

# GESTION DE OPERACIONES

Tema 3: Pronósticos de demanda

# ¿Qué es el pronóstico?

- ◆ Arte y ciencia de predecir acontecimientos futuros (“forecast”)
  - Predicciones subjetivas
  - Modelaciones matemáticas
- ◆ Base de muchas decisiones empresariales
  - Instalaciones
  - Producción
  - Inventario
  - Personal
  - Presupuestos



# Introducción

◆ Modelaciones y predicciones que permiten estudiar la demanda futura, acción importante en el diseño de un producto.

◆ Relaciones relevantes:

■ Pronóstico  Planificación

■ Demanda  Ventas

# Tipos de pronósticos

- ◆ Es importante entender el horizonte y nivel de agregación que se requiere para generar el pronóstico de demanda:

Nivel Estratégico	Nivel Táctico	Nivel Operativo
Largo plazo Muy agregado	Mediano plazo Menos agregado	Corto plazo Detallado

- Ejemplo: Fábrica de Zapatos.
  - ◆ Nivel Estratégico: Demandas globales a 5 años
  - ◆ Nivel Táctico: Demanda por línea para la próxima temporada
  - ◆ Nivel Operativo: Demanda por modelo y número para la próxima semana

# Tipos de pronósticos

## Dimensión de análisis

## Alternativas en evaluación

### Pronósticos económicos

- Dirigidos al ciclo económico
- Tasas de inflación
- Masa monetaria
- PIB
- Etc.

### Pronósticos tecnológicos

- Predicen el progreso tecnológico
- Nacimiento de nuevas formas de venta
- Motores de hidrógeno, energía solar, etc.

### Pronósticos de demanda

- Predicen ventas de servicios/productos ya existentes

# Mirando a Futuro

- ◆ Predicción y estimación de la demanda... cuál es la motivación que hay detrás??



■ *Sunbeam*



Mejoras en el sistema de predicción de la demanda condujo a un 45% de reducción en inventarios.



■ *intel*

- ◆ Mala predicción de la demanda del chips les significó una sobreproducción de aproximadamente 2.000.000 de unidades.

**1 + 1 = 3**



# Aspectos Relevantes

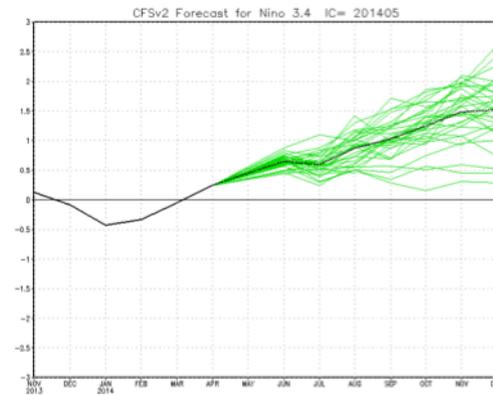
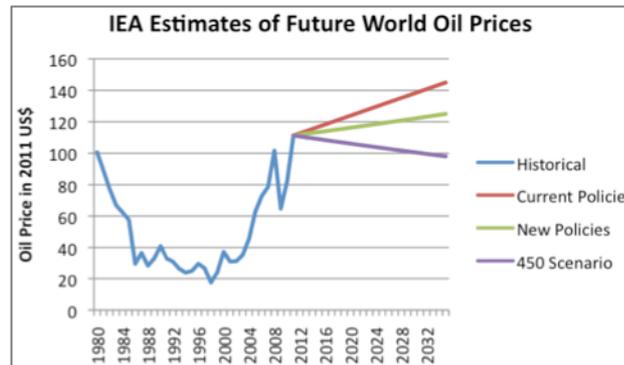
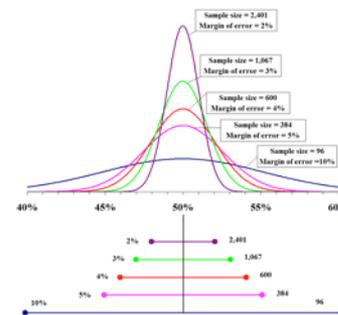
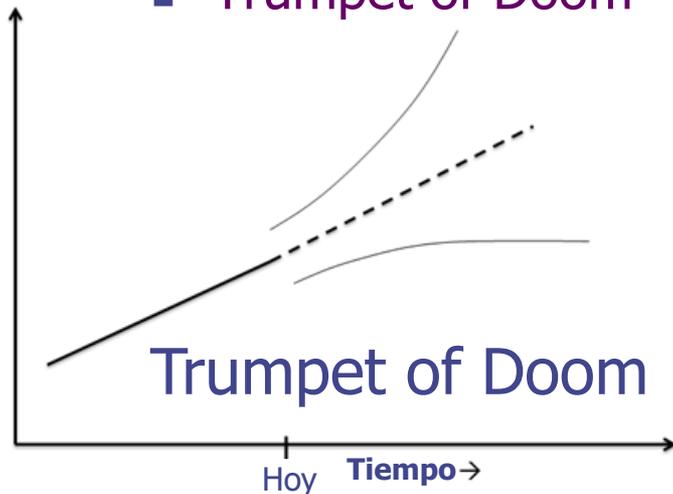
## ◆ Herramientas para mejorar los pronósticos

