

# CÁLCULO DEL COSTO DEL ERROR DE PRONÓSTICO EN LA GESTIÓN DE INVENTARIO DE UN ALMACÉN DE PRODUCTOS METALÚRGICOS UTILIZANDO DISTINTOS MODELOS DE PRONOSTICO DE LA DEMANDA

Berardi, María B<sup>1\*</sup>, Zárate, Claudia<sup>2</sup>, Esteban, Alejandra<sup>3</sup>, Mortara, Verónica<sup>4</sup>, Corres, Guillermo<sup>5</sup>

*Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata  
Juan B. Justo 4302. 7600 Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.*

<sup>1</sup> [bberardi@fi.mdp.edu.ar](mailto:bberardi@fi.mdp.edu.ar); <sup>2</sup> [cnzarate@fi.mdp.edu.ar](mailto:cnzarate@fi.mdp.edu.ar); <sup>3</sup> [aesteban@fi.mdp.edu.ar](mailto:aesteban@fi.mdp.edu.ar);  
<sup>4</sup> [vmortara@fi.mdp.edu.ar](mailto:vmortara@fi.mdp.edu.ar)

<sup>5</sup> *Departamento de Administración, Facultad de Ciencias Económicas. Universidad Nacional del Centro*  
[corres@econ.unicen.edu.ar](mailto:corres@econ.unicen.edu.ar)

## RESUMEN.

Este trabajo se desarrolla en el marco de un proyecto que incluye la aplicación de técnicas tendientes a la mejora de los indicadores de la gestión de una empresa comercializadora de productos metalúrgicos de la ciudad de Mar del Plata.

A nivel organizacional, el pronóstico de las ventas es una entrada esencial para cualquier decisión en las distintas áreas funcionales: ventas, producción, compras, finanzas y contabilidad.

En el presente informe se analizan las ventas de cuatro años y se utilizan métodos de proyección histórica cuantitativos: determinísticos (suavizado exponencial y variantes), estocásticos (Box-Jenkins) empleando software Cristal Ball y SPSS. Los resultados se comparan con el método que utiliza la gestión actualmente de proyección enfocada.

Posteriormente se calcula el costo en la gestión de inventarios, generado por el error que inevitablemente viene asociado a toda predicción. Para el cálculo del mismo, los costos de posesión y faltante fueron asignados de acuerdo al sistema de costeo ABC (Activity Based Costing) que es considerado como una metodología más adecuada que el método tradicional, para el cálculo de los costos.

Los resultados indican que mayores valores de MAPE resultado de aplicar el modelo enfocado, genera mejores niveles de servicio por su tendencia a sobrepronosticar. Los costos de la gestión de inventarios también resultaron ser mayores para este modelo que para el modelo mas desarrollado. Se demuestra también el aumento exponencial de los costos en la gestión de los inventarios con el nivel de servicio. Las decisiones a tomar deberán tener en cuenta, además de estos resultados, los objetivos y prioridades competitivas de la empresa..

**Palabras Claves:** gestión de inventarios, pronósticos, costos ABC, nivel de servicio

## ABSTRACT:

This work takes place in the framework of a project that includes the application of techniques aimed at improving management indicators of a sales organization of metal products for the city of Mar del Plata.

At the organizational level, the sales forecast is an essential input for decisions in the different functional areas: sales, production, purchasing, finance and accounting.

In this report, sales of four years are analyzed and quantitative historical projection methods are used: deterministic (exponential smoothing and variants), stochastic (Box-Jenkins) using Crystal Ball and SPSS software. The results are compared with the method using management currently focused projection.

After that, the cost generated by the error en forecasting is evaluated in inventory management. To calculate it, the possession and cost of owning and missing were assigned according to ABC costing system (Activity Based Costing) which is considered a more appropriate method than the traditional method for calculating costs.

The results indicate that higher values of MAPE result of applying the focused model generates better service levels for its tendency to over forecast. The costs of inventory management also proved to be higher for this model that the more developed models. The exponential increase in the management costs of inventories with the level of service is also demonstrated. The decisions to be taken into account in addition to these results, the objectives and priorities of the company competitive

## 1 INTRODUCCIÓN

La administración de las operaciones se ocupa de los procesos que se utilizan en la producción de bienes y servicios, actividad principal de cualquier organización. Mediante la selección de técnicas y estrategias apropiadas, el gerente puede diseñar procesos que den a la empresa una ventaja competitiva, permitiéndole alcanzar sus metas mediante la eficiente utilización de los recursos.

Empresas pequeñas y medianas se agrupan en lo que se denomina empresas PYME a fin de encontrar rasgos distintivos comunes que permitan modelar su comportamiento.

Una de los principales inconvenientes que presentan los gerentes de las PYME es la insuficiente capacidad de delegación y mala distribución de tareas. En general, el dueño es quien ejerce la función de gerente y en lugar de ocuparse de cuestiones estratégicas y a futuro, tan importantes para la organización, se ocupan de los problemas que van surgiendo en el día a día, de los aspectos más "urgentes" y coyunturales. Sin embargo, si bien tales decisiones suelen ser exitosas, se respaldan casi exclusivamente con la experiencia personal de quien las toma, lo que las hace dependientes de la persona.

La combinación adecuada de criterios sustentados por las diversas teorías de la administración de empresas con la opinión del gerente y de los actores intervinientes en el proceso productivo, generarán en el proceso de toma de decisiones, una base lógica y consistente que permitirá la sustentabilidad del mismo.

La empresa METAL MDP (nombre ficticio a efectos de conservar la confidencialidad de los datos) es una empresa PYME de servicios, cuya función principal es la de comercializar productos metalúrgicos a comerciantes de la zona.

La empresa distribuye más de 30 tipos de productos, entre los que se cuentan caños de diferente diámetro y largo, chapas de diversos tipos y tamaños y artículos derivados de la industria metalúrgica que se utilizan en la industria de la construcción, pesquera y otras industrias de la zona.

La mano de obra de la empresa es de 20 personas entre operarios de planta y administrativos.

