

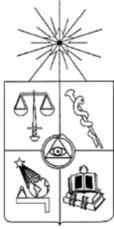
**UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**ANÁLISIS Y MEJORAS AL MODELO DE PLANIFICACIÓN DE  
MATERIALES EN EMPRESA DE ENTRETENCIÓN Y TURISMO**

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL**

**PEDRO BENHUR INOSTROZA SÁNCHEZ**

**SANTIAGO DE CHILE  
DICIEMBRE DE 2010**



**UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**ANÁLISIS Y MEJORAS AL MODELO DE PLANIFICACIÓN DE  
MATERIALES EN EMPRESA DE ENTRETENCIÓN Y TURISMO**

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL**

**PEDRO BENHUR INOSTROZA SÁNCHEZ**

**PROFESOR GUÍA:  
RICARDO SAN MARTÍN**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN:  
PATRICIO CONCA KEHL  
DANIEL ESPINOZA GONZÁLEZ**

**SANTIAGO DE CHILE  
DICIEMBRE DE 2010**

RESUMEN DE LA MEMORIA  
PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL  
POR: PEDRO INOSTROZA S.  
FECHA: 13/12/2010  
PROF. GUIA: SR. RICARDO SAN MARTÍN

## **“ANÁLISIS Y MEJORAS AL MODELO DE PLANIFICACIÓN DE MATERIALES EN EMPRESA DE ENTRETENCIÓN Y TURISMO”**

El presente proyecto se realiza en una empresa del rubro de la entretención y el turismo, la cual opera en Chile con 8 unidades de negocio distribuidas a la largo del país y que se basan esencialmente en tres líneas de negocio: Hotel, Alimentos & Bebidas y Juegos.

El objetivo general del presente trabajo de título es determinar una metodología de abastecimiento para los Alimentos y Bebidas que se disponen en los puntos de venta. Dicha metodología está orientada a mejorar el balance entre las compras y las ventas, minimizando el capital inmovilizado en las bodegas principales, para mantener o superar el nivel de servicio.

Como punto de partida se detectó que el rápido crecimiento de la empresa no ha permitido, contar un modelo definido para su planificación de materiales, ni tampoco usar un método que permita cuantitativamente, determinar ¿Cuánto, cuándo y cómo comprar?

Para abordar el problema se ha realizado un análisis de la situación actual del modelo de planificación y posteriormente un estudio de la demanda basado en datos históricos desde el ERP y sistema de ventas, donde se determina como observar la demanda, se analiza su historia caracterizando su nivel base, estacionalidades y tendencia, lo que permite obtener las variables críticas para transformar una crónica del pasado en una estimación hacia el futuro.

Además teniendo en cuenta que los materiales no son todos iguales también se llevó a cabo una clasificación de estos, según un costeo ABC, donde los materiales se agrupan en 4 categorías, los clásicos A, B y C; y una nueva categoría, los materiales de súper ventas A+, que en particular sólo 25 de 1860 materiales acumulan el 30% del consumo valorizado de todo el parque de Alimentos y Bebidas.

Finalmente se realiza una selección de modelos de aprovisionamiento para las categorías del ABC y se muestra la metodología propuesta, donde se aplican pronósticos de demanda y modelos que muestran ahorros en términos del costo financiero del capital inmovilizado valorizados en MM\$83 y también ingresos por la reducción quiebres de stock y rescate de ventas perdidas, por un valor de MM\$89 anuales. En un año los beneficios tangibles de corto plazo llegan a los MM\$172, por otro lado el proyecto también presenta los beneficios de largo plazo como: Reducción de la carga administrativa y beneficios de cara al cliente, como el mejor nivel de servicio al reducir la probabilidad de quiebre en los productos, en especial en aquellos que más consumen los clientes de la empresa.

## ÍNDICE GERENAL

<b>1 ANTECEDENTES GENERALES .....</b>	<b>1</b>
1.1 LA INDUSTRIA DE LA ENTRETENCIÓN Y EL TURISMO.....	1
1.1.1 Industria de la entretención (casinos).....	1
1.1.2 Industria del turismo (hotelería).....	2
1.2 LA EMPRESA .....	2
1.2.1 La cadena de abastecimiento.....	2
1.2.2 La planificación.....	3
<b>2 JUSTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN .....</b>	<b>5</b>
2.1 JUSTIFICACIÓN .....	5
2.2 DESCRIPCIÓN .....	6
2.3 OBJETIVOS.....	8
2.3.1 Objetivo principal .....	8
2.3.2 Objetivos secundarios .....	8
2.4 METODOLOGÍA .....	9
2.4.1 Identificación de la demanda .....	9
2.4.2 Selección de productos (ABC).....	9
2.4.3 Búsqueda de factores explicativos de la demanda.....	10
2.4.4 Modelamiento de pronósticos.....	10
2.4.5 Selección de modelos de planificación .....	10
2.5 ALCANCES.....	11
2.6 RESULTADOS ESPERADOS.....	12
2.7 PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	13
<b>3 MARCO REFERENCIAL.....</b>	<b>14</b>
3.1 REGLAS DE APROVISIONAMIENTO .....	14
3.1.1 Regla periódica.....	14
3.1.2 Regla por punto de pedido .....	15
3.1.3 Regla S, s.....	15
3.1.4 Regla (K, nQ).....	16
3.1.5 Regla (m, M).....	16
3.2 PRONÓSTICOS DE DEMANDA.....	18
3.2.1 <i>Series de tiempo</i> .....	18
3.2.2 Métodos causales.....	20
3.2.3 Errores de pronóstico .....	22
3.3 INDICADORES DE GESTIÓN .....	23
3.3.1 Rotación de inventario .....	23
<b>4 DESARROLLO.....</b>	<b>24</b>
4.1 LEVANTAMIENTO AS-IS (Análisis de la situación actual).....	24

4.1.1	Planificación de materiales venta y consumo interno .....	24
4.1.2	Proceso de salida de materiales al cliente.....	26
4.1.3	Planificación de materiales para eventos .....	27
4.1.4	La estimación de demanda actual .....	29
4.2	IDENTIFICACIÓN DE LA DEMANDA .....	30
4.2.1	Elección de la Unidad de negocio.....	30
4.2.2	Alcance de Alimentos y Bebidas.....	30
4.2.3	La demanda de Alimentos y Bebidas .....	31
4.3	SELECCIÓN DE PRODUCTOS.....	34
4.3.1	El ABC de los materiales .....	35
4.3.2	¿Que se planifica y que no? .....	36
4.4	ANÁLISIS DE LA DEMANDA.....	38
4.4.1	Venta público y consumo interno.....	39
4.4.2	Caracterización de la demanda (tratamiento de crónicas).....	41
4.4.3	Búsqueda de factores explicativos de la demanda.....	43
4.5	MODELAMIENTO DE PRONÓSTICOS.....	45
4.5.1	Análisis para un producto .....	46
4.5.2	¿Cuánta historia se necesita para el pronóstico? .....	48
4.6	MODELOS DE PLANIFICACIÓN (SELECCIÓN Y EJEMPLO).....	49
4.6.1	Selección de modelos de aprovisionamiento según el ABC.....	50
4.6.2	Ejemplo de la metodología .....	52
<b>5</b>	<b>EVALUACIÓN DE MEJORAS: BENEFICIOS .....</b>	<b>57</b>
5.1	DISMINUCIÓN DE CAPITAL INMOVILIZADO.....	57
5.2	REDUCCIÓN DE QUIEBRES DE STOCK.....	59
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONES Y COMENTARIOS.....</b>	<b>61</b>
<b>7</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE INFORMACIÓN .....</b>	<b>63</b>
<b>8</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>A</b>
8.1	ANEXO A - Planificación de materiales.....	A
8.2	ANEXO B – Red logística: UN Antofagasta .....	B
8.3	ANEXO C - Glosario: Definiciones y conceptos .....	C
8.4	ANEXO D – Entrevistas .....	D
8.5	ANEXO E - Diagramas de los procesos de eventos .....	E
8.6	ANEXO F – Rotación de inventario: Productos/Categorías .....	F
8.7	ANEXO G - Gráfico de similitud ingresos/salidas de material .....	G
8.8	ANEXO H – Caracterización de la demanda.....	H
8.9	ANEXO I – Detalles: Simulación sistema P.....	I

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 - AA&BB en las distintas líneas de negocio .....	6
Figura 2 - Metodología: Distintos análisis.....	9
Figura 3 - Road map del proyecto .....	13
Figura 4 - Series de tiempo .....	19
Figura 5 - Series de tiempo descompuesta.....	19
Figura 6 - Ecuación de medias móviles simples.....	19
Figura 7 - Ecuación medias móviles ponderadas.....	20
Figura 8 - Ecuación alisamiento exponencial simple.....	20
Figura 9 - Ecuación alisamiento exponencial con tendencia.....	20
Figura 10 - Ecuación regresión lineal.....	20
Figura 11 - Ecuación estimación parámetros MCO.....	20
Figura 12 - Parámetros regresión lineal .....	21
Figura 13 - $R^2$ en regresión lineal.....	21
Figura 14 - Ecuación de error en pronósticos.....	22
Figura 15 - Mapa de procesos en la planificación materiales.....	24
Figura 16 - Tareas del proceso salida de materiales al cliente final .....	26
Figura 17 - Configuración actual del movimiento de materiales.....	31
Figura 18 - Esquema tratamiento de crónicas.....	51
Figura 19 - Ej. Cadena de suministro típica.....	A
Figura 20 - Red logística interna UN Antofagasta .....	B

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Actores de la cadena de abastecimiento.....	3
Tabla 2 - Líneas de negocio de AA&BB .....	7
Tabla 3 - Líneas de negocio de AA&BB - Hotel.....	7
Tabla 4 - SLA: tiempo necesario de recepción antes de un evento .....	28
Tabla 5 - SLA: Tiempo mínimo antes del evento para enviar informativo .....	28
Tabla 6 - Elección de la UN Viña del Mar.....	30
Tabla 7 - Índice de rotación de inventario por tipo de producto.....	31
Tabla 8 - Alternativas de observación de la demanda.....	33
Tabla 9 - Estructura de datos desde el ERP .....	34
Tabla 10 - Tabla de clasificación: El ABC de los materiales .....	34
Tabla 11 - % de productos con quiebre de stock por categoría ABC .....	35
Tabla 12 - Resultado preliminar: El ABC de los materiales, Viña del Mar.....	35
Tabla 13 - Resultados finales: ABC de los materiales, Viña del Mar.....	36
Tabla 14 - Montos de la demanda por línea de negocio. ....	39
Tabla 15 - Porcentaje de la demanda por línea de negocio .....	39
Tabla 16 - Variables que explican la demanda.....	44
Tabla 17 - Modelos de aprovisionamiento según ABC.....	50
Tabla 18 - Material ejemplo metodología, Sistema P .....	52
Tabla 19 - Estimación de demanda CLP vs demanda real .....	53
Tabla 20 - Stock medio real vs stock medio óptimo .....	55
Tabla 21 - Movimiento real y simulado del almacén principal .....	55
Tabla 22 - Capital inmovilizado en RedBull.....	56
Tabla 23 - Diferencia entre stock medios reales y óptimos .....	58
Tabla 24 - Distribución de probabilidad de quiebres de stocks por categoría ....	59
Tabla 25 - Estimación de ventas perdidas .....	60
Tabla 26 - Potenciales ahorros e ingresos del proyecto.....	60
Tabla 27 - Glosario: Definiciones y conceptos utilizados .....	C
Tabla 28 - Rotación del inventario: Tipo producto .....	6
Tabla 29 - Rotación del inventario: Tipo producto -> Familias .....	6
Tabla 30 - Rotación del inventario: Tipo producto -> Familias -> Categorías.....	F
Tabla 31 - Probabilidad de quiebre de stock según nivel de servicio .....	I

## INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Regla periódica.....	14
Gráfico 2 - Regla por punto de pedido .....	15
Gráfico 3 - Regla de aprovisionamiento S,s .....	16
Gráfico 4 - Regla de aprovisionamiento (k, nQ) .....	16
Gráfico 5 - Regla de aprovisionamiento (m, M) .....	17
Gráfico 6 - Ejemplo regresión lineal: Ventas vs Estimación .....	21
Gráfico 7 - Salidas de bodega NP vs Ventas (Red Bull) .....	32
Gráfico 8 - Curva característica del ABC de ENJOY.....	36
Gráfico 9 - Demanda histórica UN Viña del Mar.....	38
Gráfico 10 - Demanda histórica por línea de negocio, UN Viña del Mar .....	38
Gráfico 11 - Demanda histórica, sin negocio eventos, UN Viña de Mar.....	40
Gráfico 12 - Nivel base de la demanda de AA&BB .....	41
Gráfico 13 - Tendencia futura de la demanda de AA&BB .....	42
Gráfico 14 - Demanda sin nivel base .....	42
Gráfico 15 - Curva de demanda histórica: Producto top del ABC.....	46
Gráfico 16 - Demanda de Pavo vs Suavizamiento exponencial.....	47
Gráfico 17 - Demanda de Pavo vs Mínimos cuadrados ordinarios.....	47
Gráfico 18 - Evolución del $R^2$ en función de la historia disponible.....	48
Gráfico 19 - Estratificación: Porcentaje de artículos según ABC.....	49
Gráfico 20 - Estratificación: Porcentaje del consumo valorizado según ABC.....	49
Gráfico 21 - Demanda Red Bull vs pronóstico.....	52
Gráfico 22 - Demanda de Redbull vs Estimación.....	53
Gráfico 23 - Comportamiento real y simulado del almacén principal.....	56
Gráfico 24 - Distribución de probabilidad de quiebres de stock; ABC .....	59
Gráfico 25 - Entrada vs salida de Red Bull a bodega NP .....	G
Gráfico 26 - Demanda promedio por trimestre del año .....	H
Gráfico 27 - Demanda promedio por mes del año.....	H
Gráfico 28 - Demanda promedio por semana del año.....	I

## **1 ANTECEDENTES GENERALES**

El presente proyecto se realizara en una importante empresa del rubro de la entretenición y el turismo, esta empresa opera en Chile con 8 unidades de negocio distribuidas a la largo del país. En estas unidades se ofrece sus clientes múltiples servicios y una gran variedad de productos.

La operación de la empresa se basa en esencia en tres líneas de negocio: Hotel, Alimentos & Bebidas y Juegos. Los servicios que ofrece son principalmente la hotelería, turismo y asociados, por otro lado servicios gastronómicos en restaurantes y bares, además de diversión en mesas de juegos, torneos, espectáculos, bingos y discoteque.

La materialización de los servicios mencionados anteriormente está asociada al consumo de múltiples productos catalogados básicamente en: Alimentos & Bebidas, Suministros e insumos y Materiales de mantenimiento.

### **1.1 LA INDUSTRIA DE LA ENTRETENCIÓN Y EL TURISMO**

#### **1.1.1 Industria de la entretenición (casinos)**

La industria de la entretenición reúne al conjunto de empresas e instituciones cuya principal actividad económica es la producción de actividades con fines lucrativos. A nivel mundial, se estima que el gasto anual en actividades de entretenimiento alcanza a US\$1,6 billones, en tanto que en Chile se estima que el gasto anual en entretenimiento alcanza los US\$4.000 millones. Esta industria está compuesta por los eventos culturales, el entretenimiento en vivo, los restaurantes, el cine, la televisión, la radio, la música, los medios de entretenición impresos, Internet, los centros de apuestas y juego, los parques temáticos, el deporte y otros negocios afines. De acuerdo a una encuesta realizada por Adimark, en Chile predominan los restaurantes, bares y cine entre los lugares que elige la población para entretenerse. De la misma encuesta, el incremento entre los años 2004 y 2008 de la disposición a visitar casinos como lugares de entretenición, de un 9.1% a un 14%.

En Chile, los principales operadores de la industria de casinos son:

- Enjoy con las operaciones de Antofagasta, Coquimbo, Viña del Mar, Santiago, Santa Cruz, Pucón, Puerto Varas y Mendoza.
- Grupo Pacífico Sur, con las operaciones de Temuco, Valdivia, Punta Arenas y Coyhaique, además del Casino de Puerto Varas en sociedad con Enjoy.
- Sociedad SUN International (operador sudafricano de casinos) - Novomatic (operador europeo de casinos y fabricante de máquinas de juego) - IGGR (operador de casinos con activos en Egipto, Francia, Ecuador y Chile), propietarios del casino Monticello.

- Latin Gaming, operador de casinos con activos en Panamá, Ecuador y Chile, con las licencias en Arica, Calama y Osorno.

### 1.1.2 Industria del turismo (hotelería)

La industria hotelera, en los últimos años ha aumentado la oferta de hoteles de cuatro y cinco estrellas en Chile. Por su parte, el desarrollo de nuevos proyectos integrales y el fortalecimiento de Chile como un destino turístico a nivel mundial, han redundado en una mayor y mejor oferta de hoteles de alto estándar en regiones.

El turismo mundial genera aproximadamente US\$8 billones. En los últimos años, la industria del turismo ha sido impulsada especialmente por los mercados emergentes y economías en desarrollo. En Chile, las visitas de turistas alcanzan los 2,5 millones anuales. No obstante los buenos resultados del turismo, se desarrollan programas a nivel país que tienen como objetivo promocionar a Chile como destino en el extranjero y constituir el turismo en uno de los principales elementos del desarrollo económico del país. Por lo que se espera recibir más de tres millones de visitas en 2010.

## 1.2 LA EMPRESA

Dentro de la industria de la entretención la compañía es la que tiene la mayor participación en Chile en el mercado de los casinos con un 42% de las mesas de juego y un 40% en las máquinas de azar, por otro lado participa en la industria hotelera con hoteles 4 y 5 estrella.

La empresa hace cuatro años lanzó EnjoyClub (un programa de fidelización de clientes) a través del cual los socios pueden sumar puntos y obtener descuentos en los diferentes servicios que presta la empresa en cualquier de sus unidades de negocio. La empresa a la fecha lleva cerca de 300.000 adheridos y esto muestra el importante crecimiento que ha tenido en los últimos años.

Parte de este crecimiento se refleja en una mayor cobertura a nivel nacional, lo que genera mayores ingresos, pero que también ha hecho cada vez más compleja la gestión de la empresa y también los procesos de abastecimiento de materiales necesarios para la operación.

### 1.2.1 La cadena de abastecimiento

Formalmente la cadena de abastecimiento se entiende como:

*“El conjunto de todos los proveedores de bienes y servicios y todos los clientes que están eslabonados por la demanda de los consumidores de productos terminados, al igual que los intercambios materiales e informáticos en el proceso logístico, desde la adquisición de materias primas hasta la entrega de productos terminados al usuario final”. [Cou93]<sup>1</sup>.*

---

<sup>1</sup> Fuente: Council of supply chain management, 93. Detalle en [Anexo A](#).

En particular uno de los puntos importantes de la visión estratégica de Enjoy es entregar la experiencia Enjoy, esto es, brindar altos estándares de servicio de manera de siempre dejar a cliente satisfecho. Así, alineado con esto la empresa busca mejorar la eficiencia operacional de cadena de suministro y minimizar los costos totales de ésta, satisfaciendo los niveles de servicio requeridos.

Para ello muchas veces es necesario tener un producto específico, en el minuto adecuado y cuando el cliente lo requiera, sin embargo, no es sencillo cuando se manejan más de 1.000 proveedores, 8 unidades de negocio y cerca de 2000 productos diferentes y una demanda futura desconocida.

En Enjoy los principales eslabones de la cadena de abastecimiento son:

Tabla 1 - Actores de la cadena de abastecimiento

<b>Proveedores</b>	Gran cantidad (cerca de 1000), esto debido a la alta variedad de productos. También de distintos tipos, ubicaciones, tamaños, tiempos de respuesta y confiabilidad.
<b>Bodegas de tránsito:</b>	Bodega en Santiago ubicada en la Reina, por acá pasan los productos adquiridos en Santiago antes de ir a las Unidades de negocio.
<b>Bodegas Principales</b>	Estas se encuentran en las unidades de negocio, son por lo general 3: Productos perecibles, no perecibles y suministros e insumos.
<b>Almacenes intermedios</b>	En general los almacenes de pre-elaboración o donde los materiales se convierten en productos terminados antes de su salida al punto de entrega final.
<b>Puntos de venta (POS)</b>	Por lo general son bastantes por unidad (cerca de 15), estos son los puntos de contacto directo con el cliente, entre los principales están: Bares, Restaurantes y Discoteque.

### 1.2.2 La planificación

Formalmente la planificación:

“Corresponde a un proceso dinámico el cual toma como input información del negocio y tiene como salida un plan de compras que permite minimizar el stock inmovilizado manteniendo o reduciendo el riesgo de quiebras”.<sup>2</sup>

El estado del arte, indica que de manera periódica esta área se encarga de:

- Crear información base o un pronóstico de demanda.
- Diseñar un plan de compras → repercute en los inventarios.
- Conocer los planes de venta → coordinación y consenso de áreas.

La planificación se entiende como un proceso de **coordinación**, de **visión anticipada** y de **balance** entre las compras y la demanda.

En Enjoy la planificación ocurre a nivel de cada unidad de negocio; no existe una planificación central, por lo que no hay estandarización de los productos, en particular de AA&BB. De esta manera los responsables de estimar la demanda es la misma unidad de negocio.

---

<sup>2</sup> Planeación de ventas y operaciones (Sincronización de la demanda y el plan global de suministro), Humberto Romo, SAP México. Visita Julio de 2010.

## 2 JUSTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN

La oportunidad de este proyecto se generó en el área de cadena de suministro de la empresa<sup>3</sup>, específicamente en la planificación de materiales necesarios para la operación de las unidades de negocio; en particular, estos materiales se emplean en la materialización de servicios y entrega de productos al cliente.

Actualmente la empresa tiene una cadena de suministro que cuenta con 5 eslabones, donde los materiales fluyen desde los **proveedores**, pasando alternativamente por una **bodega de tránsito** para luego ir a su recepción en entrada y salida de bienes en las unidades de negocio, donde hay una red interna, basada en **bodegas principales, almacenes intermedios** y finalmente los **POS**. La incertidumbre en la cadena va en aumento a medida que nos acercamos a los proveedores, lo que dificulta mantener la cantidad adecuada del material corrección cuando se necesita.

### 2.1 JUSTIFICACIÓN

Enjoy, es una empresa en el rubro del entretenimiento y el turismo que se enfrenta a un problema importante, la incertidumbre. Hoy se desconoce la demanda futura, no se cuenta con un modelo claro, definido y estándar para su planificación de materiales; Hoy no existen modelos (pronósticos de demanda cuantitativos, estrategias de aprovisionamiento) que permitan determinar ¿Qué?, ¿Cuánto? Y ¿Cuándo comprar? Esto trae como implicancia la baja coordinación entre áreas, sospechas de sobre stock, riesgo de quiebres y mayores costos al adquirir productos de manera urgente con poco tiempo de anticipación.

La planificación es la primera entidad en la cadena de suministro y la que percibe mayor variabilidad de la demanda, por lo que resulta interesante estudiar este nivel en general, los buenos modelos de planificación de materiales a nivel estratégico permiten<sup>4</sup>:

- Pronosticar con información base.
- Coordinación y consenso de áreas (plan de ventas).
- Plan de compras (repercute en los inventarios).
- Negociar grandes volúmenes de compras por menores precios y entregas parciales.

Hoy se observa en el modelo actual que no existe una buena planificación de materiales, esto se debe principalmente, a la falta de un modelo claro y al desconocimiento de la demanda futura.

---

<sup>3</sup> A comienzos de este estudio, el área de planificación central se encontraba en su etapa de formación.

