

**Desarrollo de un modelo de programación
lineal para la elaboración de planogramas en
el puesto de ventas de Zamorano**

**David Villa Botero
Rafael Antonio Zachrisson Frech**

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2011

ZAMORANO
CARRERA DE ADMINISTRACION DE AGRONEGOCIOS

Desarrollo de un modelo de programación lineal para la elaboración de planogramas en el puesto de ventas de Zamorano

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingenieros en Administración de Agronegocios en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

David Villa Botero
Rafael Antonio Zachrisson Frech

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2011

Desarrollo de un modelo de programación lineal para la elaboración de planogramas en el puesto de ventas de Zamorano

Presentado por:

David Villa Botero
Rafael Antonio Zachrisson Frech

Aprobado:

Ernesto Gallo, M.Sc., M.B.A.
Asesor principal

Ernesto Gallo, M.Sc., M.B.A.
Director
Carrera de Administración de
Agronegocios

Martín Leal, M.Sc., M.A.E.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

RESUMEN

Villa, D., Zachrisson, R. 2011. Desarrollo de un modelo de programación lineal para la elaboración de planogramas en el puesto de ventas de Zamorano. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Administración de Agronegocios, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 26p.

Wal-Mart, la cadena de supermercados más grande del mundo, obliga a supermercados tradicionales a utilizar la herramienta de merchandising para mejorar procesos existentes e implementar nuevos para poder competir en un mercado competitivo. En la actualidad el uso de planogramas elaborados a partir de un modelo cuantitativo y factores cualitativos y saber administrarlos adecuadamente es una guía fundamental para que el detallista cuantifique el espacio que se dispone para cada categoría y maximizar las utilidades. Conocer la óptima cantidad de producto a colocar frontalmente en la góndola para que esté disponible visualmente al consumidor con precios, y en el momento oportuno se conoce como “merchandising”. Es una fuente primaria de diferenciación, se cree que es la primera responsable de la personalidad. Es la manera como se quiere que el cliente perciba los productos, las posibilidades son múltiples y la afinidad de los productos tienen diversas opciones, esta decisión tiene en la visión un componente estratégico vital. Para desarrollar el método cuantitativo se analizó la información del punto de venta y con esta se elaboró un modelo que cuantifica la demanda de cada producto por categoría. El método cualitativo tomó en cuenta factores como rotación y rentabilidad de los productos, ofertas, y espacios fríos, templados y calientes en la góndola. Con el uso de estas herramientas se diseñaron planogramas para las categorías definidas que puede ser replicado en las demás categorías. Dirigiendo cada categoría como una unidad estratégica de negocio, se mejora el manejo del inventario de anaquel en relación a las ventas de la tienda.

Palabras clave: Facing, góndolas, manejo de categorías, maximizar, merchandising.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	8
4. CONCLUSIONES	17
5. RECOMENDACIONES	18
6. LITERATURA CITADA.....	19
7. ANEXOS	20

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Variables y coeficientes de la función objetivo (góndola base de lácteos)	8
2. Restricciones adicionales (góndola base de lácteos)	9
3. Solución del modelo (góndola base de lácteos)	9
4. Abastecimiento de la góndola por semana (góndola base de lácteos).....	10
5. Solución del modelo (góndola de embutidos)	11
6. Solución del modelo (góndola superior de lácteos)	12
7. Solución del modelo (góndola de galletas)	15
8. Abastecimiento de la góndola por mes (góndola de galletas)	16
Figuras	Página
1. Modelo ejemplar.....	6
2. Planograma (góndola base de lácteos)	10
3. Planograma (góndola embutidos).....	11
4. Planograma góndola superior de lácteos	13
5. Planograma general de la góndola de lácteos/embutidos.....	14
6. Planograma góndola galletas	15
Anexos	Página
1. Variable de decisión y coeficientes de la función objetivo	20
2. Corrección de la demanda	20
3. Restricciones del modelo.....	21
4. Abastecimiento por producto	21
5. Variables y coeficientes de la función objetivo (góndola de embutidos).....	22
6. Restricciones adicionales (góndola de embutidos).....	22
7. Variables y coeficientes de la función objetivo (góndola superior de lácteos)	23
8. Restricciones adicionales (góndola superior de lácteos)	24
9. Antes de la góndola de lácteos/embutidos.....	24
10. Después de la góndola de lácteos/embutidos	25
11. Variables y coeficientes de la función objetivo (góndola de galletas)	25
12. Restricciones adicionales (góndola de galletas)	26

1. INTRODUCCIÓN

A principio de la década de los 90's, The Partnering Group (TPG), desarrolló el proceso de manejo de categorías utilizando como base la información generada en el punto de venta o "point of sale" (POS) para desarrollar modelos de programación lineal. TPG es una consultora internacional de estrategia y administración general enfocada en empresas que le venden el producto directamente al consumidor (The Partnering Group 2005) Para ejecutar este proceso se utiliza la técnica del "merchandising", la cual Singh (1999) la define como una rama de la mercadotecnia que integra las técnicas de comercialización y permite presentar el producto en las mejores condiciones. Es tener la mercancía adecuada en el lugar conveniente con precios, cantidades y en el momento oportuno. El producto final de este proceso es un planograma para cada categoría.

De acuerdo con el IGA Institute (2010), la Universidad de Cornell define un planograma como un "layout" con instrucciones para el arreglo y abastecimiento de un exhibidor de mercancías y el posicionamiento de otras instalaciones fijas y equipos en la tienda. Las herramientas en la actualidad son extraordinarias, la posibilidad de usar programas como el Space Man son infinitas. El Space Man es un programa inventado por ACNielsen para el desarrollo de planogramas. ACNielsen es la compañía líder mundial en servicios de investigación e información de mercados (ACNielsen Company 2011).

Moskowits y Wright (1982), definen la programación lineal como un método de la investigación de operaciones que proporciona una técnica eficiente para encontrar una solución óptima dentro de un conjunto de posibles soluciones que satisfacen un objetivo sujeto a varias restricciones. Desde el punto de vista administrativo se optimiza la asignación de los recursos limitados de un negocio con el objetivo de maximizar ingresos/utilidades o minimizar sus costos (Aya 2006).

El "merchandising" en las ventas al detalle se entiende como una ciencia, precisa y creativa que juega en lo racional y en lo emocional conjuntamente. Que seduce para garantizar resultados numéricos. Pero por encima de todo que fideliza, que conecta, que involucra al consumidor de manera permanente con un estilo con el que se siente cómodo e identificado. Por un lado se pretende generar autoridad en la experiencia para conectarse en el largo plazo con los clientes y por el otro definitivamente garantizar las ventas, el margen y la rotación requeridos. Se podría decir que el "merchandising" es también un medio de comunicación, y debe ser claro. El producto tiene que decirle al cliente en frente de él: "cómprame y cómprame por esta razón" Cuando se habla de la visión más general del merchandising, se habla de la construcción de los "layout". La definición de universos de consumo, la manera como se quiere que el cliente perciba el producto.

Las posibilidades son múltiples y la afinidad de los productos tienen diversas opciones y esta decisión tiene en la visión un componente estratégico vital. Es una fuente primaria de diferenciación, se cree que es la primera responsable de la personalidad. Podría decirse en general que no hay “layout” buenos o malos, más bien se habla de consistencia y estandarización¹.

Según el IGA Institute (2010) los agotamientos de existencia pueden ser el resultado de no asignar suficiente capacidad de anaquel, lo cual es una decisión importante en el planograma y en el proceso de gestión por categorías. Una de las razones más importantes por las cuales se desarrolló el proceso de gestión por categorías fue, administrar el espacio frontal de los productos y el inventario de anaquel en su relación con las ventas de la tienda.