Los procesos centrales de la organización consisten en adquirir los productos, almacenarlos y distribuirlos.

El abastecimiento se concentra en la zona de Capital Federal y Gran Buenos Aires, lugar en el que se sitúa mercado de proveedores; y consiste en la recepción y almacenamiento de los materiales que ingresan al depósito. La distribución se realiza a empresas de la ciudad y la zona. Tanto las actividades de abastecimiento como las de distribución se realizan con medios de transporte propios.

Por tratarse de una pequeña empresa de carácter familiar las herramientas de gestión que utiliza, propias de este tipo de empresa, si bien suelen dar buenos resultados en el corto plazo, adolecen respecto de su alta dependencia de las personas que las aplican.

El objetivo de este trabajo es implementar técnicas de diversas técnicas relacionadas a la gestión de la organización, con objeto de mejorar la situación actual de la misma relativa a las decisiones gerenciales. Con la aplicación de estas técnicas se daría un respaldo consistente a dichas decisiones. A tal efecto se propone cotejar el efecto sobre la gestión de inventario de realizar los pronósticos de ventas con modelos más desarrollados que los que la empresa aplica actualmente. A partir del cálculo de unidades sub y sobre pronosticadas, cuantificar dicho efecto utilizando la metodología ABC. Los costos unitarios según ABC, ya han sido calculados y publicados en un trabajo anterior. (Berardi et al, 2013) [1]

## 2 MARCO TEÓRICO:

Pronosticar consiste en la estimación y el análisis de la demanda futura para un producto en particular, un componente o un servicio, a través de diferentes técnicas de previsión. El pronóstico es una herramienta básica en la toma de decisiones de la administración y en particular, es un componente esencial para que cualquier sistema de inventarios tenga éxito. (Hillier1996) [2]

A nivel organizacional, el pronóstico de las ventas es una entrada esencial para cualquier decisión en las distintas áreas funcionales: ventas, producción, compras, finanzas y contabilidad.

Existen cuatro técnicas básicas para realizar los pronósticos: cualitativa, análisis de series de tiempo, de relaciones causales y de simulación.

### 2.1 TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE SERIES DE TIEMPO

Son técnicas desarrolladas utilizando los datos históricos. Dentro de éstas, tal vez a técnica más útil para el pronóstico a corto plazo sea el ajuste exponencial (BALLOU, 2004). [3]

En esta técnica el pronóstico de demanda para el siguiente período estará dado por:

Pronóstico nuevo=  $\alpha$  \* (demanda real) + (1- $\alpha$ ) (pronóstico anterior) como se muestra en la ecuación (1)

$$F_{(i+1)} = A * A_i + (1 - A) * F_i \quad (1)$$

Siendo:

$F_{(i+1)}$  = Pronóstico para el período “i+1”

$\alpha$  un factor de ponderación o constante de ajuste exponencial

$A_i$  = Las ventas reales en período “i”

$F_i$  = el pronóstico realizado para el período “i”

Derivado de este método, se hallan los modelos de ajuste exponencial corregido por tendencia (Holt), por tendencia y estacionalidad (Holt – Winters).

Entre otras técnicas que suelen ajustar en forma adecuada, se pueden mencionar:

- promedio móvil simple y ponderado: suele utilizarse por su facilidad de comprensión y aplicación es sumamente sencilla y económica.
- La descomposición clásica de las series de tiempo consiste en descomponer la serie histórica en los distintos componentes de demanda y a partir de éstos realizar la proyección.
- Modelo Box Jenkins: es método muy complejo de auto correlación, que permite un análisis del modelo propuesto, más preciso que lo que es posible con otros métodos El modelo autorregresivo integrado de media móvil o ARIMA (acrónimo del inglés *autoregressive integrated moving average*) es un modelo estadístico que utiliza variaciones y regresiones de datos estadísticos con el fin de encontrar patrones para una predicción hacia el futuro. Se trata de un modelo dinámico de series temporales, es decir, las estimaciones futuras vienen explicadas por los datos del pasado y no por variables independientes. Fue desarrollado a finales de los sesenta del siglo XX. Box y Jenkins lo sistematizaron.
- La proyección enfocada: Son reglas sencillas y de sentido común que se integran y luego se prueban para ver si deben conservarse, por ejemplo:
  - La demanda de los próximos 3 meses será un 10% mayor a la de los últimos 3 meses
  - Los que se venderá en el próximo bimestre es igual a lo que vendió en el mismo bimestre del año anterior;
  - La venta del próximo trimestre sea 5% superior a la venta en el mismo trimestre del año anterior.

## 2.2 CÁLCULO DEL ERROR DE PRONÓSTICO

Se define error como la diferencia entre el valor del pronóstico y lo que realmente ocurrió en dicho período. A partir del concepto que la demanda tiene un componente aleatorio, todos los pronósticos contienen con certeza algún error.

Denominamos  $e_i$  al error del pronóstico, que se define como muestra la ecuación 2

$$E_i = A_i - F_i \quad (2)$$

$A_i$  = La demanda real en el período “i”

$F_i$  = Pronóstico realizado para el período “i”

Existen varias formas de medir el error acumulativo del pronóstico a largo plazo, durante varios períodos, entre ellas MAD, RMSE, MAPE.

El Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE o *Mean Absolute Percentage Error*) es un indicador del desempeño del pronóstico de demanda que mide el tamaño del error (absoluto) en términos porcentuales. El hecho de que se estime como una magnitud del error porcentual lo hace un indicador frecuentemente utilizado por los encargados de elaborar pronósticos debido a su fácil interpretación.

La fórmula para el cálculo del MAPE o Error Porcentual Absoluto Medio es, según la ecuación 3

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|A_t - F_t|}{|A_t|}}{n} \quad (3)$$

### 2.2.1 ERROR DE PRONÓSTICO Y SU EFECTO EN LA GESTIÓN DE INVENTARIO

La consideración primordial en la elección de un método de pronóstico es seleccionar aquel método que arroje menor error.

Sin embargo, para el caso particular de una organización productiva que utiliza el pronóstico de ventas para planificar producción e inventarios, existe una diferencia que se refleja en los resultados finales y que depende del signo del error.

