

CAPÍTULO 2: PRODUCTOS Y DEMANDAS.

En el primer capítulo de este proyecto se expusieron los productos que se fabrican en Funpimet, por lo que aquí se analizan los datos históricos de ventas para pronosticar futuras ventas.

2.1. Datos históricos de demandas.

En este punto, se presentan las ventas por kilogramos de material base del producto y no por tipo de producto ni por ingresos. Lo anterior se debe a lo siguiente:

- Existen clientes que solo compraron una sola ocasión.
- Clientes que compraron algún producto de diseño especial.
- Hay productos que se pueden fabricar en diversos materiales, según las especificaciones del cliente. Se presentan productos que algún cliente pidió en alguna ocasión en cierto material y no lo vuelve a solicitar, pero pide otro producto en el mismo material, ya sea en mayor o en menor volumen
- Las piezas tienen distintos precios ya sea por el material, una variante de aleación en que se fabrican, o por alguna variante del proceso.

Recopilando la facturación se realizó un análisis del volumen de ventas en kilogramos por tipo de metal, cuyos datos se presentan en la tabla 2.0.

Tabla 2.0: Ventas históricas por kilogramos de material.

AÑO	Mes	Ventas (Kg.)		
		Hierro gris	Aluminio	Bronce
2000	Agosto	242.40	1029.00	157.70
	Septiembre	97.50	1000.00	222.70
	Octubre	4444.30	1108.00	0.00
	Noviembre	8794.40	2253.96	0.00
	Diciembre	8457.05	1177.10	0.00
2001	Enero	8979.00	3182.28	0.00
	Febrero	9607.50	3113.16	36.00
	Marzo	11485.00	3248.00	25.50
	Abril	8420.00	3042.00	97.00
	Mayo	11995.00	3289.04	25.50
	Junio	9680.65	5825.70	36.00
	Julio	8684.20	3509.10	45.00
	Agosto	8790.00	2289.00	25.50
	Septiembre	8078.50	5468.10	25.50
	Octubre	10070.40	2262.00	0.00
	Noviembre	12359.00	2412.00	63.00
	Diciembre	12450.80	3396.00	0.00
2002	Enero	9005.23	1500.00	0.00
	Febrero	10760.30	1652.70	96.00
	Marzo	12133.50	1850.00	0.00

Tabla 2.1 (continuación)

AÑO	Mes	Ventas (Kg.)		
		Hierro gris	Aluminio	Bronce
2002	Abril	7650.00	1642.00	90.00
	Mayo	9671.30	1775.00	45.00
	Junio	8788.50	1591.80	0.00
	Julio	9151.00	1673.70	23.60
	Agosto	11416.50	1777.90	0.00
	Septiembre	9093.50	2982.00	0.00
	Octubre	9475.50	2379.00	0.00
	Noviembre	10988.00	1719.50	27.50
	Diciembre	12236.00	1500.00	0.00

2.2. Pronósticos de las demandas.

Norman Gaither y Greg Frazier, en su libro *Operations Management*, aclaran que es necesario que una empresa posea ventajas competitivas de los pronósticos, pues estos son una parte integral en la planeación de los negocios (1999, Pág. 63). Por lo anterior, se pronosticará la demanda de la empresa para realizar la planeación de capacidad y redistribución de la misma. Por otro lado, los autores arriba citados señalan que el primer paso en la planeación es el pronosticar o estimar futuras demandas de productos y servicios, y por ende de los recursos necesarios para estos.

Para el presente proyecto, se utilizaron los modelos de pronósticos siguientes:

- 1) Descomposición de series de tiempo.¹
- 2) Pronóstico por regresión de series de tiempo.
- 3) Pronóstico por regresión de series de tiempo con estacionalidad.
- 4) Promedios móviles.
- 5) Suavizamiento exponencial.
- 6) Suavizamiento exponencial con tendencia o Suavizamiento exponencial doble.

Los últimos 5 métodos se encuentran en el libro de Gaither y Frazier (1999, Pág. 69-92).