De acuerdo con la base de datos de ACNielsen, que se completó en Diciembre del 2007, el 94% de todas las ventas de un supermercado se realizan desde la ubicación primaria del producto, según aparecen en el planograma de la categoría, más que en los exhibidores promocionales. La categoría que alcanza la mayor proporción de ventas desde un exhibidor promocional es la de las bebidas carbonatadas, con un 18%. Quedarse sin existencia en cualquier producto puede ser costoso para la categoría y para la tienda. De acuerdo con el “Retailing Research Council”, el 6.5% del volumen de categoría, el 15% de las ventas de promoción y el 3% de las ventas totales se pierden debido a los agotamientos de existencia (IGA institute 2010).

Según Karolefski y Heller (2006), los primeros que implementaron el proceso de manejo de categorías fueron las cadenas de supermercados más grandes de Estados Unidos, Safeway fue una de las originales, otras incluían Kroger, Albertson’s, y Publix. SUPERVALU, la primer tienda al por mayor que implemento el proceso fue la que llevó el proceso a detallistas independientes. Entre los distribuidores que empezaron el proceso están Coca Cola y Phillip Morris. Coca Cola incluso creó un programa de capacitación en donde explica el rol del detallista y del distribuidor.

El manejo de categorías hace más que contribuir al éxito de una operación al detalle. Es un componente esencial. De hecho es difícil imaginarse a un detallista ganando en un mercado sin confiar en la dirección que éste valioso proceso provee. Algunas categorías pueden ser más grandes que otras y otras pueden contribuir más al resultado final. Pero todas las categorías deben trabajar bien individualmente y deben agruparse para presentar un todo coherente a los consumidores exigentes (Karolefski; Heller 2006).

El Puesto de Ventas de Zamorano es un supermercado pequeño, tradicional e independiente que hasta hace pocos años cambio el enfoque de vender solo productos Zamorano a vender otras marcas como cualquier otro detallista. Cuando se hizo el cambio no se tomó en cuenta el proceso de manejo de categorías y la utilización de la técnica de “merchandising” para la elaboración de planogramas y como resultado los productos no tienen un lugar definido en las góndolas.

¹ Betancur, J.D. 2011. Conceptos del merchandising. Colombia. Almacenes Éxito. Correo electrónico.

El principal rol Puesto de Ventas de Zamorano es contribuir a la formación de los estudiantes en el área de comercialización y servicio al cliente. En un principio únicamente vendía los excedentes de la planta de lácteos y demás unidades productivas de Zamorano, pero a través del tiempo fue creciendo y en la actualidad además de ofrecer productos lácteos y cárnicos, ofrece congelados, frutas y verduras, jaleas y mieles, productos de higiene personal, productos de limpieza, cereales, snacks, entre otros. Sin embargo, con la globalización y el surgimiento de competidores en el mercado local y en las ciudades cercanas, el puesto de ventas debe aprovechar la información generada en el punto de venta y con esto implementar el proceso de manejo de categorías para adaptarse y ser más competitivos en el nuevo mercado.

El Puesto de Ventas de Zamorano está pasando por una situación difícil ya que los consumidores son más demandantes y exigentes y hay más opciones donde comprar. Los estudiantes y profesores pueden hacer sus compras en otros lugares que ofrecen un mayor surtido, productos importados y precios competitivos. El Puesto de Ventas de Zamorano es un supermercado exclusivo ya que ofrece productos caracterizados por ser de la más alta calidad por su origen y además los empleados son estudiantes altamente calificados para el trabajo que realizan por su alto nivel académico y su experiencia en el manejo y desarrollo de productos. Por el cambiante mercado el puesto de ventas tiene que re diseñar su estrategia, y orientarse a su mercado meta. Por su tamaño y precios altos el Puesto de Ventas no es el lugar adecuado para realizar las compras para todo el mes o la quincena, pero si es el lugar ideal para comprar lo que hace falta diariamente y con esto tener un alto flujo de personas y una alta rotación.

Los objetivos que este estudio incluye:

- Optimizar el espacio frontal o “facing” de los productos en las góndolas para maximizar utilidades.
- Brindarle al Puesto de Ventas planogramas que sirvan como guía para la colocación adecuada de los productos.
- Que el modelo desarrollado se utilice como base para ser implementado para las otras categorías.

Con la implementación de un buen proceso de manejo de categorías el puesto de venta podría mejorar su estrategia de merchandising y con esto mejorar la visualización de los productos en las góndolas ya que ha sido demostrado ser un factor importante en el momento de compra. Solo un tercio de las compras son planeadas y el resto son espontaneas (Karolefski; Heller 2006). Asimismo manejando cada categoría como una unidad de negocio se podría reducir el producto en inventario y maximizar las ganancias, minimizando las perdidas por faltantes y por vencimiento de productos. Singh (1999) define tres conceptos clave en la implementación del manejo de categorías. En primer lugar, tanto los distribuidores (mayoristas y minoristas) y sus proveedores (fabricantes e intermediarios) se centran en entregar el mejor valor posible a los consumidores. En segundo lugar, se trata de un proceso de colaboración que produce mejores resultados de negocio para ambas partes. En tercer lugar, este proceso requiere la gestión de categorías como unidades estratégicas de negocios.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales. Para resolver el modelo de programación lineal se tomó en cuenta el software Premium Solver. Premium Solver es una extensión adicional de Solver más sofisticada para problemas de optimización. Trabaja de 2x a 50x veces más rápido que el Solver de Excel y maneja problemas mucho más grandes de hasta 200 variables y 8,192 restricciones (Frontline Solvers 2010). También fue necesario el Microsoft Office Excel 2007. Microsoft Office Excel 2007 es una herramienta eficaz que puede usar para crear y aplicar formato a hojas de cálculo, y para analizar y compartir información para tomar decisiones mejor fundadas (Microsoft Office 2010).

Métodos. El proyecto especial de graduación se realizó en el puesto de ventas de Zamorano, localizada en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, en el Valle del Yeguaré, Municipio de San Antonio de Oriente, Departamento de Francisco Morazán, ubicado en el Km. 32 al sureste de Tegucigalpa, Honduras, la zona se encuentra a 800 msnm, con una precipitación promedio de 1,100 mm de junio a noviembre, y una temperatura promedio anual de 24°C.

Se usó un modelo de programación lineal en números enteros para determinar el ordenamiento de cada producto en la góndola. Como variable de decisión se tomó en cuenta el espacio frontal de cada producto (facing) debido a que esto determina una mayor probabilidad de compra para el consumidor. En el modelo se usó una variable para cada producto donde cada una de ellas representa la cantidad de productos que va a estar expuesto al consumidor. La función objetivo consiste en maximizar las utilidades de una determinada góndola sujeta a restricciones de espacio lineal disponible, demanda máxima, demanda mínima, y el espacio frontal mínimo para cada producto.

Para tomar en cuenta los coeficientes de las restricciones se tomó en cuenta las dimensiones de cada producto en centímetros de acuerdo a las siguientes especificaciones: A es igual al espacio lineal en el eje horizontal, B es igual al espacio lineal en el eje vertical y C el espacio lineal en el eje transversal. Se tomó en cuenta el espacio total disponible por el estante, donde X es igual al espacio lineal total disponible por la estantería, Y es la altura de cada estantería, y Z la profundidad de la estantería.

Restricciones. Para el modelo se consideraron 6 restricciones que se resumen en las siguientes:

- Espacio frontal disponible: Esta dada por el espacio en centímetros que ocupa físicamente el espacio frontal de cada producto y la sumatoria de todos los frontales de los productos tiene que ser menor o igual al espacio lineal de la góndola.

- **Demanda máxima:** En esta se considera la rotación que tiene cada producto en unidades de producto, debido a que el modelo va satisfacer una demanda semanal y/o mensual dependiendo de la categoría de productos. Se calculó la máxima demanda semanal y/o mensual por cada producto en relación a la media de la demanda semanal y/o mensual que han tenido los productos seleccionados en las últimas 89 semanas, desde el 2010 al 2011.
- **Demanda mínima:** La cantidad de producto mínimo en unidades que tiene que estar disponible en la góndola está determinado por el promedio de la demanda diaria de este producto, ya que un producto debe estar exhibido todos los días. (ACNielsen).
- **Espacio frontal del producto (facing):** El espacio frontal mínimo que un producto debe tener en la góndola es de 20 a 25 cm. o 2 a 3 unidades de producto. En el modelo se consideró (calculo) si el producto tenía un espacio lineal en A mayor a 20 cm. se la asignaba un espacio frontal mínimo de una unidad lineal de producto, y si el producto media menos de 20 cm. el espacio frontal mínimo estaba dado por 20 cm. dividido entre el espacio frontal del producto y redondeado al máximo inmediato. Al espacio frontal de cada producto se le agrega una restricción que debe de ser solo valores enteros.
- **De no negatividad:** Los valores del modelo tienen que ser positivos.
- **Números enteros:** La solución del modelo tiene que ser expresada en números enteros, es por esta razón que se utilizo el programa Premium Solver.