Si el error es positivo, es decir,  $A_i - F_i > 0$ , implica que el pronóstico resultó ser menor a la venta real y se denomina “Subpronóstico”. Un subpronóstico generará un quiebre en el estado de inventario.

Un error negativo se denomina “Sobrepronóstico” y significa que el pronóstico ha sido mayor a la venta real. El sobrepronóstico trae como consecuencia un exceso de inventario, Si se evalúa desde este punto de vista, Kerkanen et al [4] analizan el impacto del error de pronóstico bajo tres categorías, de las cuales las de in principales las cuales se presentan en Tabla 1.

TABLA 1: impacto del error de pronóstico en producción

Impacto en la planificación	Impacto en la capacidad de producción	Impacto en el inventario
Inestabilidad en la programación	Capacidad sobredimensionada.	Exceso de inventario
	Capacidad insuficiente	Costo de mantenimiento de inventario
		Obsolescencia
		Beneficio reducido
		Costo de ventas perdidas

En su revisión, Sanders & Graman (2009) [5], mencionan la existencia de numerosos estudios en los que el error de pronóstico se evalúa considerando el signo del mismo. Por ejemplo, el de Biggs y Campion [6], que estudiaron el impacto del error de pronóstico en un MRP, considerando únicamente el signo. Ellos encontraron que la función de costos varía para subpronóstico y sobrepronóstico en forma distinta. Paradójicamente encuentran que el sobrepronóstico suministró mejores resultados generales que la completa ausencia de sesgo.

Un indicador muy apropiado para medir un buen ajuste del modelo, para estas situaciones, suele ser el Nivel de Servicio. El nivel de servicio se puede calcular como

$$NS = \frac{\text{unidades servidas a tiempo}}{\text{unidades totales}}$$

## 2.3 COSTO DEL ERROR DE PRONÓSTICO Y SU EFECTO EN LA GESTIÓN DE INVENTARIOS

### 2.3.1 ESTIMACIÓN DE COSTOS DE INVENTARIO

En general los modelos de optimización de sistemas de inventarios son modelos de costos, es decir el criterio de óptimo es la minimización del costo total de la gestión. Dicho costo total para cada producto es un costo para la toma de decisiones que está compuesto por la suma de los cuatro costos siguientes (Morán, 2001)[7] :

- a) Costo variable unitario de compra o producción puesto en el almacenamiento.
- b) Costo fijo de la orden de compra o producción.
- c) Costo de mantenimiento de las existencias.
- d) Costo de faltante.

## 2.4 SISTEMAS DE ASIGNACIÓN DE COSTOS

A nivel micro y macroscópico una empresa debe conocer sus ingresos y sus gastos. El conocimiento y análisis de los costos es una solución estratégica para mantener la competitividad y aún la viabilidad.

Los sistemas tradicionales de cálculo de costos se basan en los productos finales o servicios y están diseñados para determinar el costo de dichas producciones. Además, en este sistema, la precisión varía ampliamente y disminuye cuando uno se mueve de los costos directos hacia los indirectos. Consecuentemente cualquier incremento de la importancia relativa de los gastos indirectos aumenta la incertidumbre sobre la validez de la información de costos generada por esos sistemas convencionales.

A los fines prácticos (más aún para las pequeñas compañías), en general, se usan como coeficientes de costos indirectos horas de máquinas, número de operarios o salarios pagados a los operarios, etc. Este problema ha sido uno de los factores que llevó al desarrollo del sistema de costos basado en las actividades o Sistema de Costeo ABC.

El sistema ABC de costeo se considera una asignación más representativa de los gastos de una empresa que el sistema de costeo tradicional.

## 3 METODOLOGÍA

Se seleccionaron los 4 artículos más importantes de la organización, utilizando el principio de Pareto.

Se cuenta con 4 años de datos, los que se utilizarán de la siguiente manera: con 3 años se armarán los modelos de pronóstico y se pronosticará el 4º año. El error del modelo se calculará a partir del resultado de pronóstico, comparándolo con las ventas reales del 4º año.

Para la obtención de los pronósticos de suavizado exponencial se utilizó software Crystal Ball y para aplicar el modelo ARIMA, el SPSS.

El cálculo de la gestión de inventario, el error de pronóstico y la asignación de costos se realizaron utilizando diversas planillas Excel.

## 4 DESARROLLO

El trabajo se plantea considerando la situación inicial de la organización, designada como S0 y la situación propuesta que se denominó S1. El objetivo es el de describir y cuantificar dichas situaciones a efectos de poder compararlas entre sí.

S0 refleja el estado actual de la organización respecto de la metodología aplicada en la gestión de los inventarios.

Para la descripción y cuantificación de S0, se plantea el modelo de pronóstico enfocado, que es el que actualmente utiliza la empresa en sus planificaciones. Para cuantificar el comportamiento del modelo, se calcula su correspondiente MAPE y además, se calculan las unidades sobrantes (sobre pronosticadas) y faltantes (sub pronosticadas), resultantes de la gestión del inventario. Posteriormente se calculan los costos del error de pronóstico (sobre pronóstico y sub pronóstico) en la gestión del inventario.

S1 refleja el resultado de aplicar métodos de pronósticos un poco más desarrollados y su efecto en la gestión de inventarios. El costo del error de pronóstico se calcula de la misma forma que en S0

Para el cálculo del costo unitario de posesión y de faltante según el método ABC, se toman los valores publicados en un trabajo previo, realizado en la misma organización (Berardi et al 2013)[1].

### 4.1 SITUACIÓN INICIAL S0

La empresa en estudio evalúa y proyecta la demanda de acuerdo a la opinión del gerente y sus subordinados directos. De la misma forma planifica las necesidades de existencias a mediano plazo. Como se mencionó en la introducción, esta metodología en la toma de decisiones adolece de la alta dependencia de quien las toma.

