)}{2} & ; \mu_1(Z) > \mu_2(Z) \end{cases}$$

Ecuación 5.33

A = Valor en el que la función de pertenencia al primer conjunto difuso de la variable Demanda Ajustada es igual a uno.

B = Valor en el que la función de pertenencia al segundo conjunto difuso de la variable Demanda Ajustada es igual a uno.

**d) A<sub>4</sub>, A<sub>8</sub>, A<sub>12</sub>, A<sub>16</sub>;**

$$Superficie(A_i) = \begin{cases} [\mu_2(Z)] [1-\mu_2(Z)] (B-A) & ; \mu_1(Z) \leq \mu_2(Z) \\ \frac{[\mu_2(Z)]^2 (B-A)}{2} & ; \mu_1(Z) > \mu_2(Z) \end{cases}$$

Ecuación 5.34

A = Valor en el que la función de pertenencia al primer conjunto difuso de la variable Demanda Ajustada es igual a uno.

B = Valor en el que la función de pertenencia al segundo conjunto difuso de la variable Demanda Ajustada es igual a uno.

3. *Determinar el centroide de cada figura.*

Para el cálculo del centroide se usa la forma clásica para cada figura geométrica. Es decir, con relación al eje de las abscisas, el centro de gravedad de los rectángulos se encuentra a la mitad de su base, y para los triángulos se encuentra a la tercera parte de su base respecto al lado opuesto del ángulo formado por la hipotenusa y la base. Para el planteamiento descrito el centroide se obtiene del siguiente modo:

a) **A<sub>1</sub>, A<sub>5</sub>, A<sub>9</sub>, A<sub>13</sub>**;

$$\text{Centroide}(A_i) = \frac{B+C}{2}$$

Ecuación 5.35

b) **A<sub>2</sub>, A<sub>6</sub>, A<sub>10</sub>, A<sub>14</sub>**;

$$\text{Centroide}(A_i) = \begin{cases} A + \frac{(B-A) [\mu_1(Z)]}{3} & ; \mu_1(Z) \leq \mu_2(Z) \\ A + \frac{(B-A) [1 - \mu_1(Z)]}{2} & ; \mu_1(Z) > \mu_2(Z) \end{cases}$$

Ecuación 5.36

c) **A<sub>3</sub>, A<sub>7</sub>, A<sub>11</sub>, A<sub>15</sub>**;

$$Centroide(A_i) = \begin{cases} A + \frac{2(B-A)}{3} [\mu_2(Z)] & ; \mu_1(Z) \leq \mu_2(Z) \\ B - \frac{2(B-A)}{3} [\mu_1(Z)] & ; \mu_1(Z) > \mu_2(Z) \end{cases}$$

Ecuación 5.37

d) **A<sub>4</sub>, A<sub>8</sub>, A<sub>12</sub>, A<sub>16</sub>**;

$$Centroide(A_i) = \begin{cases} B - \frac{(B-A)}{2} [1 - \mu_2(Z)] & ; \mu_1(Z) \leq \mu_2(Z) \\ B - \frac{(B-A)}{3} [\mu_2(Z)] & ; \mu_1(Z) > \mu_2(Z) \end{cases}$$

Ecuación 5.38

Para calcular el centroide total se divide la suma de la multiplicación de la superficie de cada figura por su centroide entre la superficie total, el resultado es el valor de la desdifusificación de la variable de respuesta. La fórmula para el cálculo del centroide total es:

$$Centroide \ total = \frac{\sum_{i=1}^{16} \{ [Superficie(A_i)] [Centroide(A_i)] \}}{\sum_{i=1}^{16} [Superficie(A_i)]}$$

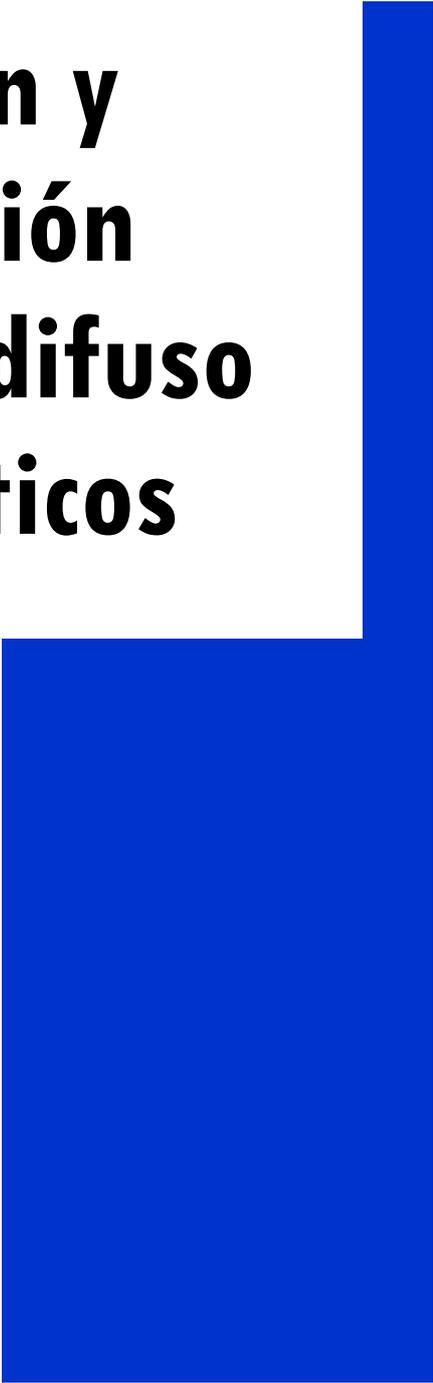
Ecuación 5.39

Con la aplicación de este modelo el posible ajustar el pronóstico de la demanda de los diferentes productos comercializados por la empresa.

Todas las operaciones y consideraciones explicadas en este capítulo se traducen a su forma práctica en un modelo difuso de ajuste de pronóstico realizado en hojas de cálculo del programa Microsoft Office Excel.



**CAPÍTULO 6.**  
**Aplicación y**  
**comparación**  
**del modelo difuso**  
**de pronósticos**



En este capítulo se aplica el modelo de ajuste de pronóstico basado en lógica difusa a los cuatro productos mencionados con anterioridad.

Antes de realizar el ajuste con el modelo difuso se obtiene el pronóstico utilizando regresión lineal móvil con 12 semanas, esto debido a que sólo se cuenta con 21 semanas en el historial de ventas.

Las 21 semanas comprenden a partir de la semana 26 del año (29 de junio al 5 de julio) a la semana 46 (del 16 al 22 de noviembre).

El ajuste con el modelo difuso se aplica a diez semanas, es decir; de la semana 37 en adelante.

En este capítulo se hace una comparación entre tres métodos de pronósticos: regresión lineal móvil, ajuste de pronóstico con el modelo difuso y los pronósticos determinados por el CEDIS Tuxtla.

### **6.1 Aplicación del Modelo Difuso de Pronósticos para Periodos Anteriores**

Se requiere realizar una comparación entre los datos arrojados por el modelo difuso y los datos de ventas pasadas registradas; para conocer el apego de los resultados del modelo a las ventas reales.