Los pronósticos tienen importancia crítica para muchas organizaciones; y más para una empresa, pues éstos sirven de base para la producción, finanzas, personal, investigación, desarrollo y otras actividades relacionadas (Weinstein, David. 1984). De acuerdo a Bert Steece (1984) al tener en cuenta la amplia gama de modelos de pronósticos existentes, también se debe tener capacidad para evaluar la utilidad de éstos².

Los criterios utilizados para evaluar los modelos de pronósticos presentados y así seleccionar el más adecuado son los siguientes³:

- Error Medio Absoluto (MAD o EMA): Es el promedio de las desviaciones absolutas (Error) del pronóstico con respecto al dato original. Este indicador nos proporciona la precisión del modelo evaluado, por lo que a menor valor de MAD es mejor el modelo.

¹ Gaither, Norman y Frazier, Greg. Operations Management. 9th ed. South Western. USA: 1999

² Weinstein, David. Manual de técnicas de pronósticos.

³ Gaynor, Patricia E. y Kirkpatrick Rickey C. Introduction to time-series modeling and forecasting in business and economics. McGraw-Hill Inc. USA: 1994

- Coeficiente de determinación (R^2): Nos da un número entre 0 y 1 y es un porcentaje que nos indica el ajuste de los datos del modelo a los originales; es decir, que tan bueno es el modelo en cuanto a ajuste, mientras más se acerque a 1 es mejor.

En este proyecto se seleccionaron dos indicadores, los arriba expuestos, para evaluar los modelos. El primero para medir la exactitud o precisión del modelo y el segundo para medir el ajuste del modelo.

La precisión del pronóstico se refiere a que tan cerca está de los datos actuales. Esto se debe a que los pronósticos son hechos antes de que los datos actuales lleguen a conocerse, por lo que para esto se eligió el MAD ó EMA. Si los pronósticos son muy cercanos a los datos actuales a través del tiempo, la precisión es alta y el error del pronóstico es bajo. Por otro lado, el ajuste del modelo dado por R^2 determina el porcentaje de variación total explicada por el modelo; es decir, cuanto de la variación total en la variable dependiente (y) es explicada por la variable independiente (x) o por la línea de tendencia⁴.

Lo anterior, selección de dos indicadores, se debe a lo que menciona Bert Steece (1984, Pág. 562) “se tienen muchas pruebas de que un modelo que se ajusta bien a los datos históricos, no necesariamente pronostica bien”. Por ello, tiene poco sentido evaluar un modelo en función de su capacidad de ajuste a los datos históricos.

Finalmente, este proyecto propone evaluar un modelo en función de su capacidad para pronosticar bien y posteriormente en su ajuste y no viceversa.

⁴ Gaither, Norman y Frazier, Greg. Operations Management. 9th ed. South Western. USA: 1999

2.2.1. Pronósticos de fundición de Hierro gris.

A continuación se presenta el resumen de evaluación de los pronósticos antes expuestos y la evaluación de los mismos se encuentra en el anexo 1.

Tabla 2.1 Resumen de indicadores para modelos de pronósticos para hierro gris.

No.	Modelo:		MAD	R ²
1	Series de tiempo por regresión		1260.55	0.0206
2	Serie de tiempo estacionalizada		504.26	0.8155
3	Promedios móviles a	3 meses	1512.82	0.2581
4		5 meses	1391.07	0.1432
5		7 meses	1426.07	0.1503
	Suavizamiento exponencial			
6	con alfa =	0.05	1277.59	0.2360
7		0.10	1300.28	0.1541
8		0.15	1320.01	0.1308
9		0.20	1346.62	0.1305
10		0.25	1365.83	0.1428
	Suavizamiento exponencial doble			
11	Alfa =	0.2	1149.83	0.1114
	Beta =	0.2		

En base al resumen arriba mostrado, el modelo seleccionado fue el modelo de serie de tiempo con estacionalidad (modelo número 2), debido a que los criterios de selección antes expuestos se presentan en la tabla 2.2.

Tabla 2.2 MAD Y R^2 para el modelo Serie de Tiempo con estacionalidad de hierro gris.