- Avisos anticipados
- Reducción del horizonte de predicción
- Ley de los grandes números
- Suma de varianzas



## ◆ Principios de la naturaleza

- Efectos recientes
- Trumpet of Doom



# Aspectos Relevantes (cont.)

## ◆ Pronósticos de largo plazo

- A uno o más años
- Planes agregados
- Input para decisiones de largo plazo

► Nivel de detalle en general es menos importante... en comparación con el corto plazo



## ◆ Algunas alternativas de métodos

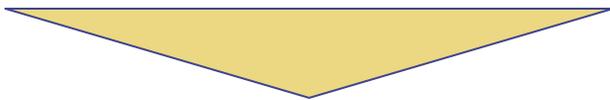
- Input de los clientes
- Input de los vendedores
- Servicios contratados
- Juicio experto
- Causales (regresiones, indicadores)
- Simulaciones



# Estrategias Modernas

## ◆ Distintas estrategias de Producción

- Fabricación para Stock (MTS)
- Fabricación a Pedido (MTO)
- Ensamblaje a Pedido (ATO)

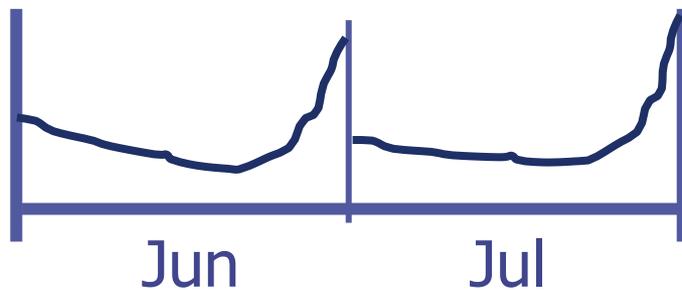
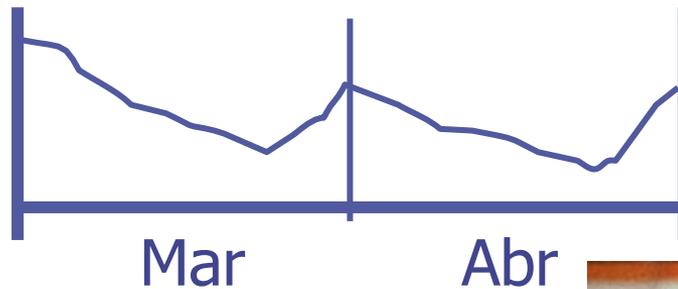