Es así como se hicieron aproximaciones de los valores de las variables para aplicar el modelo y así compararlo con otros métodos de pronósticos. Cabe aclarar, que no se tiene la certeza de que todos los hechos hayan ocurrido como se estimaron, pues no se tienen todos los registros necesarios para verificar.

## CAPÍTULO 6. Aplicación y Comparación del Modelo Difuso de Pronósticos

Para la variable *Clima* se toma en cuenta el mes en el que se encuentra el periodo a pronosticar, así como el promedio de la temperatura y el número de lluvias que se tuvieron.

Para obtener los valores de la variable *Marketing* se tratará de analizar cada factor, revisando los registros con los que se cuente; también se realizarán supuestos, lo cual puede restarle precisión al pronóstico.

En el caso del factor precio no se tienen registros de variación en el precio de los productos; en cuanto a promociones, se cuenta con un registro de las promociones más importantes; los valores para el factor publicidad serán supuestos; en cuanto al factor eventos, se tiene registro de los posibles eventos cubiertos por los productos; no se tienen registros de lanzamiento de productos competidores. El valor obtenido se observa en la tabla 6.2

Para la variable *Temporada* se considerará el mismo mes que para la variable *Clima*. También se revisó el calendario escolar para verificar en que etapa del ciclo escolar se encontraba la semana a pronosticar, y si caía en quincena o no. El valor obtenido se observa en la tabla 6.3

**Tabla 6. 1** Tabla de las variables Clima, Marketing y Temporada

CLIMA		MARKETING		TEMPORADA	
<b>Clima</b>	1.0	<b>Precio</b> Disminuye ▼	6	<b>Estacionalidad de ventas para cada mes</b>	1.49
Templado sin lluvia ▼ Frio Templado con lluvia Templado sin lluvia Caluroso con lluvia Caluroso sin lluvia		<b>Promociones</b> Alto impacto ▼	5	<b>Septiembre</b>	
<b>Estacionalidad de la temperatura para cada mes</b>	3.57	<b>Publicidad</b> Alto impacto ▼	3	<b>Periodo escolar</b> Vacaciones ▼	1.0
Septiembre ▼		<b>Eventos</b> Muchos-importantes ▼	3.5	<b>Periodo de pago del salario</b> No quincena ▼	2.0
SUMA	4.57	<b>Productos competidores</b> No compete ▼	2		1.3
			19.5		
<b>V.E.</b>	<b>2.00</b>	<b>V.E.</b>	<b>3</b>	<b>V.E.</b>	<b>2.9</b>

A continuación se presentan las tablas de resultados para cada uno de los productos analizados. En las tablas también aparecen las comparaciones con otros métodos de pronóstico.

Los resultados mostrados en las páginas anteriores pueden presentar falta de exactitud, debido a carencia de información exacta para las diferentes variables.

La aplicación del modelo difuso a las ventas anteriores permitió su retroalimentación, ya que sobre la marcha se detectaron ciertas diferencias en su aplicación para los diferentes productos. Por lo que, es necesario realizar algunas modificaciones.

También se registraron los porcentajes de variación y de buen pronóstico, así como el MAD.

### **6.1.1 Análisis de resultados de Pepsi PET 600ml**

En el caso de Pepsi PET 600 ml se obtuvieron bajos porcentajes de variación, no mayores a 10% salvo en tres semanas. Los porcentajes de precisión, también son buenos sobrepasan el 80% y varios el 90%.

Cabe mencionar que con la regresión lineal móvil también se obtuvieron buenos resultados en cuanto en ambos porcentajes (variación y buen pronóstico). El MAD para la regresión es mayor que para el modelo difuso.

Las estimaciones del CEDIS se compararon con seis semanas, y su precisión con la venta real es menor que en los otros métodos.

En la gráfica 6.1 se observa que el pronóstico del modelo difuso se apega más a las ventas reales, principalmente en los picos.

Tabla 6. 2 Tabla comparativa para el producto Pepsi 600ml.

SEMANA	FECHA		VARIABLES					PRONÓSTICOS			VARIACIÓN			% DE VARIACIÓN			%PRECISIÓN					
			Valor C (Clima)	Variable Clima	Valor M (Marketing)	Variable Marketing	Valor T (Temporada)	Variable Temporada	Pronóstico ajustado con el Modelo Difuso	Pronóstico con Regresión Lineal	Pronóstico ajustado del CEDI	Ventas Reales	Variación del Modelo Difuso	Variación de Regresión Lineal	Variación con CEDI	%Variación del Modelo Difuso	%Variación de Regresión Lineal	%Variación con CEDI	% Precisión Modelo Difuso	% Precisión Regresión Lineal	% Precisión CEDI	
37	14-sep-09	20-sep-09	6.6	2.83	6	1.62	5.7	1.75	2712	2405		2378	334	27		12.32%	1.12%		85.95%	98.86%		
38	21-sep-09	27-sep-09	3.6	1.58	0	1	3.7	1	1660	2478		1664	4	814		-0.24%	32.85%		99.76%	51.08%		
39	28-sep-09	04-oct-09	5.6	2.74	2	1.21	7.7	2.51	2552	2197		2288	264	91		10.34%	-4.14%		88.46%	96.02%		
40	05-oct-09	11-oct-09	6.4	2.74	2	1.21	6.7	2.13	2266	2300		1756	510	544		22.51%	23.65%		70.96%	69.02%		
41	12-oct-09	18-oct-09	4.4	1.91	2	1.21	7.7	2.51	1834	2117	1175	1810	24	307	635	1.31%	14.50%	-54.04%	98.67%	83.04%	64.92%	
42	19-oct-09	25-oct-09	4.4	1.91	4	1.41	6.7	2.13	1604	1909	1300	1752	148	157	452	-9.23%	8.22%	-34.77%	91.55%	91.04%	74.20%	
43	26-oct-09	01-nov-09	3.4	1.49	4	1.41	7.7	2.51	1600	1758	1494	1661	61	97	167	-3.81%	5.52%	-11.18%	96.33%	94.16%	89.95%	
44	02-nov-09	08-nov-09	3.2	1.44	2	1.21	6.7	2.13	1386	1616	1350	1151	235	465	199	16.96%	28.77%	14.74%	79.58%	59.60%	82.71%	
45	09-nov-09	15-nov-09	4.2	1.85	8	1.82	7.7	2.51	1226	1314	1351	1640	414	326	289	-33.77%	-24.81%	-21.39%	74.76%	80.12%	82.38%	
46	16-nov-09	22-nov-09	6.2	2.69	9	1.92	6.7	2.13	1575	1394	790	1728	153	334	938	-9.71%	-23.96%	-118.73%	91.15%	80.67%	45.72%	
												<b>MAD</b>	<b>339.91</b>	<b>316.20</b>	<b>446.67</b>					87.72%	80.36%	73.31%