#### 4.1.1 OBTENCIÓN DEL PRONÓSTICO DE LA DEMANDA

Para predecir la demanda, la empresa utiliza un modelo que denominamos de Pronóstico Enfocado (PE) mediante el cual estima que las ventas del mes serán un 5% mayores que las del mes anterior. Se realiza entonces el pronóstico de acuerdo a dicho criterio y se comparan las ventas reales del año cuatro con su correspondiente valor de venta pronosticado. El gráfico 1 presenta los valores obtenidos para el producto “caño”.

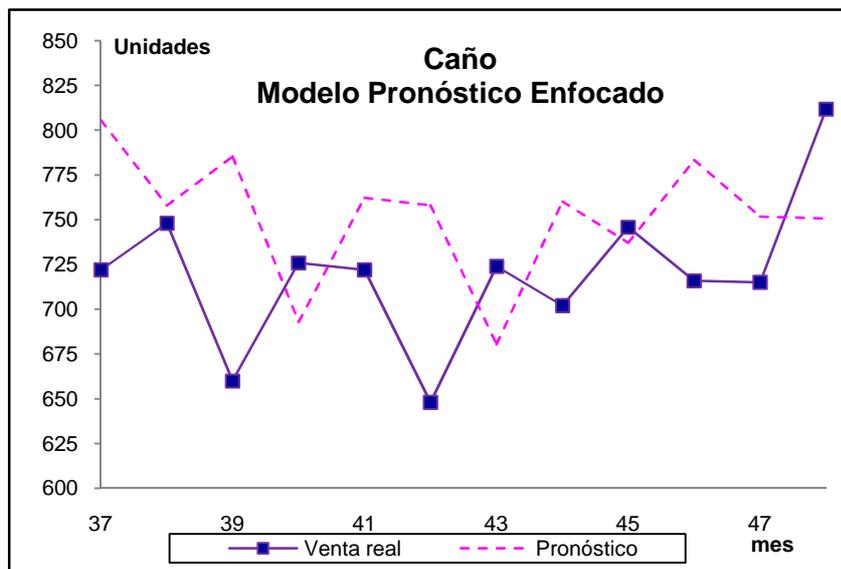


Gráfico 1: pronóstico enfocado y ventas reales para producto Caño

Se observa que el pronóstico sigue en forma “retrasada “al desarrollo de las ventas reales. Se calcula la MAPE del pronóstico para cada uno de los productos. En el Gráfico 2 se muestran los resultados para los cuatro productos:

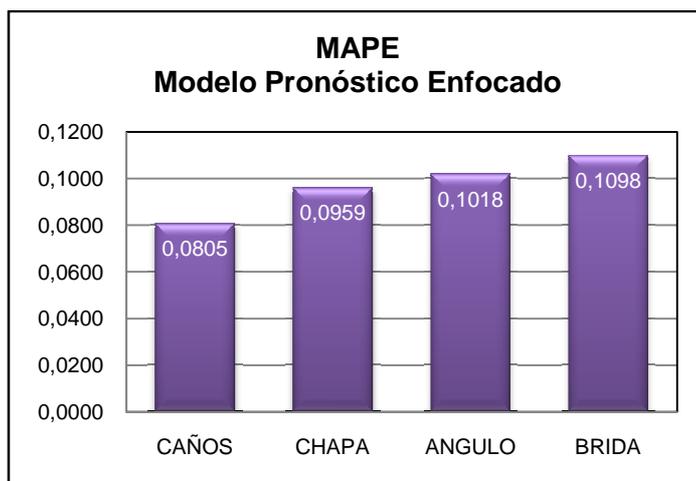


Gráfico 2: MAPE. Modelo PE

#### 4.1.2 GESTIÓN DE INVENTARIOS

##### 4.1.2.1 CÁLCULO DE UNIDADES SOBANTES Y FALTANTES

Para el cálculo de las unidades totales anuales faltantes y sobrantes del período, se considera la gestión que debería realizarse en la administración del inventario. Se supone que el lote a pedir en el período, es el valor del pronóstico, al que se descuentan las ventas reales más el inventario al inicio del período. El resultado indica la cantidad de unidades en exceso o defecto resultantes en el período.

En el gráfico 3 se muestran los resultados obtenidos. Del mismo se observan que, en orden descendente, la mayor cantidad de unidades sobrantes se presentaron para ángulo, brida, caño y chapa mientras que la mayor cantidad de unidades faltantes se presentaron para brida, ángulo, chapa y caño



Gráfico 3: unidades anuales sobrantes y faltantes. Modelo PE

##### 4.1.2.2 CÁLCULO DEL NIVEL DE SERVICIO

El Nivel de Servicio Resultante, calculado como unidades servidas a tiempo respecto Unidades Totales se presenta en Tabla 1

Tabla 1: Nivel de Servicio. Modelo PE

	NS
CAÑO	0,9887,
CHAPA	0,9701
ANGULO	0,9764
BRIDA	0,9636
<b>promedio</b>	<b>0,9747</b>

Se observa además una lógica correlación inversa entre el número de unidades faltantes y el Nivel de Servicio obtenido

#### 4.1.3 CÁLCULO DEL COSTO DEL ERROR DE PRONÓSTICO

Para evaluar los costos de los errores por sobrepronóstico y subpronóstico, es necesario considerar los costos de posesión y de faltantes, resultantes por la metodología ABC. Tabla 2 presenta los valores obtenidos

Tabla 2: costos de mantenimiento de existencias por producto

	Costo de adquisición (us\$/u)	Costo de posesión (us\$/u)	Costo de faltante (us\$/u)
CAÑOS	123	21,05	526,21
CHAPAS	147	30,38	759,39
ÁNGULOS	32	8,31	207,83
BRIDAS	26	5,46	136,61

Como resultado de aplicar dichos valores a las unidades faltantes y sobrantes, se obtienen los valores que se muestran en la tabla 3.