<sup>4</sup> Fuente: Planeación de ventas y operaciones (Sincronización de la demanda y el plan global de suministro), Humberto Romo, SAP México, Julio de 2010.

Además se observa:

- ♣ No está definida la prioridad sobre que materiales se deben planificar.
- ♣ No existe estandarización de la planificación en las distintas UN.
- ♣ No hay un pronóstico de demanda nítido y estandarizado.
- ♣ No hay balance entre compras y ventas.
- ♣ Baja visión anticipada (coordinación entre compras y nuevos productos).
- ♣ Riesgo de quiebres en determinados productos.

Por otro lado, complementando las oportunidades presentadas anteriormente, expertos internos de la empresa declaran que el mayor impacto en la cadena de abastecimiento se puede dar en el nivel inicial de la planificación. Además de eso, se declara que hoy en día no se sabe cuánto comprar y cuándo comprar.

## 2.2 DESCRIPCIÓN

En la figura 1, se muestra la estructura de las líneas de negocio de ENJOY



Figura 1 - AA&BB en las distintas líneas de negocio

Las líneas de negocio son: **Alimentos y bebidas, Hotel y Juegos**. En estas tres líneas de negocio hay presente materiales que se deben planificar, sin embargo, al ser negocios diferentes, las demandas en cada una podrían comportarse de manera distinta.

Estas líneas de negocio son transversales a todas las UN, excepto en aquellas que no tienen Hotel (Colchagua y Santiago) en las cuales los negocios son solo **Juegos**

y **AA&BB**. Además se debe considerar que en cada UN se manejan aproximadamente cerca de 2.000 productos solo para la categoría de AA&BB. En la figura 1 se encuentran subrayadas las áreas en las cuales están presentes estos materiales.

### Línea de negocio AA&BB:

Tabla 2 - Líneas de negocio de AA&BB

<b>Eventos</b>	<b>Cliente empresa:</b> principalmente cenas, almuerzos, desayunos, cocktails y tragos, en eventos que realizan particulares y empresas en los salones de las unidades de negocio.
<b>Venta externa</b>	<b>Venta externa:</b> venta directa a clientes casino en los POS.
<b>Consumo interno</b>	<b>Comps:</b> tragos de cortesía y regalos <b>Autoservicio:</b> La colación de las personas llamada autoservicio.

### Línea de negocio Hotel:

Tabla 3 - Líneas de negocio de AA&BB - Hotel

<b>Room service</b>	<b>Servicio de habitación:</b> de AA&BB presentes en los frigo bar de las habitaciones de hotel.
---------------------	--

Cada UN, tiene en promedio 15 almacenes de los cuales en promedio 10 tienen salidas de AA&BB<sup>5</sup>. Los materiales, se solicitan vía una reserva en las bodegas principales según su necesidad. Por otro lado, los productos vendidos en los POS, corresponden en su mayoría a productos terminados a diferencia de las compras que son básicamente productos sin elaborar. Los sistemas de venta y el ERP homologan las cantidades mediante recetas que generan la conversión de productos sin elaborar a productos terminados. Esto y el volumen de SKU vuelven compleja la forma de planificación necesaria para asegurar el abastecimiento.

Por otro lado, la venta depende de muchos factores, a priori desconocidos, entre ellos factores temporales que no han sido identificados formalmente previos a la realización del presente trabajo.

En la empresa, los flujos (entradas y salidas) de materiales están soportados por dos plataformas tecnológicas; el ERP (SAP) y el Sistema de Ventas (MICROS). Estos parecieran presentar diferencias e inconsistencias en la información (Montos, volúmenes de venta). Se sospecha a que podría ser debido a problemas de transformación de productos terminados a productos sin elaborar o por otros factores como mermas, pérdidas, mal ingreso de datos u omisión de registros.

<sup>5</sup> Basado en un levantamiento de la red logística sobre la UN Antofagasta, ver [Anexo B](#).

## 2.3 OBJETIVOS

### 2.3.1 Objetivo principal

Determinar una metodología de planificación de AA&BB para Enjoy mediante la aplicación de pronósticos de demanda y modelos de aprovisionamiento que permitan mejorar el balance entre compras y ventas, minimizar el capital inmovilizado manteniendo o superando el nivel de servicio actual.

### 2.3.2 Objetivos secundarios

- ♣ Entender el comportamiento histórico de la demanda para decidir qué se debe planificar y su prioridad.
- ♣ Estimar la demanda futura de forma cuantitativa, basándose en la información histórica de la empresa.
- ♣ Definir los modelos de planificación adecuados para la demanda de materiales de la empresa.
- ♣ Demostrar reducciones en quiebres de stock y capital inmovilizado en las bodegas principales de las UN.

## 2.4 METODOLOGÍA

El desarrollo del proyecto se abordara fundamentalmente con 3 tipos de análisis:

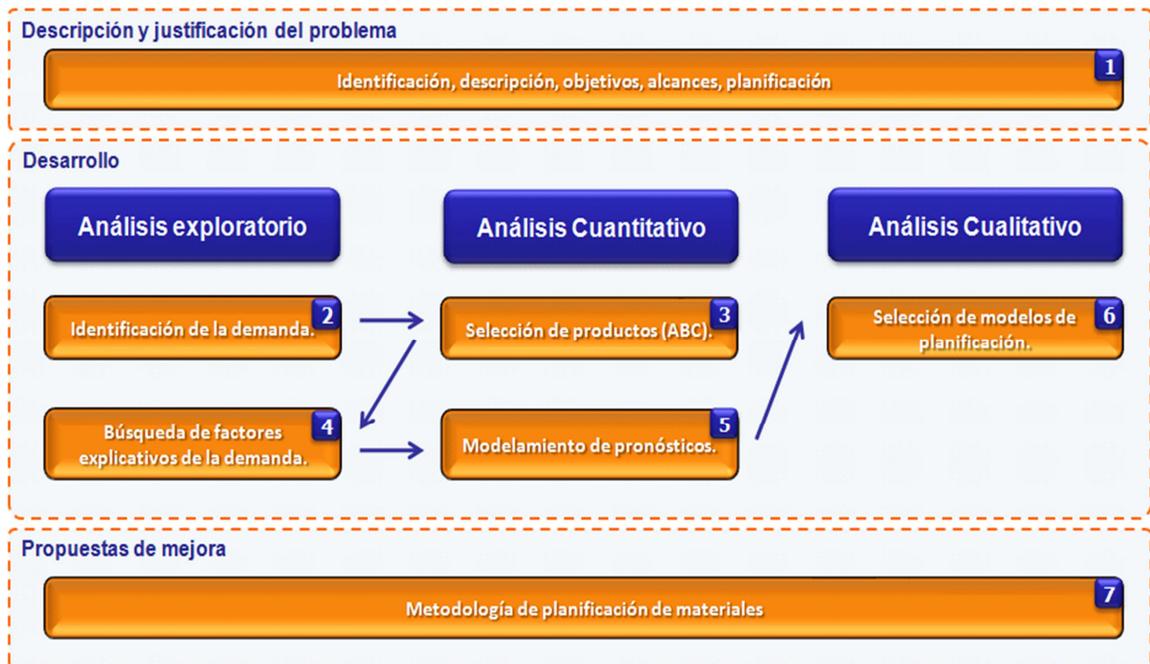


Figura 2 - Metodología: Distintos análisis

### 2.4.1 Identificación de la demanda

Lo primero que se realizará será un análisis exploratorio para identificar cómo y en qué sistema tomar los datos de la demanda. En particular decidir en qué lugar de la red logística observarla, esto es, decidir si se observara la venta directamente como productos terminados, como los datos de compra de materiales sin elaborar o bien un punto intermedio por donde pasen los materiales.

### 2.4.2 Selección de productos (ABC)

La variedad de productos es importante y no todos son iguales, por eso y de acuerdo a los alcances del presente trabajo se buscará una forma de dar prioridad a lo que se desea planificar. Para ello se realizará una clasificación de productos basado en el ABC de los materiales.

### **2.4.3 Búsqueda de factores explicativos de la demanda**

Mediante un análisis exploratorio se buscarán los factores explicativos en la demanda, tales como temporalidades, fechas especiales, volúmenes de salida. En este punto lo relevante es conocer cómo se explica la demanda histórica, si depende del año, trimestre, fecha, día, etc. U otros factores como ocupación del hotel de la unidad, su mismo pasado etc.

### **2.4.4 Modelamiento de pronósticos**

Se procederá a buscar el método de estimación de demanda que mejor se ajuste a los datos, esto probando diferentes métodos (Causales y auto regresivos) para distintos productos y comparándolos mediante el MAD. Con esto definir cuál es o son los modelos que se ajustan a determinados grupos de productos o a su totalidad.

### **2.4.5 Selección de modelos de planificación**

El ABC muestra en la teoría que los materiales son diversos, así, los tratamientos en la forma de adquirirlos y el plan de compra deben ser diferenciados y consistentes con estos resultados previos. Productos caros con alta frecuencia de compra y rotación deben planificarse de manera de asegurar su abastecimiento y evitar quiebres sin encarecer demasiado el costo de tenerlos “seguro”. Por otro lado tener sobre stock de los materiales más baratos tampoco afecta de manera muy significativa los costos. El balance de estas decisiones se tomara en la etapa de selección de modelos.

## 2.5 ALCANCES

El alcance del proyecto es trabajar en una metodología de planificación de materiales para la categoría de alimentos y bebidas (AA&BB), estudiando los productos, su demanda y realizando propuestas de mejora al modelo de planificación, pronósticos de demanda que definen las cantidades (input) de este modelo; esto para asegurar una correcta planificación de los materiales más importantes.

Estas propuestas de mejora llegan al nivel de propuestas operacionales y tácticas, de esta forma, queda fuera de este estudio el proceso de elaboración, desarrollo y control de la planificación de costos, la cual estima un presupuesto anual y gestiona su control durante el año.

Fuera del alcance queda el proceso de gestión de proveedores, proceso de registro de proveedores en el ERP (SAP). Lo anterior no excluye realizar propuestas operacionales en este ámbito, como por ejemplo la creación de una frontera eficiente de proveedores a los cuales es más beneficioso comprar.

Así mismo, este trabajo no se hará cargo del cómo en la recepción de los materiales, ni de la operación logística de las bodegas en las unidades de negocio, sino de la planificación de materiales según plazos calculados para que los materiales lleguen a tiempo.

## 2.6 RESULTADOS ESPERADOS

A partir de la metodología planteada para el estudio descrito anteriormente, se espera principalmente obtener una **metodología de planificación** que pueda responder las preguntas claves sobre el core de la planificación: el **Qué, Cuánto, Cuándo y Cómo**.

En particular se espera:

1. Lograr **identificar** cual es la **demanda** y cuáles son las mejores formas de capturarla.
2. Apoyar el rediseño del modelo de compras apropiado para la demanda de AA&BB, basado en información histórica de demanda y creando una selección de productos que permita responder el **¿Qué?**
  - ♣ ¿Qué se debe planificar?, ¿Que artículo?, ¿Qué familia?
3. Realizar pronósticos de demanda que permitan decidir, cuales son las mejores estimaciones, para responder el **¿Cuánto?**
  - ♣ ¿Cuánto comprar y de qué?
4. Seleccionar las reglas de aprovisionamiento adecuadas para grupos de artículos que permitan responder el **¿Cuándo?** y el **¿Cómo?**
  - ♣ ¿Cuándo comprar? Y ¿Cómo hacerlo?
5. Obtener una metodología de planificación para los materiales de AA&BB que demuestre mejoras en términos de:
  - ♣ Menores niveles de inventarios (Capital inmovilizado).
  - ♣ Menor riesgo de quiebres de stock.

## 2.7 PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

A continuación se presenta un Road-map (Gantt de alto nivel), en el cual se muestra de manera general la planificación esperada del proyecto según calendario (año 2010).

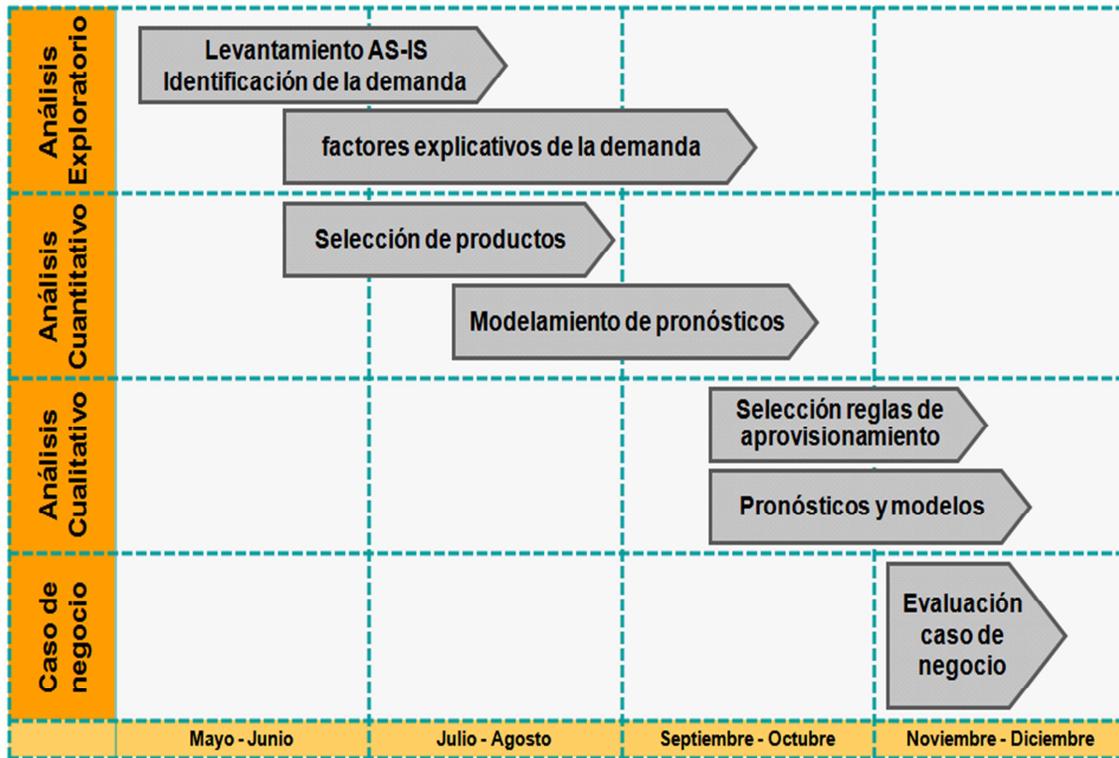


Figura 3 - Road map del proyecto

### 3 MARCO REFERENCIAL

#### 3.1 REGLAS DE APROVISIONAMIENTO

En todo problema de aprovisionamiento lo primero es elegir las reglas de aprovisionamiento que determinaran las variables de acción conducentes a fijar el cuándo y el cuánto de la gestión para un artículo o una familia de estos.

Frecuentemente se habla de 2 reglas **sistema Q** (o por punto de reorden) y **sistema P**(o por periodo fijo). La elección de reglas depende de los beneficios al aplicar una en vez de otra de acuerdo a Nivel de servicio versus nivel de Inventario requerido.

Para entender las reglas se debe entender el disponible total  $D_t$ .

$$D_t = D_f + D_e + Dda_e$$

Donde,

- $D_f$  = Disponible físico en unidades (existencia en almacenes).
- $D_e$  = Disponible esperado (existencias + ordenes en proceso).
- $Dda_e$  = Demanda esperada; entrega para la venta.

##### 3.1.1 Regla periódica

En un periodo predeterminado fijo  $T$ , se ordena una cantidad  $L_r = Q$ , determinado por la relación  $Q = N_v - D_t$ , donde  $N_v$  es un cierto nivel de cobertura deseada para el consumo o la demanda.  $T$  se determina a partir de un número óptimo de aprovisionamientos durante un año.

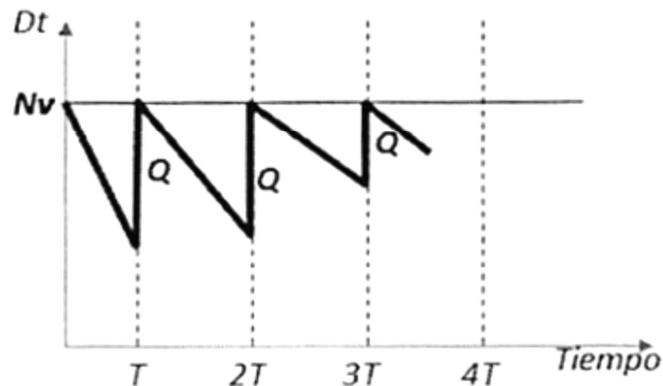


Gráfico 1 - Regla periódica

De esta forma en cada periodo  $T$  se compra una cantidad  $Q$  de manera que siempre se alcance el nivel de cobertura deseado  $N_v$ . Las variables del modelo son:  $T$  y  $N_v$ .

### 3.1.2 Regla por punto de pedido

También conocida como la regla del stock mínimo. Esta regla es inversa a la regla periódica, acá la cantidad que se ordena es siempre  $L_r = Q$  conocido como lote de pedido y se ordena en vez de periodos fijos, solo cuando el **Disponible** en  $t$  alcance el nivel mínimo  $N_r$  llamado nivel de reposición.

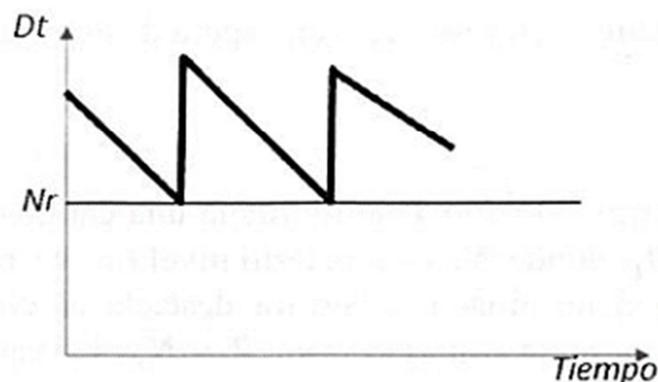


Gráfico 2 - Regla por punto de pedido

Las variables del modelo son  $N_r$  y  $Q$ , estas se determinan a partir de un cierto lote óptimo de reaprovisionamientos ó  $L_r^o$ .

### 3.1.3 Regla $S, s$

Este método busca conservar las ventajas del aprovisionamiento periódico, reduciendo las variaciones del tamaño de lote de un periodo con otro. Para ello se definen los límites  $S$  y  $s$  y un periodo  $T$  como variables de acción. En cada periodo se comparan los disponibles  $D_t$  con los valores  $S$  y  $s$ .

- Si  $D_t > s$ , no se reordena
- Si  $D_t \leq s$ , se reordena  $L_r = Q$  tal que  $Q = S - D_t$

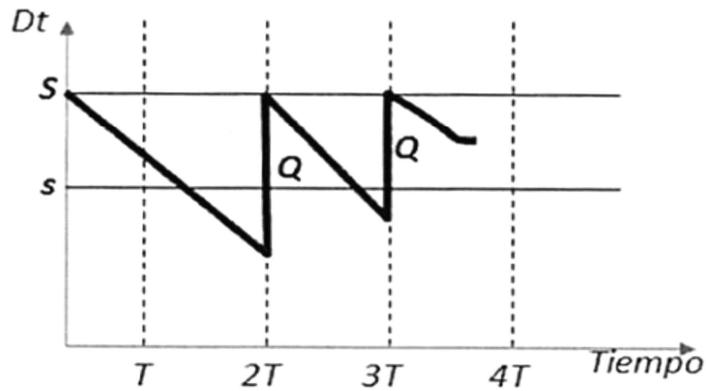


Gráfico 3 - Regla de aprovisionamiento S,s

En este modelo siempre se ordenan cantidades mayores a  $S - s$ . Pero tiene la complejidad de conducir a modelos complejos de aplicar.

### 3.1.4 Regla (K, nQ)

Es un método similar a la regla  $S, s$  que busca reordenar un lote múltiplo de  $Q$ , donde el disponible queda en la banda  $k, k + Q$ .

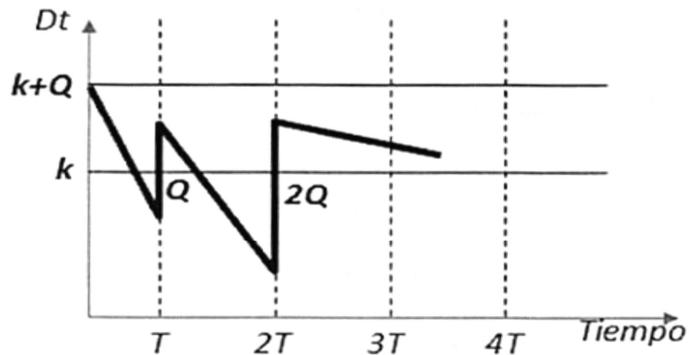


Gráfico 4 - Regla de aprovisionamiento (k, nQ)

### 3.1.5 Regla (m, M)

El propósito de esta regla es el reordenar lo más a menudo posible y por lotes de reaprovisionamiento fijos. Este modelo es útil en los sistemas de producción-despacho en donde los almacenes despachan pedidos a otro punto que desea regularizar la carga (como una fábrica).

Se definen los límites  $m$  y  $M$ , un periodo  $T$  y un lote fijo  $Q$ , en cada periodo se compra el disponible  $D_t$  con los límites  $m$  y  $M$ .

- Si  $m \leq D_t \leq M$ , no se reordena  $Q$
- Si  $D_t \leq m$ , se reordena  $Q_1 = Q + (m + D_t)$ , equivalente a utilizar un método de reaprovisionamiento periódico con  $N_1 = m + Q$
- Si  $D_t \geq M$ , se reordena  $Q_2 = Q + (D_t - M)$ , equivalente a utilizar un método de reaprovisionamiento periódico con  $N_2 = M + Q$

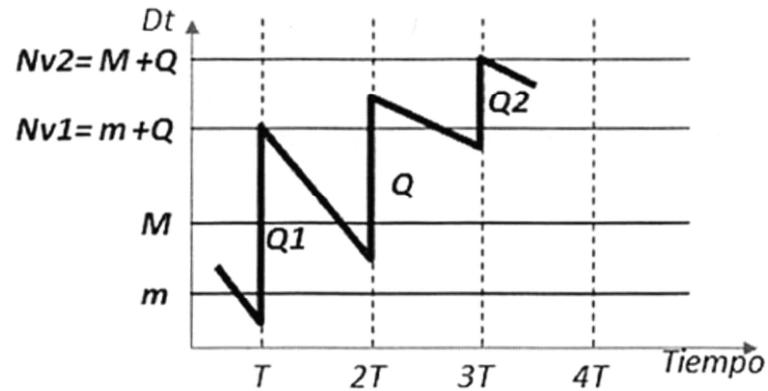


Gráfico 5 - Regla de aprovisionamiento (m, M)

## 3.2 PRONÓSTICOS DE DEMANDA

Los pronósticos de demanda son muy ocupados en el ámbito de la gestión de operaciones, estos permiten estudiar la demanda futura y estudiar relaciones relevantes para los negocios tales como las existentes entre:

- Pronóstico y Planeación.
- Demanda y Ventas.
- En términos generales existen dos tipos de pronósticos de demanda:
  - Métodos Cualitativos: son aquellos que dependen de juicios.
  - Métodos Cuantitativos: son aquellos que poseen un modelo subyacente.
    - Los datos y patrones de datos se utilizan como indicadores confiables para predecir el futuro.
    - Incluyen Series de Tiempo y Modelos Causales.