Tabla 6. 3 Tabla comparativa para el producto Pepsi Vidrio

SEMANA	FECHA		VARIABLES					PRONÓSTICOS			VARIACIÓN			% DE VARIACIÓN			%PRECISIÓN					
			Valor C (Clima)	Variable Clima	Valor M (Marketing)	Variable Marketing	Valor T (Temporada)	Variable Temporada	Pronóstico ajustado con el Modelo Difuso	Pronóstico con Regresión Lineal	Pronóstico ajustado del CEDI	Ventas Reales	Variación del Modelo Difuso	Variación de Regresión Lineal	Variación con CEDI	%Variación del Modelo Difuso	%Variación de Regresión Lineal	%Variación con CEDI	% Precisión Modelo Difuso	% Precisión Regresión Lineal	% Precisión CEDI	
37	14-sep-09	20-sep-09	6.6	2.83	9.75	2	5.7	1.48	1214	1181		1099	115	82		9.47%	6.92%		89.54%	92.57%		
38	21-sep-09	27-sep-09	3.6	1.58	9.75	2	4.7	1.01	1044	1113		1132	88	19		-8.43%	-1.69%		92.23%	98.34%		
39	28-sep-09	04-oct-09	6.4	2.74	9.75	2	5.7	1.48	1091	1066		1062	29	4		2.66%	0.39%		97.27%	99.61%		
40	05-oct-09	11-oct-09	6.4	2.74	9.75	2	4.7	1.01	1053	1058		1085	32	27		-3.04%	-2.51%		97.05%	97.55%		
41	12-oct-09	18-oct-09	6.4	2.74	9.75	2	5.7	1.48	1057	1033	1133	1199	142	166	66	-13.43%	-16.03%	-5.83%	88.16%	86.18%	94.50%	
42	19-oct-09	25-oct-09	4.4	1.91	9.75	2	4.7	1.01	1011	1078	1065	1029	18	49	36	-1.78%	4.55%	3.38%	98.25%	95.24%	96.50%	
43	26-oct-09	01-nov-09	5.4	2.33	9.75	2	5.7	1.48	1064	1059	1153	1090	26	31	63	-2.44%	-2.93%	5.46%	97.61%	97.15%	94.22%	
44	02-nov-09	08-nov-09	3.2	1.44	9.75	2	4.7	1.01	997	1063	1067	748	249	315	319	24.97%	29.62%	29.90%	66.71%	57.91%	57.35%	
45	09-nov-09	15-nov-09	4.2	1.85	9.75	2	5.7	1.48	888	947	1064	1066	178	119	2	-20.05%	-12.60%	-0.19%	83.30%	88.81%	99.81%	
46	16-nov-09	22-nov-09	6.2	2.69	9.75	2	4.7	1.01	949	956	620	1145	196	189	525	-20.65%	-19.83%	-84.68%	82.88%	83.45%	54.15%	
												<b>MAD</b>	<b>189.91</b>	<b>100.06</b>	<b>168.50</b>					89.30%	89.68%	82.76%

Tabla 6. 4 Tabla comparativa para el producto Pepsi Lata

SEMANA	FECHA		VARIABLES					PRONÓSTICOS			VARIACIÓN			% DE VARIACIÓN			%PRECISIÓN				
			Valor C (Clima)	Variable Clima	Valor M (Marketing)	Variable Marketing	Valor T (Temporada)	Variable Temporada	Pronóstico ajustado con el Modelo Difuso	Pronóstico con Regresión Lineal	Pronóstico ajustado del CEDI	Ventas Reales	Variación del Modelo Difuso	Variación de Regresión Lineal	Variación con CEDI	%Variación del Modelo Difuso	%Variación de Regresión Lineal	%Variación con CEDI	% Precisión Modelo Difuso	% Precisión Regresión Lineal	% Precisión CEDI
37	14-sep-09	20-sep-09	6.6	2.83	9.75	2	5.7	1.75	395	374		390	5	16		1.27%	-4.28%		98.72%	95.90%	
38	21-sep-09	27-sep-09	3.6	1.58	9.75	2	6.7	2.13	328	361		214	114	147		34.76%	40.72%		46.73%	31.31%	
39	28-sep-09	04-oct-09	6.4	2.74	9.75	2	7.7	2.51	306	297		291	15	6		4.90%	2.02%		94.85%	97.94%	
40	05-oct-09	11-oct-09	6.4	2.74	9.75	2	6.7	2.3	272	260		336	64	76		-23.53%	-29.23%		80.95%	77.38%	
41	12-oct-09	18-oct-09	6.4	2.74	9.75	2	7.7	2.51	274	266	113	350	76	84	237	-27.74%	-31.58%	-209.73%	78.29%	76.00%	32.29%
42	19-oct-09	25-oct-09	4.4	1.91	9.75	2	6.7	2.13	261	289	160	264	3	25	104	-1.15%	8.65%	-65.00%	98.86%	90.53%	60.61%
43	26-oct-09	01-nov-09	3.4	1.41	9.75	2	7.7	2.51	256	269	166	294	38	25	128	-14.84%	-9.29%	-77.11%	87.07%	91.50%	56.46%
44	02-nov-09	08-nov-09	3.2	1.44	9.75	2	6.7	2.13	261	287	146	346	85	59	200	-32.57%	-20.56%	-136.99%	75.43%	82.95%	42.20%
45	09-nov-09	15-nov-09	4.2	1.85	9.75	2	7.7	2.51	286	300	136	412	126	112	276	-44.06%	-37.33%	-202.94%	69.42%	72.82%	33.01%
46	16-nov-09	22-nov-09	6.2	2.69	9.75	2	6.7	2.13	343	331	169	344	1	13	175	-0.29%	-3.93%	-103.55%	99.71%	96.22%	49.13%
												<b>MAD</b>	<b>82.18</b>	<b>56.30</b>	<b>186.67</b>				83.00%	81.25%	45.61%