## ◆ ¿Ventajas y Desventajas con respecto a estimaciones de Demanda?



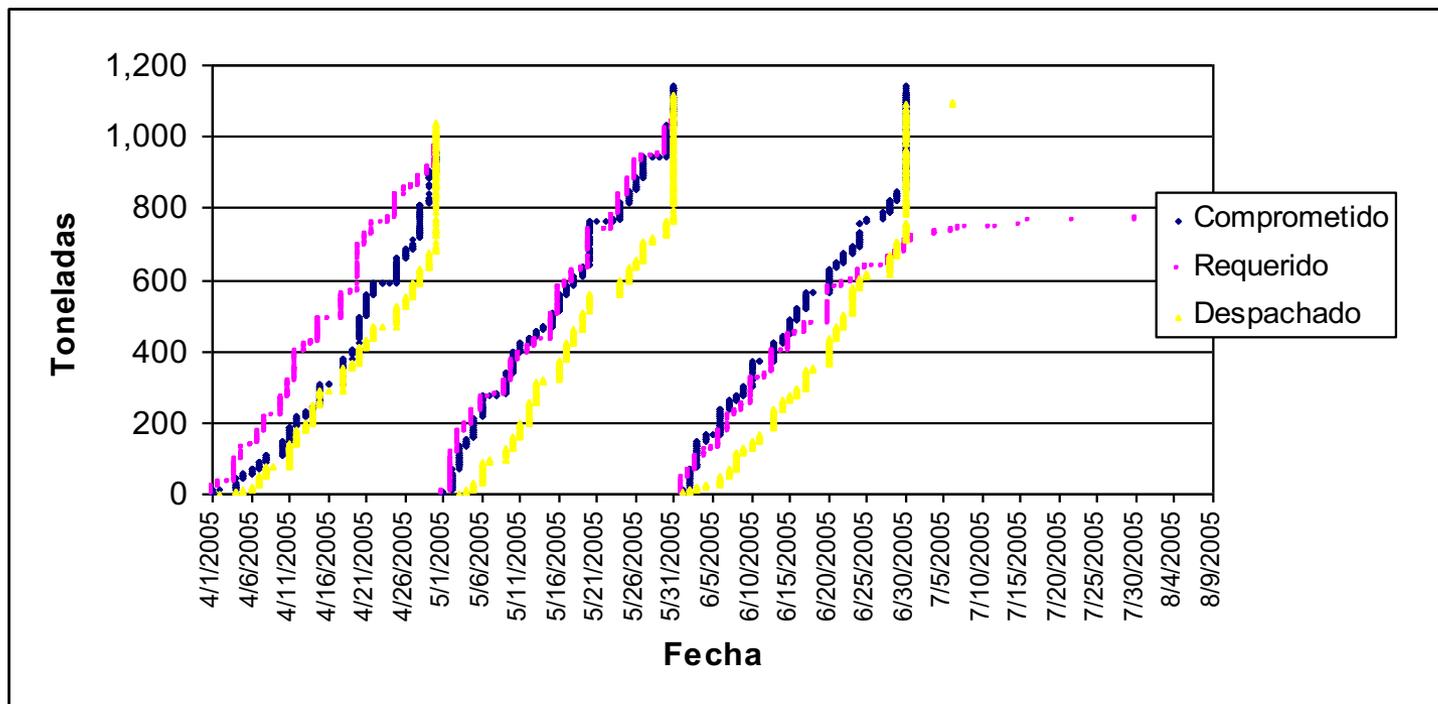
# Aspectos Prácticos

- ◆ Efecto palo de hockey (Hockey stick effect)
  - Los volúmenes tienden a subir cerca del fin de mes
  - ¿A qué principio se debe este fenómeno?