En el anexo 3 se ilustra las restricciones del modelo. Al momento de correr el modelo en el software Premium Solver se toma en cuenta la restricción de no negatividad y la restricción de numero enteros.

EXPLICACIÓN DEL MODELO

Función objetivo. Maximizar las utilidades generadas por una góndola de categoría de productos expresadas en Lempiras (L.)

Variables de decisión. Las variables de decisión son determinar los frontales que debe ocupar cada producto en la góndola. Se utiliza el espacio frontal, porque es la cantidad de producto que influye en la probabilidad de compra (Karolefski et al, 2006). Si en la variable de decisión da un valor de 4, por lo tanto se colocaría en la góndola 4 unidades lineales de producto.

Coefficientes de la función objetivo. Los coeficientes se determinaron multiplicando la utilidad marginal de cada producto por la cantidad de producto que se puede ubicar en Y. Los factores impulsan al modelo a que los productos con mayor utilidad ocupen un mayor espacio frontal.

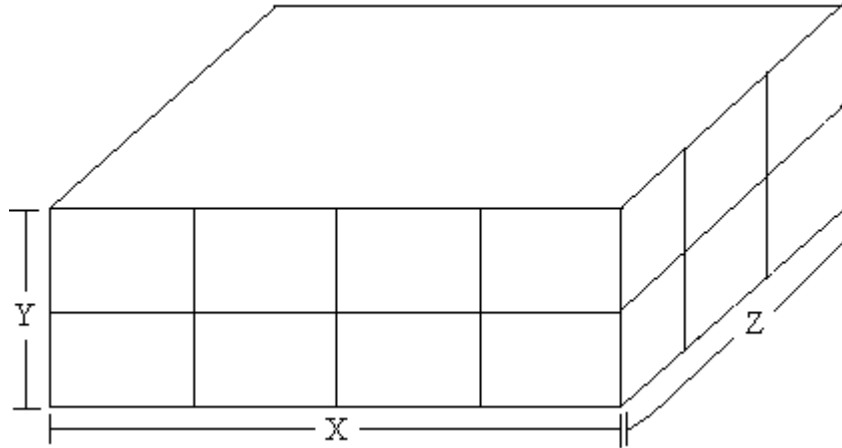


Figura 1. Modelo ejemplar

Ejemplo explicativo 1. Se tiene un espacio en góndola donde se pueden colocar cuatro productos de frente linealmente (en Y), tres productos hacia el fondo (en Z) y dos productos de altura (en Y), en total se pueden colocar 24 productos ($4 \times 3 \times 2$). De los 24 productos, los únicos que influyen en la probabilidad de compra del consumidor son los del frente (en X). En el eje Z se pueden ubicar 3 unidades del producto, por lo tanto si dividimos la cantidad de producto de la góndola (24) entre 3 el resultado es 8. Esto significa que van a ser 8 productos los que van a estar en el espacio frontal o a los ojos del consumidor, y son los que realmente determinan la probabilidad de compra del consumidor.

En el modelo se asume que la cantidad de producto a colocar en la góndola debe ser mayor a la demanda mínima y/o menor a la demanda máxima. De acuerdo al ejemplo anterior, la demanda máxima fue dividida por la cantidad de productos que se pueden colocar en el eje Z y así obtener la demanda traducida a un área que influye directamente ante los ojos del consumidor.

A esta restricción de demanda se le agregó una corrección. El problema sucede cuando la demanda por área es menor al producto de la cantidad de producto en el eje Y por el espacio frontal mínimo que ocupa el producto.

Ejemplo explicativo 2. Un producto puede tener una demanda máxima por área de 1.3. Se supone que en Z se pueden colocar 8 unidades, en Y 2 unidades y se determinó un espacio frontal mínimo de 2 unidades para este producto; el modelo para satisfacer las restricciones como mínimo tendría que asignar un espacio frontal de 2.

Restricción de Demanda

$$(\text{Unidades de producto en Y}) \cdot (\text{Espacio frontal}) \leq \text{Demanda máxima por el área}$$

$$2X_1 \leq 1.3$$

Restricción de espacio frontal

$$\text{Espacio frontal} \geq \text{Espacio frontal mínimo}$$

$$X_1 \geq 2$$

La mínima solución del modelo en este caso para $X_1 = 2$, pero se genere el siguiente error en la restricción de la demanda:

$4 \leq 1.3$, cuando la solución mínima tendría que ser $2 \geq 2$.

Sin embargo, en el espacio de la góndola no existe un error, la solución es factible. La demanda total de este producto sería (Demanda por área)*(Cantidad de producto en Z) = $(1.3)*(8) = 10.4$. En el exhibidor se puede colocar (Espacio frontal)*(Producto en Y)*(Producto en Z) = $(2)*(2)*(8) = 16$, pero sólo se agregarían 10 para no exceder la demanda.

La corrección es, si la demanda máxima por el área \leq (unidades de producto en Y)*(Espacio frontal). Si la cláusula es verdadera, el modelo considera la demanda semanal como: (unidades de producto en Y)*(Espacio frontal), en caso de ser falsa el modelo considera la demanda como la demanda máxima por el área. En el anexo 1 se especifica claramente la corrección de la demanda que se les agrego a los diferentes modelos.

La restricción de demanda considera implícitamente la rotación de producto y la satisfacción del cliente, ya que el consumidor va estar satisfecho siempre y cuando encuentre producto en la góndola y esto se mide por la demanda máxima. En la demanda máxima se considera la satisfacción del cliente y la cantidad de producto que debe haber en una góndola. Por un lado se maximiza en relación a la utilidad pero satisfaciendo las restricciones de demanda máxima y el rango de demanda que se va cubrir va ser la demanda máxima y la demanda mínima con las correcciones que se habían mencionado anteriormente.

Abastecimiento. La restricción de máxima demanda permite determinar el abastecimiento o llenado de la góndola por producto, de manera que se divide la demanda máxima entre las unidades totales posibles en espacio frontal (productos en X multiplicado por productos en Y), este valor redondeado al número inmediato. Esta cantidad le dice al supervisor cuantas veces tiene que abastecer la góndola en el transcurso que se vende la demanda máxima. En el anexo 4 se ilustra como se lleva a cabo la formula en el Microsoft Excel para obtener el abastecimiento por producto.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuadro 1. Variables y coeficientes de la función objetivo (góndola base de lácteos)

Variable	Productos	Utilidad Marginal (L.)
X1	Leche con chocolate bolsa 940ml	0.91
X2	Leche semidescremada bolsa 940 ml	1.59
X3	Queso crema paquete 440 gr	18.92
X4	Queso zamorela paquete 440 gr	33.51
X5	Mantequilla crema bolsa 440 ml	3.05
X6	Queso dambo paquete 440 gr	24.64
X7	Queso de cabra paquete 440 gr	19.40
X8	Queso procesado paquete 440 gr	35.40
X9	Queso crema con chile paquete 440 gr	22.42
X10	Queso cheddar paquete 440 gr	40.48

El cuadro 1 muestra los productos que representa cada variable del modelo con su respectiva utilidad marginal. Con esta información se obtiene la función objetivo (FO).

$$\text{FO: Max. Y} = 0.91X1 + 1.59X2 + 18.92X3 + 33.51X4 + 3.05X5 + 26.64X6 + 19.40X7 + 35.40X8 + 22.42X9 + 40.48X10$$