Tabla 6. 5 Tabla comparativa para el producto Pepsi 3L

SEMANA	FECHA		VARIABLES					PRONÓSTICOS			VARIACIÓN			% DE VARIACIÓN			%PRECISIÓN				
			Valor C (Clima)	Variable Clima	Valor M (Marketing)	Variable Marketing	Valor T (Temporada)	Variable Temporada	Pronóstico ajustado con el Modelo Difuso	Pronóstico con Regresión Lineal	Pronóstico ajustado del CEDI	Ventas Reales	Variación del Modelo Difuso	Variación de Regresión Lineal	Variación con CEDI	%Variación del Modelo Difuso	%Variación de Regresión Lineal	%Variación con CEDI	% Precisión Modelo Difuso	% Precisión Regresión Lineal	% Precisión CEDI
37	14-sep-09	20-sep-09	6.6	2.83	6	1.62	5.7	1.48	6109	5905		6119	10	214		-0.16%	-3.62%		99.84%	96.50%	
38	21-sep-09	27-sep-09	3.6	1.58	0	1	4.7	1.01	4554	5962		5962	1408	0		-30.92%	0.00%		76.38%	100.00%	
39	28-sep-09	04-oct-09	6.4	2.74	2	1.21	5.7	1.48	5904	5931		5920	16	11		-0.27%	0.19%		99.73%	99.81%	
40	05-oct-09	11-oct-09	6.4	2.74	20	3.05	4.7	1.01	6381	5917		6759	378	842		-5.92%	-14.23%		94.41%	87.54%	
41	12-oct-09	18-oct-09	4.4	1.91	1	1.1	5.7	1.48	5055	6312	5177	6549	1494	237	1372	-29.55%	-3.75%	-26.50%	77.19%	96.38%	79.05%
42	19-oct-09	25-oct-09	4.4	1.91	2	1.21	4.7	1.01	5283	6517	6393	4710	573	1807	1683	10.85%	27.73%	26.33%	87.83%	61.63%	64.27%
43	26-oct-09	01-nov-09	3.4	1.49	2	1.21	5.7	1.48	4925	6023	6842	5385	460	638	1457	-9.34%	10.59%	21.29%	91.46%	88.15%	72.94%
44	02-nov-09	08-nov-09	3.2	1.44	2	1.21	5.7	1.48	4758	5822	5935	3886	872	1936	2049	18.33%	33.25%	34.52%	77.56%	50.18%	47.27%
45	09-nov-09	15-nov-09	4.2	1.85	8	1.82	5.7	1.48	4227	5049	5805	3899	328	1150	1906	7.76%	22.78%	32.83%	91.59%	70.51%	51.12%
46	16-nov-09	22-nov-09	6.2	2.69	8	1.82	4.7	1.01	4213	4383	3291	4831	618	448	1540	-14.67%	-10.22%	-46.79%	87.21%	90.73%	68.12%
												<b>MAD</b>	<b>927.00</b>	<b>728.30</b>	<b>1667.83</b>				88.32%	84.14%	63.80%

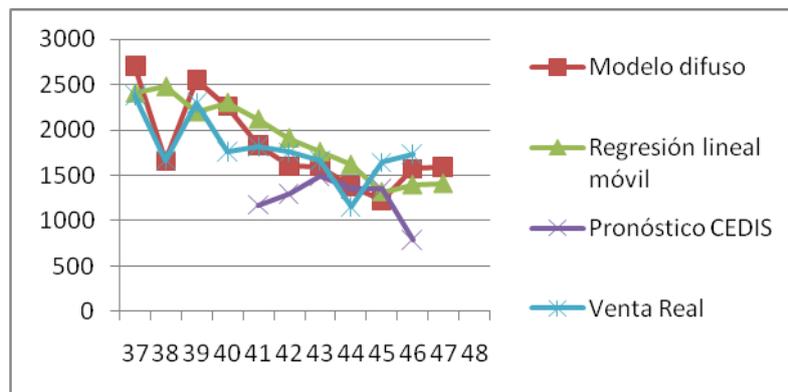


Figura 6. 1 Comparación de métodos y venta real para PEPSI 600 ml

### 6.1.2 Análisis de resultados de Pepsi Vidrio

Pepsi Vidrio es uno de los productos con comportamiento más predecible, salvo algunos picos.

En los tres métodos de estimación comparados los porcentajes de variación son bajos y los porcentajes de precisión mayores al 80%, a excepción de la semana 44.

En la gráfica 6.5 se observa lo cercanos que están los pronósticos a la venta real, variando en la semana 44.

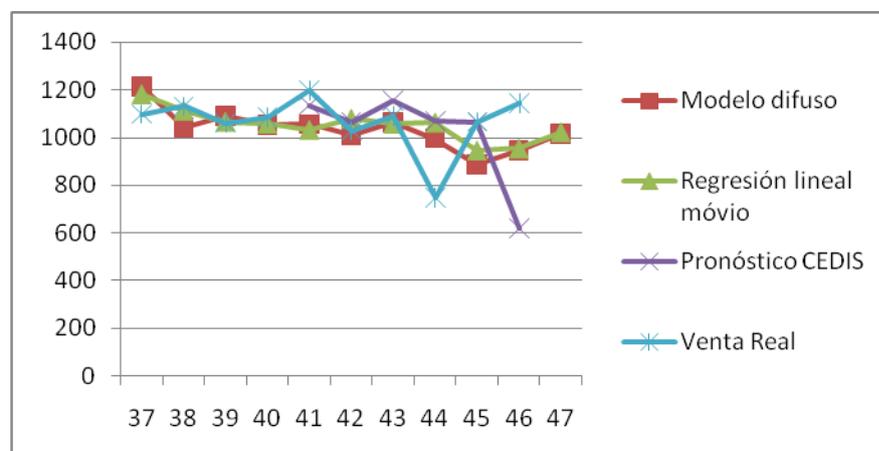


Figura 6. 2 Comparación de métodos y venta real para PEPSI Vidrio 12oz

### 6.1.3 Análisis de resultados de Pepsi Lata

En la comparación hecha para Pepsi Lata se observa mayor variabilidad entre las ventas reales y los pronósticos, deben analizarse nuevamente los factores que influyen en las ventas de este producto; sobretodo en las semanas en que las ventas caen o se elevan notablemente.

Los ajustes con el modelo difuso a los pronósticos obtenidos con regresión lineal móvil fueron pequeños (ver gráfica 6.3). Sus porcentajes de precisión, variación y el MAD son muy similares. Todos los pronósticos del CEDIS están por debajo del 60% de precisión y su variación también es muy alta; sus pronósticos están muy alejados de las ventas reales.

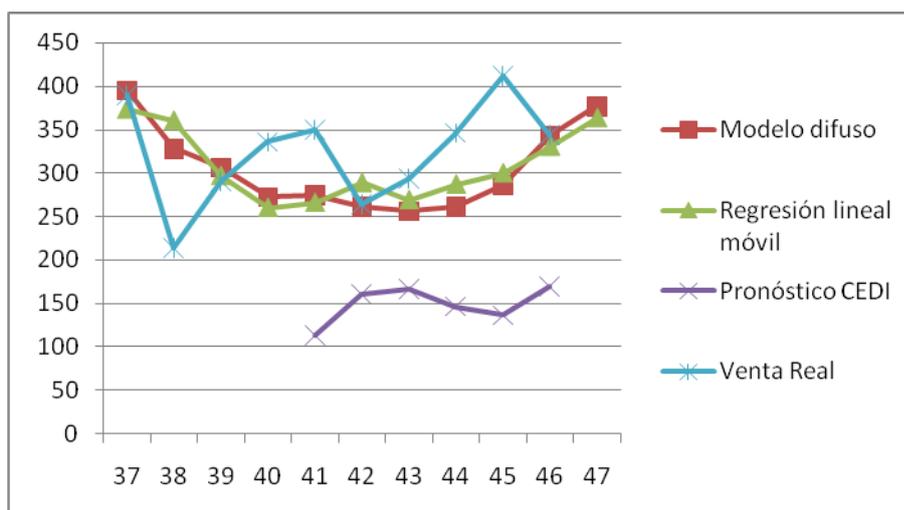


Figura 6. 3 Comparación de métodos y venta real para PEPSI Lata

### 6.1.4 Análisis de resultados de Pepsi 3L

El comportamiento en las ventas de Pepsi 3L es variable, y los tres métodos se aproximan en varias semanas (Gráfica 6.4).