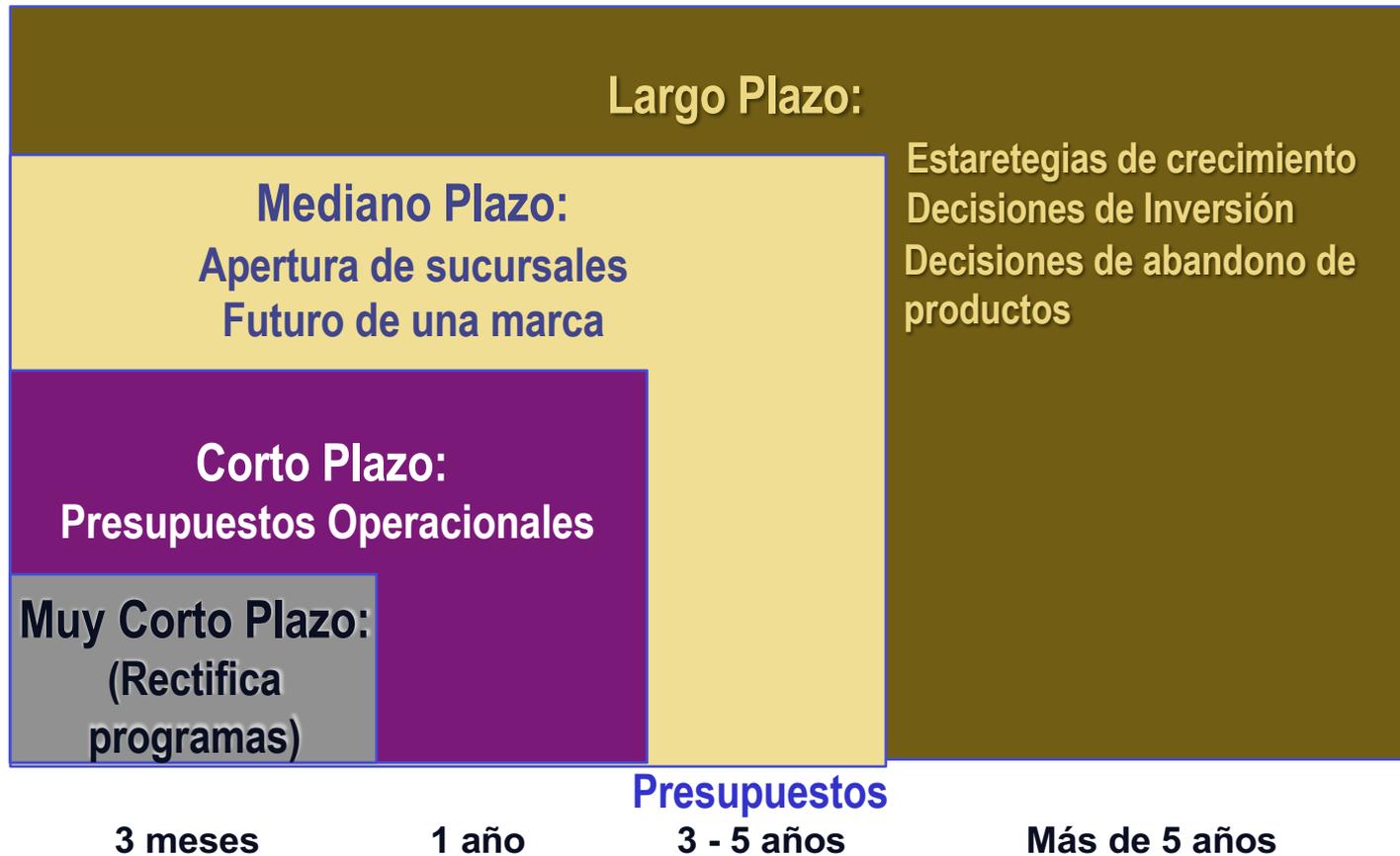


# Comparación entre volumen comprometido, requerido y despachado

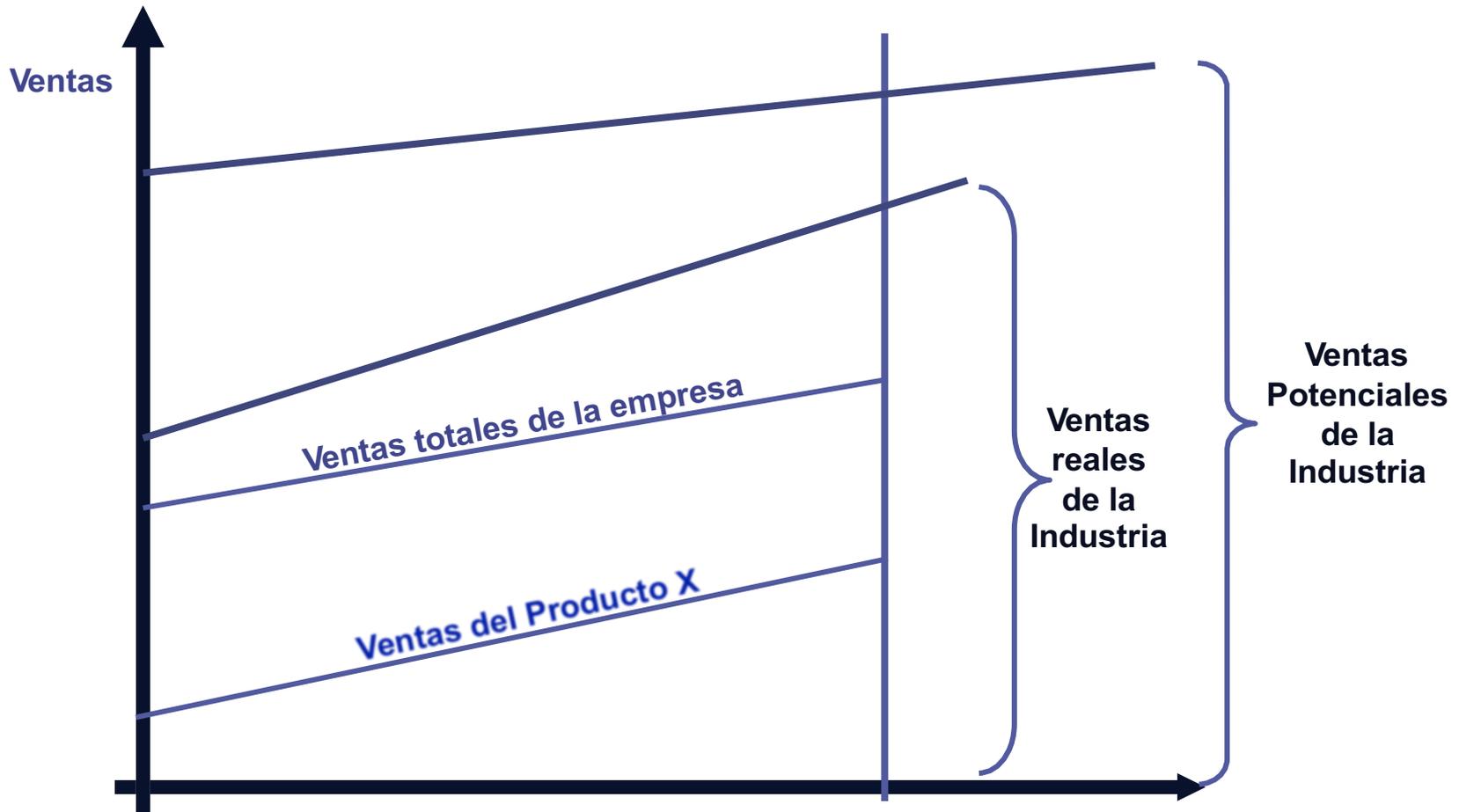
- ◆ Se observa un importante desfase entre la cantidad despachada y la comprometida/requerida
- ◆ Esto se traduce en una permanencia en Bodega de 17 días, equivalente a un promedio superior a 500.000 toneladas de inventario