Tabla 3, costos de error de pronóstico según ABC

Producto	Costo total de posesión (us\$/u)	Costo total de faltante (us\$/u)	Costo Total
CAÑOS	4614	292	9303
CHAPAS	7778	2968	18740
ÁNGULOS	7022	858	10266
BRIDAS	2738	1845	14156
TOTAL	22152	5963	52465

#### 4.2 SITUACIÓN PROPUESTA S1

Con el objetivo de mejorar la gestión de la organización se realiza el pronóstico de la demanda utilizando dos modelos propuestos, diferentes al modelo de pronóstico enfocado: por un lado utilizando el software Crystal Ball y por otro, utilizando el SPSS para aplicar el Modelo ARIMA. Para asignar los costos se utiliza la metodología de Costeo ABC

##### 4.2.1 OBTENCIÓN DEL PRONÓSTICO DE LA DEMANDA

Se realizó el pronóstico de los 4 productos aplicando el software Crystal Ball. En el gráfico 4 se presentan las MAPE arrojadas por los mejores métodos para cada producto

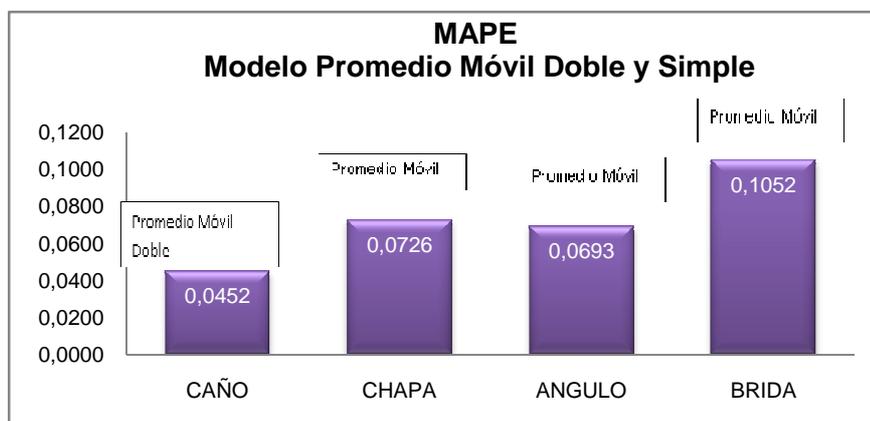


Gráfico 4: MAPE Promedio Móvil Doble y Simple

El gráfico 5 presenta los valores de MAPE cuando el pronóstico se realiza aplicando el modelos ARIMA.

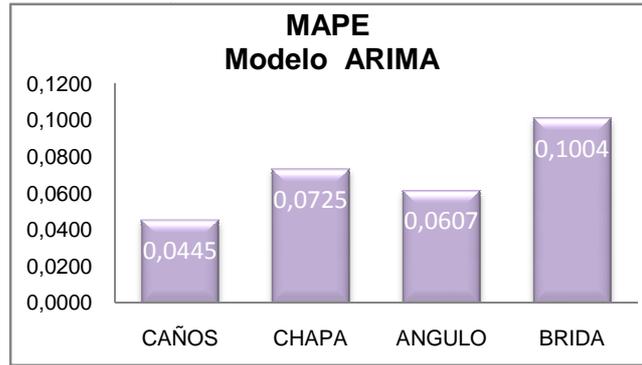
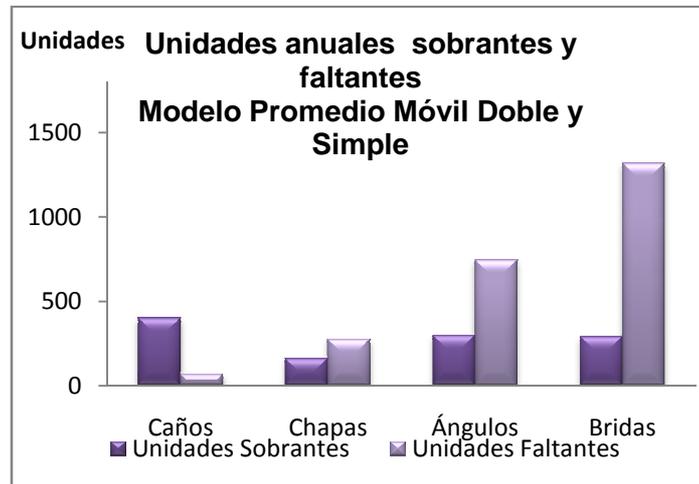


Gráfico 5: MAPE ARIMA

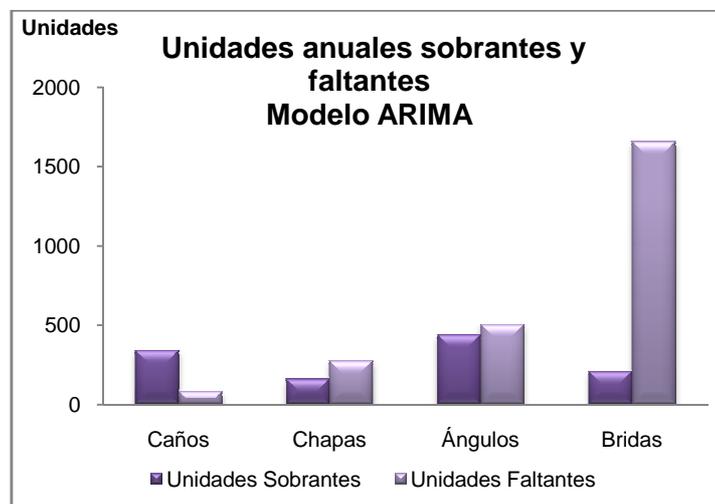
#### 4.2.2 GESTIÓN DE INVENTARIO

##### 4.2.2.1 CÁLCULO DE UNIDADES FALTANTES Y SOBANTES

Gráficos 6 y 7 presentan las unidades faltantes aplicando los modelo de Promedio Móvil y ARIMA respectivamente



Gráficos 6 unidades anuales sobrantes y faltantes. Modelo Promedio móvil



Gráficos 7: unidades anuales sobrantes y faltantes. Modelo ARIMA

Se observa que aplicando estos métodos se obtienen mayor número de unidades faltantes, comparando con el Modelo de Proyección Enfocado