Restricciones

- **Espacio lineal disponible:** $11X1 + 11X2 + 10X3 + 11.5X4 + 12X5 + 11X6 + 10X7 + 10.5X8 + 10X9 + 10.5X10 \leq 365$

Cuadro 2. Restricciones adicionales (góndola base de lácteos)

Demanda máxima	Demanda mínima	Espacio frontal del producto
$2X1 \leq 68.53$	$2X1 \geq 10.08$	$X1 \geq 2$
$2X2 \leq 48.28$	$2X2 \geq 7.1$	$X2 \geq 2$
$2X3 \leq 9.29$	$2X3 \geq 4$	$X3 \geq 2$
$3X4 \leq 8.06$	$3X4 \geq 6$	$X4 \geq 2$
$3X5 \leq 44.03$	$3X5 \geq 6.47$	$X5 \geq 2$
$2X6 \leq 4$	$2X6 \geq 4$	$X6 \geq 2$
$2X7 \leq 4$	$2X7 \geq 4$	$X7 \geq 2$
$3X8 \leq 6$	$3X8 \geq 6$	$X8 \geq 2$
$2X9 \leq 9.34$	$2X9 \geq 4$	$X9 \geq 2$
$2X10 \leq 4$	$2X10 \geq 4$	$X10 \geq 2$

Para esta góndola, la demanda máxima se tomo como una demanda semanal y la demanda mínima como una demanda diaria. La restricción de no negatividad y números enteros se tomo en cuenta en el programa de Premiun Solver al correr dicho modelo.

Cuadro 3. Solución del modelo (góndola base de lácteos)

Variables	Nombre de las Variables	Solución del Modelo*
X1	Leche con chocolate bolsa 940ml	6
X2	Leche semidescremada bolsa 940 ml	4
X3	Queso crema paquete 440 gr	4
X4	Queso zamorela paquete 440 gr	2
X5	Mantequilla crema bolsa 440 ml	5
X6	Queso dambo paquete 440 gr	2
X7	Queso de cabra paquete 440 gr	2
X8	Queso procesado paquete 440 gr	2
X9	Queso crema con chile paquete 440 gr	4
X10	Queso cheddar paquete 440 gr	2

*La solución del modelo esta expresada en unidades lineales de producto que debe de ir en góndola

La solución del modelo nos indica la cantidad adecuada de producto que tiene que ir en el espacio frontal de la góndola para optimizar el espacio y de esta forma maximizar las utilidades. En el caso de leche con chocolate en bolsa y leche semidescremada en bolsa, el modelo da una solución de 6 y 4 espacios frontales, debido a la alta rotación del producto; también se puede ver que para el queso crema y el queso crema con chile se tiene un espacio frontal de 4 unidades lineales, ya que estos productos a pesar de que no tienen una alta rotación, tienen un alto margen de utilidad en comparación a las leches en bolsa. Los productos que obtienen un espacio frontal de 2 unidades lineales se debe a que son productos que tienen alto margen pero la demanda es menor.

	Queso procesado paquete 440 gr	Queso de cabra paquete 440 gr	Queso dambo paquete 440 gr	Queso crema con chile paquete 440 gr	Queso crema paquete 440 gr	Queso cheddar paquete 440 gr	Queso zamorela paquete 440 gr	Mantequilla crema en bolsa 440 ml	Leche semidescremada bolsa 940 ml	Leche con chocolate bolsa 940 ml
X (uni)	2	2	2	4	4	2	2	5	4	6
Y (uni)	3	2	2	2	2	2	3	3	2	2
Z (uni)	6	9	9	6	7	9	6	6	4	4

Figura 2. Planograma (góndola base de lácteos)

Utilizando como base la solución del modelo se desarrolló este planograma, donde se observa el lugar y la cantidad adecuada de producto que debe de ir en el eje X, Y, y Z.

Cuadro 4. Abastecimiento de la góndola por semana (góndola base de lácteos)

Producto	Corrección de demanda máxima (uni)	Unidades totales por facing (uni)	Abastecimiento (No. veces / semana)
Leche con chocolate bolsa 940ml	69	12	6
Leche semidescremada bolsa 940 ml	48	8	6
Queso crema paquete 440 gr	9	8	1
Queso zamorela paquete 440 gr	8	6	1
Mantequilla crema bolsa 440 ml	44	15	3
Queso dambo paquete 440 gr	4	4	1
Queso de cabra paquete 440 gr	4	4	1
Queso procesado paquete 440 gr	6	6	1
Queso crema con chile paquete 440 gr	9	8	1
Queso cheddar paquete 440 gr	4	4	1

El cuadro 4 indica, por producto, el número de veces por semana que se tiene que llenar la góndola. Se puede observar que los productos que se tienen que abastecer una mayor cantidad de veces a la semana son los que tienen una alta rotación y los productos que solo se abastecen una vez por semana son de baja rotación.

Góndola de embutidos. En el anexo 5 y 6 se especifica las variables y los coeficientes de la función objetivo de la góndola de embutidos, la función objetivo y sus respectivas restricciones.

Cuadro 5. Solución del modelo (góndola de embutidos)

Variable	Productos	Solución del modelo*
X1	Jamón de cerdo por lb	3
X2	Frankfurter de pollo por lb	2
X3	Frankfurter por lb	2
X4	Jamón benedictino por lb	4
X5	Jamonada por lb	4
X6	Jamón virginia por lb	4
X7	Tocino ahumado en paquete	2
X8	Chorizo español por lb	2
X9	Longaniza embutido	2
X10	Mortadela por lb	2
X11	Salami imperial 1.5 lb	3
X12	Salami imperial 3.5 lb	4
X13	Salami imperial rodajas por lb	2

*La solución del modelo esta expresada en unidades lineales de producto que debe de ir en góndola

Se puede observar que el jamón benedictino por lb., jamonada por lb., jamón virginia por lb., y salami imperial 3.5 lb. son los productos con un mayor espacio frontal disponible ya que son los que tienen una mayor margen de utilidad. En el estudio se observo que la mayoría de embutidos presentan ventas similares, por esta razón el modelo asigna un mayor espacio frontal a los productos tomando en cuenta la utilidad marginal.

2 Jamón benedictino por lb		2 Tocino ahumado en paquete	
2 Chorizo español por lb	3 Jamón de cerdo por lb	2 Jamón virginia por lb	
2 Salami imperial rodajas por lb	2 Mortadela por lb	2 Frankfurter por lb	2 Jamonada por lb
3 Salami imperial 1.5 lb	4 Salami imperial 3.5 lb	2 Frankfurter de pollo por lb	2 Longaniza por lb

Figura 3. Planograma (góndola embutidos)

En la figura 3 se muestra como es la góndola de embutidos, y las cantidades que van ubicadas de cada producto frontalmente, esto gracias a que se utilizo como base la

solución del modelo y se desarrolló este planograma, donde se observa el lugar y la cantidad óptima de producto que debe de ir frontalmente en la góndola.

Góndola superior de lácteos. En el anexo 7 y 8 se especifica las variables y los coeficientes de la función objetivo de la góndola superior de lácteos, la función objetivo y sus respectivas restricciones.

Cuadro 6. Solución del modelo (góndola superior de lácteos)

Variables	Productos	Solución*
X1	Leche con chocolate bote 1.8 lts	17
X2	Leche con chocolate 3.6 lts	7
X3	Leche descremada, bote de 3.6 lts	2
X4	Leche descremada bote 1.8 lts	3
X5	Leche semidescremada bote 1.8 lts	4
X6	Leche semidescremada bote 3.6 lts	9
X7	Queso zamodelfia vaso 460 gr	3
X8	Queso zamodelfia vaso 230 gr	3
X9	Queso cabaña (cottage) 460 gr	3
X10	Queso cabaña (cottage) vaso 230 gr	3
X11	Yogur durazno 190 gr	8
X12	Yogur fresa 190 gr	10
X13	Yogur mango 190 gr	6
X14	Yogur natural 190 gr	8

*La solución del modelo esta expresada en unidades lineales de producto que debe de ir en góndola

Se puede observar que la solución del cuadro 10 para la leche con chocolate en bote es 17 unidades lineales ya que este producto tiene mayor rotación a los demás productos. La solución también indica que otros productos con una demanda alta como el yogur de fresa, durazno, natural y mango en presentación de 190 gr., la leche semidescremada en bote de 3.6 lts. y la leche con chocolate en bote de 3.6 lts. tienen un espacio lineal disponible mayor que otros productos. Las soluciones que da el modelo son altas ya que el espacio lineal disponible de la góndola es mayor que la cantidad de productos lácteos demandados, por lo tanto el modelo asigna una alta cantidad de unidades lineales de cada producto como solución optima.