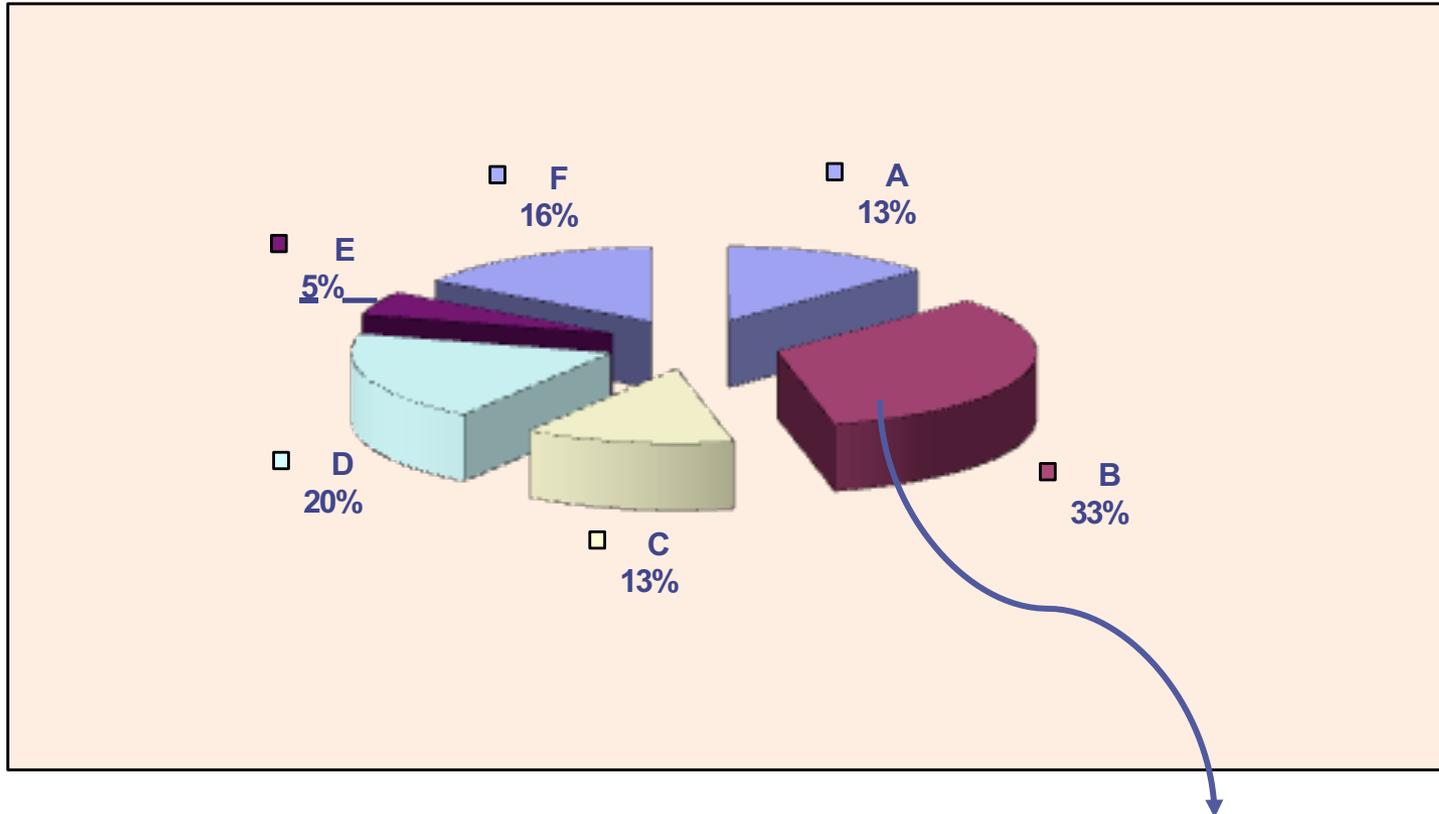
# Factores a considerar en métodos de pronósticos: Objetivos y plazos



# Factores a considerar en métodos de pronósticos: Tipo de venta



# Factores a considerar en métodos de pronósticos: Participación de mercado



Objetivo de penetración de mercado

# Factores a considerar en métodos de pronósticos: Nivel de precios

## ◆ Políticas de Precios

- El precio que se fije para el producto que se está presupuestando será determinante para el nivel de ingresos que se desea alcanzar, lo que impacta tanto el monto como el nivel de ventas

$$P = \frac{M}{Q}$$

- La estrategia de precio se puede basar en los siguientes factores
  - ◆ Demanda: Establece el precio máximo posible
  - ◆ Costo: Define el precio limite
  - ◆ Competencia: define una variabilidad que puede subir o bajar el precio
  - ◆ Restricciones externas: regulaciones gubernamentales
  - ◆ Restricciones internas: regulaciones de objetivos

# Factores a considerar en métodos de pronósticos: Otros

## ◆ Disponibilidad de información

- Cantidad y Calidad de la información de acuerdo al método a utilizar (Los Cuantitativos-información histórica y Cualitativos-experiencia)

## ◆ Disponibilidad de Tiempo

- Relacionada con la exigencia del tiempo de preparación del método (Los Cuantitativos requieren bastante tiempo y los Cualitativos menos tiempo)

## ◆ Disponibilidad de recursos

- Tecnológicos, monetarios, personal

## ◆ Situación específica del ciclo de vida del producto

# Factores a considerar en métodos de pronósticos: Otros

- ◆ **Cambios en políticas económicas**
- ◆ **Sustitución de productos**
- ◆ **Complementación de productos**
- ◆ **Comportamiento estacionario**
- ◆ **Cambios en la estructura de la población**
- ◆ **Modificaciones significativas de volumen**
- ◆ **Coyunturas internacionales**

# Errores típicos que se cometen

- ◆ **No administrar correctamente el margen de error**
- ◆ **Pronosticar en base a metas**
- ◆ **Utilizar sólo un método de pronóstico**
- ◆ **No considerar la relación entre demanda histórica y hechos del mercado**
- ◆ **Seleccionar una base muy limitada de información**
- ◆ **No considerar correctamente la elasticidad de la demanda**
- ◆ **Utilizar pronósticos “contra la pared”**
- ◆ **Ignorar los ciclos de vida**

# ¿Qué alternativas existen para anticipar el futuro?



# Métodos de Pronóstico

## ◆ Existen dos tipos

Métodos Cualitativos	Métodos Cuantitativos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dependen de juicios</li> <li>• Se posee poca información</li> <li>• Existe alta incertidumbre</li> <li>• Se tiene escasa capacidad de proceso</li> <li>• Horizonte de mediano o largo plazo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poseen un modelo subyacente</li> <li>• Utilizan datos históricos y los proyectan a futuro</li> <li>• Son de corto plazo</li> <li>• Es necesario contar con datos internos y/o externos</li> <li>• No captan patrones de cambio</li> </ul>