Como características generales, de estos métodos se encuentran:

- ♣ Generalmente se posee poca información.
- ♣ Existe alta incertidumbre.
- ♣ Se tiene escasa capacidad de proceso.
- ♣ Horizonte de mediano o largo plazo.
- ♣ Uso típico: Decisiones estratégicas
- ♣ Selección de Mercados
- ♣ Diseño de Procesos.
- ♣ Selección de Productos Nuevos.
- ♣ Métodos Populares
- ♣ Grass Root
- ♣ Investigación de Mercados
- ♣ Panel de Consenso
- ♣ Método Delphi
- Características de los métodos de predicción:
  - ♣ Estos métodos utilizan datos históricos y los proyectan a futuro.
  - ♣ Son de corto plazo.
  - ♣ Es necesario contar con datos internos.
  - ♣ No captan patrones de cambio.

### 3.2.1 Series de tiempo

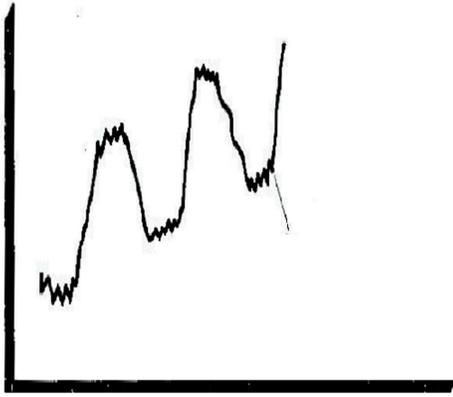


Figura 4 - Series de tiempo

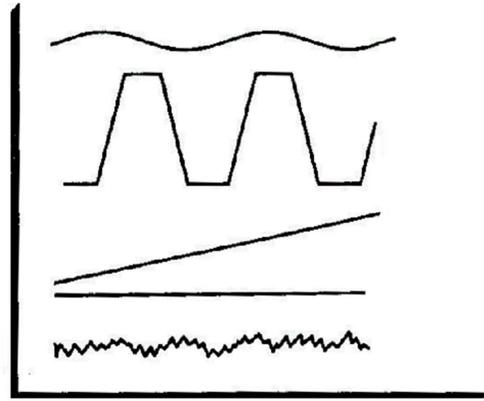


Figura 5 - Series de tiempo descompuesta

**Componentes:**

- Ruido: parte aleatoria (si es muy alto es difícil hacer pronósticos).
- Estacionalidad.
- Tendencia.
- Nivel (base).

**Notación:**

- $D_t$  = Demanda observada en el período t.
- $F_{t+1}$  = Pronóstico para el período t+1.
- $A_t$  = Promedio calculado para el período t.
- $e_t = D_t - F_t$  = Error de pronóstico.

Típicamente se conocen  $D_{t-k}, \dots, D_t$  y se busca  $F_{t+1}, F_{t+2}, \dots$

**3.2.1.1 Medias móviles simples**

$$F_{t+1} = \frac{D_t + D_{t+1} + \dots + D_{t-N+1}}{N}$$

Figura 6 - Ecuación de medias

**3.2.1.2 Medias móviles ponderadas**

$$F_{t+1} = W_t \cdot D_t + \dots + W_{t-N+1} \cdot D_{t-N+1}$$

$$\sum_{i=t-N+1}^t W_i = 1 \quad (\text{caso simple, } W_i = \frac{1}{N})$$

Figura 7 - Ecuación medias móviles ponderadas

### 3.2.1.3 Alisamiento Exponencial Simple

$$F_{t+1} = \alpha \cdot D_t + (1 - \alpha) \cdot F_t \quad 0 < \alpha < 1$$

Figura 8 - Ecuación alisamiento exponencial simple

### 3.2.1.4 Alisamiento Exponencial con Tendencia

$$A_t = \alpha \cdot D_t + (1 - \alpha) \cdot (A_{t-1} + T_{t-1}) \quad 0 < \alpha < 1$$

$$T_t = \beta \cdot (A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta) \cdot T_{t-1} \quad 0 < \beta < 1$$

$$F_{t+k} = A_t + k \cdot T_t \quad k = 1, 2, \dots$$

Figura 9 - Ecuación alisamiento exponencial con tendencia

Donde, en el caso de  $A_0$  se utiliza el valor:  $A_0 = (x_{n-1} - x_0)/(n - 1)$

## 3.2.2 Métodos causales

### 3.2.2.1 Regresión lineal

$$\hat{y} = a + b \cdot x$$

Figura 10 - Ecuación regresión lineal

Donde,

- $x$  = variable independiente.
- $y$  = variable dependiente.

Así, se logra un ajuste de la curva a los puntos con que se cuenta:

$$\text{Min} \sum_i (\hat{y}_i - y_i)^2 = \text{Min} \sum_i (a + b \cdot x_i - y_i)^2$$

Figura 11 - Ecuación estimación parámetros MCO

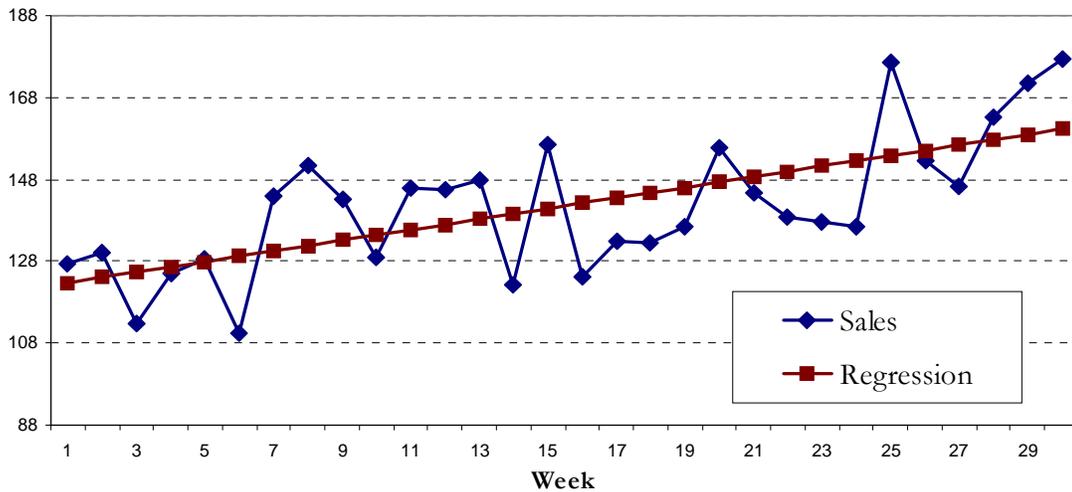


Gráfico 6 - Ejemplo regresión lineal: Ventas vs Estimación

Como resultado se obtienen los parámetros:

$$a = \frac{\sum y_i}{n} - b \cdot \frac{\sum x_i}{n}$$

$$b = \frac{n \cdot \sum x_i \cdot y_i - \left[ \left( \sum x_i \right) \cdot \left( \sum y_i \right) \right]}{n \cdot \sum x_i^2 - \left( \sum x_i \right)^2}$$

Figura 12 - Parámetros regresión lineal

$$R^2 = \frac{\left[ n \cdot \sum x_i \cdot y_i - \left( \sum x_i \right) \cdot \left( \sum y_i \right) \right]^2}{\left[ n \cdot \sum x_i^2 - \left( \sum x_i \right)^2 \right] \cdot \left[ n \cdot \sum y_i^2 - \left( \sum y_i \right)^2 \right]}$$

Figura 13 - R<sup>2</sup> en regresión lineal

Donde **R<sup>2</sup>** mide la proporción de la variación de y explicada por x, donde teóricamente **buenos modelos** se consideran valores de **R<sup>2</sup> ≥ 0,5**.

### 3.2.3 Errores de pronóstico

Los indicadores de error sirven para ver en qué momento el pronóstico falla o los datos no sirven. Como indicadores se tiene la desviación media absoluta representada como:

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_t |D_t - F_t|$$

Figura 14 - Ecuación de error en pronósticos

Dónde:

- 1 MAD  $\approx$  0.80 desviación estándar.
- 1 desviación estándar  $\approx$  1.25 MAD.

El valor ideal de MAD es cero (i.e. no existe error de pronósticos), Mientras más grande MAD, menor la precisión del modelo y este se usa para:

- Comparar distintos modelos de pronósticos.
- Elegir el “**mejor**” modelo dentro de una familia de modelos.

### 3.3 INDICADORES DE GESTIÓN

#### 3.3.1 Rotación de inventario

La rotación del inventario es una medida clave para determinar el movimiento y estancamiento de los productos en inventario. Esto nos da una medida de que tan importante es mantener stocks adecuados para algún tipo de producto. Esta razón se calcula de la siguiente forma:

$$\textit{Rotación del inventario} = \frac{\textit{Costo semanal de los bienes vendidos}}{\textit{Valor promedio del inventario}}$$

De manera intuitiva se puede decir que en un negocio de venta de automóviles; Si tengo en promedio 10 vehículos en exhibición y vendo al año 150, la rotación del inventario es 15 veces por año.

$$\textit{Semanas de inventario} = \frac{\textit{Valor promedio del inventario}}{\textit{Costo semanal de los bienes vendidos}}$$

Este último indicador corresponde al inverso de la rotación del inventario, es decir, si se venden 150 autos al año y el año tiene 52 semanas, a la semana se venden,  $150/52 = 2,88$  autos, si en promedio el inventario es 10, quiere decir que tengo autos suficientes para cubrir  $10 / 2,88 = 3,5$  semanas de ventas.

## 4 DESARROLLO

### 4.1 LEVANTAMIENTO AS-IS (Análisis de la situación actual)

Para entender bien el comportamiento de la demanda se realizó un levantamiento y análisis el flujo de materiales desde las compras hasta que estos llegan al cliente. Para ello a continuación se presenta la situación actual del flujo de materiales en la empresa; esto bajo una mirada de procesos.

Se analiza a continuación:

1. **El proceso de planificación para la venta y consumo interno.**
2. **El proceso de salidas al cliente.**
3. **Caso de eventos.**

#### 4.1.1 Planificación de materiales venta y consumo interno

El proceso de planificación consta de 4 etapas fundamentales:



Figura 15 - Mapa de procesos en la planificación materiales

De acuerdo al alcance de este estudio los procesos principales a ser estudiados para cumplir con los objetivos corresponden a los de **gestión de compras** y **recepción de materiales**.

##### 4.1.1.1 Proceso de gestión de compras

En la mayoría de las UN, la compra de materiales se inicia cuando se detecta la falta de stock de algún producto: una necesidad de artículos no perecibles y perecibles (Ej.: todos los días se compra pan).

Esto puede ser detectado de dos formas:

- El Jefe de una bodega principal notifica falta de algún artículo específico.
- Almacenes al momento de realizar una reserva o ir a buscar sus productos sacan a flote la necesidad.

Como regla gruesa se puede decir que el 80% de las compras corresponden a artículos de alimentos y bebidas (AA&BB) asociadas a las unidades de negocio y solo el 20% corresponde a insumos y suministros.

#### 4.1.1.2 Unidad de negocio: Viña del Mar

Viña del Mar, funciona de una manera particular (es la UN donde mejor funciona el modelo de planificación y por eso será caso de estudio). Semanalmente el administrador gastronómico de AA&BB se comunica con cada Punto de Venta (POS) y levanta la necesidad de los 2000 productos para la semana subsiguiente, con esta información, se determina la cantidad a comprar de acuerdo a la siguiente e intuitiva ecuación:

$$Q_{i,t} = D_{i,t+1} - (S_{i,t} + E_{i,t+1})$$

Dónde:

- $Q_{it}$  = Cantidad a comprar de un producto  $i$  en la semana  $t$
- $D_{it}$  = necesidad del producto  $i$  en la semana  $t$
- $S_{it}$  = Stock del producto  $i$  en la semana  $t$
- $E_{it}$  = Entregar por recibir del producto  $i$  en la semana  $t$

Donde  $i$ ,  $i: 1 \dots 2000$  Conjunto de índices de productos planificados.

Donde  $t$ ,  $t: 1 \dots 52$  Índice que indica la semana de planificación.

La compra de servicios comienza con una solicitud personal o vía mail, en algunos casos también se genera una SolPed (Solicitud de Pedido). Después de la negociación se genera un contrato de servicios.

Las compras a gasto pueden ser de cualquier producto en donde la Imputación se vaya a gasto (Material o Servicio). Se pueden distinguir 3 tipos de gasto:

- Servicios básicos generales
- Cargos entre empresas relacionadas.
- Compras a proveedores: Estas son compras directas que puede venir de una necesidad inmediata por parte de una unidad.

Las compras sin crédito son compras a proveedores nacionales y en la mayoría de los casos son compras de única vez, de bajos montos y no están vinculados a ninguna estrategia de liberación. También puede que el proveedor no sea uno regular de Enjoy. Esto comienza con una solicitud informal vía e-mail o de palabra y requiere un breve plazo de resolución. Para estos casos el pago siempre es al contado, a veces la compra la puede hacer un colaborador de Enjoy con su **propia tarjeta de crédito**. Después se

hace una rendición de gastos. En algunas Unidades existe caja chica para estas necesidades inmediatas. Posteriormente se regulariza con una orden de compra donde la persona que canceló la compra es quien recibe el pago pero la factura se hace al proveedor original. También ocurre que a veces la oficina central debe comprar para las unidades de negocio, pero en la oficina central no se maneja caja chica para la realización de compras.

#### 4.1.1.3 Proceso de recepción de materiales

Luego de que los materiales son comprados, estos se reciben en la unidad. En la mayoría de los casos estos llegan en los plazos acordados. Para ello los materiales llegan al área de entrada y salida de bienes (ESB), donde se chequea normalmente que la factura o guía de despacho que trae el proveedor coincida con la orden de compra realizada con antelación y que esta se encuentre autorizada por algún Jefe/Supervisor, luego de esto los materiales pueden pasar a las bodegas principales para ser almacenados.

En muchas ocasiones ocurre que el proveedor llega a la unidad con los materiales y la Orden de Compra (OC) aún no haya sido liberada. Dada la urgencia de la necesidad de los materiales se les permite la entrada con una autorización vía mail o teléfono de un supervisor. En ocasiones puede ocurrir que producto se venda y que la OC para el proveedor aun no haya sido liberada, esto puede generar inconsistencias en la información del ERP.

#### 4.1.2 Proceso de salida de materiales al cliente

En este proceso ocurren 4 tareas principales:



Figura 16 - Tareas del proceso salida de materiales al cliente final

De acuerdo al alcance de este estudio las tareas principales son las que involucran movimientos de materiales; estas corresponden a la **solicitud de reservas** y **salida al cliente**.

##### 4.1.2.1 Solicitud de reservas

El proceso de salida es bastante simple, los almacenes (POS e intermedios), realizan solicitudes de materiales (**reservas**) a las bodegas principales. Las bodegas

principales en la mayoría de las unidades son tres: Bodega de Perecibles, No perecibles y Suministros e insumos.

Los almacenes intermedios corresponden a las cocinas o los puntos donde se pre-elaboran los materiales como sándwich, pizzas y todos los productos que necesitan una transformación para ser vendidos.

Los almacenes según el tipo de material requerido realizan reservas a la bodega correspondiente, siempre que exista el stock suficiente. Luego pasan a retirarlo; en este momento se realiza la transacción de salida o traspaso según sea el caso y se descuenta del inventario de la bodega principal, sumándose al inventario del POS que es muy pequeño ya que solo cuentan con lo necesario para vender. Todas estas transacciones se realizan a través del ERP (SAP).

#### **4.1.2.2 Salida al cliente**

Los materiales salen al cliente final, generalmente a través de una venta, pero también puede haber otros medios de salida como en bingos, comps, etc. En donde no se le vende el producto al cliente. Estas transacciones se realizan a través del sistema de Ventas (Micros).

Las salidas corresponden a productos terminados y productos sin elaborar, en este punto las ventas efectuadas en Micros deben ser informadas en SAP, para que este los rebaje y los impute, para ello existen recetas de conversión de productos terminados a materiales. Esta información se encuentra en Micros y el descuento se realiza automáticamente en SAP.

En ocasiones ocurre que cuando falta algún stock de algún material, pero el producto se vendió con algún sustituto, no se descuenta del inventario ninguno de los productos que figuran en la recetas.

#### **4.1.2.3 Transacciones en SAP**

En SAP existen diferentes transacciones para cada una de las actividades antes descritas. En los registros queda todo registrado con un código de la UN, de movimiento, de almacén, las cantidades, los importes, las unidades, algunas variables descriptivas del material y los centros de costos. Con esto es posible identificar los consumos y salidas históricas de materiales.

#### **4.1.3 Planificación de materiales para eventos**

Para el caso de las convenciones o eventos, no existe planificación. Los materiales no entran al proceso descrito anteriormente.

Estos eventos se venden Santiago o en las UN. Para el caso de venta en Santiago, se reúne cerca de un 70% de la información y la firma del cliente con la fecha del evento, esto se traspa al área de coordinación de eventos quien debe recabar el resto hasta tener el 100% de la información.

Con toda la información el encargado en la UN debe un informativo a las áreas involucradas; cocina, bodegas principales, entre otros.

Estas áreas levantan en ese momento la necesidad de materiales, según número de personas, tipo de evento. Luego cocina genera una **solicitud** (no una reserva) **de materiales** a bodega, esta verifica disponibilidad de stock y si hay disponibilidad “excedente” de bodega, se acepta la solicitud, sino esta **crea una OC a los proveedores**.

Por procedimiento los plazos de entregables (SLA) en el proceso son los siguientes:

Tabla 4 - SLA: tiempo necesario de recepción antes de un evento

Coordinación	Número de días hábiles antes del evento que la Coordinadora debe recibir el informativo para poder cerrarlo.		
Tipo de Evento	1 a 350 personas	350 a 550 personas	550 y más personas
Congreso	15	20	30
Matrimonio	60	60	60
Cena varias	15	20	30
Desayuno	15	15	20
Coffee	10	15	15
Cocktail	15	20	20
Cocktail	15	25	30

Tabla 5 - SLA: Tiempo mínimo antes del evento para enviar informativo

Coordinación	Número de días antes que se tiene que mandar el informativo a las áreas involucradas		
Tipo de Evento	1 a 350 personas	350 a 550 personas	550 y más personas
Congreso	7	10	15
Matrimonio	10	15	15
Cena varias	7	10	15
Desayuno	5	10	15
Coffee	5	10	10
Cocktail	7	10	15
Cocktail	7	10	15

Actualmente de la totalidad de los eventos la mayoría se avisa solo con un 1 ó 2 días de anticipación. Esto genera que se **compre con apuro**, bastante más **caro**, con recursos de **caja chica** o bien con la **tarjeta de crédito** de algún **colaborador** de Enjoy. Esto no ha permitido que la demanda de eventos se incluya en la planificación descrita anteriormente<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> El detalle de los procesos de eventos puede consultarse en el [Anexo E](#).

#### **4.1.4 La estimación de demanda actual**

En la unidad de negocio en que esto se encuentra con el mayor avance, el modelo usado se basa en un pronóstico cualitativo. Esta estimación pasa por la mano del administrador gastronómico del casino quien consolida la información proveniente de los distintos POS que estiman en base a su experiencia. Luego se agrega a esta cantidad una corrección por el stock de seguridad que estimado para cada producto y en eso consiste la estimación actual.

El resto de las labores (no menores) corresponden a considerar los flujos de materiales, salidas y llegadas futuras, para determinar cuánto comprar según un plan de compras, lo que se realiza con buenas prácticas pero con información de la demanda futura de muy mala calidad.

## 4.2 IDENTIFICACIÓN DE LA DEMANDA

### 4.2.1 Elección de la Unidad de negocio

Durante el análisis exploratorio se encontró que los datos en el ERP, no están almacenados de igual manera en las distintas UN. En el caso de algunas UN los datos durante el periodo de tiempo inicial se cargaron solo a fin de mes (momento de cuadratura) en SAP, esto ocasiona tener menor historia sobre la demanda. A continuación se muestra una tabla comparativa de las distintas unidades.

Tabla 6 - Elección de la UN Viña del Mar

Unidad de negocio	Fecha de inicio	Periodicidad de datos	Historia (años)
Antofagasta	Sep-08	Inicialmente semanal, se estabiliza a partir del Oct-08.	1,8
Coquimbo	Mar-08	Inicialmente inestable para algunos productos, se estabiliza en Jun-08.	2
<b>Viña del Mar</b>	<b>Jul-07</b>	<b>Estable desde Ene-08</b>	<b>2,5</b>
Santiago	-	-	0
Mendoza	-	Sin información en el ERP	0
Santa Cruz	Mar-08	Registros hasta Dic-08	0,5
Pucón	Jul-07	Incendio en Sept-07, reabrió Dic-2007, Se estabiliza en Mar-08	2,2
<b>Puerto Varas</b>	<b>Jul-07</b>	<b>Se estabiliza en Ene - 08</b>	<b>2,5</b>

En base a este breve análisis se destacan Viña del Mar y Puerto Varas; Dado que la metodología final no depende de forma determinante de la unidad escogida se eligió por cercanía en caso de necesitar visitas se eligió **Viña del Mar** como caso de estudio.

### 4.2.2 Alcance de Alimentos y Bebidas

Como los materiales tienen naturalezas muy distintas se quiso diferenciar entre los distintos tipos de materiales, que se utilizan en Viña del Mar. Para ello se tomaron las salidas valorizadas y los cierres de inventario; se construyó una tabla con el índice de rotación de inventario para las distintas categorías de materiales: **Percibles**, **No percibles**, **Suministros** y **Mantención**.

Tabla 7 - Índice de rotación de inventario por tipo de producto

Tipo producto	Índice de rotación anual
PERECIBLES	39,78
NO PERECIBLES	17,89
MANTENCIÓN	5,38
SUMINISTROS	4,69
Promedio	16,92

El consumo valorizado de los materiales **Percibles** y **No percibles** explica cerca del 80% del total general. En base a lo anterior y la gran rotación que tienen las primeras categorías, se decidió establecer un alcance y trabajar solo con los materiales pertenecientes a la categoría de Alimentos y Bebidas (AA&BB).

### 4.2.3 La demanda de Alimentos y Bebidas

Una vez definido que se trabajaría con los datos de Viña del Mar para la categoría de AA&BB, la pregunta inmediata a responder fue **¿En qué lugar de la cadena de abastecimiento se debe tomar la demanda?**

Existen diversos puntos en donde se puede medir la demanda. Dada la actual configuración de flujo de materiales las posibilidades concretas son 3.

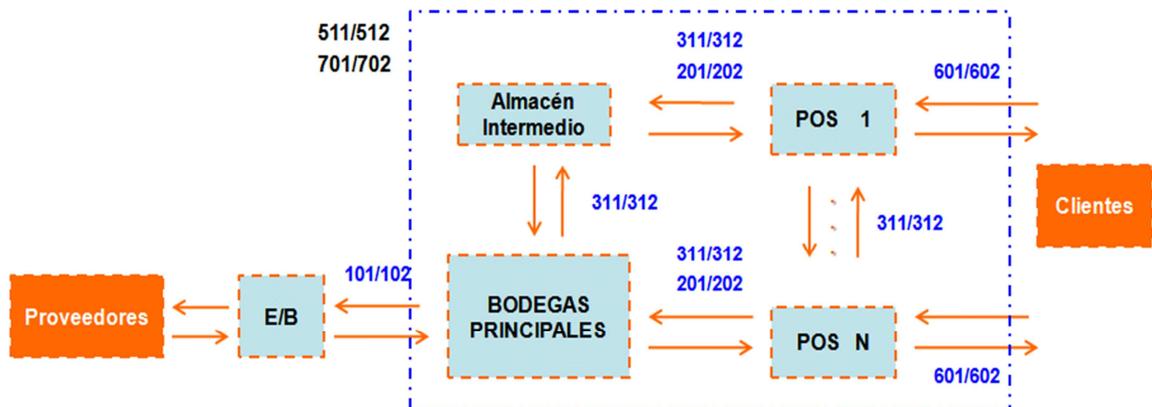


Figura 17 - Configuración actual del movimiento de materiales

1. Como las salidas desde el último punto en contacto con el cliente POS.
2. Como las salidas desde los almacenes principales (Bodega principal).
3. Como los datos de compra de material.