4 Yogur fresa 190 gr	2 Yogur durazno 190 gr	2 Yogur natural 190 gr	13 Leche con chocolate bote 1.8 lts					
2 Yogur fresa 190 gr	2 Yogur durazno 190 gr	2 Yogur natural 190 gr	2 Yogur mango 190 gr	3 Queso zamodelfia vaso de 460 gr	3 Queso cabaña vaso de 460 gr	5 Leche semidescremada bote 3.6 lts	3 Leche con chocolate bote 3.6 lts	
2 Yogur fresa 190 gr	2 Yogur durazno 190 gr	2 Yogur natural 190 gr	2 Yogur mango 190 gr	3 Queso zamodelfia vaso de 230 gr	3 Queso cabaña vaso de 230 gr	3 Leche descremada bote 1.8 lts	4 Leche con chocolate bote 3.6 lts	
2 Yogur fresa 190 gr	2 Yogur durazno 190 gr	2 Yogur natural 190 gr	2 Yogur mango 190 gr	4 Leche semidescremada bote 3.6 lts		4 Leche semidescremada bote 1.8 lts	3 Leche con chocolate bote 3.6 lts	4 Leche con chocolate bote 1.8 lts

Figura 4. Planograma góndola superior de lácteos

En la figura 4 se muestra como es la góndola superior de lácteos, y las cantidades que van ubicadas de cada producto frontalmente, esto gracias a que se utilizó como base la solución del modelo y se desarrolló este planograma, donde se observa el lugar y la cantidad óptima de producto que debe de ir frontalmente en la góndola.

2 Jamón beneditino por lb	2 Tocino ahumado en paquete	4 Yogur fresa 190 gr	2 Yogur durazno 190 gr	2 Yogur natural 190 gr	13 Leche con chocolate bote 1.8 lts						
2 Chorizo español por lb	3 Jamón de cerdo por lb	2 Jamón virginia por lb	2 Yogur fresa 190 gr	2 Yogur durazno 190 gr	2 Yogur natural 190 gr	2 Yogur mango 190 gr	3 Queso zamodelfia vaso de 460 gr	3 Queso cabaña vaso de 460 gr	5 Leche semidescremada bote 3.6 lts	3 Leche con chocolate bote 3.6 lts	
2 Salami imperial rodajas por lb	2 Mortadela por lb	2 Frankfurter por lb	2 Jamonada por lb	2 Yogur fresa 190 gr	2 Yogur durazno 190 gr	2 Yogur natural 190 gr	2 Yogur mango 190 gr	3 Queso zamodelfia vaso de 230 gr	3 Queso cabaña vaso de 230 gr	3 Leche descremada bote 1.8 lts	4 Leche con chocolate bote 3.6 lts
3 Salami imperial 1.5 lb	4 Salami imperial 3.5 lb	2 Frankfurter de pollo por lb	2 Longaniza por lb	2 Yogur fresa 190 gr	2 Yogur durazno 190 gr	2 Yogur natural 190 gr	2 Yogur mango 190 gr	4 Leche semidescremada bote 3.6 lts	4 Leche semidescremada bote 1.8 lts	3 Leche con chocolate bote 3.6 lts	4 Leche con chocolate bote 1.8 lts
2 Queso procesado paquete 440 gr	2 Queso de cabra paquete 440 gr	2 Queso dambo paquete 440 gr	4 Queso crema con chile paquete 440 gr	4 Queso crema paquete 440 gr	2 Queso cheddar paquete 440 gr	2 Queso zamorela paquete 440 gr	5 Mantequilla crema en bolsa 440 ml	4 Leche semidescremada bolsa 940 ml	6 Leche con chocolate bolsa 940 ml		

Figura 5. Planograma general de la góndola de lácteos/embutidos.

La figura 5 es la recopilación de los 3 modelos anteriores: góndola base de lácteos, góndola superior de lácteos, y la góndola de embutidos. Inicialmente el modelo se desarrolló utilizando solo la base de lácteos, y después se replicó en las otras partes de la góndola, para que diera como resultado el planograma general de la góndola de lácteos/embutidos. Esta es la imagen de la góndola, y así deben de ir ubicados los productos con las cantidades indicadas en el planograma. En el anexo 9 se ve como estaban ubicados los productos en la góndola antes de que se realizara dicho estudio y en el anexo 10 se ve la implementación del planograma en la góndola.

Góndola de galletas. En el anexo 11 y 12 se especifica las variables y los coeficientes de la función objetivo de la góndola de galletas, la función objetivo y sus respectivas restricciones.

Cuadro 7. Solución del modelo (góndola de galletas)

Variable	Productos	Solución *
X1	Galleta can can chocolate	1
X2	Galleta can can vainilla	1
X3	Galleta can can extra	1
X4	Galleta canasta guayaba	1
X5	Galleta coctel fiesta	1
X6	Galleta crema Fresa	1
X7	Galleta lido club	2
X8	Galleta lido ori3n vainilla	2
X9	Galleta mantequilla	1
X10	Galleta merendina fresa	2
X11	Galleta merendina vainilla	2
X12	Galleta ori3n metalizada choco	2
X13	Galleta ori3n vainilla	2
X14	Galleta pozuela soda	2
X15	Galleta soda gama	2
X16	Mini cookie en bandeja	2

*La soluci3n del modelo esta expresada en unidades lineales de producto que debe de ir en g3ndola

La mayoría de los paquetes de galletas miden más de 20 cm. en X, por lo tanto el modelo da soluciones de 1 y 2 unidades lineales de cada producto la cual es cantidad suficiente de producto para que sea percibido por el consumidor.

Galleta canasta guayaba X=1 Y=11 Z=6	Galleta merendina vainilla X=2 Y=7 Y=5	Galleta merendina fresa X=2 Y=7 Y=5	
Galleta can can vainilla X=1 Y=8 Z=6	Galleta lido club X=2 Y=8 Z=3	Mini cookie en bandeja X=2 Y=5 Y=3	Galleta can can chocolate X=1 Y=8 Y=6
Galleta soda gama X=2 Y=8 Z=4	Galleta orion metalizada chocolate X=2 Y=7 Z=3	Galleta can can extra X=1 Y=8 Y=6	
Galleta lido orion vainilla X=2 Y=7 Z=3	Galleta orion vainilla X=2 Y=11 Z=4	Galleta coctel fiesta X=1 Y=8 Y=5	
Galleta mantequilla X=1 Y=11 Z=5	Galleta orion vainilla X=2 Y=5 Z=3	Galleta crema fresa X=1 Y=7 Y=5	

Figura 6. Planograma g3ndola galletas

En la figura 6 se muestra como es la góndola de galletas, y las cantidades que van ubicadas de cada producto frontalmente, esto gracias a que se utilizó como base la solución del modelo y se desarrolló este planograma, donde se observa el lugar y la cantidad óptima en el eje X, Y, y Z de producto que debe de ir frontalmente en la góndola.