El modelo de pronósticos con menor MAD es el modelo difuso, aunque sus porcentajes de variación y precisión son parecidos a la regresión lineal móvil. Si bien los porcentajes parecen buenos, en número de cajas la diferencia es alta; lo que representa varias tarimas de producto.

El método de pronóstico del CEDIS tiene aproximadamente una diferencia de 1000 cajas por semana y sus porcentajes de precisión son menores al 80%.

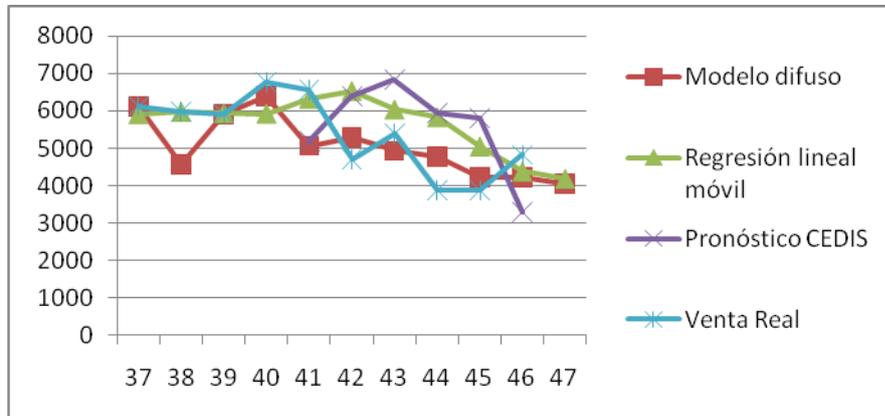
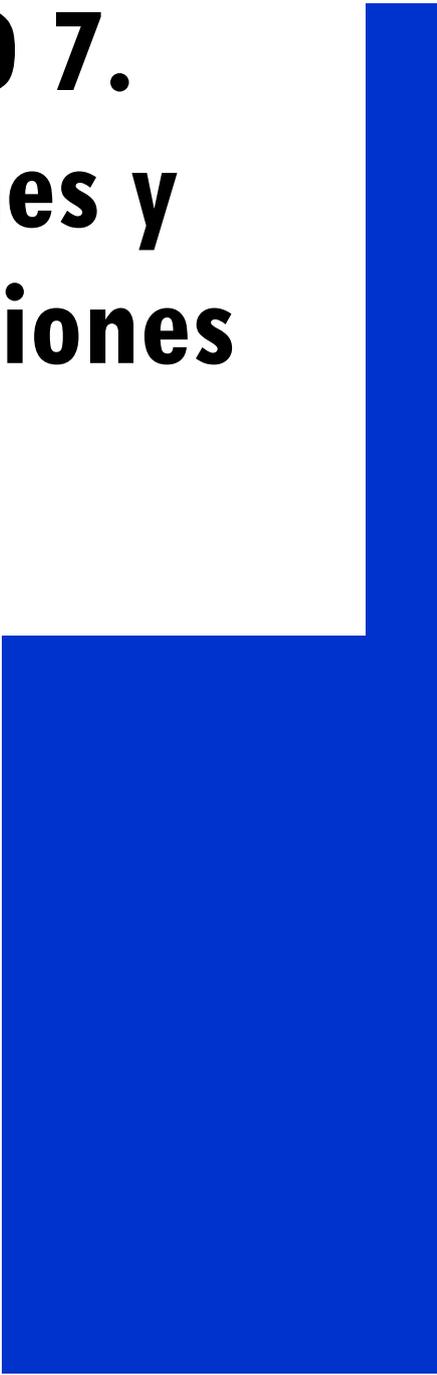


Figura 6. 4 Comparación de métodos y venta real para PEPSI 3L



# **CAPÍTULO 7.**

## **Conclusiones y recomendaciones**

## 7.1 Conclusiones

Los pronósticos de venta son indicadores de la realidad económica por la que atraviesa la empresa, determinan qué puede venderse con base en la realidad y sustentan los planes de ventas y de producción. El pronóstico de ventas es la proyección de la demanda esperada, que incluye ciertas restricciones.

El modelo difuso de pronóstico desarrollado se adapta al comportamiento de la demanda, al tomar en cuenta las variables que la afectan en mayor medida; el modelo considera aspectos cualitativos teniendo como base de funcionamiento, operaciones matemáticas, de este modo se obtienen pronósticos más acertados.

Otra de sus ventajas es su flexibilidad, ya que puede combinarse con otros métodos de pronósticos y/o modificarse de acuerdo al comportamiento de la demanda, y a la información de los expertos. El modelo utiliza términos comprensibles, facilitándose su utilización.

Como se observó en el capítulo anterior, el modelo difuso presenta en general una buena aproximación a las ventas reales, sin embargo existen periodos de alta variación. El método de regresión lineal móvil también mostró buenos resultados, en algunos casos, mejores que el modelo difuso.

En las primeras pruebas los resultados obtenidos con el modelo son representativos y más apegados a las ventas reales, que las estimaciones del CEDIS. El modelo difuso tiene la posibilidad de hacer proyecciones más asertivas, afinando la relación que cada variable tiene con la demanda y enfocándose a detalle en cada producto.

Debido a las pocas semanas de venta con las que se cuenta, así como a la falta de información exacta para aplicar el modelo a periodos pasados, no se ha realizado una completa comprobación del modelo de pronósticos. Por ejemplo, no

se tiene conocimiento de por qué se presentaron cambios tan drásticos (picos) en ciertos periodos para los productos. Por ello, no se puede dar una estimación real del porcentaje de error de dicho modelo.

Sin embargo, es posible incrementar la exactitud de los datos arrojados por el modelo si se lleva un registro más estricto de los diferentes factores considerados, así como un trabajo conjunto con los expertos, validándose así el proyecto.

### **7.2 Recomendaciones**

Para un mejor resultado del Modelo Difuso de Pronóstico se sugiere un estudio más detallado, contar con mayor información que complemente el modelo, que afirme la relación entre las variables consideradas y las ventas.

Se requiere un historial de ventas más amplio, donde se detecten las causas de las variaciones más notables en las ventas. Mientras más períodos pasados se analicen, el modelo más se apegará al comportamiento de la demanda.

El modelo debe ser validado, es decir, deben pronosticarse varios periodos y compararse los resultados con las ventas reales, para hacerle los ajustes pertinentes.

Como se ha mencionado con anterioridad, una de las ventajas del modelo es que puede ser modificado con el objetivo de hacerlo más asertivo. Por ello, se recomienda que antes de establecerlo como modelo de pronóstico se realice un estudio de optimización.

La aplicación del modelo a los cuatro productos principales indica que debe realizarse un análisis más detallado a las variables y a los aspectos que éstas consideran. Se recomienda retroalimentar el modelo en cuanto a las variables y los criterios definidos para ponderarlas; para que el modelo se adapte realmente a las situaciones que se presenten.