De la literatura es conocido que el dato más confiable se encuentra en el punto de venta, es decir, en los registros de Micros. Esto debido a que el efecto látigo es mínimo en este último eslabón. Por otro lado las sospechas desde el inicio del presente análisis

han sido que no se compra de manera óptima, esto debido al desconocimiento de la demanda por lo que se descartó desde un principio la alternativa de observar los datos de compra.

Para decidir entre las primeras dos alternativas se realizó un breve análisis para un producto. Desde el ERP y Micros se obtuvieron los datos para un producto representativo, simple y con un alto índice de rotación. Además este producto se entrega al cliente tal como se compra (esto para evitar inconsistencia entre los sistemas y recetas de conversión), el producto elegido fue la Bebida energética **Red Bull** perteneciente a la categoría de **Cervezas – Licores – Bebidas**.

A continuación se muestran las curvas históricas de salida de almacén principal (bodega) desde SAP y la registrada en los puntos de venta desde Micros. Para ello se consideraron los datos existentes en ambos sistemas, solo desde Enero de 2008 hasta Junio de 2010, esto por disponibilidad y confiabilidad<sup>7</sup> de los datos.

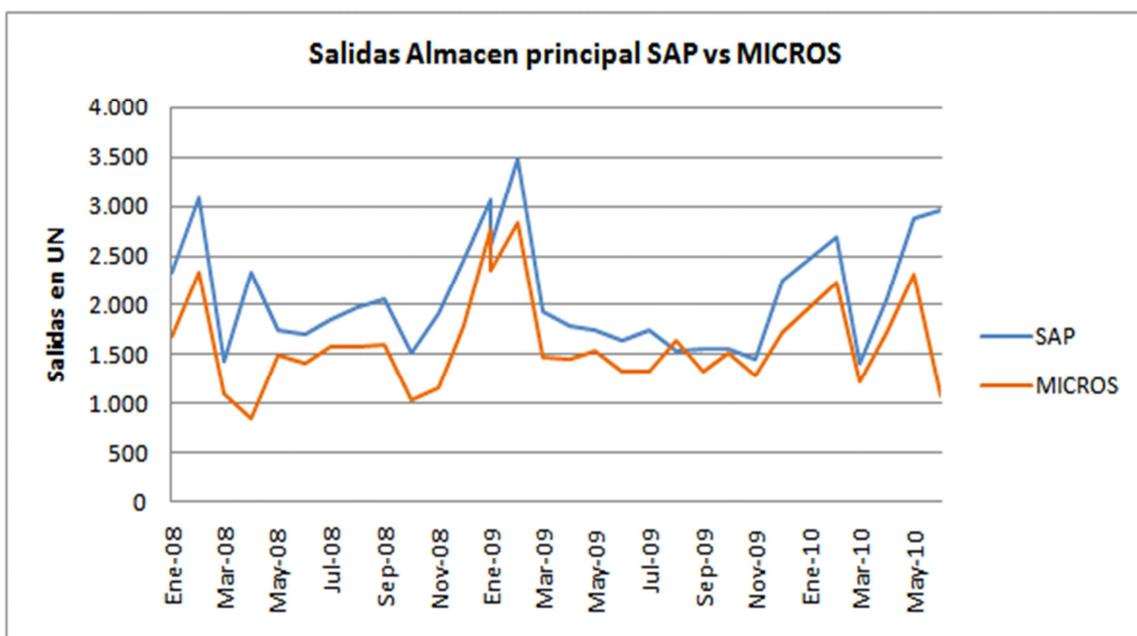


Gráfico 7 - Salidas de bodega NP vs Ventas (Red Bull)

Debido a que las reservas se utilizan de un día para otro, las curvas no presentan desfase, sin embargo, el registro de MICROS se mantiene consistentemente por debajo del registro de SAP. Por lo que se descarta una explicación por el efecto látigo. Lo que sugiere que algunas salidas de material no han sido registradas o han salido productos bajo otros códigos, que no es posible rescatar. En la siguiente tabla se muestran las características de las 3 alternativas.

<sup>7</sup> En SAP existen registros desde Octubre de 2007, pero son confiables solo a partir del 2008.

Tabla 8 - Alternativas de observación de la demanda

Alternativas	Confiabilidad	Impacto del efecto látigo	Complejidad	Tamaño de las BD	Desfase temporal	Plataforma
POS final	Media	Muy bajo	Alta	Grande	Ninguno	Micros
<b>Almacenes Principales</b>	<b>Media</b>	<b>Bajo</b>	<b>Baja</b>	<b>Media</b>	<b>1 día</b>	<b>SAP</b>
Compras	Baja	Medio	Baja	Media	1 semana	SAP

Entendiendo que el mejor dato se encuentra a nivel del POS, pero debido a la complejidad de tomar la información de manera periódica y a la fidelidad de los registros se tomó la demanda como las **salidas desde los almacenes principales** considerando todos los movimientos de salida y sus respectivas reversas.

### 4.3 SELECCIÓN DE PRODUCTOS

Con la convención anterior sobre el concepto de demanda, ahora es posible observar la gama de productos.

Con el objetivo de decidir cuales productos se deben planificar con mayor o menor urgencia, los materiales se deben clasificar. Para ello desde SAP se tomaron los movimientos anuales del 2009, esto es, ingresos y salidas para los 1.995 productos<sup>8</sup> pertenecientes a la categoría de AA&BB, desde 01/01/2009 hasta 31/12/2009, como se muestra a continuación.

Tabla 9 - Estructura de datos desde el ERP

CMv	Material	UN	Texto breve de material	Fecha doc.	Alm.	Fe-contab.	Cantidad	UMB	Impte.ML	Ce.coste
201	10000002	CL20	AJI CACHO CABRA KG	22.04.2010	AL05	22-04-2010	0,5	KG	\$ 2.856	CLVIMA109
201	10000097	CL20	SAL FINA MESA LOBOS BS 1 KG	08.12.2009	AL05	08-12-2009	3	BOL	\$ 540	CLVIMA109
	xxx.xx	xxxxxxx					x	BOT	xx.xxx	
	yy.yy	yyyyyy					y	KG	yy.yy	
311	11002506	CL20	QUESO CREAM PHILADELPHIA KRAFT 225 Gg	03.01.2009	AL04	03-01-2009	3,375	UN	\$ -	
601	11001448	CL20	QUESILLO COLUN PT 320 GR	20.06.2009	AL04	20-06-2009	5	UN	\$ 3.468	

Como obstáculos se encontró que existen transacciones como “traspasos” (prestamos entre almacenes, con códigos 311, 312) cuyos montos no se encuentra valorizados. Sin embargo, como son parte de la demanda estos montos se valorizaron al precio promedio del material cuando correspondió hacerlo. Así se obtuvo la demanda total.

Con los materiales, su cantidad y los consumos valorizados de sus transacciones, se construyó un consolidado anual en términos de costo del producto para luego pasar a un ranking de productos según su consumo valorizado anual. A continuación se muestran los resultados para los primeros 6 productos en este análisis.

Tabla 10 - Tabla de clasificación: El ABC de los materiales

Material	Demanda anual del año 2009 para todos los productos, medido en costo de salida del material, desde bodega principal	Consumo valorizado	Acumulado \$	% \$	Clasificación
11001109	PAVO PECHUGA S/H Y S/P FRESCA KG	\$ 43.379.555	\$ 43.379.555	2%	A
11001108	CIGARR KENT ONE GOLD CJ 20 UN	\$ 38.994.530	\$ 82.374.085	4%	A
11001607	VACUNO ASIEN TO FRESCA KG	\$ 37.336.638	\$ 119.710.723	6%	A
10002735	CAFE TOSTADO GRANO EXPRESS BONAFIDE KG	\$ 27.455.990	\$ 147.166.713	7%	A
11001689	VACUNO POSTA NEGRA FRESCA KG	\$ 27.405.916	\$ 174.572.629	9%	A
11000683	JAMON PIERNA MOLDEADO LLANQ KG PZA 6	\$ 22.412.045	\$ 196.984.674	10%	A

Se observa que los primeros 6 productos del ranking explican el 10% del consumo valorizado total.

<sup>8</sup> Total de productos que registraron salidas desde el almacén principal durante el año 2009.

### 4.3.1 El ABC de los materiales

La clasificación mediante el costeo ABC consiste en ordenar de mayor a menor los materiales según algún criterio, para este análisis se utilizó el consumo valorizado de los materiales como se tipifica en la tabla 10.

En la teoría es usual encontrar dos tipos de ABC: Por ventas y por Inventario. Durante el análisis exploratorio se encontró que el ABC por inventario no es un buen método dada la estructura de los datos y el número de productos con quiebres (stocks de cierre en cero durante un periodo de observación). Sin embargo, se realizó el ejercicio y sirvió para tener visibilidad de los productos que manifestaron algún quiebre durante el año, en particular para productos que tuvieron su **stock consistentemente en cero** durante todo el periodo de evaluación. Esto ocurrió para **136 productos**.

Tabla 11 - % de productos con quiebre de stock por categoría ABC

Categorías ABC	Cant productos	Algún quiebre	% quiebres
A	237	128	54%
B	377	263	70%
C	1246	992	80%
	<b>1860</b>	<b>1383</b>	<b>74%</b>

Los productos que se mantuvieron consistentemente en cero no afectan a la categoría A ni B, debido a que no tenían consumo valorizado, sin embargo, ensucian la categoría C.

Con esta información quedaron fuera del análisis 136 productos y se obtuvo un nuevo total de 1.860 productos de los cuales los primeros 239 pertenecientes a la primera categoría; representan el 80% del acumulado y pertenecen a la categoría A del ABC, Luego 382 artículos que acumulan el 15% (95% - 80%) del consumo valorizado pertenecen a la categoría B y el resto de los artículos en total 1.239 acumulan solo el 5% (100%-95%) y pertenecen a la categoría C.

Tabla 12 - Resultado preliminar: El ABC de los materiales, Viña del Mar

N° de artículos	% Artículos	% Importe	Clasificación
239	12,8%	80%	A
382	20,5%	15%	B
1.239	66,6%	5%	C
<b>1.860</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	

Con el antecedente de la categoría A, en la cual solo 239 productos acumulan el 80% del consumo valorizado y una observación más profunda de los datos, se realizó una revisión empírica con **expertos de la empresa**<sup>9</sup>, esto llevo a comparar el caso de la

<sup>9</sup> El especialista fue Rodrigo Arntz, Encargado de control de gestión de la gerencia de cadena de suministro.

UN con el global de la empresa y verificar materiales, montos generales de importes, cantidades y consistencia de datos. Como **conclusiones**:

- ♣ Se validaron los resultados.
- ♣ Incluir en este ranking un material fuera del concepto de AA&BB, pero que se almacena en sus bodegas y se vende como tal; los cigarrillos.
- ♣ Se decidió crear una nueva categoría en esta clasificación, los elementos de las “**súper ventas**”.

Incluidos estos materiales y con la gran importancia en términos de gravitación de algunos en la categoría A, amerito que se les quisiera dar un tratamiento especial y fueron clasificados en la categoría de los materiales de súper venta; los **A+**.

A continuación se muestran: 1) la curva característica de todo el ABC de UN viña del Mar de Enjoy, y 2) La tabla de clasificación final de materiales.

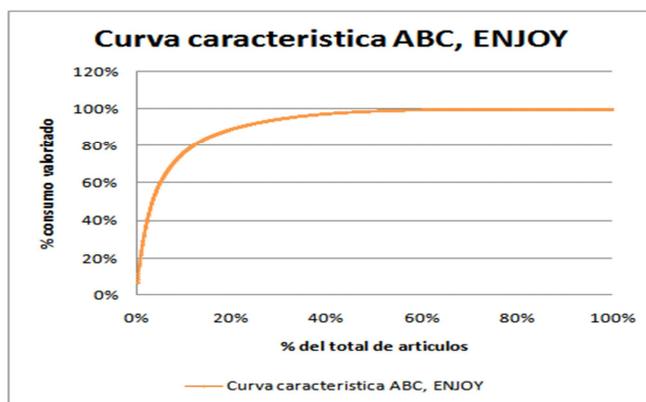


Gráfico 8 - Curva característica del ABC de ENJOY

Tabla 13 - Resultados finales: ABC de los materiales, Viña del Mar

N° de artículos	% Artículos	% importe	Clasificación
25	1%	30%	A+
198	10,6%	50%	A
374	20,0%	15%	B
1.276	68,1%	5%	C
<b>1873</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	

Con los resultados del ABC, se responde la primera de las interrogantes, el “**Qué**”.

#### 4.3.2 ¿Que se planifica y que no?

Según los antecedentes anteriores es prioritario planificar solo los materiales de la categoría de alimentos y bebidas a excepción de 136 productos que no tuvieron

movimientos durante todo el año anterior al estudio<sup>10</sup> (en particular para la UN Viña del Mar). Esto es, 1.860 productos de la UN Viña del Mar clasificados en las categorías **súper ventas (A+), A, B y C**. Siendo en orden de prioridad desde los productos A+ que acumulan el 30% del consumo valorizado, pasando por los A que tienen un 50%, los B con un 15% y luego los productos C, que solo mueven un 5% del total.

---

<sup>10</sup> Se estima pertinente la revisión periódica de materiales que quedan fuera de la oferta.

#### 4.4 ANALISIS DE LA DEMANDA

Como primera etapa de este análisis lo que hizo fue observar la demanda histórica y global de la UN. A continuación se muestra la gráfica de todo el consumo valorizado de AA&BB para la venta al público y eventos empresa, desde el 2008 hasta Agosto de 2010.

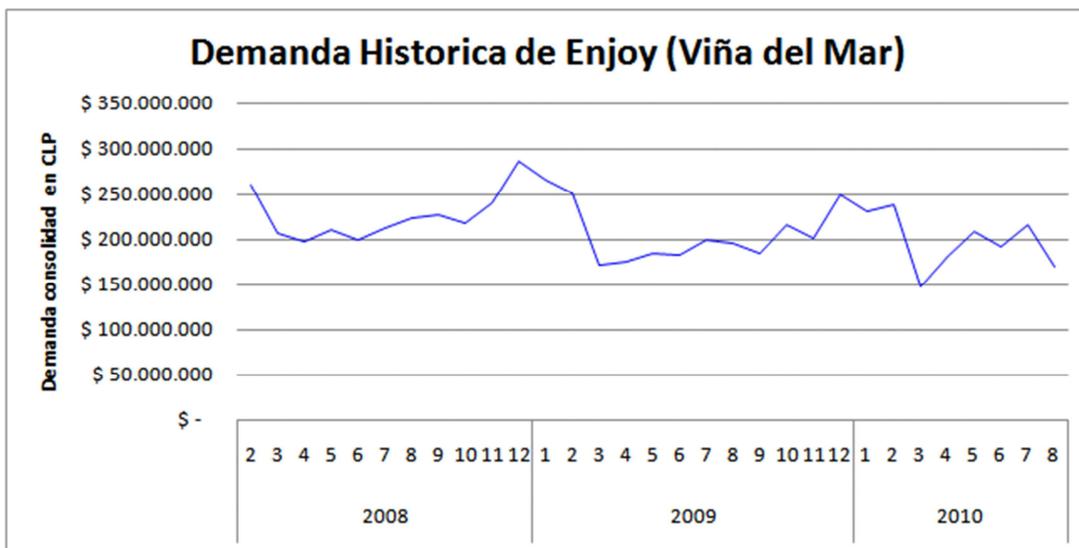


Gráfico 9 - Demanda histórica UN Viña del Mar

Esta se puede separar a priori en dos líneas de negocio, encontrándose como es de esperarse que el comportamiento sea bastante diferente, por lo que no se puede dar el mismo tratamiento para ambos casos.

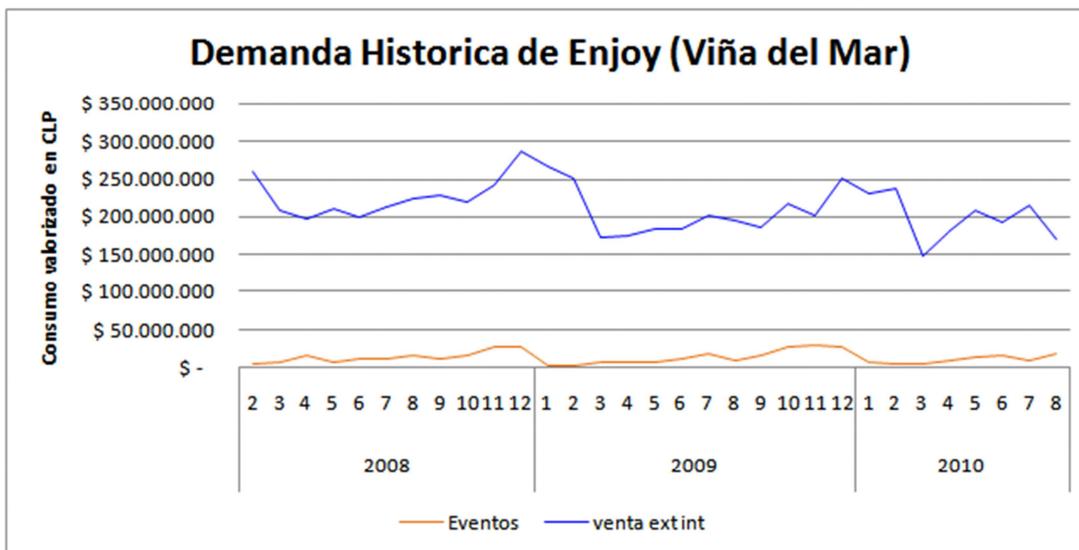


Gráfico 10 - Demanda histórica por línea de negocio, UN Viña del Mar

Claramente la demanda de venta al público externo y la de consumo interno (colaboradores, comps y costos asumidos por la UN), son diferentes en su magnitud. En términos de Importe se muestran sus diferencias a continuación.

Tabla 14 - Montos de la demanda por línea de negocio.

AÑO	Eventos	Venta Externa/Interna	Total
2008	\$ 165.528.647	\$ 2.318.580.258	\$ 2.484.108.905
2009	\$ 177.208.763	\$ 2.301.964.424	\$ 2.479.173.187
2010	\$ 88.623.661	\$ 1.496.125.859	\$ 1.584.749.520

Tabla 15 - Porcentaje de la demanda por línea de negocio

AÑO	Eventos	Venta Externa/Interna	Total
2008	7%	93%	100%
2009	7%	93%	100%
2010	6%	94%	100%

La demanda de eventos solo representa el **7%** del total, lo que representa una parte bastante pequeño. Por otro lado analizando los gráficos se puede ver que ambas curvas tienen comportamientos distintos. De hecho se desprende claramente que las estacionalidades (temporadas altas) son distintas.

- ♣ Estacionalidad **demanda público externo** ocurre en **Diciembre, Enero y Febrero.**
- ♣ Estacionalidad **demanda eventos** ocurre en **Octubre, Noviembre y Diciembre.**

Por motivos de prioridades y tiempo de análisis, se dejará fuera la línea de negocios eventos, entendiendo que el tratamiento y los modelos futuros propuestos como metodología pueden ajustarse a este tipo de demanda también.

#### 4.4.1 Venta público y consumo interno

Con un análisis exploratorio desde el gráfico de la demanda de venta al público para AA&BB (sin considerar el negocio de Eventos) se logró observar.

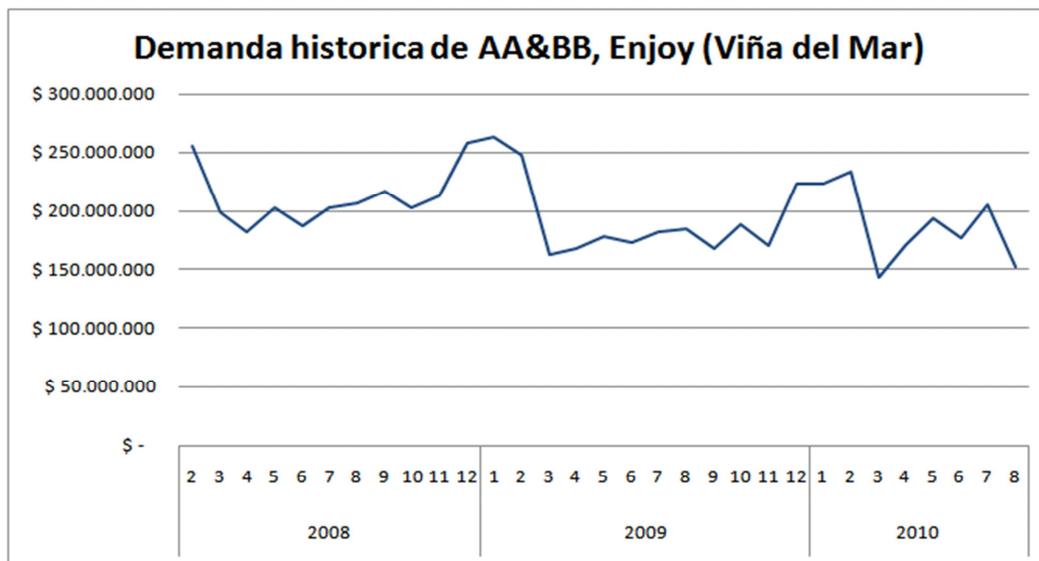


Gráfico 11 - Demanda histórica, sin negocio eventos, UN Viña de Mar.

### 1. Nivel base:

- ♣ Establecido cerca de los 200 MM CLP por mes, en consumo valorizado de materiales de AA&BB, para Viña del Mar.

### 2. Tendencia futura:

- ♣ Leve disminución de la demanda a largo plazo, explicada por una mayor caída en el año 2009 y un análisis del año 2010 aún en ejercicio.

### 3. Estacionalidades:

- ♣ **Temporada alta**, en los meses de **Diciembre, Enero y Febrero**.
- ♣ **Alza en mes de Abril** de la demanda en el mes de **Abril** (Fenómeno reconocido en la empresa por el efecto de semana santa, conocido como “el mejor fin de semana del año”).
- ♣ **Alza en mes de Julio** de cada año, consistentes con el periodo de vacaciones de mitad de año.
- ♣ **Caídas en mes de Marzo** de cada año, como consecuencia de término de vacaciones y fuerte la componente de “escolaridad”.
- ♣ Efecto **terremoto** a fines del mes **Febrero de 2010** (Caída más fuerte de toda la demanda histórica).

#### 4.4.2 Caracterización de la demanda (tratamiento de crónicas)

Una de las preguntas en esta etapa fue: ¿cómo aprovechar el conocimiento pasado para reaprovisionar? Para ello metodológicamente se caracterizó el pasado, base al tratamiento de crónicas bajo tres conceptos fundamentales: **Nivel base**, **tendencia futura** y las **estacionalidades**.

##### 4.4.2.1 Nivel base

A través del tiempo la demanda muestra tener un nivel base que está cerca de los 45 MM CLP al mes.