#### 4.2.2.2 CÁLCULO DEL NIVEL DE SERVICIO

El nivel de servicio obtenido de aplicar la gestión de inventarios utilizando los pronósticos de Crystal Ball y ARIMA se presenta en Tablas 4 y 5 respectivamente

Tabla 4: Nivel de Servicio.  
Modelo de Pronóstico Promedio Móvil

	<b>NS</b>
CAÑO	0,9915
CHAPA	0,9555
ANGULO	0,9484
BRIDA	0,9186
<b>promedio</b>	<b>0,9535</b>

Tabla 5: Nivel de Servicio. Modelo ARIMA

	<b>NS</b>
CAÑO	0,9891
CHAPA	0,9555
ANGULO	0,9627
BRIDA	0,8968
<b>promedio</b>	<b>0,9510</b>

#### 4.2.3 CÁLCULO DEL COSTO DEL ERROR DE PRONÓSTICO. .

Utilizando los valores de Tabla 2 es posible calcular el costo del error del pronóstico en la gestión de inventario, para el modelo de Promedio Móvil y para ARIMA. Tablas 6 y 7 presentan los resultados.

Tabla 6: costos totales por error de pronóstico.  
Modelo Promedio Móvil- Metodología ABC

Producto	Costo total de posesión (us\$/u)	Costo total de faltante (us\$/u)	Costo Total
CAÑOS	8444	859	9303
CHAPAS	4911	13829	18740
ÁNGULOS	2482	7784	10266
BRIDAS	1594	10562	12156
<b>TOTAL</b>	<b>17431</b>	<b>35034</b>	<b>50465</b>

Tabla 7: costos totales por error de pronóstico.  
Modelo ARIMA- Metodología ABC

Producto	Costo total de posesión (us\$/u)	Costo total de faltante (us\$/u)	Costo Total
CAÑOS	7220	1700	8920
CHAPAS	4911	13831	18742
ÁNGULOS	3667	4039	7706
BRIDAS	1147	17825	18972
<b>TOTAL</b>	<b>16945</b>	<b>37396</b>	<b>54340</b>

## 5 ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Se evaluaron y cuantificaron dos situaciones posibles, S0 y S1

- S0, es la situación actual en la que el pronóstico se realiza en forma intuitiva que para la realización de este trabajo, se procesó como modelo de pronóstico enfocado
- S1: es la situación propuesta en la que se aplican modelos más desarrollados como promedio móvil, doble y simple y ARIMA.

En ambas situaciones se evaluó el error de pronóstico y su efecto en la gestión de inventarios. Esto se hizo a través del costo de posesión y de faltante y utilizando el Nivel de Servicio como indicador.

A partir de los resultados presentados, se puede realizar el siguiente análisis

### 5.1 DE LOS MODELOS DE PRONÓSTICO

- a) En el gráfico 8 se presentan los valores de MAPE obtenido según los 3 modelos de pronóstico aplicados a las series de datos.

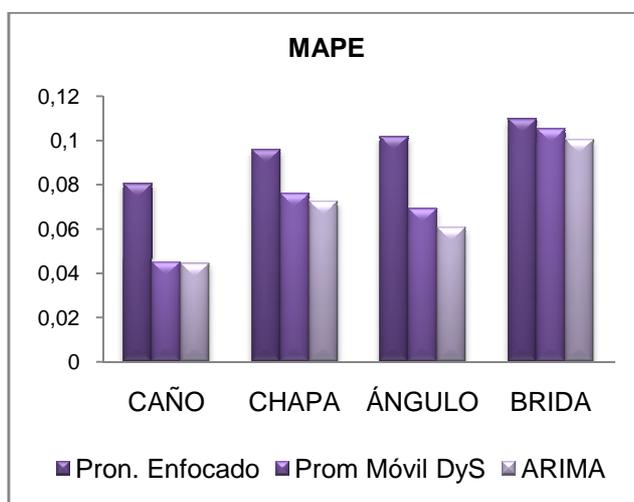


Gráfico 8: MAPE según los distintos modelos de pronóstico

De estos resultados se concluye que el modelo de Pronóstico Enfocado arroja la mayor MAPE y el modelo ARIMA, la menor, para todos los productos.

- b) El resultado de la gestión de inventarios a los productos en unidades anuales sobrantes y faltantes para los tres modelos de pronóstico aplicados, se presenta en gráficos 9 y 10.

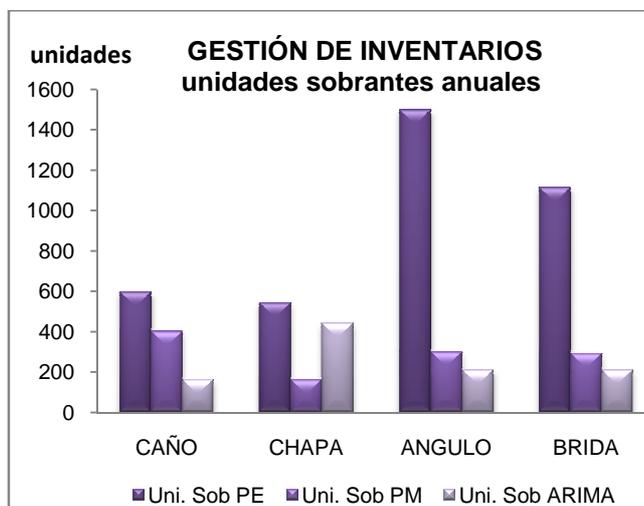


Gráfico 9: unidades sobrantes anuales según los tres modelos de pronóstico

El modelo de PE es el que más unidades sobrantes arrojó, en forma comparativa con los 2 modelos restantes.