## CAPÍTULO 7. Conclusiones y Recomendaciones

Será necesario redefinir la base de reglas con base en un análisis más preciso del comportamiento de los productos, tanto de la información proporcionada por los expertos como de sus ventas históricas, abarcando más periodos de estudio y cuestionando el por qué de las variaciones que se detecten.

Previo a la utilización del modelo se recomienda tener registros periódicos de los diferentes factores considerados en él, como son: el promedio de temperaturas semanales, así como el número de lluvias; promociones, campañas publicitarias, eventos, etc. Para el periodo a pronosticar, esto con el fin de que al aplicar el modelo se cuente con información veraz.

Debe determinarse la persona encargada de operar el modelo y las personas encargadas de transmitirle la información, así como la forma en la que se la harán llegar y la fecha. Deben definirse claramente las reglas y roles de los involucrados, para evitar ambigüedades.

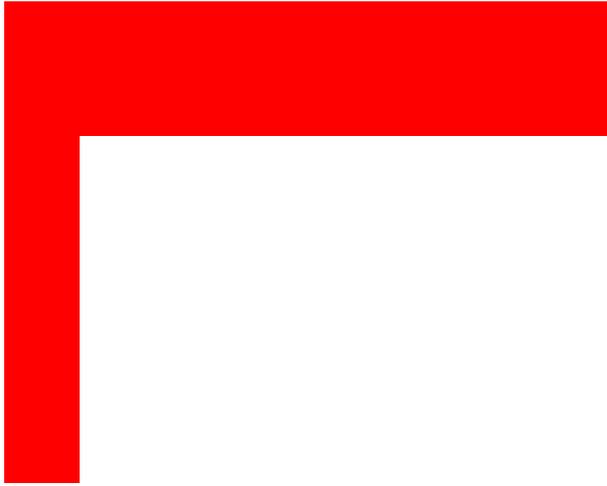
Será necesario capacitar a los encargados de utilizar el modelo, dándoles a conocer el objetivo para el que fue creado, ventajas, características, funciones, contenido, información previa necesaria, tiempo de uso, formatos utilizados, etc.

Se requiere amplia comunicación entre las diferentes áreas de la empresa, principalmente entre Mercadotecnia, Ventas y Logística. Cada área debe tener claras las actividades relacionadas al pronóstico de ventas, que debe desempeñar; con el fin de que la información requerida por el modelo sea la adecuada y los resultados que arroje apoyen la toma de decisiones

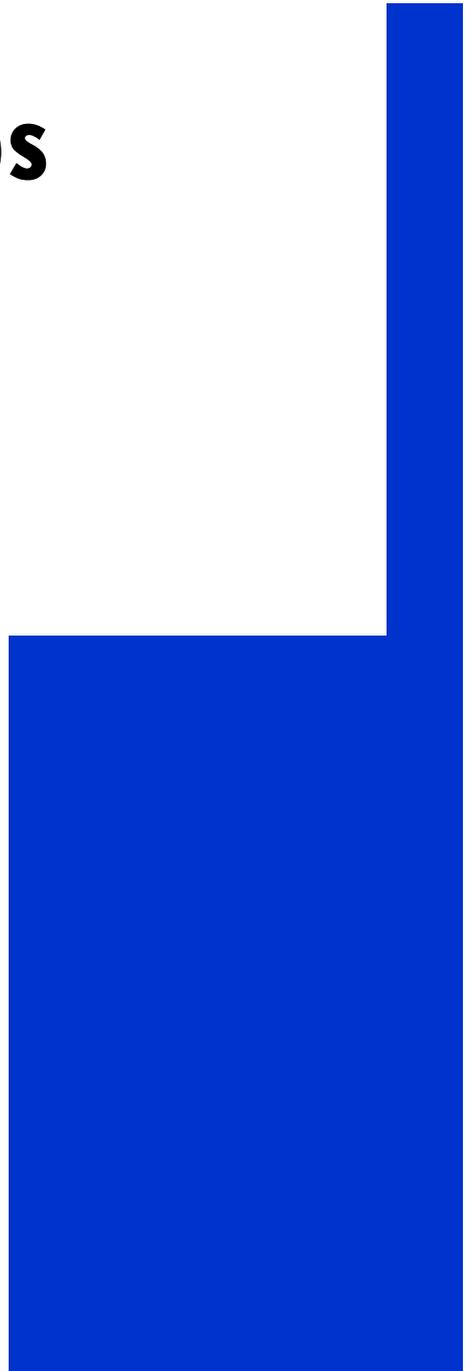
## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ❖ Adam, E., Ebert, R. (1999). *Administración de la Producción y de Las Operaciones*. México:Ed. Prentice Hall.
- ❖ Monks, J. (1991). *Administración de las Operaciones*. México: Editorial Mc Graw Hill (Serie Shawn).
- ❖ Schroeder R. (1998). *Administración de Operaciones. Toma de Decisiones en la Función de Operaciones*. México:.. Editorial McGraw Hill. P
- ❖ Mandami E.H. (1975). *An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller* (Vols.7): Int. J. Man-Machine Studies.
- ❖ Bellman, R. E., Zadeh, L.A (1970). *Decision making in a fuzzy environment*. (Vols. 4): Management Science 17
- ❖ Zadeh L.A. (1965). *Fuzzy set, fuzzy logic. And fuzzy systems*. Journal of intelligence, 6 (17).
- ❖ Chiang D., Chow L. (1997). *Fuzzy information in extended fuzzy relational database*.
- ❖ Martín del Brío B., Sáenz A. (2007). *Redes Neuronales y Sistemas Borrosos*. 3ª Edición. México: Alfaomega.
- ❖ Escobar, E. (2009). *Modelo Difuso para Planeación Agregada* (Tesis de Doctorado, SIDESI).
- ❖ Donoso, S. (2006). *Análisis de Regresión Difusa. Nuevos Enfoques y Aplicaciones*. Consultado en Agosto 10, 2009 en <http://digibug.ugr.es/bitstream/10481/1337/1/16468995.pdf>
- ❖ Fuentes, I. (2008). *El Marketing y el Incremento de las Ventas*. Consultado en Julio 30, 2009 en <http://incrementodeventas.blogspot.com/2008/03/10-consejos-para-incrementar-tus-ventas.html>.