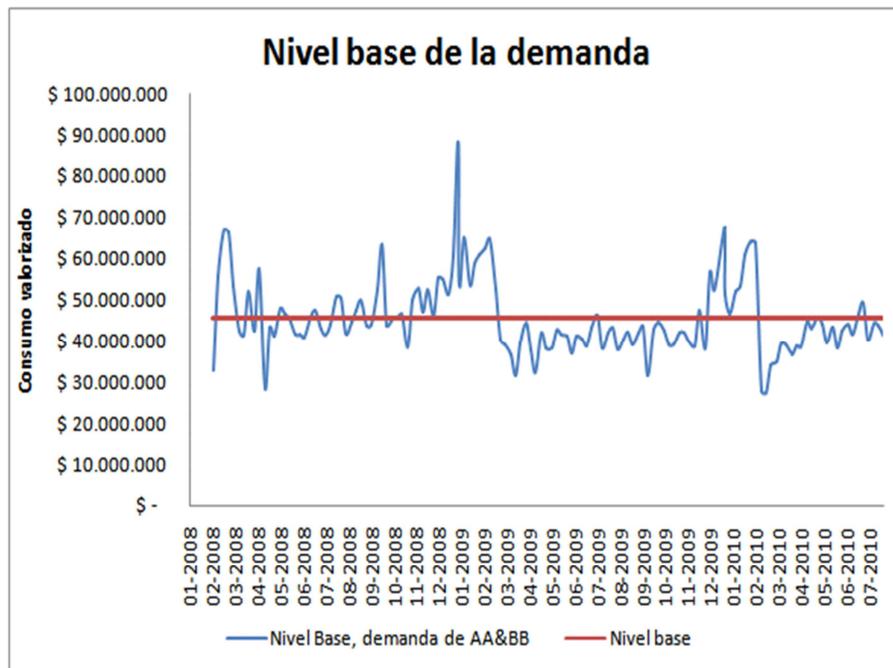


Gráfico 12 - Nivel base de la demanda de AA&BB

##### 4.4.2.2 Tendencia futura

Para analizar la tendencia hacia el futuro se analizaron las distribuciones anuales en la historia de los datos, las distribuciones trimestrales dentro de un año, las distribuciones mensuales y semanales en los distintos años. Este análisis permitió entender cómo se distribuye la demanda dentro de un año y hacia el futuro. Para más detalles de estos gráficos consultar el [anexo H](#).

La tendencia futura muestra comportarse decrecientemente, lo se puede valorizar con una tasa de alza de -30.000 CLP / Mes.

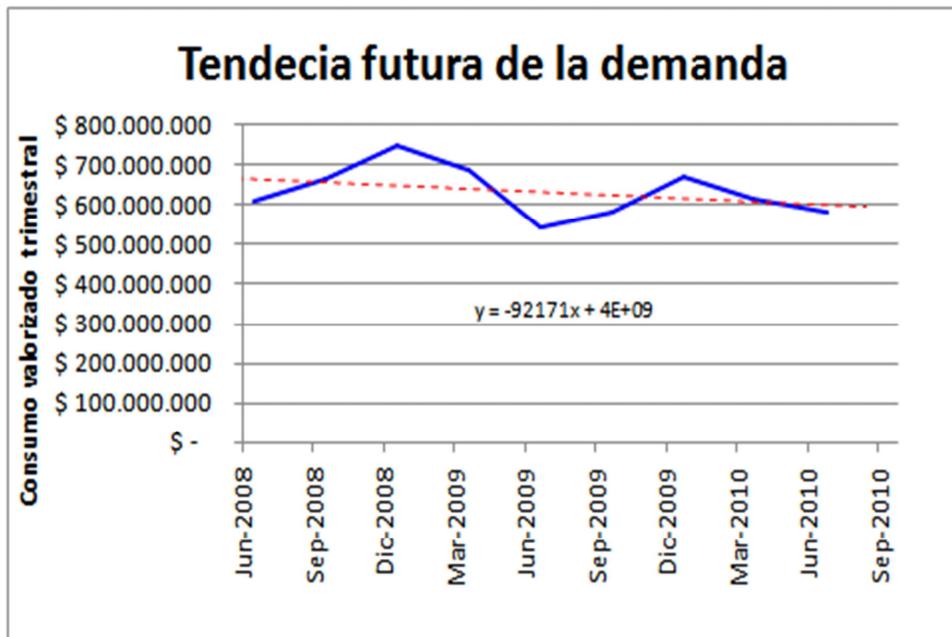


Gráfico 13 - Tendencia futura de la demanda de AA&BB

#### 4.4.2.3 Estacionalidad

Eliminando el nivel base de la curva inicial de demanda, se obtiene el siguiente gráfico donde es posible observar tres estacionalidades de verano:

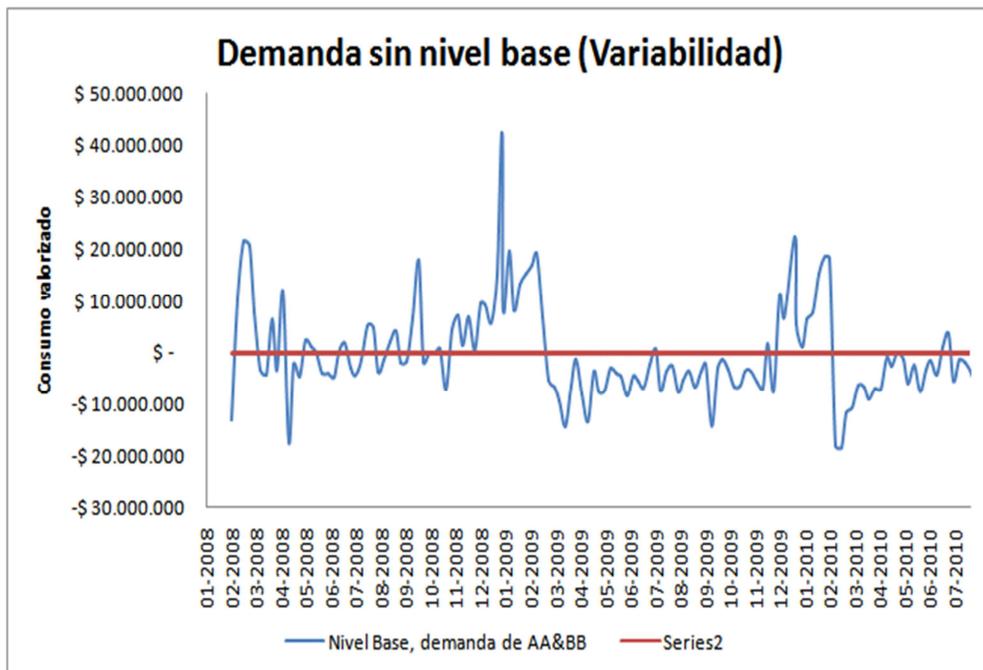


Gráfico 14 - Demanda sin nivel base

1. En verano se nota una fuerte estacionalidad; esto para los meses de diciembre, enero y febrero, donde la demanda estacional alcanza en promedio los 30 MM CLP por mes aproximadamente.
2. También se observan caídas con respecto al nivel base en el mes de marzo donde las caídas alcanzan un nivel cercano en promedio a los 15 MM CLP por mes.
3. Incrementos en Julio que alcanzan en promedio los 5 MM CLP por mes.

Como observación principal a este nivel es notar que las estacionalidades también tienen tendencias por lo que un tratamiento mejorado se realizara a nivel de promedios ponderados; esto es, en esencia otorgar mayor importancia a los datos más actuales.

#### 4.4.3 Búsqueda de factores explicativos de la demanda

Sin duda el objetivo de la caracterización y del análisis de la demanda global es entender que variables explican el comportamiento descrito anteriormente y luego comprenderlo el detalle, para poder estimar hacia el futuro.

Durante el estudio se revisaron distintos tipos de **variables explicativas** de la demanda, clasificadas en: variables **temporales**, **descriptivas** y de **comportamiento**.

Inicialmente desde el ERP, una transacción de material tiene asociadas 17 variables. Para la realización de los análisis anteriores se agregaron 8 adicionales, de esta forma se tiene un total de 26 variables potencialmente que podrían explicar la demanda de AA&BB en Enjoy.

Por otro lado, se determinó inicialmente que la correlación entre la demanda y la mayoría de las variables fue casi nula<sup>11</sup>. Para ello se utilizó como herramienta un análisis de correlaciones, realizado en el Software SPSS entre las variables y entre las variables y la demanda, con esto se redujo el número y como resultado quedaron como variables explicativas solo las **variables temporales** que se detallan a continuación:

---

<sup>11</sup> Se utilizó como criterio, coeficiente de correlación menor que 0,2.

Tabla 16 - Variables que explican la demanda

Variable	Detalle
<b>Año</b>	Cada año tiene un factor de peso que afecta en la tendencia futura de la demanda.
<b>Trimestre</b>	El trimestre del año caracteriza las temporadas en ciertos productos estacionales. Corresponde a un número entre 1 y 4.
<b>Mes</b>	El mes de año caracteriza la temporada y las estacionalidades. <b>Temporada Alta:</b> Diciembre, Enero y Febrero. <b>Temporada Baja:</b> Resto de los meses. <b>Estacionalidades menores:</b> Abril, Julio, Septiembre
<b>Semana del año</b>	También existe una incidencia en la demanda según la semana del año correspondiente, Siendo este un dato de más detalle que el mes del año. La variable utilizada corresponde a un número entre 1 y 52 según la semana que corresponde, contando la semana 1 desde el primer lunes de año y sumando los días restantes a la semana 1 del siguiente periodo anual.
<b>Festivos</b>	Estos días provocan que la demanda sea mayor con respecto a una semana común. La variable utilizada es el número de feriados que hay en una determinada semana. Generalmente, 0, 1 ó 2.
<b>Variables Dummy</b>	Rescatando meses y semanas de gravitación importante. Correspondientes a las más importantes para alzas y bajas, solas o mezclas de ellas. Correspondientes a variables binarias para los meses de Marzo, Abril, Julio y Septiembre. Correspondientes también a las semanas 7, 8, 10 y 11, que mostraron un comportamiento particular.

Sin duda se pueden agregar muchas variables más, pero en el presente estudio se optó por quedarse con las 13 variables de mayor gravitación en la explicación de la demanda.

## 4.5 MODELAMIENTO DE PRONÓSTICOS

Para modelar la demanda se tomaron los datos históricos desde Enero de 2008 hasta Agosto de 2010 para la Unidad de negocio de Viña del Mar.

Se determinó como buena práctica en algunas unidades de negocio que el mejor modelo operativo de compras funciona de forma semanal, es por esto que los datos diarios de flujos de entrada y salida de materiales se agruparon a nivel semanal, para ello se tomó un tratamiento de datos considerando un año con 52 semanas, contando la semana 1 desde el primer lunes de cada año y la última semana del año (más corta, la “53”) se une con la primera del siguiente periodo.

Por otro lado en términos de los datos, cada SKU se compra en distintas modalidades incluso cuando hablamos del mismo grupo de artículo. Por ejemplo el azúcar puede ser rubia, normal, light, puede venir en bolsa o cajas y puede medirse en unidades, sacos, cajas y kilos.

Siguiendo con esta idea, para que el indicador tenga sentido se debe trabajar con unidades estándar, para ello existen tres caminos, uno pronosticar la venta en dinero a nivel agregado y la otra es la estandarización de las unidades de medida de manera que la suma de unidades sea consistente y la otra es trabajar a nivel de SKU.

En el presente trabajo se resolvió optar por el tercer camino, esto debido a que el modelo de compras finalmente requiere de un nivel de detalle importante sobre las cantidades según sus propias unidades de medida para decidir que las cantidades a comprar.

Otra dificultad no menor es el hecho de que existen productos con demanda dependiente; lo cual se comprobó mediante un análisis de correlaciones entre similar al realizado anteriormente para las variables del pronóstico, pero esta vez entre familias de productos<sup>12</sup>.

Para efectos de las estimaciones resulta simple obviar esto, debido a que lo usual en el estado del arte es la utilización de MRP para este tipo de artículos, sin embargo, se debe entender que es posible obtener una ganancia mucho mayor al considerar estas correlaciones.

El primer análisis se realizó para un producto que relativamente tiene una demanda independiente del resto de los productos, además es el producto top de la clasificación ABC. Se graficó su demanda y probaron distintos modelos de pronósticos.

---

<sup>12</sup> Para ver la matriz de correlaciones, visitar el [Anexo I](#).

#### 4.5.1 Análisis para un producto

Para predecir la demanda se utilizaron distintos métodos de pronósticos (causales y auto regresivos, mencionados en el capítulo de Marco teórico). Los métodos se probaron para 5 productos rankeados en los primeros lugares del ABC.

A continuación y alineados con las variables explicativas se muestran los dos mejores métodos en términos de los resultados de las estimaciones.

Para el producto top de la clasificación ABC, un producto de súper venta, se muestra su curva de demanda (en \$), entendida como el total de las salidas de la bodega principal por semana del año, para toda la información histórica del producto.

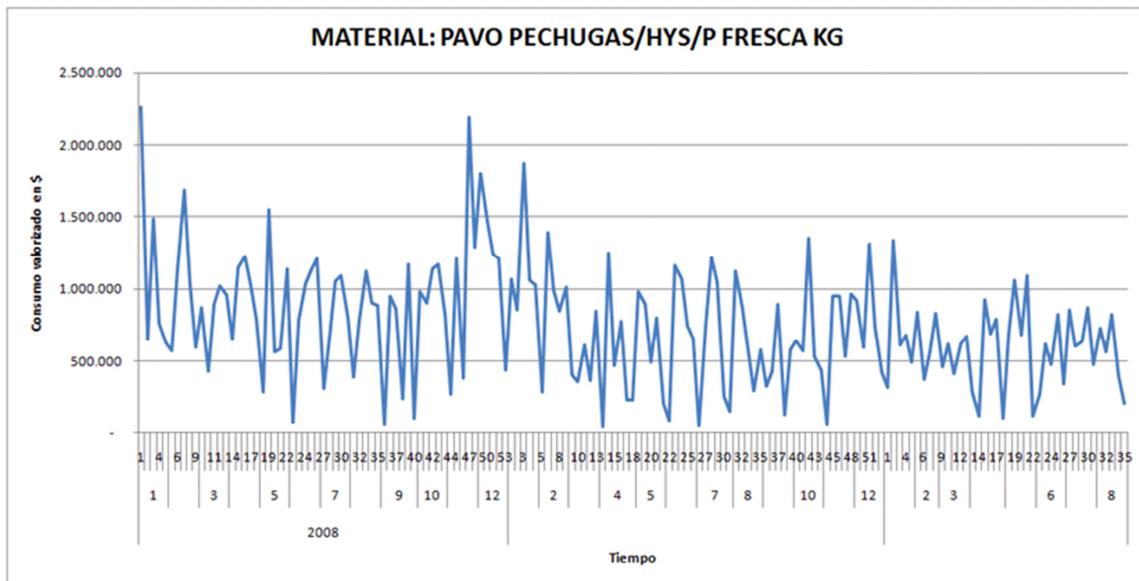


Gráfico 15 - Curva de demanda histórica: Producto top del ABC

#### 4.5.1.1 Método auto regresivo (Suavizado exponencial con tendencia)

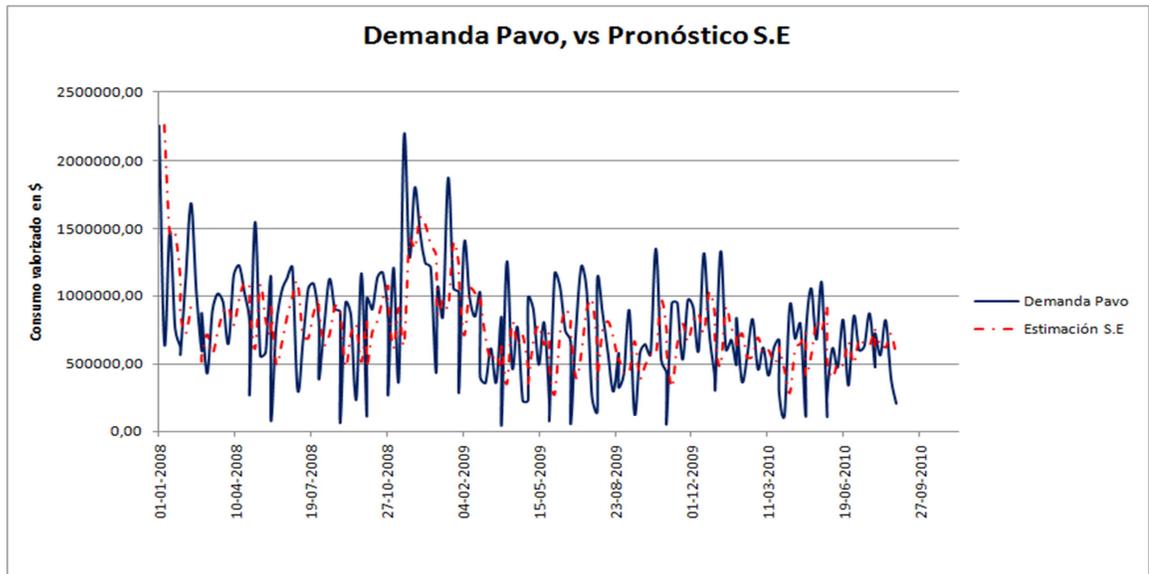


Gráfico 16 - Demanda de Pavo vs Suavizamiento exponencial

Este método no utiliza variables explicativas sino la propia historia de la variable, este método obtuvo un MAD (error del pronóstico aproximado) de 100.000 CLP para una demanda promedio de 800.000 CLP.

#### 4.5.1.2 Método Causal (Regresión de mínimos cuadrados ordinarios)

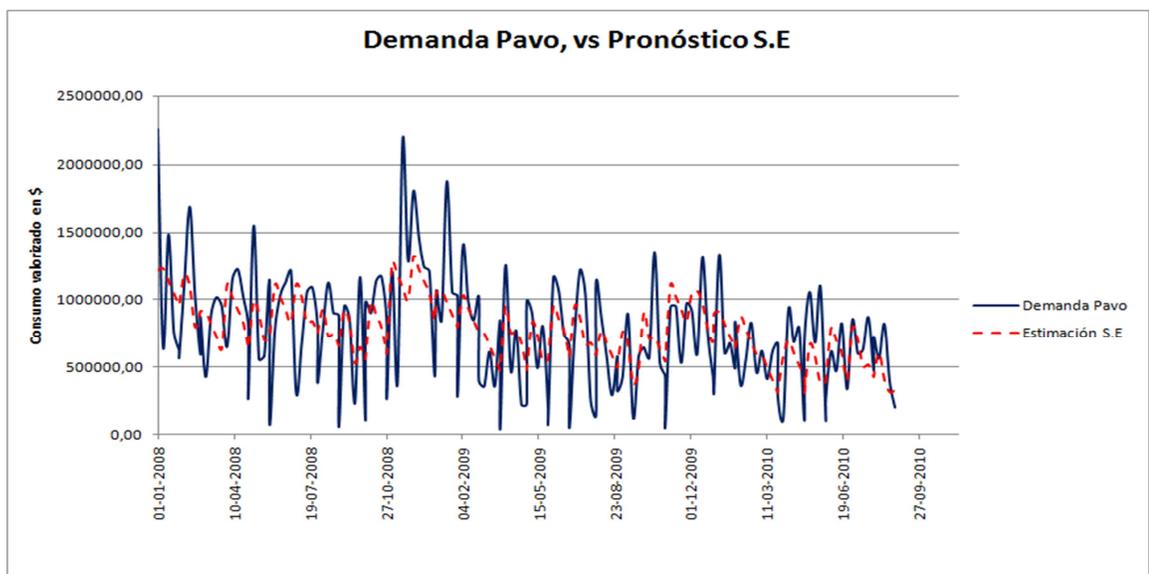


Gráfico 17 - Demanda de Pavo vs Mínimos cuadrados ordinarios

Este método utiliza las variables explicativas determinadas anteriormente; Se logró obtener un  $R^2$  de 0,56. Comparando ambos métodos se encontró que este último es superior en un 5% al método auto regresivo, sin embargo, no hay gran ganancia al intentar mejorar los pronósticos debido a la gran variabilidad que presenta la demanda.

#### 4.5.2 ¿Cuánta historia se necesita para el pronóstico?

Se realizaron distintas regresiones suponiendo distinta cantidad de meses disponibles, luego se graficó el promedio de los  $R^2$  de acuerdo a la historia disponible y se encontró la siguiente curva.

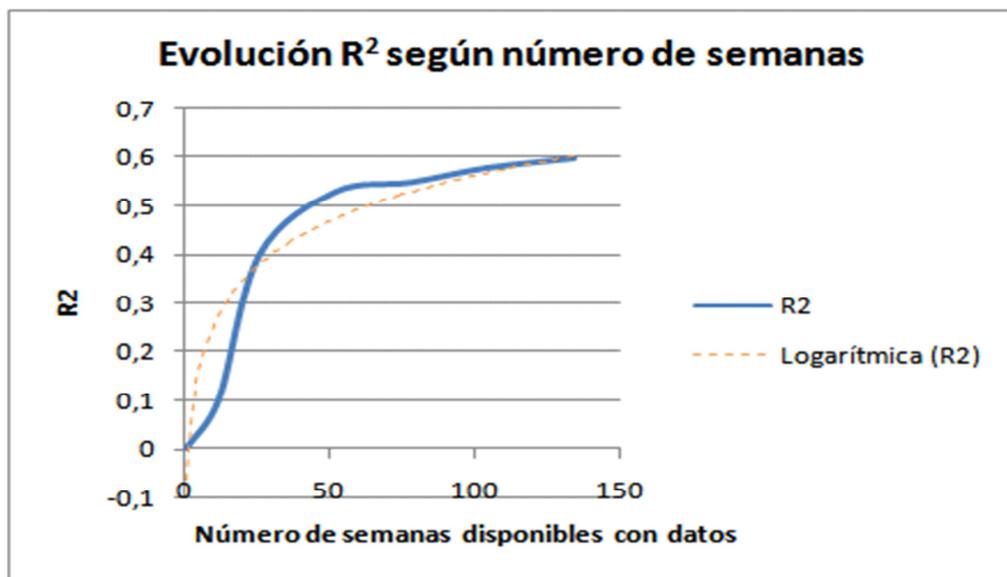


Gráfico 18 - Evolución del  $R^2$  en función de la historia disponible

Con esto podemos decir que para tener resultados aceptables ( $R^2 > 0,5$ ), se debe pronosticar mínimo con 60 semanas de historia, luego la ganancia es decreciente con tendencia logarítmica.

Por lo tanto se concluye que para pronosticar la demanda se debe utilizar por lo menos 60 semanas de historia y los mejores resultados pueden obtenerse mediante el método de los mínimos cuadrados ordinarios mediante las variables explicativas definidas en el capítulo anterior, Por otro lado los productos con demanda dependiente es ideal tratarlos con un sistema MRP. Los resultados de lo anterior contestan la segunda pregunta clave, **¿Cuánto comprar?**

#### 4.6 MODELOS DE PLANIFICACIÓN (SELECCIÓN Y EJEMPLO)

En base a lo expuesto anteriormente y en línea con el objetivo principal aún están pendientes las preguntas de **¿Cuándo comprar?** Y **¿Cómo hacerlo?**

Los resultados anteriores en resumen muestran que los productos realmente importantes ocupan un porcentaje pequeño del total de artículos, pero un gran porcentaje de acuerdo a consumo valorizado.

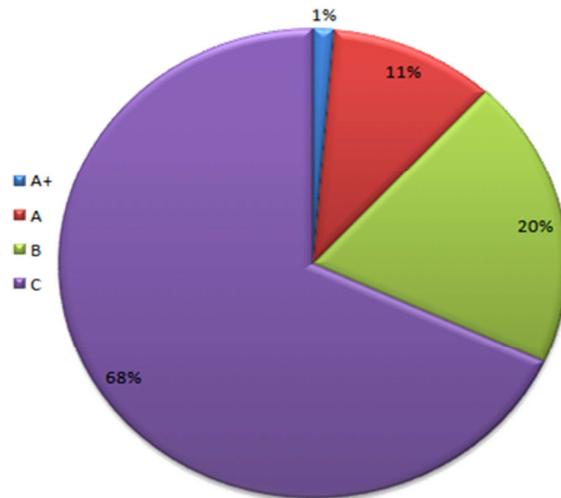


Gráfico 19 - Estratificación: Porcentaje de artículos según ABC

Por otro lado, los productos menos relevantes ocupan un alto porcentaje del total de artículos, pero un muy bajo porcentaje del consumo valorizado.