Cuadro 8. Abastecimiento de la góndola por mes (góndola de galletas)

Productos	Corrección de demanda máxima (uni)	Unidades totales por facing (uni)	Abastecimiento (No. veces/mes)
Galleta can can chocolate	8	8	1
Galleta can can vainilla	8	8	1
Galleta can extra	8	8	1
Galleta canasta guayaba	11	11	1
Galleta coctel fiesta	8	8	1
Galleta crema fresa	19.39	7	3
Galleta lido club	16	16	1
Galleta lido ori3n vainilla	14	14	1
Galleta mantequilla	11	11	1
Galleta merendina fresa	14	14	1
Galleta merendina vainilla	14	14	1
Galleta ori3n metalizada choco	14	14	1
Galleta ori3n vainilla	10	10	1
Galleta pozuela soda	22	22	1
Galleta soda gama	16	16	1
Mini cookie en bandeja	10	10	1

El cuadro 8 indica, por producto, el número de veces por mes que se tiene que llenar la góndola. Se observa que la góndola solo se tiene que llenar una vez por mes ya que son productos de baja rotación. El único producto que presenta un abastecimiento de 3 veces por mes es la galleta crema fresa, ya que es el producto con mayor rotación de ventas dentro de esta categoría.

4. CONCLUSIONES

- Se desarrolló un modelo de programación lineal que indica la cantidad óptima de producto que debe de ir en cada góndola. Esta información puede ser utilizada por el administrador del Puesto de Ventas para hacer pedidos de producto a tiempo y así disminuir las perdidas por falta de existencia y maximizar las utilidades por góndola.
- Se elaboraron planogramas para las categorías seleccionadas, estos le indican al supervisor donde tiene que ir el producto y cuanto espacio tiene disponible en góndola. Los planogramas van pegados en las esquinas de las góndolas, y los implementadores los utilizan como guías ya que conforme ingresan o salen productos el ordenamiento de los mismos en la góndola puede cambiar.
- El modelo se realizó utilizando como base la góndola base de lácteos. Al quedar esté terminado se replicó el modelo para la góndola superior de lácteos, embutidos y finalmente para la góndola de galletas.

5. RECOMENDACIONES

- Los supermercados modernos están diseñados para que el consumidor recorra todo el supermercado. Este concepto se conoce como “trip management”. Para que se pueda lograr esto hay que rediseñar el Puesto de Ventas.
- Trabajar con los proveedores internos para que elaboren una estrategia de merchandising y planimetría para darle una mejor visualización a los productos Zamorano y un valor agregado al consumidor.
- Que entre las actividades que realizan los estudiantes de tercer año en el módulo de comercialización sea mantener limpias las áreas alrededor del Puesto de Ventas.
- Invertir en un área recreativa donde la gente pueda pasar un momento familiar y disfrutar de los productos Zamorano.
- Llevar un control detallado de los pedidos para asegurar el abastecimiento de los productos.
- Intensificar los programas de capacitación en relación al merchandising, manejo de categorías, y servicio al cliente para los empleados del Puesto de Ventas de Zamorano.
- Replicar el modelo de programación lineal en todas las categorías de productos en el Puesto de Ventas de Zamorano.
- Diseñar planogramas para todas las góndolas del Puesto de Ventas.
- Crear cartas de verificación para monitorear el progreso de los planogramas.
- Elaborar e implementar una estrategia clara y concisa de merchandising.
- Adquirir el software de Spaceman Professional de AC Nielsen, ya que es el software más utilizado a nivel mundial para la elaboración de planogramas.

6. LITERATURA CITADA

Aya, H. 2006. Desarrollo de un modelo de programación lineal para la maximización del margen de contribución de las líneas de quesos y leche en la planta de industrias lácteas. Zamorano, Tegucigalpa, Honduras. 65 p.

Frontline Solvers. 2010. Solver Premium Pro para Excel (en línea). Consultado 20 de Septiembre de 2011. Disponible en <http://www.solver.com/pspro.htm>

IGA Institute. 2010. Gestión por categorías, lección 4 – Planograma (en línea). Consultado 06 de Octubre de 2011. Disponible en icci.gen21.com/content/CatMag_es_v3/es/index.html.

Karolefski, J., y A. Heller. 2006. Consumer - Centric Category Management. Hoboken, New Jersey, United States. 2772 p.

Microsoft Office. 2010. Información general del producto Microsoft Office Excel 2007 (en línea). Consultado 20 de Septiembre de 2011. Disponible en <http://office.microsoft.com/es-es/excel-help/informacion-general-del-producto-microsoft-office-excel-2007-HA010165632.aspx>

Prieto, J. 2006. Merchandising: La Seducción en el Punto de Venta (en línea). Bogotá, Colombia. 18 de Agosto de 2011. Disponible en <http://books.google.hn/books?id=I9fBz-l8eMwC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

Singh, J. 1999. Category Management - It Works (en línea). Consultado 29 de Agosto de 2011. Disponible en <http://www.categorymanagement.com/articles1-cmi.html>

The Nielsen Company. S.f. Compañía Nielsen (en línea). Consultado 02 de Octubre de 2011. Disponible en <http://cl.nielsen.com/company/index.shtml>

The Partnering Group. 2005. Home (en línea). Consultado 05 de Octubre de 2011. Disponible en <http://thepartneringgroup.com>.

7. ANEXOS

Anexo 1. Variable de decisión y coeficientes de la función objetivo.

	C	D	E	F	G	M	N	O
1	Variable de Decisión: Unidades lineales de producto							
2								
3	Producto	LECHE CON CHOCOLATE, BOLSA, 34	LECHE SEMIDESCREMADA EN BOLSA	QUESO CREMA, PAQUETE, 440 GRAM	QUESO ZAMORELA, PAQUETE, 440 G	QUESO CHEDDAR, PAQUETE, 440 GR		
4	Unidades Lineales de Producto	6	4	4	2	2		
5	Utilidad Marginal por Facing	0.91	1.59	18.32	33.51	40.48	Max. Utilidad	499
6								
7	Dimensiones del Producto							
8	a	11	11	10	11.5	10.5		
9	b	5.5	5.5	5	3.5	6		
10	c	19	19	10	11.5	8		
11								
12	Espacio Total de la Góndola							
13	X	368						
14	Y	13						
15	Z	79.5						
16								
17	Producto en Y	2	2	2	3	2		
18	Producto en Z	4	4	7	6	9		
19	Cantidad de producto por línea	8	8	14	18	18		