MAD	504.26
R²	0.8155 = 81.55%

El modelo de Serie de Tiempo con estacionalidad correspondiente al hierro gris es:

Ecuación de regresión: $Y = a + bX$

Dónde: $Y =$ Ventas

$X =$ Periodo de tiempo

$a = 10049.6261$

$b = -1.7398$

Pronóstico = $Y^*(\text{índice estacional})$

Los índices estacionales fueron los siguientes:

Tabla 2.3 Índices estacionales para el modelo Serie de Tiempo con estacionalidad.

Periodo	Índices estacionales
Enero	0.8956
Febrero	1.0143
Marzo	1.1762
Abril	0.8003
Mayo	1.0790
Junio	0.9197
Julio	0.8882
Agosto	1.0063

Tabla 2.3 (continuación)

Septiembre	0.8551
Octubre	0.9734
Noviembre	1.1627
Diciembre	1.2294

Dicho modelo generó los siguientes pronósticos.

Tabla 2.4 Pronóstico de ventas de Kg. de hierro gris para el año 2003

Mes	x	Índices est.	Pronóstico Y	Pronóstico estacionalizado
Enero	25	0.8956	10039.67	8991.47
Febrero	26	1.0143	10039.61	10183.11
Marzo	27	1.1762	10039.55	11808.27
Abril	28	0.8003	10039.50	8034.28
Mayo	29	1.0790	10039.44	10832.12
Junio	30	0.9197	10039.38	9233.65
Julio	31	0.8882	10039.32	8916.65
Agosto	32	1.0063	10039.27	10102.12
Septiembre	33	0.8551	10039.21	8584.99
Octubre	34	0.9734	10039.15	9771.74
Noviembre	35	1.1627	10039.09	11671.99
Diciembre	36	1.2294	10039.03	12341.73

Por los criterios de selección antes expuestos y aquí mostrados numéricamente se puede decir que es un buen modelo, pues tiene alta precisión y un buen ajuste.

2.2.2. Pronósticos de fundición de Aluminio.

A continuación se presenta el resumen de evaluación de los pronósticos antes expuestos y la evaluación de los mismos se encuentra en el anexo 2.

Tabla 2.5 Resumen de indicadores para modelos de pronósticos para aluminio.

No.	Modelo:	MAD	R2
1	Series de tiempo por regresión	673.45	0.3420
2	Serie de tiempo estacionalizadas	432.57	0.5811
3	Promedios móviles a 3 meses	720.56	0.5033
4	5 meses	880.74	0.4527
5	7 meses	806.31	0.6225
	Suavizamiento exponencial		
6	con alfa = 0.05	924.79	0.1996
7	0.10	848.14	0.2192
8	0.15	800.15	0.2645
9	0.20	770.14	0.3151
10	0.25	746.86	0.3627
	Suavizamiento exponencial doble		
11	Alfa = 0.2	614.52	0.4900
	Beta = 0.2		

Se seleccionó un modelo de series de tiempo con estacionalidad en base a:

Tabla 2.6 MAD Y R^2 para el modelo Serie de Tiempo con estacionalidad de aluminio.

MAD	432.57
R²	0.58 = 58%

Lo anterior indica que es un modelo regular, pero es lo mejor de los modelos encontrados y evaluados. Esto se debe a que es el modelo con mejor coeficiente de determinación y menor MAD.

El modelo generado fue el siguiente:

$$\text{Ecuación de regresión: } Y = a + bX$$

$$\text{Dónde: } Y = \text{Ventas}$$

$$X = \text{Periodo de tiempo}$$

$$a = 3798.1562$$

$$b = -93.5859$$

$$\text{Pronóstico} = Y^*(\text{índice estacional})$$

Tabla 2.7 Índices estacionales para el modelo Serie de Tiempo con estacionalidad.