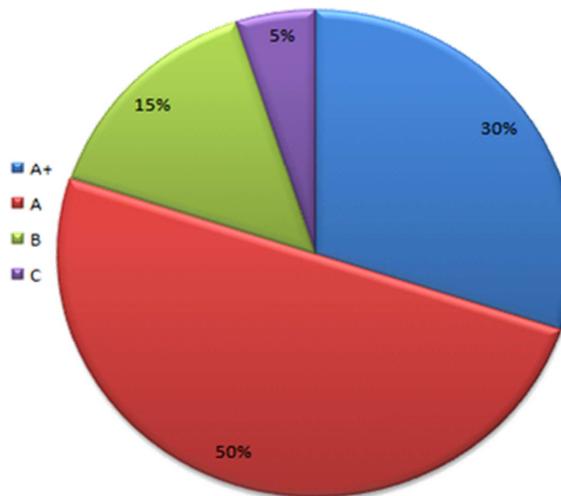


Gráfico 20 - Estratificación: Porcentaje del consumo valorizado según ABC

Hoy en día en la unidad de Viña del Mar, todos los productos se planifican con un plazo de 1 semana de anticipación (regla periódica). Como existen cerca de 2.000

productos y el 66% de ellos representa solo el 5% del consumo valorizado cabe preguntarse ¿Es necesario planificarlos todos los materiales semana a semana?

Como segunda pregunta ¿Es adecuado el modelo de aprovisionamiento Periódico? La respuesta es no para todos los materiales. El modelo de revisión periódica se utiliza generalmente para los productos caros y en cantidades razonables ya que representa una carga administrativa importante y a la vez asegura el menor riesgo de quiebres de stock. Por otro lado para productos más masivos es común que se utilicen modelos por punto de reorden en los cuales no es necesario comprar semana a semana cada producto, sino solo cuando los productos alcanzan un nivel mínimo de cobertura. Este último modelo implica menor carga administrativa.

#### 4.6.1 Selección de modelos de aprovisionamiento según el ABC

Aplicando estos criterios, para la clasificación de materiales de Enjoy, se recomienda.

Tabla 17 - Modelos de aprovisionamiento según ABC

Categoría	Modelo adecuado	Descripción
A+	Sistema P	Modelo periodico de plazo fijo. (1 semana)
A	Sistema S,s	Mantiene las ventajas del modelo periódico; Flexibilidad para saltarse periodos.
B	Sistema Q	Modelo por punto de reorden; se asigna un nivel mínimo de cobertura deseado. Permite ordenar solo la cantidad de veces apropiada para productos con baja rotación.
C	Sistema Q	Modelo por punto de reorden; Se recomienda disminuir significativamente el número de productos en esta categoría a los estrictamente necesario.

Hasta ahora, se han respondido las preguntas sobre el qué, el cuánto el cuándo y el cómo. Esto entendiendo que se ha trabajado sobre el tratamiento de crónicas del pasado para pasar a la etapa del pronosticar el futuro y aplicar los modelos de aprovisionamiento que se propone.

La siguiente figura ilustra en el lado izquierdo todo lo que se ha realizado hasta el momento, sin embargo, el lado derecho es el propósito por el cual se ha desarrollado lo anteriormente expuesto.

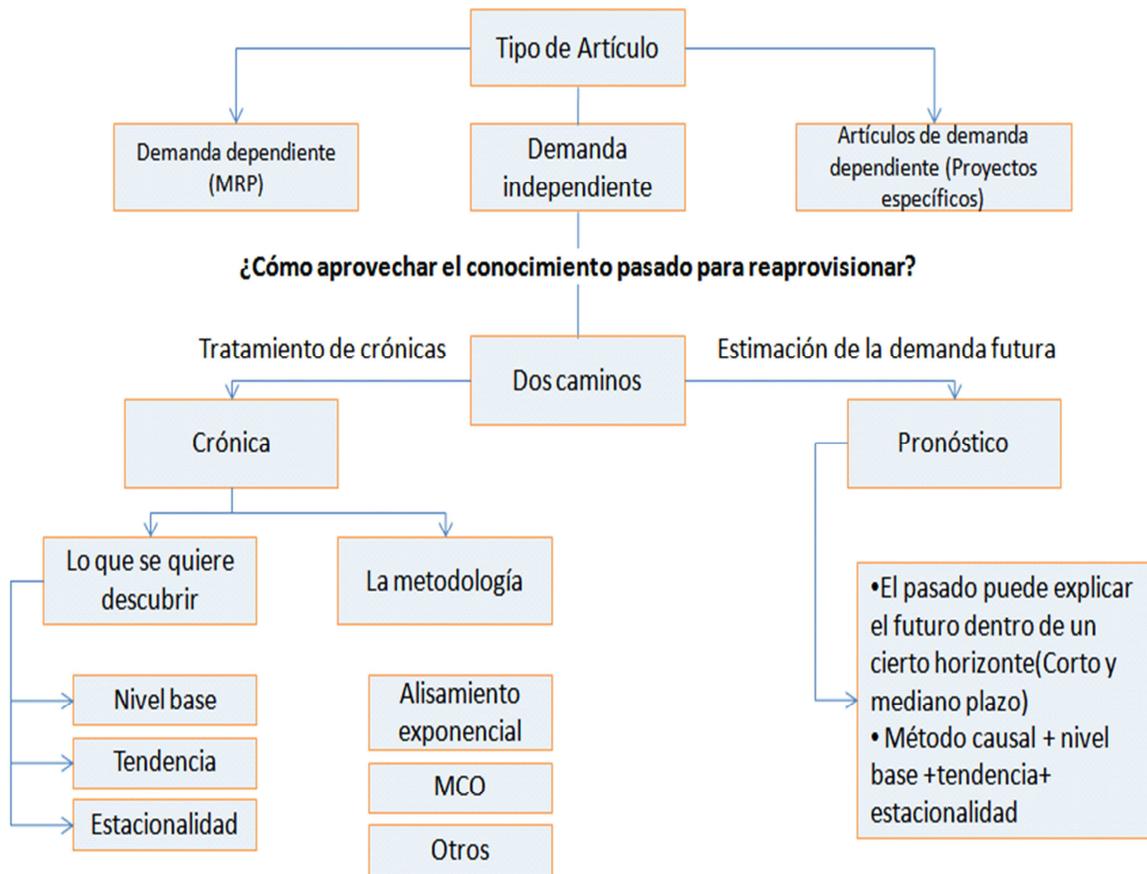


Figura 18 - Esquema tratamiento de crónicas

A continuación se muestra un ejemplo de la aplicación de la metodología para el caso de un producto de la categoría A+.

## 4.6.2 Ejemplo de la metodología

### 4.6.2.1 Categoría A+, Sistema P

Para los productos definidos en la categoría A+, los productos de superventas. Se escogió uno de los materiales representativos del ranking; el producto: "Bebida energética Red Bull"

Tabla 18 - Material ejemplo metodología, Sistema P

N°	Material	Detalle material	Consumo valorizado	Acumulado \$	% \$	% Articulos	Clasificación
15	12000241	BEB ENERG RED BULL LATA 250 CC	\$ 20.632.047	\$ 485.840.169	22%	1%	A+

#### Paso 1: Pronóstico de demanda.

Con las variables descritas anteriormente se pronostica la demanda para este producto utilizando el método de los mínimos cuadrados ordinarios MCO. Esto se realiza tomando datos hasta un periodo dado de historia (Generalmente el último mes disponible; Julio de 2010 en este ejemplo) y se pronostica el periodo siguiente (Agosto de 2010).

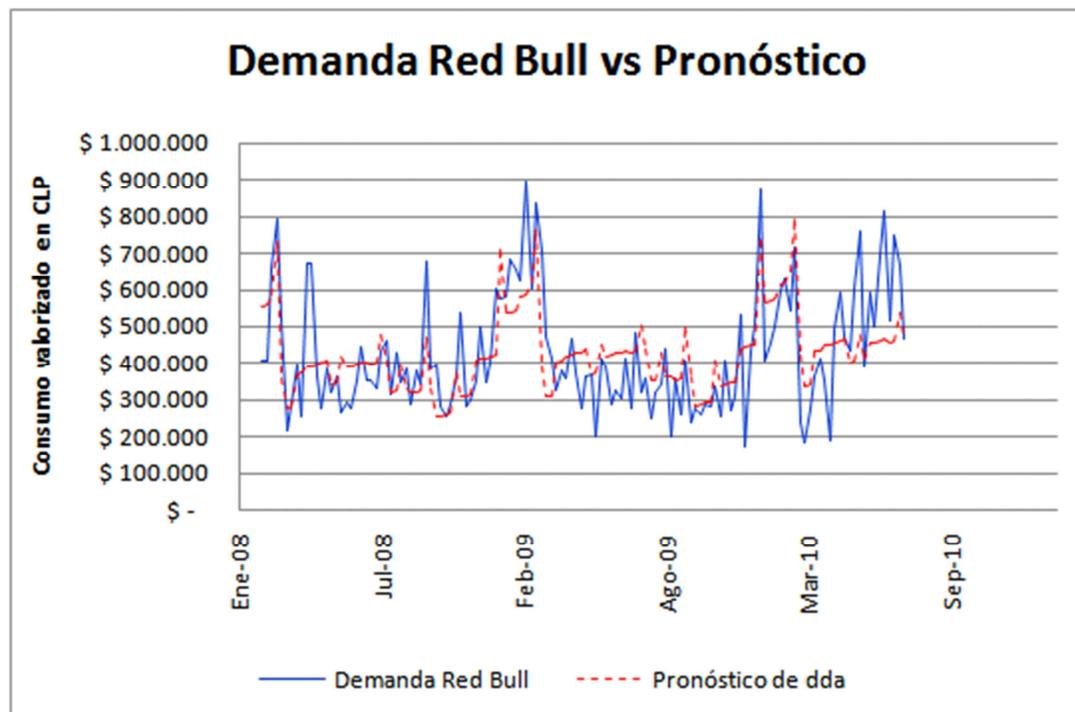


Gráfico 21 - Demanda Red Bull vs pronóstico

Esta curva tiene implícito un modelo que permite estimar hacia el futuro. Resulta interesante mirar post pronóstico cual fue el verdadero comportamiento de la curva en el mes estimado.

Tabla 19 - Estimación de demanda CLP vs demanda real

Fecha	Estimación CLP	Demanda real CLP
02-08-2010	381.287	\$ 488.096
09-08-2010	384.917	\$ 385.613
16-08-2010	459.337	\$ 470.726
23-08-2010	392.177	\$ 369.112

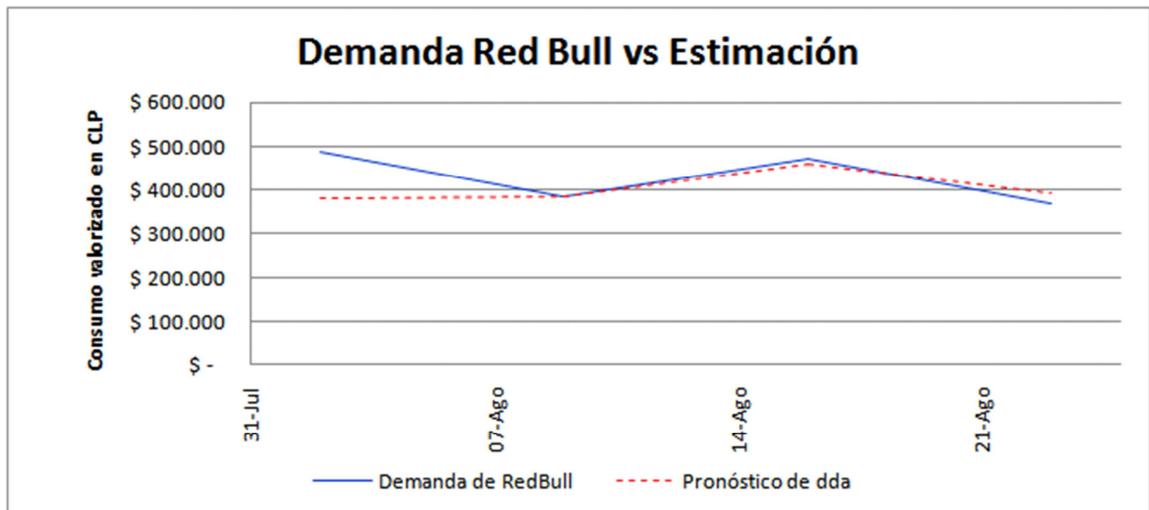


Gráfico 22 - Demanda de Redbull vs Estimación

## Paso 2: Diseño del sistema de aprovisionamiento

Para este ejemplo, se calculó la Periodicidad, Cobertura y se eligió un parámetro en función de la definición del nivel de servicio adecuado.

### Datos previos:

- Periodicidad " $T$ ", 1 semana (52 aprovisionamientos por año)
- Tiempo de reposición ( $T_r$ ), 30 días hábiles según calendario.
- Disponible  $D_T$ , al 30 de Julio de 2010, \$232.282 CLP.

- Demanda promedio semanal estimada (dato obtenido de la crónica), \$ 404.429 CLP.
- Pronóstico de demanda, paso 1.
- Plazo de entrega del proveedor **E**, media 2 días y desviación 1 día.

Con esto se calculan las variables del modelo **T** y **N<sub>v</sub>**

**T** viene dado, 1 semana y **N<sub>v</sub>** corresponde al nivel de cobertura deseado que sigue la estructura:

$$N_v = F_t(T + E) + s$$

Con **S** el stock de seguridad:

$$s = \sigma(\sqrt{F_t^2 * \sigma_m^2 + F_t^2 * \sigma_{Ft}^2})$$

Con esto la estructura de **N<sub>v</sub>** queda:

$$N_v = F_t(T + E) + \sigma(\sqrt{F_t^2 * \sigma_m^2 + F_t^2 * \sigma_{Ft}^2})$$

Stock medio óptimo, **S<sub>óptimo</sub>**:

$$S_{\text{óptimo}} = F_t\left(\frac{T}{2} + E\right)$$

Con lo anterior, se realiza un cuadro que muestra el **N<sub>v</sub>**, los niveles óptimos y reales de inventario<sup>13</sup>.

---

<sup>13</sup> Los cálculos anteriores se realizaron, teniendo en cuenta un  $\sigma = 2$ , correspondiente a un nivel de servicio del 97,5%; el menor riesgo de quiebre posible.

Tabla 20 - Stock medio real vs stock medio óptimo

Fecha	Stock promedio real	Stock medio óptimo	Cobertura (Nv)
02-08-2010	586.443	317.766	637.438
09-08-2010	586.443	317.766	637.438
16-08-2010	586.443	317.766	637.438
23-08-2010	586.443	317.766	637.438

A continuación se muestra una tabla con los flujos del producto (demanda real, compras, niveles de inventario)

Tabla 21 - Movimiento real y simulado del almacén principal

	Demanda real mes de Agosto	compra real	Stock curva real	compra modelo P	Stock según modelo
01-08-2010	\$ 31.266		232.282		232.282
02-08-2010	\$ 46.899	590.671	776.054	452.055	637.438
04-08-2010	\$ 31.266		744.788		606.172
05-08-2010	\$ 20.844		723.944		585.328
06-08-2010	\$ 144.171		579.773		441.157
07-08-2010	\$ 96.403		483.370		344.754
08-08-2010	\$ 51.241		432.128		293.512
09-08-2010	\$ 52.110		380.018	396.036	637.438
11-08-2010	\$ 20.844	708.805	1.067.979		616.594
12-08-2010	\$ 20.844		1.047.135		595.750
13-08-2010	\$ 135.486		911.650		460.265
14-08-2010	\$ 159.804		751.846		300.461
15-08-2010	\$ 41.688		710.158		258.773
16-08-2010	\$ 52.110	590.671	1.248.719	430.775	637.438
17-08-2010	\$ 3.474		1.245.245		633.964
18-08-2010	\$ 46.899		1.198.346		587.065
19-08-2010	\$ 31.266		1.167.080		555.799
20-08-2010	\$ 129.406		1.037.674		426.393
21-08-2010	\$ 83.376		954.298		343.017
22-08-2010	\$ 20.844		933.454		322.173
23-08-2010	\$ 72.954	708.805	1.569.305	388.219	637.438
25-08-2010	\$ 20.844		1.548.462		616.595
26-08-2010	\$ 41.688		1.506.774		574.907
27-08-2010	\$ 62.532		1.444.242		512.375

Con esto se puede ver gráficamente el comportamiento de la bodega en ambos casos (real y simulado).

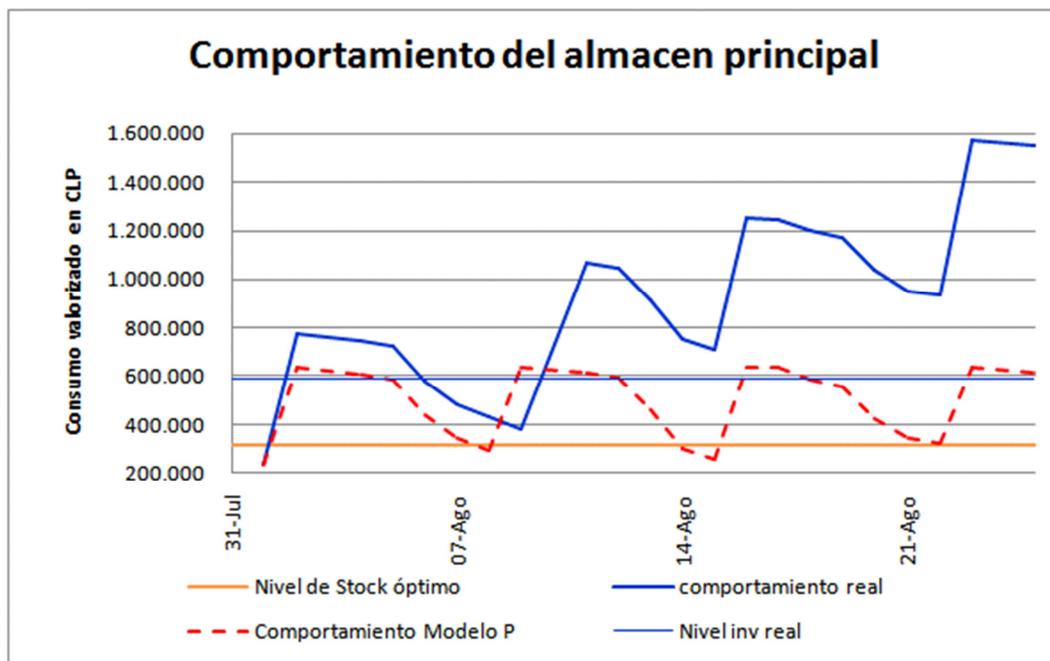


Gráfico 23 - Comportamiento real y simulado del almacén principal

Se debe observar principalmente dos cosas importantes: 1) La disminución potencial del capital inmovilizado entendido como los rendimientos que podría obtener la empresa con ese capital en otras actividades, en particular para este ejemplo.

Tabla 22 - Capital inmovilizado en RedBull

Fecha	Stock promedio	Stock medio óptimo	Cobertura (Nv)	capital inmovilizado
02-08-2010	586.443	317.766	637.438	268.677
09-08-2010	586.443	317.766	637.438	268.677
16-08-2010	586.443	317.766	637.438	268.677
23-08-2010	586.443	317.766	637.438	268.677

2) La disminución de riesgo de quiebras del modelo convencional a un nivel mínimo<sup>14</sup>, con una seguridad del 97,5%.

<sup>14</sup> Para detalles consultar el [Anexo I](#).

## 5 EVALUACIÓN DE MEJORAS: BENEFICIOS

El desarrollo de la metodología antes expuesta devela 3 puntos importantes de mejoras que deben ser evaluados: 1) Disminución del capital inmovilizado, 2) Reducción de quiebres de stock y 3) disminución de la carga operacional.

### 1) Disminución del capital inmovilizado

Los beneficios de la disminución en capital inmovilizado, en general se valorizan como el rendimiento que podría obtener la empresa con ese capital invirtiéndolo en otras actividades.

### 2) Reducción de quiebres de stock

Los quiebres de stock tienen como consecuencia dos grandes aristas; Lo que se pierde por lo que se deja de vender y menos medible, pero no menos importante, es el impacto que provoca en el cliente no encontrar un producto o servicio deseado.

### 3) Disminución de carga operacional

Entre otras cosas la disminución de la carga operacional trae entre otros beneficios, disminución de la frecuencia de compra anual en categorías A, B y C que implican, menores gastos en compras, menor carga administrativa de personal, oficinas, teléfono, recepción de materiales y toda la logística que gobierna administrar un complejo parque de materiales de manera periódica.

A continuación se valorizan los beneficios de una futura implementación de esta metodología. Para ello se evalúan sólo la reducción en capital inmovilizado y la reducción de quiebres de stock para la categoría de materiales A+.

## 5.1 DISMINUCIÓN DE CAPITAL INMOVILIZADO.

Para los 25 productos de la categoría A+, se obtuvo su inventario promedio de los periodos Julio, Agosto y Septiembre de 2010. Por otro lado se pronosticó su demanda futura para el mes de Octubre y se calcularon los stocks medios óptimos según el modelo de aprovisionamiento periódico (Sistema P), mediante la relación.

$$S_{\text{óptimo}} = F_t \left( \frac{T}{2} + E \right)$$

A continuación se muestran los resultados entre los stocks medios reales y los óptimos para cada producto.

Tabla 23 - Diferencia entre stock medios reales y óptimos

n°	Cod materia	Detalle material	Stock medio real (CLP)	Stock medio Óptimo (CLP)
1	17000232	CIGARR KENT UL. SILVER CJ 20 UN	396.742	311.726
2	17000212	CIGARR BELMONT LIGHT CJ 20 UN	369.855	290.600
3	11001109	PAVO PECHUGA S/H Y S/P FRESCA KG	632.520	496.980
4	11001109	POLLO PECHUGA C/H FRESCA KG	632.520	496.980
5	17000222	CIGARR VICEROY LIGHT CJ 20 UN	812.575	638.452
6	11001108	CIGARR KENT ONE GOLD CJ 20 UN	318.781	250.471
7	11001607	VACUNO ASIEN TO FRESCA KG	307.155	241.336
8	10002735	CAFE TOSTADO GRANO EXPRESS BONAFIDE KG	488.689	383.970
9	11001689	VACUNO POSTA NEGRA FRESCA KG	848.216	666.455
10	11000683	JAMON PIERNA MOLDEADO LLANQ KG PZA 6	380.794	299.195
11	11001169	POLLO ENTERO FRESCO S/MENUENCIAS KG	546.190	429.150
12	11001198	PULPA CHIRIMOYA BS 1KG GUALLARAUCO	365.850	287.454
13	12000632	PISCO MISTRAL 35 º BT 750 CC	933.617	733.556
14	17000219	CIGARR LUCKY STRIKE SILV CJ 20 UN	680.196	534.440
15	12000241	BEB ENERG RED BULL LATA 250 CC	586.443	317.766
16	10002905	MEDALLON MINT A GRANEL BONAFIDE CJ	147.891	116.200
17	11001688	VACUNO POLLO GANSO FRESCA KG	323.972	254.549
18	11000802	LIMON FRESCO	52.545	41.285
19	12000198	BAG IN BOX COCA COLA CJ 20 LT	298.096	234.218
20	11001704	VACUNO TAPAPECHO FRESCA KG	420.286	330.225
21	12000336	CERVEZA CRISTAL Br 50 LT	145.157	114.052
22	11002543	HUEVOS BLANCO EXTRA CJ 180 UN	371.656	292.015
23	10000108	ACEI MARAVILLA CAMILO FERRON Bd 20 LT	431.769	339.247
24	11001639	VACUNO FILETE FRESCA KG	521.287	409.582
25	12001717	RON HAVANA CLUB AÑEJO ESPECIAL BT 750 CC	335.436	263.557
<b>Total inventario medio categoría A+</b>			<b>11.348.237</b>	<b>8.773.461</b>

Se logró observar la reducción de capital inmovilizado en los almacenes principales para esta categoría, obteniéndose **\$2.574.776 CLP**, solo para 25 artículos.