Anexo 2. Corrección de la demanda

		EDATE		=IF(\$25<A25*P49,A25*P49,\$25)						
	A	B	C	L	M	N	O	P	Q	S
1			Variable de Decisión: Unidades lineales de producto							
2										
3			Producto	QUESO CREMA CON CHILE, PAQUETE	QUESO CHEDDAR, PAQUETE, 440 GR					
4			Unidades Lineales de Producto	4	2					
5			Utilidad Marginal por Facing	22.42	40.48	Max. Utilidad	499			
21			Restricciones del Modelo							
22			Espacio Lineal Disponible	10	10.5	357	<=	365		
23										
24	Producto en Y	Producto en Z	Max. Demanda					Demanda máxima		Demanda máxima por el área
25	2	4	LECHE CON CHOCOLATE, BOLSA, 34	0	0	12.0	<=	=IF(\$25<A25*P49,A25*P49,\$25)	48.28	68.9
26	2	4	LECHE SEMIDESCREMADA EN BOLSA	0	0	8.0	<=		48.28	48.3
27	2	7	QUESO CREMA, PAQUETE, 440 GRAM	0	0	8.0	<=		9.29	9.3
28	3	6	QUESO ZAMORELA, PAQUETE, 440 G	0	0	6.0	<=		8.06	8.1
29	3	6	MANTEQUILLA CREMA EN BOLSA 440	0	0	15.0	<=		44.03	44.0
30	2	9	QUESO DAMBO, PAQUETE, 440 GRAM	0	0	4.0	<=		4.00	1.3
31	2	9	QUESO DE CABRA, PAQUETE, 440 G	0	0	4.0	<=		4.00	1.6
32	3	6	QUESO PROCESADO PAQUETE	0	0	6.0	<=		6.00	1.7
33	2	6	QUESO CREMA CON CHILE, PAQUETE	2	0	8.0	<=		9.34	9.3
34	2	9	QUESO CHEDDAR, PAQUETE, 440 GR	0	2	4.0	<=		4.00	3.1
35										
36	Producto en Y	Producto en Z	Min. Demanda					Demanda mínima		Demanda mínima por el área
37	2	4	LECHE CON CHOCOLATE, BOLSA, 34	0	0	12.0	>=		10.08	10.1
38	2	4	LECHE SEMIDESCREMADA EN BOLSA	0	0	8.0	>=		7.10	7.1
39	2	7	QUESO CREMA, PAQUETE, 440 GRAM	0	0	8.0	>=		4.00	1.4
40	3	6	QUESO ZAMORELA, PAQUETE, 440 G	0	0	6.0	>=		6.00	1.2
41	3	6	MANTEQUILLA CREMA EN BOLSA 440	0	0	15.0	>=		6.48	6.5
42	2	9	QUESO DAMBO, PAQUETE, 440 GRAM	0	0	4.0	>=		4.00	0.2
43	2	9	QUESO DE CABRA, PAQUETE, 440 G	0	0	4.0	>=		4.00	0.2
44	3	6	QUESO PROCESADO PAQUETE	0	0	6.0	>=		6.00	0.3
45	2	6	QUESO CREMA CON CHILE, PAQUETE	2	0	8.0	>=		4.00	1.4
46	2	9	QUESO CHEDDAR, PAQUETE, 440 GR	0	2	4.0	>=		4.00	0.4
47										
48	Dimensión (a)		Espacio Frontal del Producto					Espacio frontal del producto		
49	11		LECHE CON CHOCOLATE, BOLSA, 34	0	0	6.0	>=		2	2
50	11		LECHE SEMIDESCREMADA EN BOLSA	0	0	4.0	>=		2	2
51	10		QUESO CREMA, PAQUETE, 440 GRAM	0	0	4.0	>=		2	2
52	11.5		QUESO ZAMORELA, PAQUETE, 440 G	0	0	2.0	>=		2	2
53	12		MANTEQUILLA CREMA EN BOLSA 440	0	0	5.0	>=		2	2
54	11		QUESO DAMBO, PAQUETE, 440 GRAM	0	0	2.0	>=		2	2

Anexo 3. Restricciones del modelo

	C	D	E	F	M	N	O	P
21 Restricciones del Modelo								
22 Espacio Lineal Disponible		11		11	10		10.5	357 <= 365
23								
24 Max. Demanda								Demanda máxima
25 LECHE CON CHOCOLATE, BOLSA, 94		2		0	0		12.0 <=	68.53
26 LECHE SEMIDESCREMADA EN BOLSAS		0		2	0		8.0 <=	48.28
27 QUESO CREMA, PAQUETE, 440 GRAM		0		0	2		8.0 <=	9.29
28 QUESO ZAMORELA, PAQUETE, 440 G		0		0	0		6.0 <=	8.06
29 MANTEQUILLA CREMA EN BOLSA 440		0		0	0		15.0 <=	44.03
30 QUESO DAMBO, PAQUETE, 440 GRAM		0		0	0		4.0 <=	4.00
31 QUESO DE CABRA, PAQUETE, 440 G		0		0	0		4.0 <=	4.00
32 QUESO PROCESADO PAQUETE		0		0	0		6.0 <=	6.00
33 QUESO CREMA CON CHILE, PAQUETE		0		0	0		8.0 <=	9.34
34 QUESO CHEDDAR, PAQUETE, 440 GR		0		0	0		2 4.0 <=	4.00
35								
36 Min. Demanda								Demanda mínima
37 LECHE CON CHOCOLATE, BOLSA, 94		2		0	0		12.0 >=	10.08
38 LECHE SEMIDESCREMADA EN BOLSAS		0		2	0		8.0 >=	7.10
39 QUESO CREMA, PAQUETE, 440 GRAM		0		0	2		8.0 >=	4.00
40 QUESO ZAMORELA, PAQUETE, 440 G		0		0	0		6.0 >=	8.00
41 MANTEQUILLA CREMA EN BOLSA 440		0		0	0		15.0 >=	8.48
42 QUESO DAMBO, PAQUETE, 440 GRAM		0		0	0		4.0 >=	4.00
43 QUESO DE CABRA, PAQUETE, 440 G		0		0	0		4.0 >=	4.00
44 QUESO PROCESADO PAQUETE		0		0	0		6.0 >=	8.00
45 QUESO CREMA CON CHILE, PAQUETE		0		0	0		8.0 >=	4.00
46 QUESO CHEDDAR, PAQUETE, 440 GR		0		0	0		2 4.0 >=	4.00
47								
48 Espacio Frontal del Producto								Espacio frontal del producto
49 LECHE CON CHOCOLATE, BOLSA, 94		1		0	0		6.0 >=	2
50 LECHE SEMIDESCREMADA EN BOLSAS		0		1	0		4.0 >=	2
51 QUESO CREMA, PAQUETE, 440 GRAM		0		0	1		4.0 >=	2
52 QUESO ZAMORELA, PAQUETE, 440 G		0		0	0		2.0 >=	2
53 MANTEQUILLA CREMA EN BOLSA 440		0		0	0		5.0 >=	2
54 QUESO DAMBO, PAQUETE, 440 GRAM		0		0	0		2.0 >=	2
55 QUESO DE CABRA, PAQUETE, 440 G		0		0	0		2.0 >=	2
56 QUESO PROCESADO PAQUETE		0		0	0		2.0 >=	2
57 QUESO CREMA CON CHILE, PAQUETE		0		0	0		4.0 >=	2
58 QUESO CHEDDAR, PAQUETE, 440 GR		0		0	0		1 2.0 >=	2

Anexo 4. Abastecimiento por producto

	C	D	E	N	O	P	Q	R
1 Variable de Decisión: Unidades lineales de producto								
2								
3 Producto		LECHE CON CHOCOLATE, BOLSA, 94	LECHE SEMIDESCREMADA EN BOLSA					
4 Unidades Lineales de Producto		6	4					
5 Utilidad Marginal por Facing		0.91	1.59	Max. Utilidad	499			
21 Restricciones del Modelo								
22 Espacio Lineal Disponible		11		11	357 <=		365	
23								
24 Max. Demanda								Abastecimiento de la gondola
25 LECHE CON CHOCOLATE, BOLSA, 94		2		0	12.0 <=		68.53	=P25/N25
26 LECHE SEMIDESCREMADA EN BOLSAS		0		2	8.0 <=		48.28	6
27 QUESO CREMA, PAQUETE, 440 GRAM		0		0	8.0 <=		9.29	1
28 QUESO ZAMORELA, PAQUETE, 440 G		0		0	6.0 <=		8.06	1
29 MANTEQUILLA CREMA EN BOLSA 440		0		0	15.0 <=		44.03	3
30 QUESO DAMBO, PAQUETE, 440 GRAM		0		0	4.0 <=		4.00	1
31 QUESO DE CABRA, PAQUETE, 440 G		0		0	4.0 <=		4.00	1
32 QUESO PROCESADO PAQUETE		0		0	6.0 <=		6.00	1
33 QUESO CREMA CON CHILE, PAQUETE		0		0	8.0 <=		9.34	1
34 QUESO CHEDDAR, PAQUETE, 440 GR		0		0	4.0 <=		4.00	1

Góndola de embutidos

Anexo 5. Variables y coeficientes de la función objetivo (góndola de embutidos)

Variable	Productos	Utilidad Marginal (L.)
X1	Jamón de cerdo por lb	13.73
X2	Frankfurter de pollo por lb	8.93
X3	Frankfurter por lb	9.81
X4	Jamón benedictino por lb	35.18
X5	Jamonada por lb	23.10
X6	Jamón virginia por lb	27.14
X7	Tocino ahumado en paquete	17.76
X8	Chorizo español por lb	11.98
X9	Longaniza embutido	10.26
X10	Mortadela por lb	6.78
X11	Salami imperial 1.5 lb	20.23
X12	Salami imperial 3.5 lb	20.14
X13	salami imperial rodajas por lb	10.83