Periodo	Índices estacionales
Enero	0.8907
Febrero	0.9066
Marzo	0.9698
Abril	0.8911
Mayo	0.9634
Junio	1.4111

Tabla 2.7 (continuación)

Julio	0.9859
Agosto	0.7737
Septiembre	1.6075
Octubre	0.8829
Noviembre	0.7860
Diciembre	0.9314

El modelo arriba mostrado generó los siguientes pronósticos:

Tabla 2.8 Pronóstico de ventas de Kg. de aluminio para el año 2003

Mes	x	Índices est.	Pronóstico Y	Pronóstico estacionalizado
Enero	25	0.8907	1458.51	1299.14
Febrero	26	0.9066	1364.92	1237.48
Marzo	27	0.9698	1271.34	1232.96
Abril	28	0.8911	1177.75	1049.45
Mayo	29	0.9634	1084.17	1044.44
Junio	30	1.4111	990.58	1397.77
Julio	31	0.9859	896.99	884.39
Agosto	32	0.7737	803.41	621.57
Septiembre	33	1.6075	709.82	1141.04
Octubre	34	0.8829	616.24	544.06
Noviembre	35	0.7860	522.65	410.78
Diciembre	36	0.9314	429.06	399.63

2.2.3. Pronósticos de fundición de Bronce.

Tabla 2.9 Resumen de indicadores para modelos de pronósticos para Bronce.

No.	Modelo:		MAD	R2
1	Series de tiempo por regresión		23.36	0.0650
2	Serie de tiempo estacionalizadas		13.57	0.7334
3	Promedios móviles a	3 meses	28.44	0.2648
4		5 meses	27.38	0.1755
5		7 meses	30.02	0.1451
	Suavizamiento exponencial			
6	con alfa =	0.05	27.64	0.2616
7		0.10	27.20	0.1481
8		0.15	26.68	0.1270
9		0.20	26.68	0.1346
10		0.25	26.77	0.1550
	Suavizamiento exponencial doble			
11	Alfa =	0.3	21.16	0.2717
	Beta =	0.3		

El modelo seleccionado para este material fue Suavizamiento exponencial doble, pues en este caso una serie de tiempo con estacionalidad a pesar de dar los mejores indicadores el pronóstico generaba números negativos debido a la excesiva variación en los datos. Lo anterior se presenta en el anexo 3.

El modelo seleccionado fue escogido no por una alta representatividad de los datos si no por el menor MAD.

Tabla 2.10 MAD Y R^2 para Suavizamiento exp. doble de Bronce.

MAD	21.16
R^2	0.2717 = 27%

El modelo presentado bajo los criterios de selección expuestos, generaron los siguientes pronósticos:

Tabla 2.11 Pronóstico de ventas de Kg. de bronce para el año 2003 y 2004.

Mes (t)	Ventas (Kg.)	
	2003	2004
Enero	0.00	19.44
Febrero	10.80	38.84
Marzo	15.21	21.86
Abril	42.02	42.13
Mayo	40.25	40.85
Junio	47.12	30.76
Julio	53.30	31.15
Agosto	50.77	21.58
Septiembre	48.26	14.19
Octubre	36.57	7.09
Noviembre	45.25	9.08
Diciembre	29.12	1.59

Los pronósticos calculados “son una parte integral en la planeación de los negocios” (Gaither y Frazier, 1999). Por lo anterior, se utilizarán dichas estimaciones de la demanda de la empresa para realizar la planeación de capacidad y redistribución de la misma.

Los pronósticos de ventas de forma general se presentan a continuación:

Tabla 2.12 Pronósticos de ventas generales.

AÑO	Mes	Ventas (Kg.)		
		Hierro gris	Aluminio	Bronce
2003	Enero	8991.47	1299.14	0.00
	Febrero	10183.11	1237.48	10.80
	Marzo	11808.27	1232.96	15.21
	Abril	8034.28	1049.45	42.02
	Mayo	10832.12	1044.44	40.25
	Junio	9233.65	1397.77	47.12
	Julio	8916.65	884.39	53.30
	Agosto	10102.12	621.57	50.77
	Septiembre	8584.99	1141.04	48.26
	Octubre	9771.74	544.06	36.57
	Noviembre	11671.99	410.78	45.25
	Diciembre	12341.73	399.63	29.12
	Ventas anuales	120472.12	11262.71	418.67

de la tabla anterior, las ventas anuales por kilogramos (último renglón) se utilizarán para la planeación de la capacidad de las instalaciones.