Los datos y patrones de datos no son representativos

Datos y sus patrones se utilizan como indicadores confiables para predecir el futuro

Distintos individuos, utilizando el mismo método, pueden arribar a resultados distintos

Incluyen Series de Tiempo y Modelos Causales

Uso típico



Productos y servicios nuevos

Productos y servicios existentes, con historia

# Métodos de Pronóstico: Usos

Fases de uso	Horizonte de tiempo	Exactitud necesaria	Número de productos	Nivel gerencial	Método de pronóstico
Diseño del proceso	Largo	Media	Uno o pocos	Alto	Cualitativos y causales
Plan capacidad de instalaciones	Largo	Media	Uno o pocos	Alto	Cualitativos y causales
Planificación agregada	Mediano	Alta	Pocos	Mediano	Causales y Series de tiempo
Programación	Corto	Más alta	Muchos	Más bajo	Series de tiempo
Administración de inventario	Corto	Más alta	Muchos	Más bajo	Series de tiempo

# Métodos Cualitativos

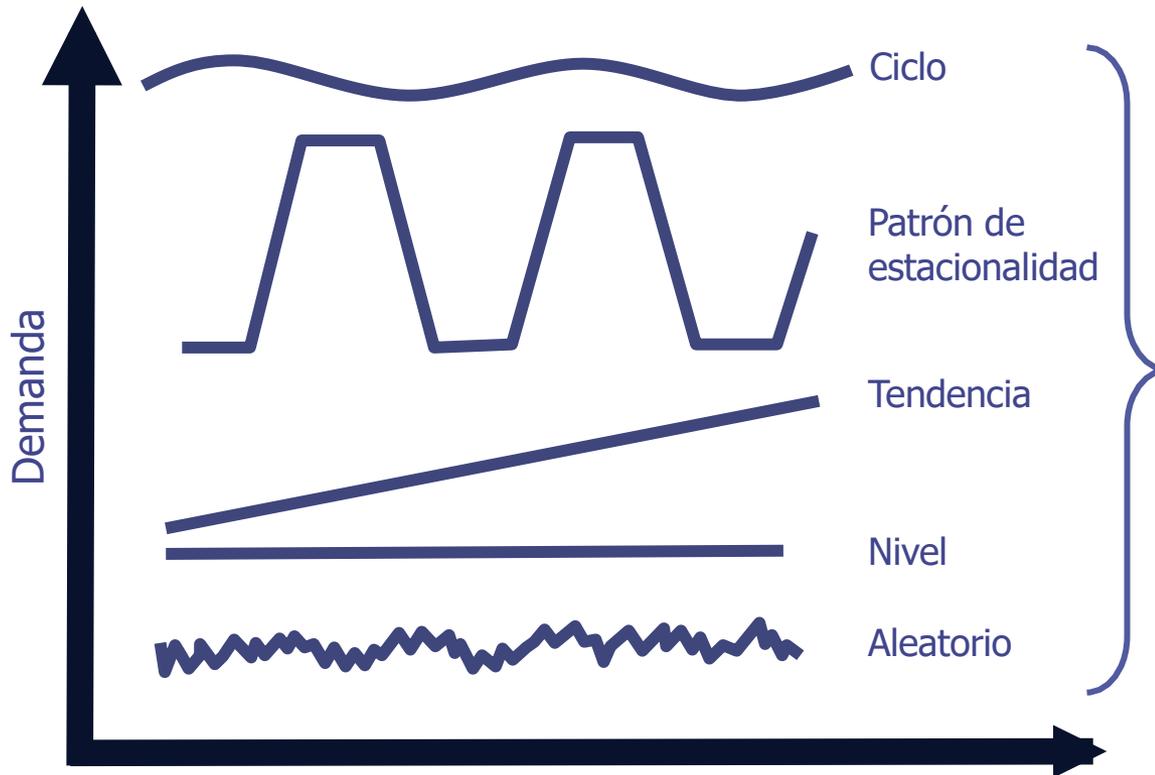
METODO	Método Delphi	Encuestas de Mercado	Analogía a los Ciclos de Vida	Juicio Bien Informado
<b>Descripción</b>	Grupo de expertos que se reúne durante varias sesiones de reconsideraciones en busca de consensos respecto a un grupo de preguntas adecuado a la situación que se enfrenta	Corresponden básicamente a paneles, cuestionarios y pruebas de mercado	Consiste en identificar en qué fase de su vida se encuentra un producto, para esto se analizan las curvas de crecimiento de productos similares Fases: Introducción. Crecimiento. Maduración. Saturación.	Se basa sólo en la experiencia y en la intuición
<b>Características</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Se usa en la introducción de nuevos productos y cambios tecnológicos.</li> <li>◆ Es regular en exactitud y puntos de cambio.</li> <li>◆ Posee un costo mediano o alto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Típicamente se usan para probar nuevos productos (yogurt) o en test políticos (encuestas).</li> <li>◆ Son buenos a corto plazo.</li> <li>◆ Poseen un alto costo.</li> <li>◆ Permiten identificar puntos de cambio</li> </ul>	Características: <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Son de largo plazo.</li> <li>◆ Poseen una exactitud regular.</li> <li>◆ No capta puntos de cambio.</li> <li>◆ Costo bajo a medio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Tienen un gran uso.</li> <li>◆ Posee una exactitud baja.</li> <li>◆ Costo bajo.</li> <li>◆ Regular en la identificación de puntos de cambio.</li> </ul>