- ❖ MACÍAS, E. (2006). *Pronóstico de venta*. Consultado en Julio 30, 2009 en <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/fin/adminfinancieraenrique.htm>
  
- ❖ Gómez, A. (2008) *Cada año, 152 Litros de Refresco por Cada Mexicano*. Julio 15, 2009 en <http://www.laprensa.htm>
  
- ❖ Zambrano, I. (2008). *A la Baja Ventas en Empresas Refresqueras*. Julio 10, 2008 en [www.periodicodigital.com.mx](http://www.periodicodigital.com.mx)
  
- ❖ Arancibia, R. *Predicciones y Pronósticos*. Consultado en Octubre 17, 2009 en [http://www2.ing.puc.cl/gescopp/Sergio\\_Maturana/SAG/Grupo3\\_Pronostico.pdf](http://www2.ing.puc.cl/gescopp/Sergio_Maturana/SAG/Grupo3_Pronostico.pdf)
  
- ❖ Giraldo, N. (2009). *Modelos para la Tendencia y estacionalidad*. Consultado en Agosto 4, 2009 en [www.unalmed.edu.co/~ndgiraldo/.../tendencia\\_2009.pdf](http://www.unalmed.edu.co/~ndgiraldo/.../tendencia_2009.pdf)
  
- ❖ Oliveros, M. *Pronósticos*. Consultado en Octubre 17, 2009 en <http://webdelprofesor.ula.ve/economia/oliverosm/materiasdictadas/produccion1/clases/pronosticos.pdf>
  
- ❖ De Arce, R. *Modelos ARIMA*. Consultado en Octubre 25, 2009 en [http://www.uam.es/personal\\_pdi/economicas/jmalonso/Box-Jenkins.pdf](http://www.uam.es/personal_pdi/economicas/jmalonso/Box-Jenkins.pdf)
  
- ❖ *Regresión Lineal*. Consultado en Agosto 20, 2009 en [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lii/garcia\\_g\\_as/capitulo3.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lii/garcia_g_as/capitulo3.pdf)



**Anexos**



## ANEXO 1

### CUESTIONARIO A CONSUMIDORES DE PRODUCTOS PEPSICO

**Objetivo:** Este cuestionario tiene como finalidad conocer sus preferencias para ofrecerle un mejor servicio. Su opinión nos servirá para la realización de un proyecto.

**Instrucciones:** Subraye la respuesta que prefiera.

**1.** ¿Consumes bebidas del grupo PEPSICO?

a) Si (pase a la pregunta 2)

b) No (pase a la pregunta 3)

**2.** ¿En qué se basa para elegir las bebidas de PEPSI?

a) Sabor

b) Cantidad

c) Precio

d) Promoción

e) Única opción en existencia

f) Por costumbre

g) Otro: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Puede continuar con la pregunta 4. . .

**3.** ¿Por qué **NO** consumes productos PEPSI?

a) Por el sabor

b) Por la cantidad

c) Por el precio

d) Otros: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Si su respuesta fue **negativa**, ha finalizado con el cuestionario. . . **GRACIAS!!!**

*SU OPINION ES MUY IMPORTANTE*

**4.** ¿Qué tipo de bebida de la marca PEPSI consume con mayor/menor frecuencia?

**MAYOR** frecuencia

**MENOR** frecuencia

a) Refrescos

b) Agua pura embotellada

c) Agua de sabor (Be light, H<sub>2</sub>O)

d) Bebidas rehidratantes (Gatorade, Propel)

e) Bebida energizante (Sobe Rush)

f) Te helado (Lipton)

g) Jugos (Power Punch)

a) Refrescos

b) Agua pura embotellada

c) Agua de sabor (Be light, H<sub>2</sub>O)

d) Bebidas rehidratantes (Gatorade, Propel)

e) Bebida energizante (Sobe Rush)

f) Te helado (Lipton)

g) Jugos (Power Punch)

**5.** ¿Con qué frecuencia consumes bebidas del grupo PEPSICO?

a) Una vez al día

b) más de una

c) Tres veces

d) Una vez

e) Otro: \_\_\_\_\_

vez al día

a la semana

a la semana

**6.** ¿Qué sabor de refresco del grupo PEPSICO consume con mayor/menor frecuencia?

**MAYOR** frecuencia

**MENOR** frecuencia

- |                  |                  |                  |                  |
|------------------|------------------|------------------|------------------|
| a) Pepsi         | i) Rey Piña      | a) Pepsi         | i) Rey Piña      |
| b) Pepsi Kick    | j) Rey Durazno   | b) Pepsi Kick    | j) Rey Durazno   |
| c) Pepsi light   | k) Rey Grosella  | c) Pepsi light   | k) Rey Grosella  |
| d) Pepsi Retro   | l) Rey Mandarina | d) Pepsi Retro   | l) Rey Mandarina |
| e) Mirinda       | m) Rey Tamarindo | e) Mirinda       | m) Rey Tamarindo |
| f) Manzanita sol | n) Ninguno       | f) Manzanita sol | n) Ninguno       |
| g) Seven up      |                  | g) Seven up      |                  |
| h) Sangria       |                  | h) Sangria       |                  |

7. ¿Qué tamaño de refresco consume con mayor/menor frecuencia?

- | <b>MAYOR</b> frecuencia             |               |             | <b>MENOR</b> frecuencia             |               |             |
|-------------------------------------|---------------|-------------|-------------------------------------|---------------|-------------|
| <u>Envase de</u><br><u>plástico</u> | <u>Vidrio</u> | <u>Lata</u> | <u>Envase de</u><br><u>plástico</u> | <u>Vidrio</u> | <u>Lata</u> |
| a) 3 L.                             | h) 12 oz      | j) 355 ml.  | a) 3 L.                             | h) 12 oz      | j) 355 ml.  |
| b) 2.5 L.                           | i) 500 ml.    |             | b) 2.5 L.                           | i) 500 ml.    |             |
| c) 2 L.                             |               |             | c) 2 L.                             |               |             |
| d) 1 L.                             |               |             | d) 1 L.                             |               |             |
| e) 600 ml.                          |               |             | e) 600 ml.                          |               |             |
| f) 500 ml.                          |               |             | f) 500 ml.                          |               |             |
| g) 355 ml.                          |               |             | g) 355 ml.                          |               |             |

8. ¿En qué temporada del año consume más refrescos y en qué temporada consume menos?

- | <b>MAYOR</b> consumo     | <b>MENOR</b> consumo     |
|--------------------------|--------------------------|
| a) Todo el año           | a) Todo el año           |
| b) Fines de semana       | b) Fines de semana       |
| c) Entre semana          | c) Entre semana          |
| d) Períodos vacacionales | d) Períodos vacacionales |
| e) Fiestas navideñas     | e) Fiestas navideñas     |
| f) Verano                | f) Verano                |
| g) Otro: _____           | g) Otro: _____           |

9. ¿Ha afectado la crisis económica a su consumo de bebidas de la marca PEPSI?

- a) Si                      b) No

10. Considera que el precio de los productos PEPSI es:

- a) Adecuado  
 b) Bajo  
 c) Alto  
 d) Muy alto  
 e) Otro: \_\_\_\_\_

11. Considera que la publicidad de PEPSI es:

- a) Mala  
 b) Regular  
 c) Buena  
 d) Muy buena  
 e) Otro: \_\_\_\_\_

**12.** ¿Ha comprado productos PEPSI por alguna promoción?

a) Si

b) No

Mencione alguna: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**¡ GRACIAS POR SU COLABORACION !**

SU OPINION ES MUY IMPORTANTE

## ANEXO 2 CUESTIONARIO A DETALLISTAS

**Objetivo:** Este cuestionario tiene como finalidad conocer su apreciación de los factores que influyen en las ventas de los productos de la Embotelladora Valle de Oaxaca S. A. de C.V. Su opinión nos servirá para la realización de un proyecto.