Para valorizar los ahorros del parque completo incluyendo las categorías A, B y C, se realizó el mismo análisis pero considerando los consumos medios anteriores en vez de su estimación de demanda. Como resultados se encuentra que para los 1.860 artículos evaluados la reducción potencial de capital inmovilizado llega a **\$82.845.013 CLP**.

## 5.2 REDUCCIÓN DE QUIEBRES DE STOCK.

Esta estimación se realizó sobre la base de un análisis de la distribución de probabilidades de quiebres por categoría del ABC. Es decir, basado en la probabilidad de un cierto % de los materiales de una categoría sufra un quiebre de stock con cierta probabilidad. La siguiente tabla se construyó, en base a la historia del año 2009 sobre comportamiento de quiebre de los materiales.

Tabla 24 - Distribución de probabilidad de quiebres de stocks por categoría

Categoría A+			Categoría A			Categoría B			Categoría C		
Productos	% quiebres		Productos	% quiebres		Productos	% quiebres		Productos	% quiebres	
3	1%	10%	50	1%	10%	77	1%	10%	147	1%	10%
2	10%	20%	2	10%	20%	42	10%	20%	123	10%	20%
1	20%	30%	7	20%	30%	34	20%	30%	90	20%	30%
0	30%	40%	14	30%	40%	17	30%	40%	65	30%	40%
0	40%	50%	5	40%	50%	18	40%	50%	49	40%	50%
0	50%	60%	8	50%	60%	28	50%	60%	132	50%	60%
0	60%	70%	4	60%	70%	8	60%	70%	79	60%	70%
0	70%	80%	1	70%	80%	0	70%	80%	0	70%	80%
0	80%	90%	0	80%	90%	0	80%	90%	0	80%	90%
0	90%	100%	0	90%	100%	0	90%	100%	0	90%	100%
	3%			10%			14%			17%	

La primera línea explica que durante el año 2009, sólo 3 de los 25 productos de la categoría A+, tuvieron quiebres de stock entre un 1% y un 10% de las observaciones realizadas en el periodo observado.

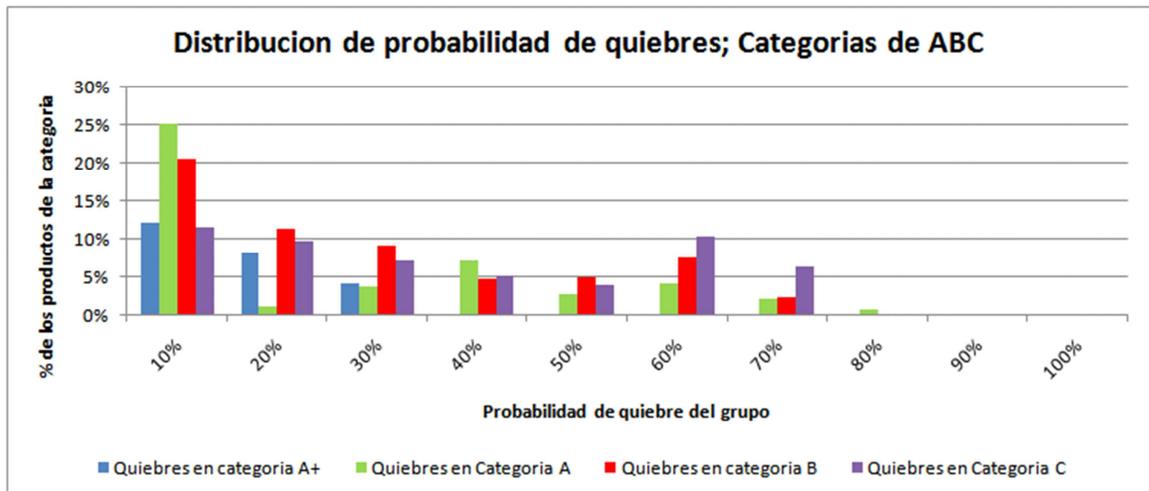


Gráfico 24 - Distribución de probabilidad de quiebres de stock; ABC

Como es de esperar los productos menos importantes tienen una mayor probabilidad de quiebre en términos de esperanza y los productos más importantes muestran que hay una mayor preocupación en su aprovisionamiento y gestión.

Como observación principal, se destaca que no es realista es el supuesto de que todos los quiebres de stock corresponden a ventas perdidas, sobre todo por los productos que tienen un baja rotación de inventario, ya que un inventario en cero puede significar que simplemente no hubo requerimientos y no precisamente un quiebre de stock.

De esta manera la valorización en términos de ventas perdidas se realizó con dos supuestos básicos que permiten encontrar una cota inferior del valor. Para ello como primer supuesto utilizado; quiebres en la categoría C, no implican ventas perdidas, esto por el bajo índice de rotación de la categoría. Como segundo supuesto; el 50% de los quiebres de las categorías A+, A y B se consideraran ventas perdidas.

A continuación se muestra una tabla con los consumos valorizados en CLP del año 2009 por categoría, los porcentajes de quiebres anuales y finalmente la estimación de ventas perdidas al año considerando los supuestos anteriores.

Tabla 25 - Estimación de ventas perdidas

Categoría	Consumo valorizado	% Quiebres	Estimación ventas perdidas
A+	\$ 675.299.384	3%	\$ 10.129.491
A+	\$ 1.108.699.432	10%	\$ 55.434.972
B	\$ 333.609.684	14%	\$ 23.352.678
C	\$ 100.624.035	17%	\$ -
		<b>Total</b>	<b>\$ 88.917.140</b>

Como resultados se encuentra que para los todas la categorías la estimación de ventas perdidas es de **\$88.917.140 CLP**. Considerando la cifra anterior de reducción de capital inmovilizado **\$82.845.013 CLP** y ventas pérdidas, a corto plazo este proyecto solo con los dos puntos anteriores genera ahorros cercano a los **\$172 MM CLP**.

Tabla 26 - Potenciales ahorros e ingresos del proyecto

Pontecial ahorro	Ahorro en CLP
Reducción capital inmovilizado	\$ 82.845.013
Reducción de quiebres de stock	\$ 88.917.140
	<b>\$ 171.762.153</b>

## 6 CONCLUSIONES Y COMENTARIOS

Los resultados encontrados en el capítulo de evaluación de mejoras muestran el impacto que trae un cambio de metodología en la planificación de materiales de la empresa; Los resultados principales que se muestran son los valorizados en moneda nacional, sin embargo, hay otros beneficios de largo plazo que no se encuentran valorizados, pero que sin duda son muy importantes en cuanto a la organización interna y de cara al cliente; El primero es la disminución considerable de la frecuencia de compra de materiales en cuanto a las categorías B y C utilizando el método de aprovisionamiento por punto de pedido (modelo Q). El segundo corresponde a los beneficios de cara al cliente al disminuir considerablemente el riesgo de quiebres de stock en las categorías más importantes de materiales, los de mayor consumo y preferencia del público.

Durante el estudio de la demanda histórica, se determinó que el mejor lugar para observarla corresponde al último nivel, los POS. Sin embargo, se sacrificó calidad de la información y se observó la demanda en un punto intermedio entre las compras y la entrega final al cliente; Las salidas desde los almacenes principales. Esta curva a nivel agregado se logró caracterizar completamente, entendiendo su comportamiento y variables explicativas, estas últimas resultaron ser consistentes para los productos a nivel de SKU y explican también sus movimientos. Lo anterior se realizó sobre la pregunta inicial ¿Cómo aprovechar el conocimiento pasado para planificar el futuro? Por lo cual se realizó un tratamiento de crónicas donde la demanda se desagregó en 3 partes que se determinaron; Su nivel base, la tendencia futura y las estacionalidades.

El estudio de crónicas de la demanda permitió caracterizar el pasado y proyectar el futuro en base a sus variables críticas. Por otro lado, de los distintos modelos probados, se concluye que ninguno es significativamente mucho mejor que otro, todos obtuvieron resultados parecidos en las estimaciones, sin embargo, los más adecuados por simplicidad, estructura de los datos desde el ERP y buenos resultados, estos corresponden al método causal de la regresión de Mínimos cuadrados ordinarios y el método auto regresivo del suavizamiento exponencial con tendencia. Ambos modelos muestran buenos resultados en términos del error que promedio muestran resultados del  $R^2$  cercano a 0,6.

Entendiendo que no todos los materiales son iguales, sino que hay unos que son muy importantes para la empresa y para los clientes y otros que no lo son en absoluto, se determinó que los materiales deben tener tratamientos diferenciados, esto quedó en evidencia luego del costeo ABC del parque de materiales de la empresa compuesto por 2.000 artículos. Como resultados se determinaron claramente 4 grupos de artículos los ya conocidos A, B, C y uno extra como aporte particular de este trabajo; Los materiales de súper ventas clasificados como los A+ que componen un grupo de 25 productos que acumulan el 30% del consumo valorizado del parque de materiales. Por otro lado, a

cada grupo se le asignó un modelo de aprovisionamiento apropiado; Para los productos más importantes se propone un modelo de revisión periódica, que obliga periodo a periodo, a tener forzosamente un nivel de cobertura mínima deseada para cumplir con el mínimo riesgo posible de quiebre de stock. Para materiales de la categoría A, se propone una variación del modelo periódico que si bien periódicamente obliga a revisar, no necesariamente se debe pedir a los proveedores, esto apuntando a la disminución de espacio y capital inmovilizado en las bodegas. Para las categorías B y C, se propone un modelo por punto de pedido en base a un nivel mínimo de seguridad.

Por último se puede concluir que el presente trabajo cumple con su objetivo principal de determinar una metodología de planificación de los AA&BB que permite mejorar el balance entre compras y ventas, minimizar el capital inmovilizado de los almacenes principales de las unidades de negocio, liberación valorizada para Viña del Mar aproximadamente en \$ 83 MM CLP y también permite superar el nivel de servicio actual, reduciendo los niveles de quiebres de stock. Esto último valorizado con una estimación de ventas pérdidas anuales valorizadas en cerca de \$ 89 MM CLP. Todo junto produce anualmente una cifra de \$ 172 MM CLP sin considerar la rentabilidad que puede obtener la empresa invirtiendo el capital inmovilizado en otras actividades, los beneficios internos de administración y los de cara al cliente el reducir la probabilidad de quiebre en los productos que ellos más valoran.

## 7 BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE INFORMACIÓN

- I. BROCKWELL, P.J. y R.A. DAVIS 1996. Introduction to time series forecasting. 2ª ed. Nueva York, Springer-Verlag.
- II. ELORZA, C.O, 2010. La gestión de inventarios en la cadena de valor. 2ª ed. Santiago, LegalPublishing.
- III. SIMCHI-LEVI, D. y KAMINSKY P. 2000, Designing and managing the supply chain: Concepts, strategies, and case studies. Tata, McGraw-Hill.
- IV. ROMO, H. 2009. S&OP: Planeación de ventas y operaciones (Sincronización de la demanda y el plan global de suministro), Guadalajara, SAP-México.
- V. CARIDAD, J.M. 1998. Econometría: Modelos econométricos y series temporales. Barcelona, Revertie.
- VI. PEÑA, D. 1991. Modelos y métodos. Vol. 2 (Modelos lineales y series temporales). Madrid, Alianza Universidad.
- VII. RODRIGUEZ, J.M. 2002. Computer-aided introduction to Econometric. Berlin, Springer.
- VIII. DE JALÓN, G. y DE LA FUENTE O.M. 1995. Aprende Microsoft Excel 7.0 como si estuviera en Primero. Madrid, Universidad de Navarra.
- IX. Council of Logistic Management 2010. [En línea] < <http://www.cscmp.org/> > [Consulta: 07 Mayo de 2010].
- X. Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP) 2010 [En línea] <<http://cscmp.org>> [Consulta: 07 Mayo de 2010].
- XI. AULA FACIL. 2010. Curso de Excel avanzado. [En línea] <<http://www.aulafacil.com/CursoExcelLargo/temario.htm>>, [Consulta: 12 Junio 2010].

## 8 ANEXOS

### 8.1 ANEXO A - Planificación de materiales

#### Definición de **Logística**:

"Proceso de planear, implantar y controlar procedimientos para la transportación y almacenaje eficientes y efectivos de bienes, servicios e información relacionada, del punto de origen al punto de consumo con el propósito de conformarse a los requerimientos del cliente." [Cou93]

#### Definición de **red logística**:

Lo entenderemos como la infraestructura logística (bodegas, almacenes, puntos intermedios), es por donde fluyen los materiales desde su punto de origen hasta el punto de entrega. Considerando variables como ubicación, capacidad, tamaño, costos y peso/volumen tal que permita determinar la trazabilidad de los materiales.

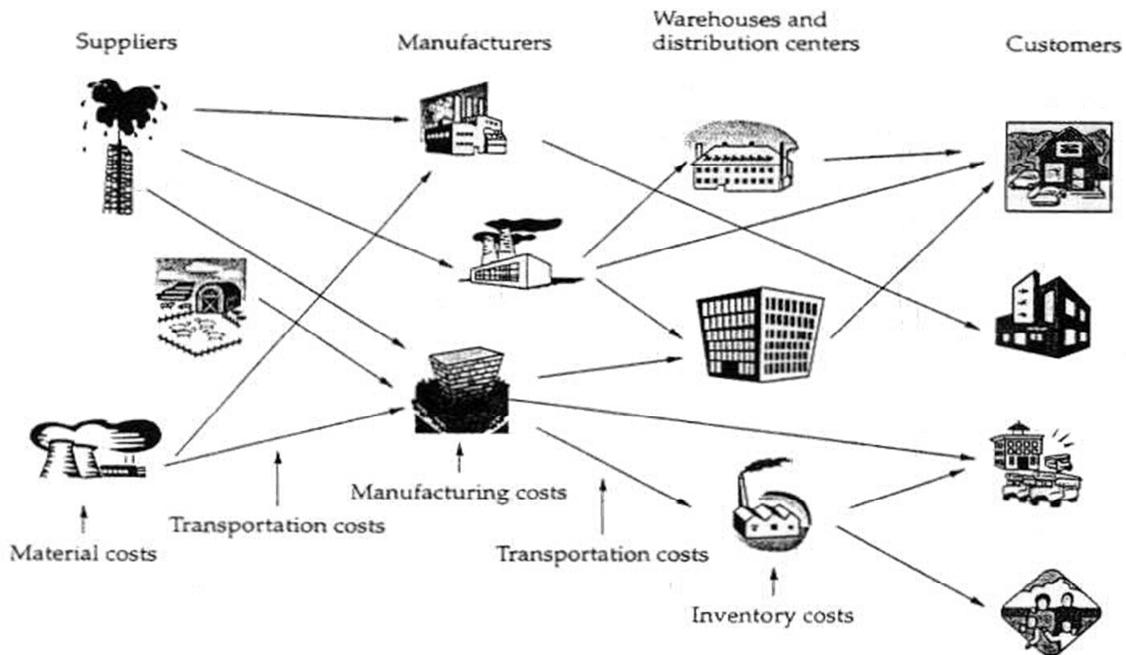


Figura 19 - Ej. Cadena de suministro típica

## 8.2 ANEXO B – Red logística: UN Antofagasta

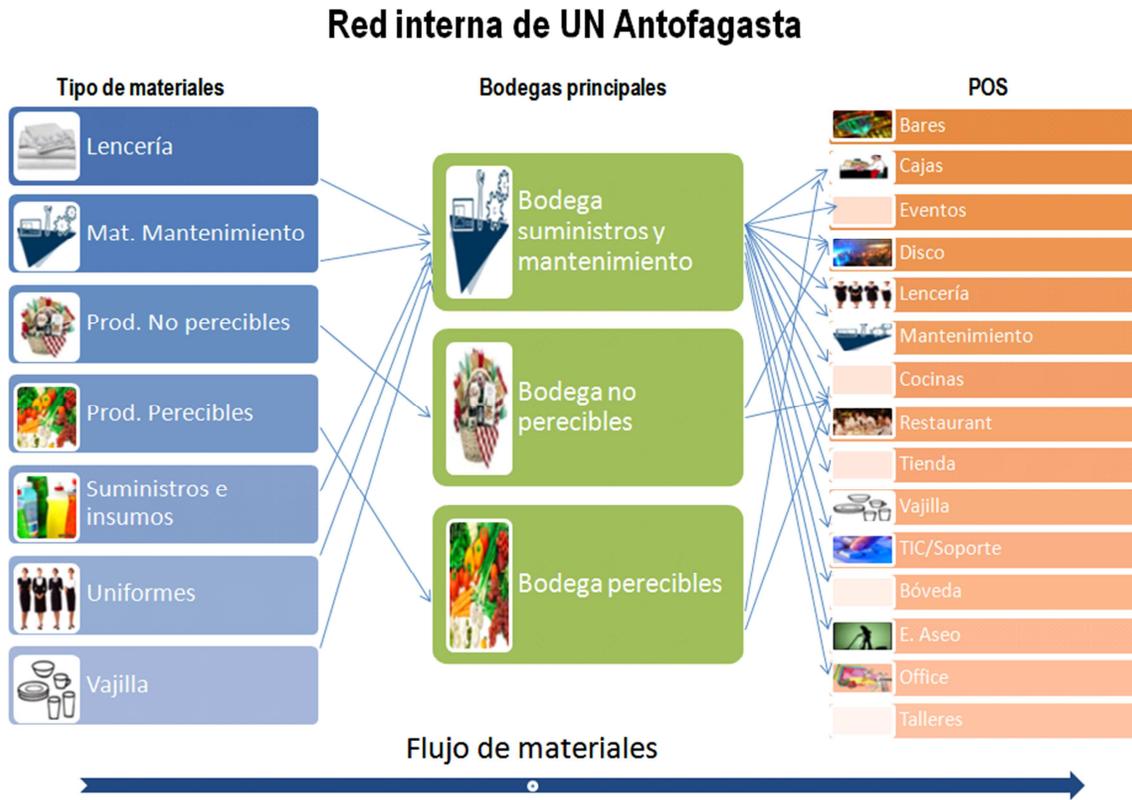


Figura 20 - Red logística interna UN Antofagasta

### 8.3 ANEXO C - Glosario: Definiciones y conceptos

Tabla 27 - Glosario: Definiciones y conceptos utilizados

<b>Término o concepto</b>	<b>Descripción</b>
<b>AA&amp;BB</b>	Alimentos y bebidas.
<b>UN</b>	Unidad de Negocio.
<b>Comps</b>	Bebidas y destilados de cortesía que pasan como consumo interno en las unidades de negocio.
<b>Autoservicio</b>	La colación del personal de Enjoy en las unidades de negocio.
<b>POS</b>	Puntos de venta.
<b>SKU</b>	Stock keeping unit. Unidad contable de stock para un producto específico.
<b>SolPed</b>	Solicitud de pedido.
<b>ESB o E/S</b>	Unidad de entrada y salida de bienes.
<b>Sistema P</b>	Sistema de aprovisionamiento de materiales periódico.
<b>Sistema Q</b>	Sistema de aprovisionamiento de materiales en base a un punto de pedido.
<b>Sistema S,s</b>	Sistema periódico con flexibilidad de pedidos.
<b>MCO</b>	Mínimos cuadrados ordinarios.
<b>S.E o E.S</b>	Suavizamiento exponencial ó exponencial Smothing.
<b>SLA</b>	Service level agreement, Acuerdo de nivel de servicio.
<b>KPI</b>	Key performance indicator, Indicador clave de desempeño.
<b>CLP</b>	Símbolo oficial de la moneda chilena según el código ISO 4217.

## 8.4 ANEXO D - Entrevistas

Instancia: **Reunión planificación de Eventos**

Título:	<b>Abastecimiento Eventos</b>
Fecha de Reunión:	06/07/2010
Asistentes:	Andrea Svart, Roberto Mimica, Rodrigo Arntz, Pedro Inostroza
Temas Tratados:	-Venta de Eventos
Acuerdos:	<p>-Implementación de sistema S&amp;C se realizó hace 2 semanas.</p> <p>-Industria tendiendo hacia el acorte de plazos entre los cierres de eventos y su realización: antes 3 meses y hoy 1 mes.</p> <p>-Fuerza de venta: 6 ejecutivas en Santiago y 7 en Unidades.</p> <p>-Oferta integral: venta de salones, AABB, Hotel, etc.; tanto empresas como personas naturales (matrimonios).</p> <p>-Al año se realizan aprox. 1000 eventos.</p> <p>-Desde marzo AABB estandariza la oferta con una carta centralizada, considerando algunas alternativas locales.</p> <p>-Ejecutiva de eventos recaba aproximadamente el 70% de la información del evento y lo traspasa a Coordinación de Eventos de la unidad para que complete el resto de la información (menú por ejemplo).</p> <p>-SLA indica que los eventos grandes se deben informar con 30 días para los eventos grandes y 15 días para los menores.</p> <p>-Si hay menos de 7 días entre el cierre del evento y la fecha de realización se define un menú del tipo "sugerencia del chef", considerando la disponibilidad de productos que existen en cocina.</p> <p>-KPI actual indica que se están cerrando los eventos en promedio 18 días antes de su realización.</p> <p>-Se enviará información de flujos generada por el área de procesos. <b>Resp. A. Svart (YA ENVIADO)</b></p> <p>-Generación de reporte desde S&amp;C, que contenga al menos: unidad, cliente, paquetes, servicios, status, revenue, fecha cotización, fecha confirmación, fecha evento. <b>Resp A. Svart</b></p> <p>-Entrevista telefónica a la Jefa de Eventos de Viña (Cristina Vicentela), para detallar el proceso de abastecimiento desde que se le informa el evento a la unidad hasta su realización. <b>Resp P.Inostroza</b></p>

Instancia: **Conversación telefónica**

Título:	<b>Entrevista telefónica proceso eventos en Viña</b>
Fecha de Reunión:	07/07/2010
Asistentes:	Sara Herrera, Pedro Inostroza
Temas Tratados:	-Post - Venta de Eventos
Acuerdos:	<ul style="list-style-type: none"><li>- Migración a Opera ha traído algunas complejidades frente al antiguo sistema de ventas.</li><li>- Actualmente se trabaja casi día a día en la coordinación de eventos debido a que los clientes cierran tarde los eventos.</li><li>- Área de coordinación de eventos informa a las áreas: Cocina, Montaje, Apoyo audiovisual, decoración, Seguridad.</li><li>- Cuando se conocen de alguna forma los eventos de la semana se programan anticipadamente.</li><li>- Hay dos clases de eventos los que se coordinan en la Unidad y los que se coordinan en Santiago dependiendo de la ubicación del cliente.</li><li>- Demanda de empresas de Santiago, son generalmente más variables, no hay indicadores sobre tiempos de cierre de eventos según ubicación.</li><li>- Los requerimientos se consultan con cocina (seguramente con el administrador gastronómico de la Unidad), está da una respuesta y luego se le informa al cliente.</li><li>- Con respecto a la demanda se informa que Enero y Febrero debiese ser temporada baja, mientras que Octubre, Noviembre y Diciembre se considera temporada alta, el resto del año es variable.</li> <li>- Queda pendiente revisar que ocurre luego del proceso con el Administrador gastronómico y luego como se traspasa al área de compras. <b>Resp. P. Inostroza</b></li> <li>- Entrevista telefónica a la Jefa de Eventos de Viña (Cristina Vicentela), para detallar el proceso de abastecimiento desde que se le informa el evento a la unidad hasta su realización. <b>Resp P. Inostroza</b></li></ul>

Instancia:

## Reunión con experto planificación en el ERP SAP

Título:

**Reunión análisis de datos pronóstico de demanda.**

Fecha de Reunión:

25/06/2010

Asistentes:

Katherine Sahlie (Ingeniero de proyecto SAP), Pedro Inostroza

Temas Tratados:

- Presentación sobre los análisis ya realizados y resolución de dudas.