# Métodos Cuantitativos: Series de Tiempo



Serie de Tiempo Original

# Métodos Cuantitativos: Series de Tiempo

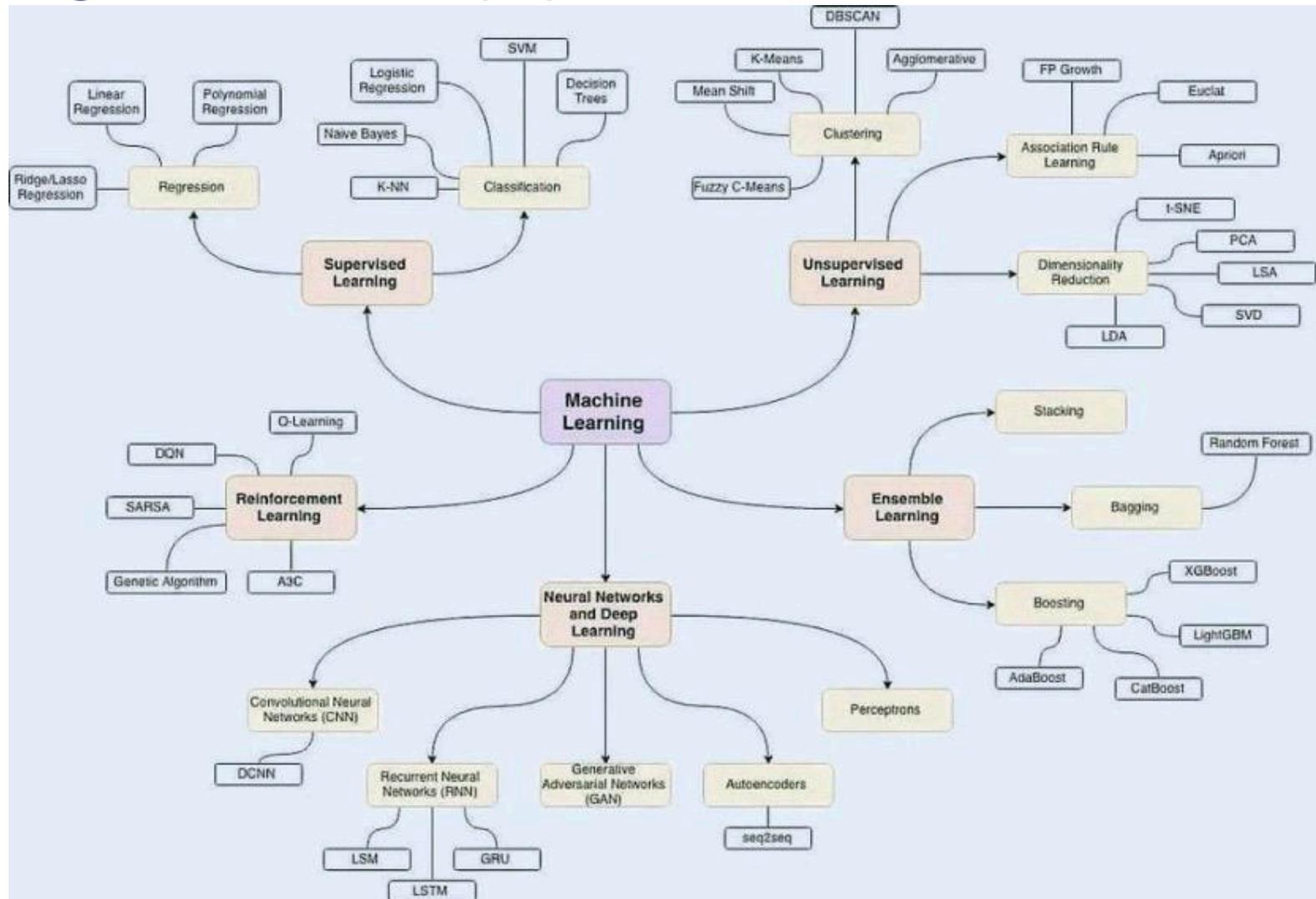


Serie de Tiempo Descompuesta

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

- ◆ Ejemplos:
  - Zapatos
  - Helados
  - Entradas al estadio

# Alternativas recientes: Inteligencia Artificial (IA)



# Incorporando IA: Estructura general de modelos

## Input de variables

Variables que deben ser consideradas

SKU	Precio	Venta 2019
AB984938	23,550	1,330
AB984939	18,990	230
AB984940	110,000	2,829
AB984941	5,000	76

Variable	Mes 1	Mes 2
Temperatura	21	24
Lluvia	110	210
Humedad	48	65
Dólar	780	789
IPC	1.2	1.4
IMACEC	5.3	6.6

## Pronóstico

Cantidad y momento de requerimientos

SKU	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
AB984938	1,100	1,330	2,220	1,330
AB984939	18,990	230	300	230
AB984940	110,000	55,000	40,000	65,980
AB984941	5,000	76	120	99
AB984942	59,450	26,911	19,010	32,424
AB984943	69,721	32,012	22,350	38,630

## Abastecimiento

Cuánto, cuándo y hacia dónde distribuir

SKU	Compra				SKU	Sucursal 1	Sucursal 2	Sucursal 3	Sucursal 4
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4					
AB984938	2,000								
AB984939			2,000						
AB984940	180,000		1,500						
AB984941					AB984938	2,000			2,000
AB984942					AB984939				1,500
AB984943	45,000				AB984940	180,000			200,000
					AB984941		5,000		5,000
					AB984942		34,000		34,000
					AB984943	45,000	45,000	45,000	45,000

## Variables

## Algoritmos

## Nivel de inventario

SAP

VENTAS

Costos unitarios  
Ventas histórica  
Vtas futuras ant.