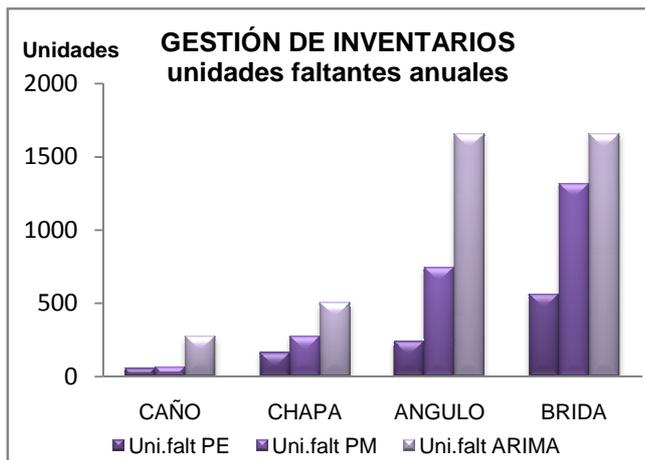


Gráfico 10 unidades faltantes anuales según los tres modelos de pronóstico

El modelo ARIMA generó el mayor número de unidades faltantes. No obstante que el modelo PE posee una MAPE importante generó el menor número de unidades faltantes

En gráfico 11 se observa que el aumento de MAPE no alteró demasiado el número de unidades sobrantes, aunque sí el aumento de unidades faltantes.

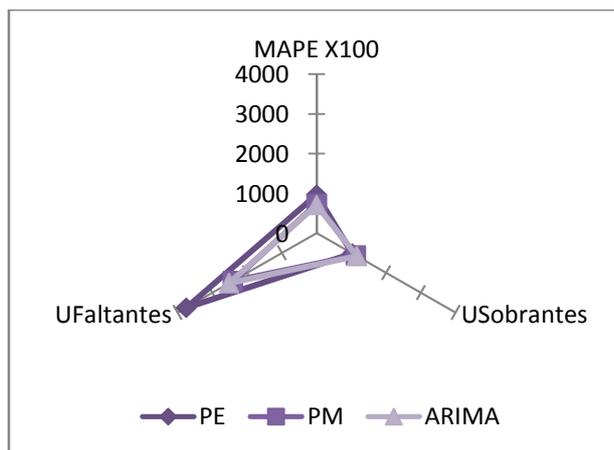


Gráfico 11: relación entre MAPE y las unidades sobrantes y faltantes

a) el Nivel de servicio resultante de la aplicación de la gestión de inventario se presenta en gráfico 12:

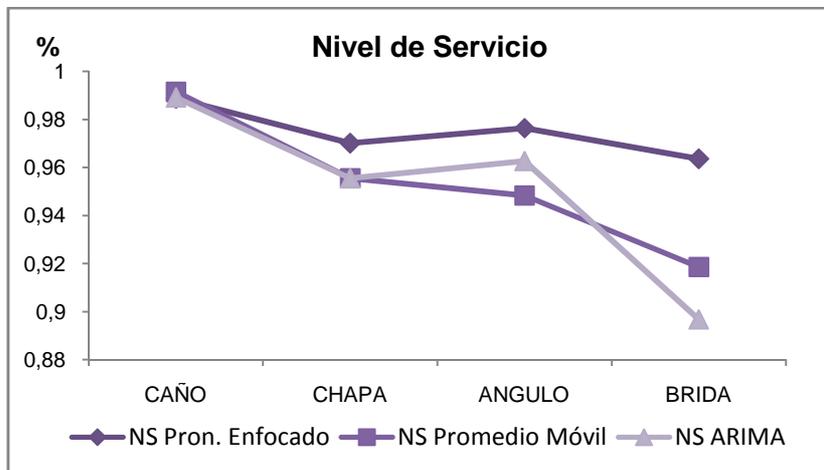


Gráfico 12: Nivel de Servicio según los tres modelos de pronóstico

Se observa que el Nivel de Servicio obtenido con Pronóstico Enfocado es generalmente superior al obtenido con modelos más desarrollados. Esto tiene una estrecha correlación con las unidades sobrantes arrojadas por el modelo.

En resumen, el valor de MAPE varía según el modelo utilizado y no tiene una incidencia significativa sobre las unidades sobrantes de la gestión de inventario aunque sí sobre las unidades faltantes.

## 5.2 DEL COSTO TOTAL DEL ERROR DE PRONÓSTICO

En gráfico 13 se presenta el costo total en la gestión de inventarios según el modelo de pronóstico aplicado.

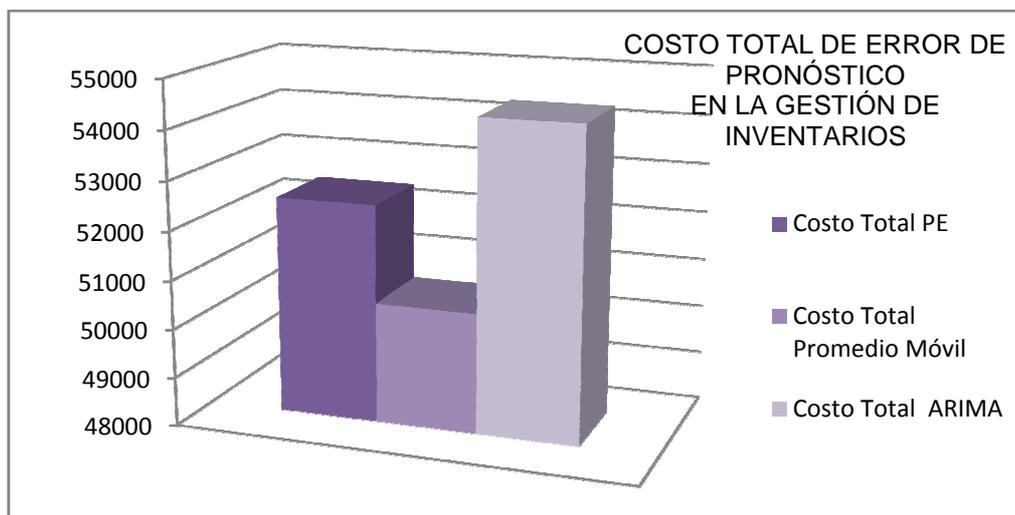


Gráfico 13: Costo total de error de pronóstico en la gestión de inventario

Se observa que, el modelo de promedio móvil es el que menor costo ocasionó.

Esto es un resultado interesante dado que, un modelo de pronóstico sumamente sencillo como es el Promedio Móvil Simple y Doble puede causar mejoras desde el punto de vista de los costos.