**Instrucciones:** Subrayar y en su caso anotar la respuesta que prefiera.

1. ¿Cuáles son los 5 productos más vendidos (indique cantidad y sabor)?
  
2. En cuanto a la venta de refrescos, indique los meses del año que hay:
  - a) Ventas altas: \_\_\_\_\_
  
  - b) Ventas medias: \_\_\_\_\_
  
  - c) Ventas bajas: \_\_\_\_\_
  
3. Elija las tres opciones que cree afectan más las ventas de los refrescos:

a) Crisis económica	f) Calidad
b) Publicidad (comerciales, pósters)	g) Competencia
c) Promociones	h) Facilidades de pago
d) Precio	i) Periodo de entrega
e) Temporada	
  
4. ¿Con qué frecuencia le surten los productos?  
a) Semanal    b) Quincenal    c) Mensual    d) Otro: \_\_\_\_\_
  
5. ¿Cómo es el servicio que le ofrece su distribuidor Pepsi?  
a) Excelente    b) Bueno    c) Regular    d) Malo
  
6. ¿Qué calificación le pondría al servicio de su distribuidor pepsi? (Del 1 al 10)
  
7. ¿Cómo podría aumentar su distribuidor esa calificación?

### ANEXO 3 CUESTIONARIO DE PERCEPCIÓN A CLIENTES

	<i>Nº de encuestados</i>	1	2
<b>1</b> ¿Consume Pepsi? ¿Por qué?	a)..Cantidad b)..Sabor c)..Precio d)..Promociones e)..Presentación f)..Costumbre		
<b>2</b> para usted el producto es:	5.- Muy bueno 4.- Bueno 3.- Regular 2.- Malo 1.- Muy malo		
<b>3</b> ¿Por qué le asigna ese valor?			
<b>4</b> ¿La publicidad y promociones de Pepsi influyen en la compra del producto?			
<b>5</b> considera a la publicidad y promociones:	5.-Muy bueno 4.- Bueno 3.- Regular 2.- Malo 1.- Muy malo		

## ANEXO 4 HISTORIAL DE VENTAS: CAJAS VENDIDAS EN 2008

PERIODO	PEPSI PET 600 ML	PEPSI PET 3L	PEPSI VIDRIO	PEPSI LATA
Enero				
Febrero				
Marzo				
Abril				
Mayo	3873	17567	3354	618
Junio	8764	0	4102	832
Julio	10513	0	4678	887
Agosto	10170	15755	4195	901
Septiembre	9762	22180	4177	853
Octubre	8345	20261	4200	739
Noviembre	8003	17071	3072	750
Diciembre	7554	20478	4996	907

## ANEXO 5 HISTORIAL DE VENTAS: CAJAS VENDIDAS EN 2009

PERIODO	PEPSI PET 600 ML	PEPSI PET 3L	PEPSI VIDRIO	PEPSI LATA
Enero	5356	13386	3449	539
Febrero	9395	16752	4069	744
Marzo	8523	17222	4426	726
Abril	4663	17639	3771	703
Mayo	7773	13686	3837	701
Junio	7627	20834	4985	576
Julio	8039	27074	5923	1851.33
Agosto	8789	22552	4789	1488
Septiembre	8142	23582	4508	1320
Octubre	9267	29323	5465	1535
Noviembre				
Diciembre				

## ANEXO 6 REGISTRO DE VENTAS SEMANALES

No.Semana	Periodo		PEPSI PET 600 ML	PEPSI PET 3L	PEPSI VIDRIO	PEPSI LATA
27	29-jun	05-jul	1,478	4936	1,021	281
28	06-jul	12-jul	1,290	5076	1,075	361
29	13-jul	19-jul	2,039	5415	1,362	323
30	20-jul	26-jul	1,706	5973	1,184	428
31	27-jul	02-ago	1,526	5674	1,281	458
32	03-ago	09-ago	1,925	5748	1,254	383
33	10-ago	16-ago	2,062	5710	1,205	468
34	17-ago	23-ago	2,077	5517	1,197	328
35	24-ago	30-ago	2,725	5577	1,133	309
36	31-ago	06-sep	2,068	5757	1,245	399
37	07-sep	13-sep	2,032	5744	1,032	317
38	14-sep	20-sep	2,378	6119	1,099	390
39	21-sep	27-sep	1664	5962	1132	214
40	28-sep	04-oct	2288	5920	1062	291
41	05-oct	11-oct	1756	6759	1085	336
42	12-oct	18-oct	1810	6549	1199	350
43	19-oct	25-oct	1752	4710	1029	264
44	26-oct	01-nov	1661	5385	1090	294
45	02-nov	08-nov	1151	3886	748	346
46	09-nov	15-nov	1640	3899	1066	412
47	16-nov	22-nov	1728	4831	1145	344

## ANEXO 7 REGISTRO DEL CLIMA

Semana	Fecha		Temperatura promedio	Nº de Días con Lluvia	Clasificación del clima
	de:	a:			
26	29-jun-09	05-jul-09	26.07	4	Templado con lluvia
27	06-jul-09	12-jul-09	26.11	3	Templado con lluvia
28	13-jul-09	19-jul-09	27.14	1	Caluroso sin lluvia
29	20-jul-09	26-jul-09	28.00	0	Caluroso sin lluvia
30	27-jul-09	02-ago-09	26.86	4	Templado con lluvia
31	03-ago-09	09-ago-09	26.87	2	Templado sin lluvia
32	10-ago-09	16-ago-09	26.96	0	Templado sin lluvia
33	17-ago-09	23-ago-09	26.46	2	Templado sin lluvia
34	24-ago-09	30-ago-09	26.41	1	Templado sin lluvia
35	31-ago-09	06-sep-09	26.99	0	Templado sin lluvia
36	07-sep-09	13-sep-09	27.23	2	Caluroso sin lluvia
37	14-sep-09	20-sep-09	27.59	1	Caluroso sin lluvia
38	21-sep-09	27-sep-09	25.94	6	Templado con lluvia
39	28-sep-09	04-oct-09	27.57	1	Caluroso sin lluvia
40	05-oct-09	11-oct-09	27.14	2	Caluroso sin lluvia
41	12-oct-09	18-oct-09	26.00	2	Templado sin lluvia
42	19-oct-09	25-oct-09	25.29	2	Templado sin lluvia
43	26-oct-09	01-nov-09	25.29	3	Templado con lluvia
44	02-nov-09	08-nov-09	21.57	5	Templado con lluvia
45	09-nov-09	15-nov-09	22.29	1	Templado sin lluvia
46	16-nov-09	22-nov-09	24.17	0	Templado sin lluvia
47	23-nov-09	29-nov-09	23.57	0	Templado sin lluvia
48	30-nov-09	06-dic-09			
49	07-dic-09	13-dic-09			
50	14-dic-09	20-dic-09			
51	21-dic-09	27-dic-09			
52	28-dic-09	03-ene-10			