CR2MET

CLIMA

Temperatura  
Lluvia  
Humedad

Banco Central  
ODEPA  
INE

MACRO

Precio leche  
Dólar  
IPC

Machine learning

Decision tree

Random Forest

Support Vector  
Machine

Configuración  
de reglas

Actualización  
periódica

MODELO DE  
OPTIMIZACIÓN

Márgenes  
Costos de  
•Productos  
•Almacenaje  
•Setup

Min Costos sujeto a:  
-Capacidad  
-Nivel de servicio

Max Utilidad sujeto a:  
-Capacidad  
-Nivel de servicio

Se incorporan variables  
explicativas al aprendizaje

# Incorporando IA: Estructura general de modelos

## Input de variables

Variables que deben ser consideradas

SKU	Precio	Venta 2019
AB984938	23,550	1,330
AB984939	18,990	230
AB984940	110,000	2,829
AB984941	5,000	76

Variable	Mes 1	Mes 2
Temperatura	21	24
Lluvia	110	210
Humedad	48	65
Dólar	780	789
IPC	1.2	1.4
IMACEC	5.3	6.6

## Pronóstico

Cantidad y momento de requerimientos

SKU	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
AB984938	1,100	1,330	2,220	1,330
AB984939	18,990	230	300	230
AB984940	110,000	55,000	40,000	65,980
AB984941	5,000	76	120	99
AB984942	59,450	26,911	19,010	32,424
AB984943	69,721	32,012	22,350	38,630

## Abastecimiento

Cuánto, cuándo y hacia dónde distribuir

SKU	Compra			
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
AB984938	2,000		2,000	
AB984939			1,500	
AB984940	180,000			
AB984941				
AB984942	45,000			
AB984943				

SKU	Sucursal 1	Sucursal 2	Sucursal 3	Sucursal 4
AB984938	2,000			2,000
AB984939				1,500
AB984940	180,000			200,000
AB984941		5,000		5,000
AB984942		34,000		34,000
AB984943	45,000	45,000	45,000	45,000

## Variables

Costos unitarios

Ventas histórica

Vtas futuras ant.

Temperatura

Lluvia

Humedad

Precio leche

Dólar

IPC

SAP

VENTAS

CR2MET

CLIMA

Banco Central  
ODEPA  
INE

MACRO

Algoritmos de  
Machine Learning

## Nivel de inventario

MODELO DE  
OPTIMIZACIÓN

Márgenes  
Costos de  
•Productos  
•Almacenaje  
•Setup

Min Costos sujeto a:  
-Capacidad  
-Nivel de servicio

Max Utilidad sujeto a:  
-Capacidad  
-Nivel de servicio

Modelos EOQ

# Incorporando IA: Estructura general de modelos

## Input de variables

Variables que deben ser consideradas

SKU	Precio	Venta 2019
AB984938	23,550	1,330
AB984939	18,990	230
AB984940	110,000	2,829
AB984941	5,000	76

Variable	Mes 1	Mes 2
Temperatura	21	24
Lluvia	110	210
Humedad	48	65
Dólar	780	789
IPC	1.2	1.4
IMACEC	5.3	6.6

## Pronóstico

Cantidad y momento de requerimientos

SKU	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
AB984938	1,100	1,330	2,220	1,330
AB984939	18,990	230	300	230
AB984940	110,000	55,000	40,000	65,980
AB984941	5,000	76	120	99
AB984942	59,450	26,911	19,010	32,424
AB984943	69,721	32,012	22,350	38,630

## Abastecimiento

Cuánto, cuándo y hacia dónde distribuir

SKU	Compra			
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
AB984938	2,000		2,000	
AB984939			1,500	
AB984940	180,000			
AB984941				
AB984942	45,000			
AB984943				

SKU	Sucursal 1	Sucursal 2	Sucursal 3	Sucursal 4
AB984938	2,000			2,000
AB984939				1,500
AB984940	180,000			200,000
AB984941		5,000		5,000
AB984942		34,000		34,000
AB984943	45,000	45,000	45,000	45,000

## Variables

Costos unitarios  
Ventas histórica  
Vtas futuras ant.

Temperatura  
Lluvia  
Humedad

Precio leche  
Dólar  
IPC

Algoritmos de  
Machine Learning

## Nivel de inventario

MODELO DE  
OPTIMIZACIÓN

Márgenes  
Costos de  
•Productos  
•Almacenaje  
•Setup

Min Costos sujeto a:  
-Capacidad  
-Nivel de servicio

Max Utilidad sujeto a:  
-Capacidad  
-Nivel de servicio

Ensemble  
Learning

Reinforcement  
Learning

# Incorporando IA

## ◆ Predicciones aumentan precisión