Función objetivo: Max. $Y = 13.73X1 + 8.93X2 + 9.81X3 + 35.18X4 + 23.10X5 + 27.14X6 + 17.76X7 + 11.98X8 + 10.96X9 + 6.78X10 + 20.23X11 + 20.14X12 + 10.83X13$

Restricciones:

- **Espacio lineal disponible:** $9X1 + 20X2 + 20X3 + 10X4 + 10X5 + 10X6 + 20X7 + 15.5X8 + 12X9 + 10X10 + 7.5X11 + 7.5X12 + 10X13 \leq 487$

Anexo 6. Restricciones adicionales (góndola de embutidos)

Demanda máxima	Demanda mínima	Espacio frontal del producto
$X1 \leq 3$	$X1 \geq 3$	$X1 \geq 3$
$X2 \leq 2$	$X2 \geq 2$	$X2 \geq 2$
$X3 \leq 2$	$X3 \geq 2$	$X3 \geq 2$
$2X4 \leq 4$	$2X4 \geq 4$	$X4 \geq 2$
$2X5 \leq 4$	$2X5 \geq 4$	$X5 \geq 2$
$2X6 \leq 4$	$2X6 \geq 4$	$X6 \geq 2$
$X7 \leq 2$	$X7 \geq 2$	$X7 \geq 2$
$X8 \leq 2.06$	$X8 \geq 2$	$X8 \geq 2$
$X9 \leq 2$	$X9 \geq 2$	$X9 \geq 2$
$X10 \leq 2$	$X10 \geq 2$	$X10 \geq 2$
$2X11 \leq 6$	$2X11 \geq 6$	$X11 \geq 3$
$2X12 \leq 9.01$	$2X12 \geq 6$	$X12 \geq 3$
$X13 \leq 2$	$X13 \geq 2$	$X13 \geq 2$

Góndola superior de lácteos

Anexo 7. Variables y coeficientes de la función objetivo (góndola superior de lácteos)

Variable	Productos	Utilidad Marginal (L.)
X1	Leche con chocolate bote 1.8 lts	1.29
X2	Leche con chocolate 3.6 lts	5.62
X3	Leche descremada, bote de 3.6 lts	1.83
X4	Leche descremada bote 1.8 lts	0.68
X5	Leche semidescremada bote 1.8 lts	0.83
X6	Leche semidescremada bote 3.6 lts	1.98
X7	Queso zamodelfia vaso 460 gr	25.49
X8	Queso zamodelfia vaso 230 gr	32.00
X9	Queso cabaña (cottage) 460 gr	16.41
X10	Queso cabaña (cottage) vaso 230 gr	21.17
X11	Yogur durazno 190 gr	5.39
X12	Yogur fresa 190 gr	5.35
X13	Yogur mango 190 gr	5.35
X14	Yogur natural 190 gr	5.35

FO: Max. Y = $1.29X_1 + 5.62X_2 + 1.83X_3 + 0.68X_4 + 0.83X_5 + 1.98X_6 + 25.49X_7 + 32X_8 + 16.41X_9 + 21.17X_{10} + 5.39X_{11} + 5.35X_{12} + 5.35X_{13} + 5.35X_{14}$

Restricciones:

- **Espacio lineal disponible:** $9.5X_1 + 15X_2 + 15X_3 + 9.5X_4 + 9.5X_5 + 15X_6 + 9.5X_7 + 9.5X_8 + 9.5X_9 + 9.5X_{10} + 7.5X_{11} + 7.5X_{12} + 7.5X_{13} + 7.5X_{14} \leq 853$

Anexo 8. Restricciones adicionales (góndola superior de lácteos)

Demanda Máxima	Demanda mínima	Espacio frontal del producto
$X1 \leq 17.06$	$X1 \geq 3$	$X1 \geq 3$
$X2 \leq 7.76$	$X2 \geq 2$	$X2 \geq 2$
$X3 \leq 9.87$	$X3 \geq 2$	$X3 \geq 2$
$X4 \leq 10.44$	$X4 \geq 3$	$X4 \geq 3$
$X5 \leq 11.48$	$X5 \geq 3$	$X5 \geq 3$
$X6 \leq 12.04$	$X6 \geq 2$	$X6 \geq 2$
$2X7 \leq 6$	$2X7 \geq 6$	$X7 \geq 3$
$4X8 \leq 12$	$4X8 \geq 12$	$X8 \geq 3$
$2X9 \leq 6$	$2X9 \geq 6$	$X9 \geq 3$
$4X10 \leq 12$	$4X10 \geq 12$	$X10 \geq 3$
$2X11 \leq 17.34$	$2X11 \geq 6$	$X11 \geq 3$
$2X12 \leq 20.48$	$2X12 \geq 6$	$X12 \geq 3$
$2X13 \leq 13.76$	$2X13 \geq 6$	$X13 \geq 3$
$2X14 \leq 16.11$	$2X14 \geq 6$	$X14 \geq 3$

Anexo 9. Antes de la góndola de lácteos/embutidos



Anexo 10. Después de la góndola de lácteos/embutidos



Góndola de galletas

Anexo 11. Variables y coeficientes de la función objetivo (góndola de galletas)

Variables	Productos	Utilidad Marginal (L.)
X1	Galleta can can chocolate	36.03
X2	Galleta can can vainilla	35.01
X3	Galleta can can extra	54.72
X4	Galleta canasta guayaba	56.27
X5	Galleta coctel fiesta	32.98
X6	Galleta crema fresa	2.49
X7	Galleta lido club	47.68
X8	Galleta lido ori3n vainilla	41.91
X9	Galleta mantequilla	55.65
X10	Galleta merendina fresa	53.16
X11	Galleta merendina vainilla	56.48
X12	Galleta ori3n metalizada choco	41.34
X13	Galleta ori3n vainilla	24.00
X14	Galleta pozuela soda	48.12
X15	Galleta soda gama	29.68
X16	Mini cookie en bandeja	59.07

$$\text{FO: M3x. } Y = 36.03X_1 + 35.01X_2 + 54.72X_3 + 56.27X_4 + 32.98X_5 + 2.49X_6 + 47.68X_7 + 41.91X_8 + 55.65X_9 + 53.16X_{10} + 56.48X_{11} + 41.34X_{12} + 24X_{13} + 48.12X_{14} + 29.68X_{15} + 59.07X_{16}$$

Restricciones:

- **Espacio lineal disponible:** $25X1 + 25X2 + 25X3 + 26X4 + 26X5 + 25.5X6 + 19X7 + 21X8 + 29X9 + 24X10 + 24X11 + 21X12 + 23X13 + 22X14 + 22X15 + 13X16 \leq 608$

Anexo 12. Restricciones adicionales (góndola de galletas)

Demanda Máxima	Demanda mínima	Espacio frontal del producto
$8X1 \leq 8$	$8X1 \geq 8$	$X1 \geq 1$
$8X2 \leq 8$	$8X2 \geq 8$	$X2 \geq 1$
$8X3 \leq 8$	$8X3 \geq 8$	$X3 \geq 1$
$11X4 \leq 11$	$11X4 \geq 11$	$X4 \geq 1$
$8X5 \leq 8$	$8X5 \geq 8$	$X5 \geq 1$
$7X6 \leq 19.39$	$19.39X6 \geq 7$	$X6 \geq 1$
$8X7 \leq 16$	$16X7 \geq 16$	$X7 \geq 2$
$7X8 \leq 14$	$14X8 \geq 14$	$X8 \geq 2$
$11X9 \leq 11$	$11X9 \geq 11$	$X9 \geq 1$
$7X10 \leq 14$	$14X10 \geq 14$	$X10 \geq 2$
$7X11 \leq 14$	$14X11 \geq 14$	$X11 \geq 2$
$7X12 \leq 14$	$14X12 \geq 14$	$X12 \geq 2$
$5X13 \leq 10$	$10X13 \geq 10$	$X13 \geq 2$
$11X14 \leq 22$	$22X14 \geq 22$	$X14 \geq 2$
$8X15 \leq 16$	$16X15 \geq 16$	$X15 \geq 2$
$5X16 \leq 10$	$10X16 \geq 10$	$X16 \geq 2$