Detalle:

- Análisis de datos de venta vs ETL de Micros para el caso RedBull.
- Difícil capturar cambios de códigos para productos o rescatar todos los códigos
- Difícil capturar cambios de códigos para productos o rescatar todos los códigos.
- Conclusión a la espera de un último análisis, pero a priori se debe usar los datos de SAP
- Queda pendiente revisar que ocurre luego al analizar solo las salidas que van al centro de costo de Eventos y observar si explica las diferencias... **Resp. P. Inostroza**
- Pendiente de enviar RVC-POS para realizar el cruce de información. **Resp K. Sahlie ( Ya enviado)**

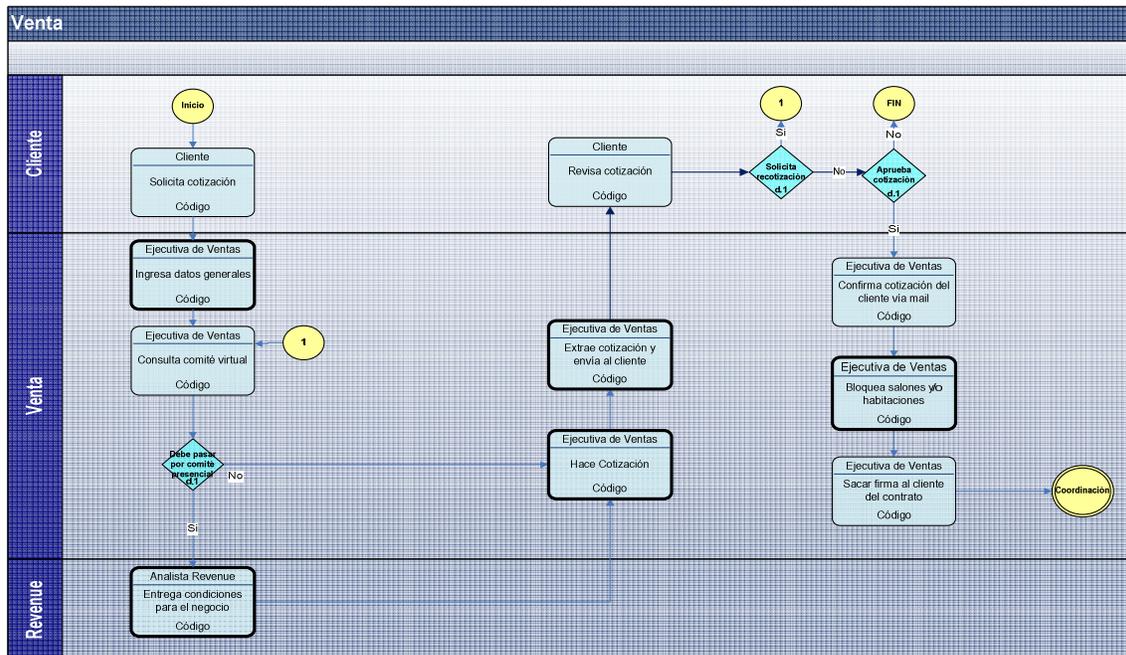
## 8.5 ANEXO E - Diagramas de los procesos de eventos

A continuación se muestra solo dos sub-procesos que son los que afectan el requerimiento de materiales, estos son la venta y la coordinación de eventos.

### 1. Proceso de venta:

Actividad	Responsable	Herramienta
Recibir solicitud del cliente y buscar cliente en Opera	Ejecutiva de Eventos	OPERA
Llenar los datos generales del cliente	Ejecutiva de Eventos	S&C
Realizar bloqueo tentativo de salones y/o habitaciones	Ejecutiva de Eventos	S&C
Consultar comité virtual	Ejecutiva de Eventos	- Excel (comité virtual) - S&C
Revisar estado en comité, analizar datos generales y asignar tarifa	Analista de Revenue	
Revisar sistema S&C y actualizar datos	Ejecutiva de Eventos	S&C
Enviar cotización	Ejecutiva de Eventos	S&C
Hacer seguimiento a la cotización	Ejecutiva de Eventos	S&C
Bloquear salones y/o habitaciones	Ejecutiva de Eventos	S&C
Confección del Contrato	Ejecutiva de Eventos	Mail
Obtener la firma del contrato	Ejecutiva de Eventos	

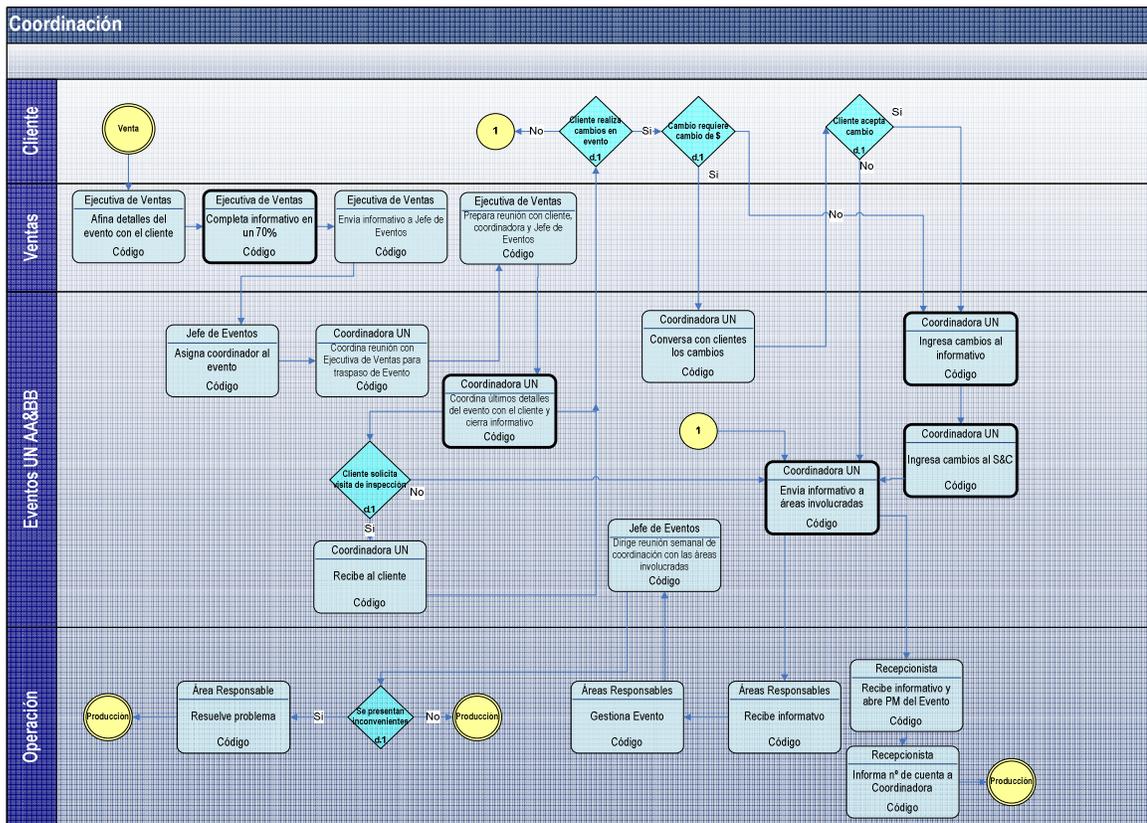
### Diagrama del proceso de ventas:



### 2. Proceso Coordinación:

Actividad	Responsable	Herramienta
1. Completar el Informativo	Ejecutiva de Eventos corporativo o UN según corresponda	S&C
2. Asignar coordinadora al Evento	Jefe de Eventos	
3. Coordinar reunión con Coordinadora	Ejecutiva de Ventas	
4. Coordinar reunión con Cliente, Coordinadora y Jefe de Evento	Ejecutiva de Ventas	Videoconferencia / Presencial
5. Completar el resto del informativo y cerrarlo	Coordinadora	S&C
6. Realizar reuniones semanales	Jefe de Eventos	
7. Abrir PMS del Evento	Coordinadora o Asistente Administrativo	S&C

### Diagrama del proceso de coordinación:



## 8.6 ANEXO F – Rotación de inventario: Productos/Categorías

A continuación, se muestran las categorías agregadas bajo las cuales se trabajan los datos.

### Tipos de productos:

Tabla 28 - Rotación del inventario: Tipo producto

Tipo producto	Índice de rotación
PERECIBLES	39,78
NO PERECIBLES	17,89
MANTENCIÓN	5,38
SUMINISTROS	4,69
<b>Total general</b>	<b>16,92</b>

### Familias:

Tabla 29 - Rotación del inventario: Tipo producto -> Familias

Familias	Índice de rotación
Pescados - Mariscos	70,35
Legumbres - Frutas - Verduras	47,17
Huevos	46,89
Endulzantes	39,05
Lácteos	34,23
Cerveza - Licores - Bebidas	34,21
Cigarrillos - Puros	30,14
Carnes	23,41
Confites	20,96
Pastas	20,26
Cecinas - Fiambres	19,42
Té - Café - Hierbas	15,82
Abarrotes	14,18
Mermeladas	12,94
Vinos	9,03
Pastelería - Panadería	7,90
Gastos Varios (No MP)	6,54
Escabechados	6,45
<b>Total general</b>	<b>20,78</b>

## Categorías:

Tabla 30 - Rotación del inventario: Tipo producto -> Familias -> Categorías

Categorías	Índice de rotación		
PESCADOS FRESCOS	191,20	SECO/CONFITADO	
PESCADOS CONGELADOS	136,02	PASTAS	20,26
YOGURT	95,06	CHOCOLATES	19,46
FRUTAS FRESCAS	77,22	LEGUMBRES	18,42
VERDURAS FRESCAS	69,68	FARMACIA VARIOS	18,39
BEBIDAS	61,93	ARROZ	17,73
LEVADURAS	61,70	ACEITES	17,10
ALGAS	61,66	LACTEOS EN CONSERVA	17,04
SNACKS SALADOS	49,31	FRUTAS EN CONSERVA	16,53
HUEVOS	46,89	CECINAS	16,05
MARISCOS FRESCOS	46,87	TE/ CAFÉ/HIERBAS	15,82
ENDULZANTES	39,05	FRUTAS CONGELADAS	15,72
CARNE DE CORDERO	38,80	ARTICULOS SERVIC A&B	15,50
MANTEQ/MARGARINAS	35,70	TOALLAS DE PAPEL	14,91
MANJAR	32,42	UTILES DE ASEO	13,74
CERVEZAS	32,06	SEMILLAS	13,65
QUESOS	31,75	VINOS ESPUMANTES	13,63
AZUCAR	30,46	PASTELERIA	13,60
CREMAS	30,41	PESCADOS DESHIDRAT	13,14
CIGARRILLOS NAC	30,14	MARISCOS CONGELADOS	13,00
VEGETALES EN CONSERV	29,31	MERMELADAS Y MIEL	12,94
ACEITUNAS	29,28	VINOS BLANCO	12,46
LECHES	28,27	VINAGRES Y ADEREZOS	12,38
CARNE DE PAVO	27,79	CONDIMENTOS	11,68
POSTRES EN POLVO	27,47	PAPELES HIGIENICOS	11,63
GOLOSINAS	26,48	CARAMELOS	11,59
HARINAS Y OTROS	25,70	CARNE DE PATO	11,55
LICORES	25,38	SERVILLETAS	11,12
VERDURAS CONGELADAS	24,54	CONSERVAS VARIAS	11,11
FIAMBRES	23,91	PRODUCTOS REPOSTERIA	11,01
SALSAS	23,49	GASES	10,76
CARNE DE VACUNO	23,45	PRESERVANTES	10,68
CARNE DE POLLO	23,23	IMPRESOS A&B	10,51
CARNE DE CERDO	22,77	CARNES VARIAS	9,35
VELAS DECORATIVAS	22,02	VINOS FORTIFICADOS	9,07
JUGOS	21,04	ARTICULOS CUMPLEAÑOS	8,93
FRUTO	20,51	ESCENCIAS	8,92
		INSECTICIDAS	8,82

<b>GALLETAS</b>	8,15
<b>ENVASES ALIMENTOS</b>	8,14
<b>BOLSAS</b>	8,12
<b>PAQUETERIA VARIOS</b>	7,98
<b>CONTENEDORES</b>	7,68
<b>PESCADOS Y MARISCOS</b>	7,62
<b>PANADERIA</b>	7,55
<b>PILAS Y BATERIAS</b>	7,55
<b>VINOS TINTO</b>	7,35
<b>AROMATIZANTES</b>	7,11
<b>SANITIZAN/ DESINFECT</b>	7,03
<b>DETERGENT/ DESMANCH</b>	6,92
<b>TRATAMIENTOS DE AGUA</b>	6,58
<b>ESCABECHADOS</b>	6,45
<b>INSUMOS LAVANDERIA</b>	6,43
<b>AMENITIES</b>	6,17
<b>CONDIMENTO</b>	6,13
<b>CONSERVA</b>	
<b>INSUMOS COMPUTACION</b>	5,21

<b>PROMOCIONALES</b>	5,04
<b>CEREALES</b>	5,03
<b>ACCESORIO ESCRITORIO</b>	4,88
<b>SELLADORES</b>	4,73
<b>VINOS ENSAMBLAJE</b>	4,23
<b>INSTRUMENTOS DE ESCR</b>	4,02
<b>LUMINARIA</b>	3,90
<b>IMPRESOS CASINO</b>	3,21
<b>PAPELES Y ELABORADO</b>	3,12
<b>INSUMOS IMPRESORAS</b>	2,89
<b>PEGAMENTOS</b>	2,64
<b>FERRETERIA VARIOS</b>	2,62
<b>IMPRESOS HOTEL</b>	2,56
<b>SISTEMAS DE ARCHIVO</b>	2,35
<b>ELEMENTOS SEGURIDAD</b>	0,80
<b>COSMETICOS</b>	0,50
<b>ACCESORIO</b>	
<b>JABONES</b>	0,50
<b>Total general</b>	<b>20,78</b>

## 8.7 ANEXO G - Gráfico de similitud ingresos/salidas de material

Curvas de entrada de materiales a bodega de no perecibles vs salida de bodega de no perecibles para el caso del producto Red Bull.

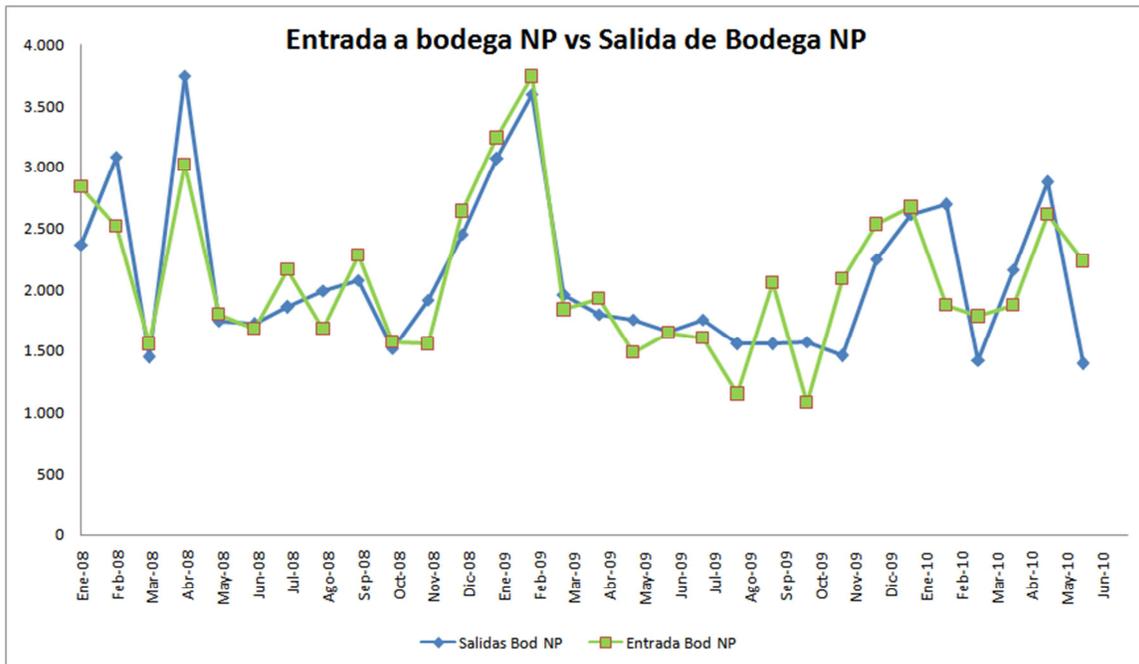


Gráfico 25 - Entrada vs salida de Red Bull a bodega NP

## 8.8 ANEXO H - Caracterización de la demanda

Se muestra el gráfico por trimestres



Gráfico 26 - Demanda promedio por trimestre del año

Dentro de cada año existen tendencias para cada trimestre. Los trimestres 1 y 4, correspondientes a primavera y verano son los que tienen una mayor demanda. Así mismo, los trimestres 2 y 3, correspondientes a otoño e invierno son los más estables y de menor demanda.

Distribución mensual dentro de un año

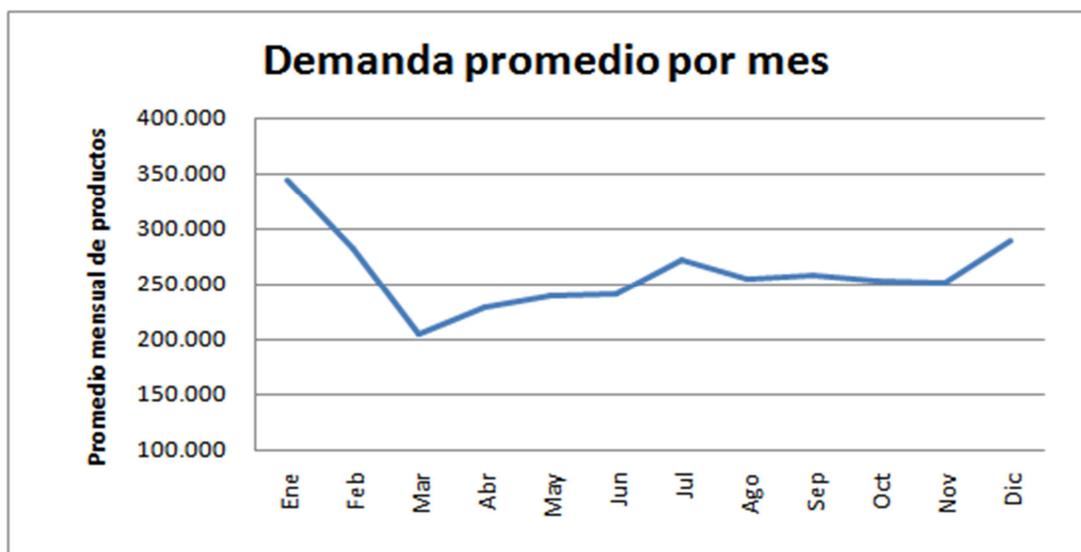


Gráfico 27 - Demanda promedio por mes del año

Dentro de cada año la tendencia es clara, los meses de Diciembre, Enero y Febrero representan la temporada de alta demanda. También se pueden ver que otro mes de fuerte demanda en el año es Julio; esto se explica por las vacaciones de mitad de año. Por otro lado se tiene que el peor mes del año es Marzo al comenzar el año laboral del país.

### Distribución semanal dentro de un año

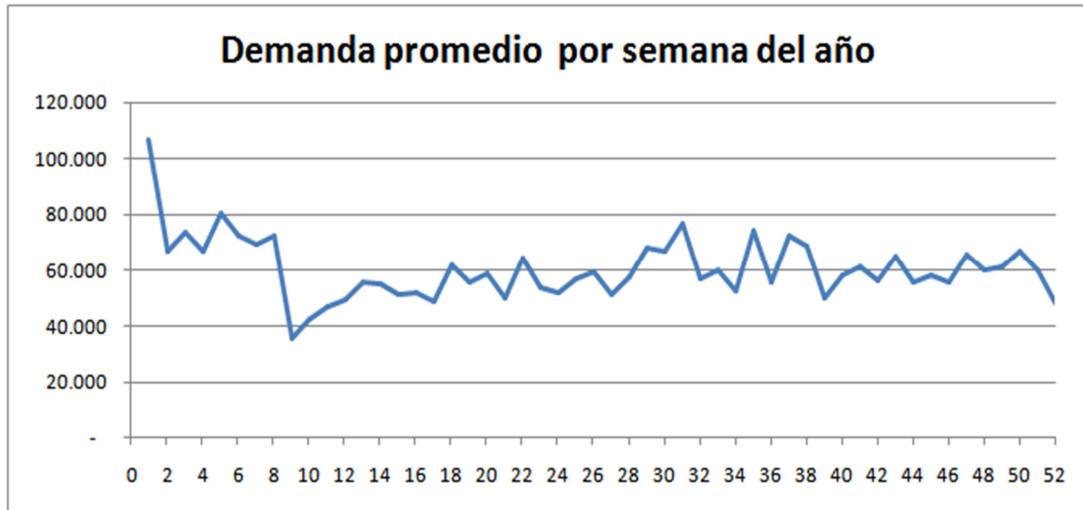


Gráfico 28 - Demanda promedio por semana del año

A este nivel se obtiene más detalle semana a semana, este es el promedio de histórico de las semanas del año, de la 1 a la 52, contemplando un año 53 semanas equivalentes a 365 días. Claramente se puede observar cuales son las semanas con mayor y menor demanda y los niveles medios por semana.

## 8.9 ANEXO I – Detalles: Simulación sistema P

Cabe destacar que en el óptimo el valor de T corresponde a:  $T = \sqrt{\frac{24 * A}{Ft * P * t}}$

En esta simulación el énfasis no está en la estimación correcta de los parámetros sino en la aplicación metodológica del modelo propuesto. Se utilizó el plazo actual de aprovisionamiento, T = 1 semana.

### Probabilidad de Quiebre en modelos P y Q

La probabilidad de Quiebre (Modelos P y Q) es la misma, a pesar de que ambos modelos operan distinto en la teoría llegan al mismo óptimo (a pesar de que en la práctica estos modelos puedan comportarse de manera distinta)

Sea  $\alpha$  = Probabilidad (X < Cobertura) = 1 – Probabilidad (X > Cobertura) = 1 – F(C)

Tabla 31 - Probabilidad de quiebre de stock según nivel de servicio

<b>K</b>	<b>Probabilidad de rotura de stock</b>	<b>Nivel servicio</b>
0	50 %	50 %
0,5	30 %	70 %
1	16 %	84 %
1,5	7 %	93 %
2	2,5 %	97,5 %

Se desprende que con K = 2, el nivel de servicio = 97,5%; donde se tiene el mínimo riesgo de Quiebres.