Estos valores de costos de error, también se pueden comparar con la MAPE promedio obtenida para cada uno de los modelos. Gráfico 14 se observa esta relación

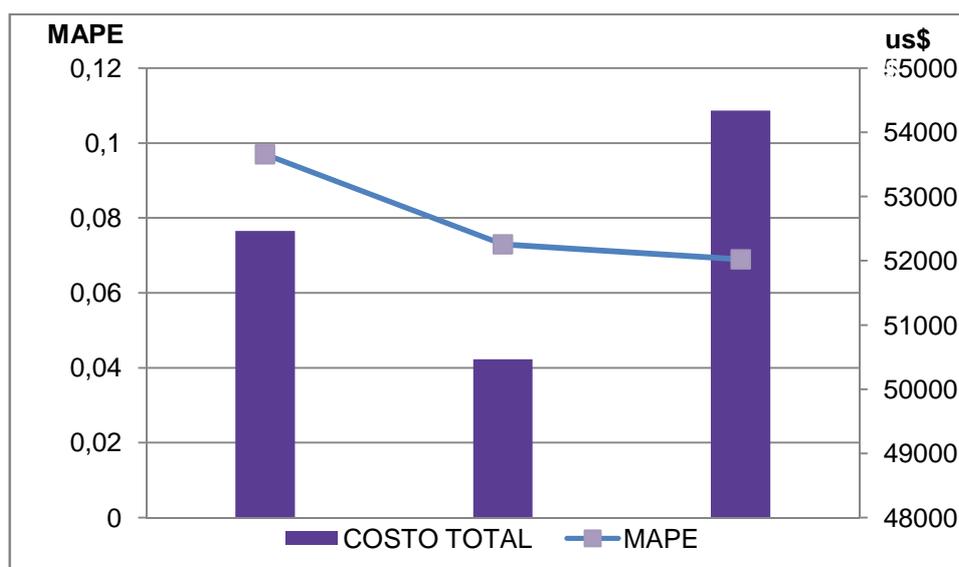


Gráfico 14: Relación Costo total de error de pronóstico - MAPE

Se observa que el modelo de menor MAPE, en nuestro caso, ARIMA es el que más costoso resultó. Este es un resultado a destacar, ya que señala que el modelo de menor MAPE no es aquél que menor costo genera

Por otro lado, también se puede comparar la MAPE de los modelos con el Nivel de Servicio. Gráfico 15 presenta esta relación.

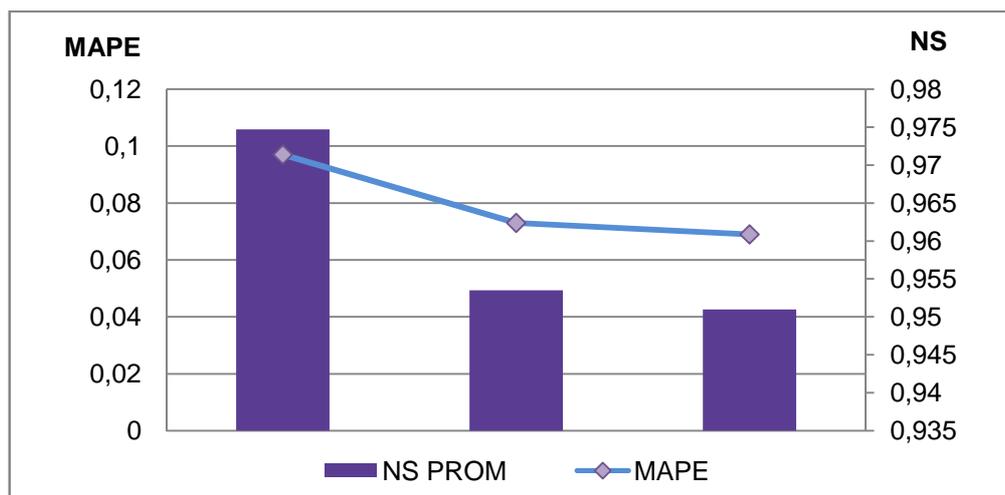


Gráfico 15 Relación MAPE - Nivel de Servicio

Este resultado, también es muy interesante dado que permite concluir que el menor valor de MAPE, no arrojó el mejor Nivel de Servicio.

Como conclusión general, se puede afirmar que, cuando el objetivo es mejorar la gestión de inventarios, para este caso, la MAPE no sería un buen indicador al momento de seleccionar el mejor modelo de pronóstico

Por otro lado, el modelo de Promedio Móvil Simple y Doble, resultó en un método sumamente sencillo de interpretar y de aplicar que generó mejores resultados en términos de costos. De todas formas, para seleccionar el mejor modelo de pronóstico se deberá tener en consideración las Prioridades Competitivas de la empresa.

## 6 BIBLIOGRAFIA

[1] BERARDI, M.B. ZÁRATE, C.N, ESTEBAN, A y otros (2013) .*"Comparación entre el cálculo tradicional de costos y el método de costeo ABC (activity based costing) en un almacén de productos metalúrgicos"*.

[2] HILLIER F., LIEBERMAN G.(1997): *"Introducción a la Investigación de Operaciones"*.Cap.18, editorial Mc. Graw Hill.

[3] BALLOU R., (2004): *"Logística, Administración de la Cadena de Suministro"*.5ta. Ed.Cap.1. Editorial Prentice Hall.

[4] KERKKANEN A, KORPELA J, HUISKONEN J, (2009). *"Demand forecasting errors in industrial context: Measurement and impacts"*. International Journal of Production Economics, 118: 43–48.

[5] SANDERS R; GRAMAN G. (2009) *"Quantifying costs of forecast errors: A case study of the warehouse environment"* Omega 37:116-125

[6] BIGGS JR, CAMPION WM. *"The effect and cost of forecast error bias for multiple-stage production-inventory systems"*. Decision Sciences 1982;13 (4):570–84.

[7] MORÁN, R A. (2001). *Gestión de las existencias (Stocks)*. Publicado por la Universidad Nacional de Rosario. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura.