

**ELABORACIÓN DE UN ESTIMATIVO DE PRONÓSTICO SEGURO Y
CONFIABLE A PARTIR DE LA UTILIZACIÓN DE HERRAMIENTAS A BASE
DE SERIES DE TIEMPO PARA DETERMINAR LA DEMANDA DE INDUSTRIAS
EL BECERRO FABRICANTE DE ESTUCHES EN CUERO PARA GAFAS EN LA
CIUDAD DE PEREIRA Y DOSQUEBRADAS**

**JUAN PABLO TÉLLEZ SAAVEDRA
MARIA CAMILA RAMÍREZ VALDÉS**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES
PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
PEREIRA, 2020**

**ELABORACIÓN DE UN ESTIMATIVO DE PRONÓSTICO SEGURO Y
CONFIABLE A PARTIR DE LA UTILIZACIÓN DE HERRAMIENTAS A BASE
DE SERIES DE TIEMPO PARA DETERMINAR LA DEMANDA DE INDUSTRIAS
EL BECERRO FABRICANTE DE ESTUCHES EN CUERO PARA GAFAS EN LA
CIUDAD DE PEREIRA Y DOSQUEBRADAS**

**JUAN PABLO TÉLLEZ SAAVEDRA
MARIA CAMILA RAMÍREZ VALDÉS**

**Proyecto de grado para optar al título de
Ingeniero (a) Industrial**

**Director
DANIEL MUÑOZ SÁNCHEZ**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES
PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
PEREIRA, 2020**

DEDICATORIA

Dedico este logro a mis padres Elías y Patricia, porque han sido mi motor y me han apoyado día a día para alcanzar mis sueños y cada meta que me proponga y porque son ellos mi ejemplo a seguir. A mi abuela Aleyda, porque con su amor y sabiduría influye en mi vida para lograr todo aquello que me determine.

Maria Camila Ramírez Valdés

Dedico este logro a todas las personas que de manera directa o indirecta contribuyeron a mi desarrollo como profesional y como persona a lo largo de estos cinco años; desde mi familia que me brindó la oportunidad de estudiar una carrera profesional y me apoyó en todos y cada uno de los retos que esto trajo consigo, hasta todos los profesores y compañeros que me aportaron todo tipo de conocimientos durante este periodo de tiempo.

Juan Pablo Téllez Saavedra

AGRADECIMIENTOS

Damos gracias a Dios por este nuevo logro que hemos alcanzado, a nuestra Universidad Tecnológica de Pereira por habernos formado no solo como ingenieros industriales, sino como personas íntegras, de manera especial, agradecemos al ingeniero Daniel Sánchez, tutor de nuestro proyecto de grado, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo.

Así mismo, a Industrias El Becerro, por permitirnos trabajar con base en sus estadísticas y hacer posible la ejecución de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	15
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
2 OBJETIVOS	19
2.1 Objetivo general	19
2.2 Objetivos específico	19
3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	20
4 MARCOS DE REFERENCIA	21
4.1 MARCO TEÓRICO	21
4.2 PRONÓSTICO.....	23
4.3 PRINCIPIOS DEL PRONÓSTICO	24
4.4 IMPORTANCIA	26
4.5 RELACIÓN ENTRE EL PRONÓSTICO DE VENTAS Y EL PRONÓSTICO DE DEMANDA.....	27
4.6 MÉTODOS PARA EL CÁLCULO DE PRONÓSTICOS.....	27
4.6.1 De acuerdo al marco de tiempo, pudiendo ser a corto, mediano o largo plazo.....	27
4.6.2 La segunda de acuerdo al tipo de enfoque usado, encontrando enfoques de tipo cuantitativo o cualitativo.....	29
4.7 MARCO CONCEPTUAL	32
5 HIPOTESIS	36
6 ASPECTOS METODOLÓGICOS	37
6.1 TIPO DE ESTUDIO.....	37
6.2 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	37
6.3 FUENTES Y TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	38
6.4 TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	38
7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
7.1 Referencia 1 (92107).....	59
7.1.1 Año 2016	60
7.1.2 Año 2018	62
7.2 Referencia 2 (70035).....	63
7.2.1 Año 2016	64

7.2.2	Año 2018	66
7.3	Referencia 3 (72035).....	68
7.3.1	Año 2016	69
7.3.2	Año 2018	71
7.4	Referencia 4 (70001).....	73
7.4.1	Año 2016	74
7.4.2	Año 2018	76
7.5	Referencia 5 (71001).....	78
7.5.1	Año 2018	78
7.6	Referencia 6	80
7.6.1	Año 2018	81
7.7	Referencia 7	83
7.7.1	Año 2017	84
7.7.2	Año 2018	85
7.8	Referencia 8 (70013).....	87
7.8.1	Año 2016	87
7.8.2	Año 2018	90
7.9	Referencia 9 (71048).....	91
7.9.1	Año 2018	92
7.10	Referencia 10 (70002)	94
7.10.1	Año 2016	94
7.11	Referencia 11 (91107)	96
7.11.1	Año 2017	97
7.12	Referencia 12 (71086)	99
7.12.1	Año 2018	99
7.13	Referencia 13 (71086)	101
7.13.1	Año 2016	102
7.13.2	Año 2017	104
7.13.3	Año 2018	106

7.14	Referencia 14 (71013)	108
7.14.1	Año 2018	108
7.15	Referencia 15 (94014)	110
7.15.1	Año 2017	110
7.15.2	Año 2018	112
7.16	Referencia 16 (91121)	114
7.16.1	Año 2016	115
7.16.2	Año 2017	117
7.16.3	Año 2018	119
7.17	Referencia 17 (71046)	121
7.17.1	Año 2018	122
7.18	Referencia 18 (99010)	124
7.18.1	Año 2017	124
7.18.2	Año 2018	126
7.19	Referencia 19 (72001)	128
7.19.1	Año 2016	128
7.19.2	Año 2018	130
7.20	Referencia 20 (1402)	132
7.20.1	Año 2016	133
7.20.2	Año 2017	135
7.20.3	Año 2018	137
7.21	Referencia 21 (71047)	139
7.21.1	Año 2018	139
8	RECOMENDACIONES	142
9	CONCLUSIONES	143
10	BIBLIOGRAFÍA	144

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Cálculo de pronósticos de acuerdo al tiempo	28
Tabla 2. Histórico de ventas de referencias existentes.....	39
Tabla 3. Referencias Pareto 90/10.....	55
Tabla 4. Base de datos actualizada sin referencias diferentes a estuches	55
Tabla 5. Referencias seleccionadas para estudio de pronóstico	57
Tabla 6. Referencia No.1	59
Tabla 7. Demanda referencia No.1	59
Tabla 8. Medidas de referencia.....	60
Tabla 9. Pronósticos utilizados en la referencia No. 1 (Año 2016)	61
Tabla 10. Medidas de error (Referencia No.1 - Año 2016).....	61
Tabla 11. Medidas de referencia	62
Tabla 12. Pronósticos utilizados en la referencia No.1 (Año 2018).....	63
Tabla 13. Medidas de error (Referencia No. 1 - Año 2018).....	63
Tabla 14. Referencia No. 2.....	63
Tabla 15. Demanda referencia No. 2.....	64
Tabla 16. Medidas de referencia	64
Tabla 17. Pronósticos utilizados en la referencia No.2 (Año 2016).....	65
Tabla 18. Medidas de error (Referencia No. 2 - Año 2016).....	66
Tabla 19. Medidas de referencia	66
Tabla 20. Pronósticos utilizados en la referencia No. 2 (Año 2018).....	67
Tabla 21. Medidas de error (Referencia No. 2 - Año 2018).....	68
Tabla 22. Referencia No. 3.....	68
Tabla 23. Demanda referencia No. 3.....	69
Tabla 24. Medidas de referencia.....	69
Tabla 25. Pronósticos utilizados en la referencia No. 3 (Año 2016).....	70
Tabla 26. Medidas de error (Referencia No. 3 - Año 2016).....	71
Tabla 27. Medidas de referencia	71
Tabla 28. Pronósticos utilizados en la referencia No. 3 (Año 2018).....	72
Tabla 29. Medidas de error (referencia No. 3 - Año 2018).....	73
Tabla 30. Referencia No. 4.....	73
Tabla 31. Demanda referencia No. 4.....	74
Tabla 32. Medidas de referencia.....	74
Tabla 33. Pronósticos utilizados en la referencia No. 4 (Año 2016).....	75
Tabla 34. Medidas de error (Referencia No. 4 - Año 2016).....	76
Tabla 35. Medidas de referencia.....	76
Tabla 36. Pronósticos utilizados en la referencia No. 4 (Año 2018).....	77
Tabla 37. Medidas de error (Referencia No. 4 - Año 2018).....	78
Tabla 38. Referencia No. 5.....	78
Tabla 39. Demanda referencia No. 5.....	78
Tabla 40. Medidas de referencia.....	79
Tabla 41. Pronósticos utilizados en la referencia No. 5 (Año 2018).....	80
Tabla 42. Medidas de error (Referencia No. 5 - Año 2018).....	80
Tabla 43. Referencia No. 6.....	80
Tabla 44. Demanda referencia No. 6.....	81
Tabla 45. Medidas de referencia.....	81
Tabla 46. Pronósticos utilizados en la referencia No. 6 (Año 2018).....	82
Tabla 47. Medidas de error (Referencia No. 6 - Año 2018).....	83
Tabla 48. Referencia No. 7.....	83
Tabla 49. Demanda referencia No. 7.....	83

Tabla 50. Medidas de referencia	84
Tabla 51. Pronósticos utilizados en la referencia No. 7 (Año 2017).....	85
Tabla 52. Medidas de error (Referencia No. 7 - Año 2017).....	85
Tabla 53. Medidas de referencia	85
Tabla 54. Pronósticos utilizados en la referencia No. 7 (Año 2018).....	86
Tabla 55. Medidas de error (Referencia No. 7 - Año 2018).....	87
Tabla 56. Referencia No. 8.....	87
Tabla 57. Demanda referencia No.8.....	87
Tabla 58. Medidas de referencia.....	88
Tabla 59. Pronósticos utilizados en la referencia No. 8 (Año 2016).....	89
Tabla 60. Medidas de error (Referencia No. 8 - Año 2016).....	89
Tabla 61. Medidas de referencia.....	90
Tabla 62. Pronósticos utilizados en la referencia No. 8 (Año 2018).....	91
Tabla 63. Medidas de error (Referencia No. 8 - Año 2018).....	91
Tabla 64. Referencia No. 9.....	91
Tabla 65. Demanda referencia No. 9.....	92
Tabla 66. Medidas de referencia.....	92
Tabla 67. Pronósticos utilizados en la referencia No. 9 (Año 2018).....	93
Tabla 68. Medidas de error (Referencia No. 9 - Año 2018).....	94
Tabla 69. Referencia No. 10.....	94
Tabla 70. Demanda referencia No. 10.....	94
Tabla 71. Medidas de referencia.....	94
Tabla 72. Pronósticos utilizados en la referencia No. 10 (Año 2016).....	96
Tabla 73. Medidas de error (Referencia No. 10 - Año 2016).....	96
Tabla 74. Referencia No. 11.....	96
Tabla 75. Demanda referencia No. 11.....	97
Tabla 76. Medidas de referencia.....	97
Tabla 77. Pronósticos utilizados en la referencia No. 11 (Año 2017).....	98
Tabla 78. Medidas de error (Referencia No. 11 - Año 2017).....	99
Tabla 79. Referencia No. 12.....	99
Tabla 80. Demanda referencia No. 12.....	99
Tabla 81. Medidas de referencia.....	100
Tabla 82. Pronósticos utilizados en la referencia No. 12 (Año 2018).....	101
Tabla 83. Medidas de error (Referencia No. 12 - Año 2018).....	101
Tabla 84. Referencia No. 13.....	101
Tabla 85. Demanda referencia No. 13.....	102
Tabla 86. Medidas de referencia.....	102
Tabla 87. Pronósticos utilizados en la referencia No. 13 (Año 2018).....	103
Tabla 88. Medidas de error (Referencia No. 13 - Año 2016).....	104
Tabla 89. Medidas de referencia.....	104
Tabla 90. Pronósticos utilizados en la referencia No. 13 (Año 2017).....	105
Tabla 91. Medidas de error (Referencia No. 13 - Año 2017).....	106
Tabla 92. Medidas de referencia.....	106
Tabla 93. Pronósticos utilizados en la referencia No. 13 (Año 2018).....	107
Tabla 94. Medidas de error (Referencia No. 13 - Año 2018).....	108
Tabla 95. Referencia No. 14.....	108
Tabla 96. Demanda referencia No. 14.....	108
Tabla 97. Medidas de referencia.....	108
Tabla 98. Pronósticos utilizados en la referencia No. 14 (Año 2018).....	109
Tabla 99. Medidas de error (Referencia No. 14 - Año 2018).....	110
Tabla 100. Referencia No. 15.....	110
Tabla 101. Demanda referencia No. 15.....	110
Tabla 102. Medidas de referencia.....	111

Tabla 103. Pronósticos utilizados en la referencia No. 15 (Año 2017)	112
Tabla 104. Medidas de error (Referencia No. 15 - Año 2017).....	112
Tabla 105. Medidas de referencia	113
Tabla 106. Pronósticos utilizados en la referencia No. 15 (Año 2018)	114
Tabla 107. Medidas de error (Referencia No. 15 - Año 2018).....	114
Tabla 108. Referencia No. 16	114
Tabla 109. Demanda referencia No. 16.....	115
Tabla 110. Medidas de referencia	115
Tabla 111. Pronósticos utilizados en la referencia No. 16 (Año 2016)	116
Tabla 112. Medidas de error (Referencia No. 16 - Año 2016).....	117
Tabla 113. Medidas de referencia	117
Tabla 114. Pronósticos utilizados en la referencia No. 16 (Año 2017)	118
Tabla 115. Medidas de error (Referencia No. 16 - Año 2017).....	119
Tabla 116. Medidas de referencia	119
Tabla 117. Pronósticos utilizados en la referencia No. 16 (Año 2018)	121
Tabla 118. Medidas de error (Referencia No. 16 - Año 2018).....	121
Tabla 119. Referencia No. 17	121
Tabla 120. Demanda referencia No. 17.....	121
Tabla 121. Medidas de referencia	122
Tabla 122. Pronósticos utilizados en la referencia No. 17 (Año 2018)	123
Tabla 123. Medidas de error (Referencia No. 17 - Año 2018).....	123
Tabla 124. Referencia No. 18	124
Tabla 125. Demanda referencia No. 18.....	124
Tabla 126. Medidas de referencia	124
Tabla 127. Pronósticos utilizados en la referencia No. 18 (Año 2017)	125
Tabla 128. Medidas de error (Referencia No. 18 - Año 2017).....	126
Tabla 129. Medidas de referencia	126
Tabla 130. Pronósticos utilizados en la referencia No. 18 (Año 2018)	127
Tabla 131. Medidas de error (Referencia No. 18 - Año 2018).....	128
Tabla 132. Referencia No. 19	128
Tabla 133. Demanda referencia No. 19.....	128
Tabla 134. Medidas de referencia	129
Tabla 135. Pronósticos utilizados en la referencia No. 19 (Año 2016)	130
Tabla 136. Medidas de error (Referencia No. 19 - Año 2016).....	130
Tabla 137. Medidas de referencia	131
Tabla 138. Pronósticos utilizados en la referencia No. 19 (Año 2018)	132
Tabla 139. Medidas de error (Referencia No. 19 - Año 2018).....	132
Tabla 140. Referencia No. 20	132
Tabla 141. Demanda referencia No. 20.....	133
Tabla 142. Medidas de referencia	133
Tabla 143. Pronósticos utilizados en la referencia No. 20 (Año 2016)	134
Tabla 144. Medidas de error (Referencia No. 20 - Año 2016).....	135
Tabla 145. Medidas de referencia	135
Tabla 146. Pronósticos utilizados en la referencia No. 20 (Año 2017)	136
Tabla 147. Medidas de error (Referencia No. 20 - Año 2017).....	137
Tabla 148. Medidas de referencia	137
Tabla 149. Pronósticos utilizados en la referencia No. 20 (Año 2018)	138
Tabla 150. Medidas de error (Referencia No. 20 - Año 2018).....	138
Tabla 151. Referencia No. 21	139
Tabla 152. Demanda referencia No. 21.....	139
Tabla 153. Medidas de referencia	139
Tabla 154. Pronósticos utilizados en la referencia No. 21 (Año 2018)	141
Tabla 155. Medidas de error (Referencia No. 21 - Año 2018).....	141

LISTA DE FIGURAS

<i>Ilustración 1. Diagrama de Pareto de referencias a utilizar</i>	54
<i>Ilustración 2. Pareto de referencias correspondientes a estuches</i>	57
<i>Ilustración 3. Diagrama de barras de las referencias a estudiar</i>	58
<i>Ilustración 4. Tendencia de la demanda (Referencia No. 1 - Año 2016)</i>	60
<i>Ilustración 5. Tendencia de la demanda (Referencia No.1 - Año 2018)</i>	62
<i>Ilustración 6. Tendencia de la demanda (Referencia No. 2 - Año 2016)</i>	65
<i>Ilustración 7. Tendencia de la demanda (Referencia No. 2 - Año 2018)</i>	67
<i>Ilustración 8. Tendencia de la demanda (Referencia No. 3 - Año 2016)</i>	70
<i>Ilustración 9. Tendencia de la demanda (Referencia No. 3 - Año 2018)</i>	72
<i>Ilustración 10. Tendencia de la demanda (Referencia No. 4 - Año 2016)</i>	75
<i>Ilustración 11. Tendencias de la demanda (Referencia No. 4 - Año 2018)</i>	77
<i>Ilustración 12. Tendencia de la demanda (Referencia No. 5 - Año 2018)</i>	79
<i>Ilustración 13. Tendencia de la demanda (Referencia No. 6 - Año 2018)</i>	82
<i>Ilustración 14. Tendencia de la demanda (Referencia No. 7 - Año 2017)</i>	84
<i>Ilustración 15. Tendencia de la demanda (Referencia No. 7 - Año 2018)</i>	86
<i>Ilustración 16. Tendencia de la demanda (Referencia No. 8 - Año 2016)</i>	88
<i>Ilustración 17. Tendencia de la demanda (Referencia No. 8 - Año 2018)</i>	90
<i>Ilustración 18. Tendencia de la demanda (Referencia No. 9 - Año 2018)</i>	93
<i>Ilustración 19. Tendencia de la demanda (Referencia No. 10 - Año 2016)</i>	95
<i>Ilustración 20. Tendencia de la demanda (Referencia No. 11 - Año 2017)</i>	98
<i>Ilustración 21. Tendencia de la demanda (Referencia No. 12 - Año 2018)</i>	100
<i>Ilustración 22. Tendencia de la demanda (Referencia No. 13 - Año 2016)</i>	103
<i>Ilustración 23. Tendencia de la demanda (Referencia No. 13 - Año 2017)</i>	105
<i>Ilustración 24. Tendencia de la demanda (Referencia No. 13 - Año 2018)</i>	107
<i>Ilustración 25. Tendencia de la demanda (Referencia No. 14 - Año 2018)</i>	109
<i>Ilustración 26. Tendencia de la demanda (Referencia No. 15 - Año 2017)</i>	111
<i>Ilustración 27. Tendencia de la demanda (Referencia No. 15 - Año 2018)</i>	113
<i>Ilustración 28. Tendencia de la demanda (Referencia No. 16 - Año 2016)</i>	116
<i>Ilustración 29. Tendencia de la demanda (Referencia No. 16 - Año 2017)</i>	118
<i>Ilustración 30. Tendencia de la demanda (Referencia No. 16 - Año 2018)</i>	120
<i>Ilustración 31. Tendencia de la demanda (Referencia No. 17 - Año 2018)</i>	122
<i>Ilustración 32. Tendencia de la demanda (Referencia No. 18 - Año 2017)</i>	125
<i>Ilustración 33. Tendencia de la demanda (Referencia No. 18 - Año 2018)</i>	127
<i>Ilustración 34. Tendencia de la demanda (Referencia No. 19 - Año 2016)</i>	129
<i>Ilustración 35. Tendencia de la demanda (Referencia No. 19 - Año 2018)</i>	131
<i>Ilustración 36. Tendencia de la demanda (Referencia No. 20 - Año 2016)</i>	134
<i>Ilustración 37. Tendencia de la demanda (Referencia No. 20 - Año 2017)</i>	136
<i>Ilustración 38. Tendencia de la demanda (Referencia No. 20 - Año 2018)</i>	138
<i>Ilustración 39. Tendencia de la demanda (Referencia No. 21 - Año 2018)</i>	140

RESUMEN

La empresa Industrias el Becerro es una empresa que lleva más de 50 años en el mercado de los estuches y los paños para todo tipo de gafas en la región, pero a pesar de esto y de contar con registros detallados de sus históricos de ventas en todas las referencias, nunca se han manejado de una manera controlada los inventarios, y aunque todavía no se ha tenido una inconsistencia significativa en los inventarios requeridos, y que por ende indujera a una pérdida monetaria, la empresa tiene como iniciativa contar con un proceso de inspección, control y planeación de inventarios que la lleve a disminuir de manera considerable el riesgo de pérdidas y maximizar las ganancias generadas.

Teniendo en cuenta la necesidad de Industrias el Becerro de manejar de manera más controlada sus inventarios es preciso crear un modelo de pronósticos que permita tener un manejo adecuado en cuanto a las ventas de las referencias con mayor incidencia en el mercado objetivo de la compañía. El punto de partida para lo anterior consistió en contactar directamente con el área de ventas para solicitar los históricos de ventas entre los años 2016 y 2018; estos datos se pueden decir que son la base de la investigación, pues el objeto del primer análisis realizado antes de calcular la demanda, que en este caso consiste en identificar las referencias más vendidas a las cuales vale la pena calcular la demanda.

Luego de identificar las referencias más vendidas, que en este caso van a representar un valor significativo en el total de las ventas de la empresa, se procede a calcular el comportamiento de la demanda para cada una de las referencias en el periodo de tiempo determinado, a través de una gráfica de dispersión, para de esta manera identificar el modelo de pronóstico que más se ajusta a dicha demanda según el comportamiento allí mostrado; para así finalmente realizar el cálculo de los porcentajes de error y comunicar a la empresa los resultados obtenidos en el ejercicio académico y se decida si es pertinente su implementación.

CONTEXTO

Industrias el Becerro es una empresa familiar colombiana, que por tres generaciones ha estado presente en el mercado de los estuches para gafas, siendo la empresa líder en la producción de ese elemento tan importante para sus clientes.

Manos expertas aportan al estuche ese plus que lo diferencia: un producto de calidad, elaborado con esmero, pensando siempre en el aporte que significa entregar al usuario un producto sencillo, funcional y con estilo.

Esa es su pasión, crear un sólido vínculo entre sus clientes y el cliente final, un puente que une objetivos de unos y otros.

Lleva 50 años en el mercado, está ubicada en Dosquebradas en el centro industrial el parque, bodega 2.

La empresa fue fundada en 1967, con amplia trayectoria en la manufactura de estuches para anteojos.

Actualmente cuenta con 21 trabajadores, distribuidos en distintas áreas:

- **El área administrativa:** cuenta con 5 trabajadores, gerente, ventas, cartera, contabilidad y salud ocupacional.
- **El área de producción:** cuenta 1 jefe de producción, ingeniero mecatrónico y un mecánico, 13 operarios.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, todas las empresas ya sea que estén consolidadas o no, se encuentran en una época muy complicada, pues están en un momento en el que en todos los sectores hay una enorme competencia, por lo tanto, se mueven en un entorno en el que no se pueden tomar decisiones al azar, porque esto les podría costar la finalización de sus actividades.

De esto se puede entender que las empresas deben estar en una continua mejora de sus procesos, para así sobresalir y superar todos los obstáculos y otras empresas, es por ello que a continuación se va a trabajar con una empresa que, a pesar de que ya está consolidada y tiene muy buenos números, cuenta con un proceso en específico que puede ser corregido, que es el pronóstico de ventas, con la finalidad de evitar sobrecostos por almacenamiento de inventario de sobra o no perder posibles ventas por falta de inventario; todo esto se va a lograr con el apoyo de documentos en los que se define como hacer correctamente un pronóstico de ventas y el proceso para su correcta diligencia e implementación.

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Cómo optimizar el proceso de producción de industrias El Becerro a través de un sistema de pronósticos de series de tiempo, apoyados en los historiales de ventas establecidos?

Muchas empresas tienen procesos de pronóstico de demanda establecidos de manera arbitrario o inadecuada y en el peor de los casos no cuentan con ellos y por tanto, se empiezan a dar los errores de producción y así la empresa podría caer frecuentemente en sobre stock y tener que cubrir los costos de almacenamiento de este inventario que sobra o perder posibles ventas por falta de inventario, al no conocer la demanda, por ello, se hace necesario, realizar una inversión en pronósticos de demanda para evitar los errores y cubrir de manera precisa los costos.

Para resolver el problema, se utilizará un método que proporcione información sobre el valor anticipado de una variable a futuro y de esta forma ayudar a la empresa a desarrollar sus operaciones eficaz y eficientemente.

La finalidad es equilibrar la diferencia entre demanda y venta, para no perder posibles ventas o no exceder inventario de ventas que nunca van a suceder. Escogiendo el mejor modelo, en el que exista el menor efecto en la diferencia entre demanda y pronóstico, para poder abastecer la venta, ya que actualmente no existe un modelo de pronóstico de ventas en la empresa.

Para cumplir con el objetivo de realizar un pronóstico de ventas en la empresa, hay que tener en cuenta lo que significa e implica un pronóstico o proyección, pues es importante tener en cuenta experiencias pasadas, para predecir las expectativas del futuro, por lo tanto, se hace necesario realizar ciertos cuestionamientos, para aplicar el modelo:

1. ¿Cuáles son las ventas de estuches de cuero, realizadas por la empresa durante los dos (2) últimos años?
2. ¿Cuáles son los clientes actuales de la empresa y cuáles son los más grandes?
3. ¿Cuáles son los clientes potenciales que tiene previstos la empresa?
4. ¿Cuál es el nivel del pronóstico a utilizar, ya sea, estratégico, táctico y operacional?
5. ¿Cuáles herramientas serán utilizadas en el estudio?

En este caso, se utilizarán herramientas de pronóstico de análisis de series de tiempo, que son técnicas estadísticas que tratan de predecir el futuro con base en datos pasados y así asumen que lo que ocurrió en el pasado continuará ocurriendo en el futuro y relacionan el pronóstico con un solo factor: el tiempo.

Son muy usadas para pronósticos a corto plazo, en servicios y en manufactura, en este caso se hará uso del:

- **Promedio móvil simple:** es un promedio de los datos del pasado, en el cual las demandas de todos los periodos anteriores tienen el mismo peso relativo o importancia, sirve para eliminar fluctuaciones aleatorias de pronósticos. Combina los datos de la demanda de la mayor parte de los periodos recientes, siendo su promedio el pronóstico para el periodo siguiente.
- **Promedio Móvil Ponderado:** permite adjudicar una importancia o peso cualquiera a cada elemento o periodo, siempre y cuando todos los valores sumen 1 o 100%.
- **Suavización exponencial simple:** El método de suavización exponencial simple trabaja a través de una constante de suavización alfa (α) que tiene un valor comprendido entre 0 y 1, aunque en la aplicación real su valor suele variar entre 0,05 y 0,50.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Elaborar un estimativo de pronóstico seguro y confiable a partir de la utilización de herramientas a base de series de tiempo para determinar la demanda de Industrias el Becerro fabricante de estuches en cuero para gafas en la ciudad de Pereira y Dosquebradas.

2.2 Objetivos específico

- Analizar los historiales de ventas proporcionados por la empresa.
- Describir el perfil de los clientes actuales.
- Describir el perfil de los clientes potenciales.
- Realizar un pronóstico lo más acertado posible utilizando las herramientas de series de tiempo y los datos brindados por la empresa.
- Efectuar los ajustes necesarios en el proceso de producción ya establecido, para de esta manera lograr optimizar la producción.

3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación busca, a través de conceptos estadísticos, de producción, proyecciones y de pronósticos, dar solución a problemas de inventario para evitar errores en los costos; lo anterior permitirá examinar conceptos productivos en la situación actual de la empresa Industrias el becerro, con su producto principal fabricado a base de cuero.

Para dar cumplimiento a los objetivos propuestos, es importante utilizar herramientas de pronóstico de análisis de series de tiempo, este tipo de herramientas permitirán predecir el futuro con base en datos pasados, justificados en el factor tiempo. Apoyándose en la aplicación del promedio móvil simple, para promediar datos pasados; el promedio móvil ponderado, para dar importancia a las variables presentadas y la suavización exponencial simple, para pronosticar la demanda en un periodo específico.

De esta manera, se pueden obtener resultados medibles y aplicables para evitar los sobre costos y mejorar el inventario, que incurren en los alcances de la fábrica.

4 MARCOS DE REFERENCIA

4.1 MARCO TEÓRICO

La realidad de las empresas hoy en día se torna complicada, debido a la gran competencia existente en la industria, que varía según el comportamiento de la demanda de los productos o servicios que estas ofrecen. Por ello se hace necesario que cada industria proporcione respuestas eficientes, eficaces y dinámicas ante los retos y exigencias del entorno.

Para dar solución a los problemas de las industrias, es preciso diseñar e implementar herramientas que permitan optimizar las actividades que se llevan a cabo en estas.

Generalmente, en el campo de la administración de operaciones, poder predecir a tiempo los sucesos futuros del mercado puede significar el éxito del negocio, en este sentido, cobra importancia poder conocer cuál será el posible comportamiento de la demanda de los productos o servicios que ofrecen las empresas, en donde las necesidades de predicción dependen del producto, mercado¹ y abarcamiento de nichos de mercado que se pretenden abastecer (Everett y Ebert, 1991).

¹ En relación al mercado sobre el cual una determinada empresa pretendiera realizar un trabajo de pronóstico, hay que identificar el tipo de mercado sobre el cual se requiere trabajar, pudiendo ser: mercado potencial, mercado disponible, mercado meta o mercado penetrado.

Por ello, Krajewski y Ritzman (2000), presentan la administración de operaciones como una herramienta poderosa para alcanzar objetivos organizativos y aplicar estrategias competitivas.

En este sentido, los pronósticos, se han constituido como una de las herramientas más útiles para los gerentes, puesto que permiten una estimación futura de las demandas y los recursos de materia prima necesarios para poder abastecerla, así mismo, y entendiendo las inevitables interrelaciones de los componentes y actividades que se desarrollan en los procesos internos de las empresas, los pronósticos permiten estimar presupuestos de compras, contratación de mano de obra, un mejor manejo de inventarios, entre otros. (Anderson, Sweeney y Williams, 2004).

Valencia, González y Cardona (2016), aseguran que la planeación de inventarios se ha convertido en una necesidad para que la industria tenga la capacidad de programar adecuadamente la logística de su producción y ventas.

Con lo anterior, resulta indiscutible que los pronósticos se constituyen como una herramienta que también permite tomar decisiones y desarrollar estrategias -a corto, mediano y largo plazo- en relación a los productos, procesos, operaciones y otras gestiones que tienen lugar dentro de las empresas (Gaither y Fraizer, 1999).

Para comprender mejor, es necesario exponer la definición de pronóstico en términos de la investigación, para exaltar su importancia en la laboral empresarial, describiendo de esta manera los principios generales y los métodos existentes para la elaboración del mismo.

4.2 PRONÓSTICO

Para iniciar, cabe resaltar que es necesario conocer el término pronóstico y sus derivaciones, para clarificar el uso de este en el ámbito administrativo y sus aplicaciones en el mismo.

Para Everett y Ebert “el pronóstico es un proceso de estimación de un acontecimiento futuro proyectando hacia el futuro datos del pasado. Los datos del pasado se combinan sistemáticamente en forma predeterminada para hacer una estimación del futuro” (1991, p. 84).

Esto indica que los pronósticos solo pueden hacerse cuando se cuenta con la historia de datos del pasado. El pronóstico es un componente estratégico en la planeación estratégica y operacional, estableciendo la unión para los sistemas de planeación y control.

De acuerdo con lo anterior, Chapman (2006) define la formulación de pronósticos como: una técnica para utilizar experiencias pasadas con la finalidad de predecir expectativas del futuro (p.17). Por ello, el aclara que más que una predicción, un pronóstico es una proyección con

forma estructurada del conocimiento pasado, el cual puede hacerse a largo, mediano o corto plazo, de acuerdo a lo que se requiera en la organización.

Sin excepción alguna, todas las empresas, sin importar el sector en el que se desempeñen, deben tomar una serie de decisiones que garanticen tanto su funcionamiento como su crecimiento económico. A la hora de tomar estas decisiones, las organizaciones deben actuar con cautela y es aquí cuando se hace necesario intentar prever las condiciones que se van a presentar en el futuro, todo esto con el objetivo de estar preparados para todo contratiempo que se pueda presentar y de esta manera maximizar ganancias y minimizar cualquier tipo de pérdida.

Teniendo claro el concepto de pronóstico, es importante aclarar que en la presente investigación se realizarán procesos de pronóstico basados en datos cuantitativos que constituyen series de tiempo. Entendiendo serie de tiempo, como el conjunto de datos en función de múltiples variables, en el cual una de la variable independiente es el tiempo mismo y su transcurso natural. Para ser más claros, se utilizarán datos de volúmenes de ventas en un periodo de tiempo determinado.

4.3 PRINCIPIOS DEL PRONÓSTICO

Existen gran cantidad tanto de tipos de pronóstico como de técnicas de pronóstico, pero aun así todas están tienen ciertas características en común que, si como investigador se tienen en

cuenta, se puede lograr de manera efectiva el objetivo principal de todo pronóstico, que como ya se dijo anteriormente es prever lo que va a pasar para estar correctamente preparados.

El primer factor a tener en cuenta a la hora de realizar un pronóstico de cualquier clase, es que este no va a ser cien por ciento certero, puesto que existen factores externos a la misma que no son predecibles, es decir, este debe contar con cierto rango de error, para de esta manera poder tener algún plan de contingencia. Siguiendo este orden de ideas, también es correcto afirmar que, a la hora de realizar un pronóstico para una empresa, se debe tratar de realizar en mayor medida para sucesos a corto plazo, pues entre más largo sea, aumentan de gran manera los porcentajes de error que se puedan presentar por la falta de sustento en los datos y por todos los factores externos anteriormente mencionado.

Si se logra complementar de manera correcta la técnica de pronósticos de análisis de series de tiempos con los factores a tener en cuenta anteriormente mencionados, lo que se puede lograr es un pronóstico que puede llegar a ser muy fiable para la empresa, y que le da un modelo a seguir para seguirlo aplicando en el futuro, y junto con esto llega el éxito y crecimiento, que es lo que toda empresa siempre está buscando.

Los sistemas de pronósticos, siempre deben incluir un error de estimación, entendiendo que, tal como se afirma anteriormente, los pronósticos casi siempre son incorrectos, por ello, en todos los modelos matemáticos diseñados para su cálculo incluyen una estimación de error.

Heizer y Render (2004), afirman que cabe resaltar, que las técnicas o metodologías de pronóstico “suponen la existencia de cierta estabilidad subyacente en el sistema” (p. 106).

4.4 IMPORTANCIA

Las industrias, poseen cierto escenario de incertidumbre bajo el cual, se toman decisiones constantes que atañen en las acciones futuras de las mismas, por ello resulta trascendental hacer uso de herramientas que busquen obtener confianza sobre lo que sucederá a futuro, para que así al tomar una serie de decisiones, tengan cierto soporte, que brinde mayor credibilidad que el de la misma incertidumbre. Es así como el uso de metodologías y herramientas de pronóstico resulta relevante en las organizaciones (Kanke y Reitsch, 1996).

En poco tiempo, se han dado grandes transformaciones en la manera de realizar negocios, los tamaños de los mercados, productos, servicios, etc. De este modo, se ha intensificado la vigilancia sobre las empresas, la competencia es mucho más cerrada en diversas áreas, el mercado globalizado ha crecido a un ritmo acelerado y la competitividad del mercado es cada vez más exigente. Bajo este panorama, es difícil poder prever a tiempo y con precisión el futuro del comportamiento del mercado, pero en caso de no hacerse habrá consecuencias relevantes dentro de la organización.

La realización de pronósticos tiene una importancia de tipo estratégica, puesto que impulsa la toma de decisiones de muchas áreas de las empresas. (Macias Calvario 2007)

4.5 RELACIÓN ENTRE EL PRONÓSTICO DE VENTAS Y EL PRONÓSTICO DE DEMANDA

Los pronósticos de venta son la parte inicial en la realización de los pronósticos de demanda en el proceso de producción, constituyéndose así como la herramienta sobre la cual se diseña y desarrolla la estrategia empresarial en lo relacionado a recursos y a la producción. (Gaither y Frazier, 1999).

Esto indica, que al conocer con tiempo el estimado de ventas en unidades, apoya el hecho de estimar los recursos necesarios para abastecer la demanda, dando tiempo a realizar cotizaciones, presupuestos, entre otros, que son necesarios para la producción de materias primas.

4.6 MÉTODOS PARA EL CÁLCULO DE PRONÓSTICOS

Existen dos formas de clasificar los pronósticos:

4.6.1 De acuerdo al marco de tiempo, pudiendo ser a corto, mediano o largo plazo.

Tabla 1. Cálculo de pronósticos de acuerdo al tiempo

Horizonte de pronóstico	Rango de tiempo	Ejemplo de factores a diagnosticar	Algunas unidades de pronóstico típicas
Largo plazo	Años	Nuevas líneas de productos Líneas actuales de productos Capacidades de fábrica Fondos de Capital Necesidades de instalaciones	Dólares, Galones, horas, libras, unidades o clientes por periodo Dólares Espacios, volúmenes
Mediano plazo	Meses	Grupos de productos Capacidades departamentales Fuerza de trabajo Materiales comprados Existencias o inventarios	Unidades Horas, golpes, libras, galones, unidades o clientes por periodo Trabajadores, horas Unidades, libras, galones Unidades, dólares
Corto plazo	Semanas	Productos específicos Tipos de habilidades y mano de obra Capacidades de máquinas Efectivo Inventarios	Unidades Trabajadores/horas Unidades, horas, galones, golpes, libras o clientes por periodo en Dólares Unidades, dólares

Fuente: (Gaither y Frazier, 1999, p. 60)

4.6.2 La segunda de acuerdo al tipo de enfoque usado, encontrando enfoques de tipo cuantitativo o cualitativo.

4.6.2.1 MÉTODOS CUALITATIVOS

Los pronósticos de tipo cualitativo, se generan con información de poca relevancia, o con una estructura analítica no definida. Por ello, se recurre a este tipo de pronóstico cuando por ejemplo se habla de un producto nuevo para el mercado. De acuerdo a Chapman (2006), las siguientes con las características más relevantes de este tipo de pronóstico:

- Los resultados están basados en información de juicio personal, o de información de tipo cualitativo de origen externo.
- Tienden a ser subjetivo, ya que se basa en la experiencia de terceros influenciado de manera positiva o negativa.
- Su ventaja es que genera resultados rápidos.
- En casos especiales, los pronósticos de esta clase pueden ser el único método disponible.
- Son comúnmente usados para productos individuales o familias de productos, mas no en mercados completos.

4.6.2.2 MÉTODOS CUANTITATIVOS

Los métodos cuantitativos buscan, que los datos obtenidos en el pasado se puedan proyectar hacia el futuro de una manera metodológica y objetiva, contando con pronósticos más precisos que los de tipo cualitativo.

Una descripción característica más precisa en relación a los pronósticos cuantitativos es la indicada por Makridakis (Citado por, Macias Calvario, 2007), señalando que: [...] estos están basados en la observación de las tendencias existentes, los cambios en esas tendencias y la magnitud del cambio futuro, también están sujetas a cierto número de deficiencias. Y su ventaja es poder identificar el cambio sistemático con más rapidez e interpretar mejor el efecto de dicho cambio en el futuro (Makridakis, Citado por, Macias Calvario, 2007, p. 34).

El uso de este tipo de pronósticos requiere de: datos e información histórica de la variable que se desea pronosticar, para que dichos datos e información pueda cuantificarse y así suponer que el comportamiento del pasado se repetirá en el futuro. (Anderson et al, 2004)

4.6.2.2.1 MODELOS DE SERIES DE TIEMPO

Estos modelos deben su nombre a la disponibilidad de datos y observaciones de una variable medida en diferentes puntos en el tiempo o en diferentes períodos sucesivos (Anderson et al, 2004). Esto modelos cuenta los siguientes componentes:

- **Tendencia:** Al tomar datos a lo largo de uno o varios periodos, se pueden presentar fluctuaciones de tipo aleatorio, y por ello, es posible la identificación de cambios graduales hacia valores mayores o menores, identificando así una tendencia de comportamiento de la demanda.
- **Cíclico:** Ya que existe una línea de tendencia durante el análisis de periodos, se reconoce que los valores futuros no siempre concuerdan de manera exacta con la misma, y pueden presentarse o por debajo o por encima de la misma, y pueden extenderse por varios periodos, sin embargo, la línea de tendencia sigue siendo la misma.
- **Estacional:** Este componente debe su nombre a la influencia de las estaciones de tiempo sobre el comportamiento de la demanda, pero también puede estar marcada por fechas especiales.
- **Irregular:** Se causa por factores de corto plazo que no se estiman y que tampoco suelen ser recurrentes y que por lo tanto afectan la serie de tiempo, sin embargo, su utilidad radica en que permite explicar la variabilidad aleatoria.

Con los componentes ya explícitos, se pueden exponer los diferentes métodos de pronóstico cualitativo y que serán usadas a lo largo de la investigación.

4.7 MARCO CONCEPTUAL

- **Promedio móvil simple:** este método consiste en atenuar los datos al obtener la media aritmética de cierto número de datos históricos para obtener con este el pronóstico para el siguiente periodo. El número de datos a tomar en cuenta para calcular el promedio es una decisión de la persona que realiza el pronóstico.

La utilización de esta técnica supone que la serie de tiempo es estable, esto es, que los datos que la componen se generan sin variaciones importantes entre un dato y otro (error aleatorio=0)², esto es, que el comportamiento de los datos, aunque muestre un crecimiento o un decrecimiento lo hagan con una tendencia constante.

- **Promedio móvil ponderado:** es una variación del promedio móvil. Mientras, en el promedio móvil simple se le asigna igual importancia a cada uno de los datos que componen dicho promedio, en el promedio móvil ponderado podemos asignar cualquier importancia (peso) a cualquier dato del promedio (siempre que la sumatoria de las ponderaciones sean equivalentes al 100%). Es una práctica regular aplicar el factor de ponderación (porcentaje) mayor al dato más reciente.

El pronóstico de promedio móvil ponderado es óptimo para patrones de demanda aleatorios o nivelados donde se pretende eliminar el impacto de los elementos

irregulares históricos mediante un enfoque en períodos de demanda reciente, dicho enfoque es superior al del promedio móvil simple.

- **Suavización exponencial simple:** El método de suavización o suavizamiento exponencial simple puede considerarse como una evolución del método de promedio móvil ponderado, en este caso se calcula el promedio de una serie de tiempo con un mecanismo de autocorrección que busca ajustar los pronósticos en dirección opuesta a las desviaciones del pasado mediante una corrección que se ve afectada por un coeficiente de suavización.

Así entonces, este modelo de pronóstico precisa tan sólo de tres tipos de datos: el pronóstico del último período, la demanda del último período y el coeficiente de suavización.

- **Pronóstico:** según Rojas Díaz Alberto nos habla que pronóstico es un método mediante el cual se intenta conocer el comportamiento futuro de alguna variable con algún grado de certeza. Existen disponibles tres grupos de métodos de pronósticos: Los cualitativos, los de proyecciones históricas y los causales.
- **Demanda:** El Diccionario de Marketing, de Cultural S.A., define la demanda como "el valor global que expresa la intención de compra de una colectividad. La curva de demanda indica las cantidades de un cierto producto que los individuos o la sociedad están dispuestos a comprar en función de su precio y sus rentas".

- **Oferta:** la oferta es una fuerza del mercado que representa la cantidad de bienes o servicios que individuos, empresas u organizaciones quieren y pueden vender en el mercado a un precio determinado.
- **Promedio:** el concepto de promedio se vincula a la media aritmética, que consiste en el resultado que se obtiene al generar una división con la sumatoria de diversas cantidades por el dígito que las represente en total.
- **Planificación:** primera fase del proceso administrativo que consiste en formular de manera ordenada las directrices de la empresa y las acciones que llevará a cabo para el logro de sus objetivos y metas.
- **Cualitativo:** Adjetivo que se utiliza para referirse a la cualidad de una cosa, objeto o fenómeno, definiendo, por ejemplo, se es alto, bajo, ancho, angosto, color, comportamiento, tendencias, etc.
- **Cuantitativo:** Se refiere a la cuantía, magnitud, proporción u número de las cosas o fenómenos que se están analizando o evaluando.
- **Tendencia:** Patrón de comportamiento en un determinado tiempo que señala la dirección o rumbo del mercado.

- **Proceso productivo:** es la secuencia de actividades requeridas para elaborar bienes que realiza el ser humano para satisfacer sus necesidades; esto es, la transformación de materia y energía (con ayuda de la tecnología) en bienes y servicios (y también, inevitablemente, residuos).
- **Optimización de un proceso productivo:** La optimización de la producción es la acción de predecir, optimizar y planificar la calidad productiva, para obtener mejores resultados, mejor eficacia o mayor eficiencia de una empresa que desea llegar a este objetivo.

5 HIPOTESIS

En una empresa como industrias el Becerro que ya está consolidada en la producción de estuches de cuero, con procesos productivos ya establecidos, necesita dentro de su sistema, la implementación de un proceso de pronóstico de producción establecido que le permita tener un panorama de las ventas a futuro para a través de su implementación, controlar de una mejor manera su producción y utilizar más eficaz y eficientemente los recursos y el tiempo de la organización.

6 ASPECTOS METODOLÓGICOS

6.1 TIPO DE ESTUDIO

La investigación será un estudio exploratorio o formulativo, debido a que como se define esta, es un estudio que permite llegar a la formulación y desarrollo de una hipótesis, en la cual el principal objetivo será dar respuesta a un problema que se presenta en el plano real que va a tener un planteamiento más teórico sin ir necesariamente a la implementación de este. Vale la pena aclarar, que para poder llegar a este nivel de investigación se hace necesario, tener como apoyo fuentes bibliográficas que respaldan el planteamiento.

6.2 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

Se aplicará en primer lugar el método de observación, pues inicialmente lo que se hará es un registro detallado de las actividades realizadas dentro de la empresa, para este caso particular, el proceso productivo, todo esto con el objetivo de tener un punto de partida para llegar a cumplir los objetivos trazados inicialmente en la investigación; vale la pena aclarar que para alcanzar estos objetivos se debe tener un fuerte apoyo en el marco teórico.

Por otra parte, también se utilizará el método deductivo, debido a que a partir de la teoría de pronósticos se espera analizar y evaluar su aplicación concreta en la empresa Industrias el Becerro.

6.3 FUENTES Y TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Inicialmente se acudió a las técnicas que permitan formar una idea sólida del estudio de la investigación que se está planteando, de allí la necesidad de utilizar la técnica de: Revisión bibliográfica, análisis de archivos y análisis de históricos de ventas, con la finalidad de tener una base de apoyo sobre la cual respaldar la investigación, pues, se puede afirmar que los históricos son el punto de partida que le va a brindar una razón de ser al estudio y que de igual manera permitirá, con ayuda del método de análisis de series de tiempos, llegar a una solución concreta del problema inicialmente planteado.

6.4 TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La investigación utilizará el programa Excel, para tabular la información primaria obtenida, y con la misma, utilizando técnicas estadísticas se elaborarán tablas y gráficas que muestren los resultados de la investigación, para proceder a interpretar y analizar dicha información, apoyándose en las herramientas de pronósticos a utilizar, dando lugar finalmente a efectuar los ajustes necesarios en la planta, para así optimizar la producción.

7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para realizar un pronóstico, es importante basarse en los históricos de ventas que han tenido las diferentes referencias ofrecidas por Industrias El Becerro durante el año 2016, 2017 y 2018 y de allí observar las que mayor incidencia tienen en el mercado para poder estudiarlas y a partir de ellas obtener un pronóstico.

A continuación, se muestran el total de las referencias a estudiar:

Tabla 2. Histórico de ventas de referencias existentes

Códigos	Suma de totales	Porcentaje	Porcentaje acumulado
40011	1.072.435	57,6597%	58%
40024	158.254	8,5086%	66%
40030	122.100	6,5647%	73%
40018	42.981	2,3109%	75%
40006	42.200	2,2689%	77%
92107	33.480	1,8001%	79%
70035	31.094	1,6718%	81%
72035	25.825	1,3885%	82%
70001	25.681	1,3807%	84%
71001	25.023	1,3454%	85%
71035	23.867	1,2832%	86%
92122	17.550	0,9436%	87%
70013	15.684	0,8433%	88%

71048	14.007	0,7531%	89%
70002	13.720	0,7377%	89%
91107	13.400	0,7205%	90%
71086	10.700	0,5753%	91%
5402	10.620	0,5710%	91%
40020	9.000	0,4839%	92%
71013	8.634	0,4642%	92%
25401	8.079	0,4344%	93%
94014	6.600	0,3549%	93%
92121	5.814	0,3126%	93%
71046	5.130	0,2758%	94%
(en blanco)	4.553	0,2448%	94%
21508	4.490	0,2414%	94%
99010	3.964	0,2131%	94%
72001	3.619	0,1946%	95%
1402	3.399	0,1827%	95%
71047	3.250	0,1747%	95%
21510	3.078	0,1655%	95%
21813	3.000	0,1613%	95%
21819	2.987	0,1606%	95%
72040	2.833	0,1523%	96%
72013	2.650	0,1425%	96%
73035	2.616	0,1406%	96%
3578	2.523	0,1356%	96%

71087	2.395	0,1288%	96%
99001	2.242	0,1205%	96%
70019	2.230	0,1199%	96%
74020	2.000	0,1075%	96%
72041	1.700	0,0914%	97%
21733	1.594	0,0857%	97%
71085	1.569	0,0844%	97%
71600	1.551	0,0834%	97%
8722	1.347	0,0724%	97%
71076	1.300	0,0699%	97%
41001	1.265	0,0680%	97%
41004	1.263	0,0679%	97%
41003	1.262	0,0679%	97%
21924	1.256	0,0675%	97%
210	1.250	0,0672%	97%
41002	1.241	0,0667%	97%
41005	1.241	0,0667%	97%
94012	1.220	0,0656%	97%
72075	1.199	0,0645%	98%
71040	1.030	0,0554%	98%
73002	1.000	0,0538%	98%
201	990	0,0532%	98%
70018	954	0,0513%	98%
73836	945	0,0508%	98%

71030	940	0,0505%	98%
4003	912	0,0490%	98%
21518	748	0,0402%	98%
40037	743	0,0399%	98%
72083	700	0,0376%	98%
73001	698	0,0375%	98%
40022	610	0,0328%	98%
72600	585	0,0315%	98%
21907	572	0,0308%	98%
1401	550	0,0296%	98%
73013	550	0,0296%	98%
92108	550	0,0296%	98%
50709	535	0,0288%	98%
72085	534	0,0287%	98%
90718	522	0,0281%	98%
517	509	0,0274%	98%
3519	508	0,0273%	98%
72045	500	0,0269%	98%
21826	474	0,0255%	98%
71089	431	0,0232%	98%
519	426	0,0229%	98%
521	412	0,0222%	98%
1626	400	0,0215%	99%
7500	400	0,0215%	99%

72030	400	0,0215%	99%
90757	400	0,0215%	99%
92134	400	0,0215%	99%
21424	387	0,0208%	99%
70030	370	0,0199%	99%
9922	363	0,0195%	99%
8715	362	0,0195%	99%
520	357	0,0192%	99%
21835	357	0,0192%	99%
71947	349	0,0188%	99%
21624	345	0,0185%	99%
71090	333	0,0179%	99%
21008	324	0,0174%	99%
21834	322	0,0173%	99%
3501	309	0,0166%	99%
21152	300	0,0161%	99%
72605	300	0,0161%	99%
300701	300	0,0161%	99%
305001	300	0,0161%	99%
71082	300	0,0161%	99%
91713	300	0,0161%	99%
3553	288	0,0155%	99%
6715	275	0,0148%	99%
21632	271	0,0146%	99%

23851	266	0,0143%	99%
3532	264	0,0142%	99%
70040	264	0,0142%	99%
73848	255	0,0137%	99%
22928	254	0,0137%	99%
71933	253	0,0136%	99%
4000	252	0,0135%	99%
4004	250	0,0134%	99%
76000	250	0,0134%	99%
3542	250	0,0134%	99%
91109	250	0,0134%	99%
3534	232	0,0125%	99%
40036	227	0,0122%	99%
71967	217	0,0117%	99%
22504	212	0,0114%	99%
73700	210	0,0113%	99%
3524	205	0,0110%	99%
311	200	0,0108%	99%
72002	200	0,0108%	99%
90756	200	0,0108%	99%
3583	200	0,0108%	99%
40035	200	0,0108%	99%
71020	200	0,0108%	99%
71045	200	0,0108%	99%

71973	199	0,0107%	99%
3546	198	0,0106%	99%
3535	197	0,0106%	99%
21933	194	0,0104%	99%
3557	192	0,0103%	99%
22309	186	0,0100%	99%
21723	184	0,0099%	99%
90381	175	0,0094%	99%
21617	170	0,0091%	99%
72020	170	0,0091%	99%
21756	166	0,0089%	99%
3527	161	0,0087%	99%
21832	160	0,0086%	99%
45000	160	0,0086%	99%
532	158	0,0085%	99%
22302	153	0,0082%	99%
1905	150	0,0081%	99%
70017	149	0,0080%	99%
9908	140	0,0075%	99%
21731	138	0,0074%	99%
2611	136	0,0073%	99%
23803	136	0,0073%	99%
70085	134	0,0072%	99%
3539	132	0,0071%	99%

3573	132	0,0071%	99%
21602	127	0,0068%	99%
22501	124	0,0067%	99%
3566	120	0,0065%	100%
3577	119	0,0064%	100%
3541	114	0,0061%	100%
3526	112	0,0060%	100%
3543	112	0,0060%	100%
3556	112	0,0060%	100%
69001	112	0,0060%	100%
3581	112	0,0060%	100%
23135	112	0,0060%	100%
3506	108	0,0058%	100%
4005	105	0,0056%	100%
71957	105	0,0056%	100%
45002	105	0,0056%	100%
73711	105	0,0056%	100%
73919	105	0,0056%	100%
21911	104	0,0056%	100%
50731	103	0,0055%	100%
4018	101	0,0054%	100%
2002	100	0,0054%	100%
2609	100	0,0054%	100%
4013	100	0,0054%	100%

4115	100	0,0054%	100%
21103	100	0,0054%	100%
21633	100	0,0054%	100%
21644	100	0,0054%	100%
71956	100	0,0054%	100%
72017	100	0,0054%	100%
90360	100	0,0054%	100%
90380	100	0,0054%	100%
91701	100	0,0054%	100%
3523	100	0,0054%	100%
3555	100	0,0054%	100%
23801	100	0,0054%	100%
40007	100	0,0054%	100%
71036	100	0,0054%	100%
71091	100	0,0054%	100%
93167	100	0,0054%	100%
4008	99	0,0053%	100%
3545	98	0,0053%	100%
3547	98	0,0053%	100%
50702	97	0,0052%	100%
71943	97	0,0052%	100%
71945	97	0,0052%	100%
3514	92	0,0049%	100%
71100	91	0,0049%	100%

71105	91	0,0049%	100%
40031	90	0,0048%	100%
71106	90	0,0048%	100%
3508	86	0,0046%	100%
71101	85	0,0046%	100%
21642	79	0,0042%	100%
71102	79	0,0042%	100%
21438	77	0,0041%	100%
21441	77	0,0041%	100%
50706	77	0,0041%	100%
22836	77	0,0041%	100%
90379	75	0,0040%	100%
21412	72	0,0039%	100%
21606	72	0,0039%	100%
21634	72	0,0039%	100%
21809	72	0,0039%	100%
21811	72	0,0039%	100%
21921	72	0,0039%	100%
71953	71	0,0038%	100%
3572	70	0,0038%	100%
40038	70	0,0038%	100%
71939	70	0,0038%	100%
44006	69	0,0037%	100%
302	68	0,0037%	100%

44005	68	0,0037%	100%
22904	67	0,0036%	100%
22970	65	0,0035%	100%
21732	62	0,0033%	100%
21857	60	0,0032%	100%
50301	60	0,0032%	100%
50302	60	0,0032%	100%
50303	60	0,0032%	100%
50304	60	0,0032%	100%
50305	60	0,0032%	100%
43000	56	0,0030%	100%
43002	56	0,0030%	100%
93130	52	0,0028%	100%
71949	51	0,0027%	100%
21154	50	0,0027%	100%
21758	50	0,0027%	100%
21814	50	0,0027%	100%
21816	50	0,0027%	100%
70036	50	0,0027%	100%
71934	50	0,0027%	100%
71955	50	0,0027%	100%
73041	50	0,0027%	100%
90378	50	0,0027%	100%
90758	50	0,0027%	100%

90759	50	0,0027%	100%
21151	50	0,0027%	100%
2204	50	0,0027%	100%
21429	48	0,0026%	100%
44000	47	0,0025%	100%
23730	47	0,0025%	100%
23809	46	0,0025%	100%
44004	42	0,0023%	100%
22730	42	0,0023%	100%
8748	36	0,0019%	100%
21705	36	0,0019%	100%
21747	36	0,0019%	100%
21847	36	0,0019%	100%
21848	36	0,0019%	100%
21661	30	0,0016%	100%
22912	28	0,0015%	100%
44002	26	0,0014%	100%
90760	25	0,0013%	100%
90761	25	0,0013%	100%
1412	25	0,0013%	100%
22808	25	0,0013%	100%
802	24	0,0013%	100%
21630	24	0,0013%	100%
801	24	0,0013%	100%

9902	24	0,0013%	100%
23104	23	0,0012%	100%
22503	22	0,0012%	100%
22804	22	0,0012%	100%
41000	21	0,0011%	100%
41007	21	0,0011%	100%
45001	21	0,0011%	100%
93098	21	0,0011%	100%
44001	21	0,0011%	100%
71931	21	0,0011%	100%
71937	21	0,0011%	100%
71959	21	0,0011%	100%
50730	20	0,0011%	100%
21416	17	0,0009%	100%
23262	17	0,0009%	100%
71088	16	0,0009%	100%
22412	15	0,0008%	100%
22418	15	0,0008%	100%
22419	15	0,0008%	100%
3504	14	0,0008%	100%
3522	14	0,0008%	100%
3529	14	0,0008%	100%
3530	14	0,0008%	100%
3531	14	0,0008%	100%

21014	12	0,0006%	100%
21516	12	0,0006%	100%
92801	12	0,0006%	100%
22704	12	0,0006%	100%
23704	12	0,0006%	100%
21829	10	0,0005%	100%
93160	7	0,0004%	100%
700710	7	0,0004%	100%
3507	7	0,0004%	100%
3512	7	0,0004%	100%
3513	7	0,0004%	100%
3517	7	0,0004%	100%
3525	7	0,0004%	100%
3533	7	0,0004%	100%
3536	7	0,0004%	100%
3537	7	0,0004%	100%
3544	7	0,0004%	100%
3554	7	0,0004%	100%
3558	7	0,0004%	100%
3560	7	0,0004%	100%
3562	7	0,0004%	100%
3563	7	0,0004%	100%
3564	7	0,0004%	100%
21728	6	0,0003%	100%

524	6	0,0003%	100%
3538	6	0,0003%	100%
23204	5	0,0003%	100%
23212	5	0,0003%	100%
23261	5	0,0003%	100%
100146	5	0,0003%	100%
900807	5	0,0003%	100%
93111	4	0,0002%	100%
100141	4	0,0002%	100%
100144	4	0,0002%	100%
100147	4	0,0002%	100%
900802	4	0,0002%	100%
900804	4	0,0002%	100%
900806	4	0,0002%	100%
900809	4	0,0002%	100%
900811	4	0,0002%	100%
100140	3	0,0002%	100%
100143	3	0,0002%	100%
100142	2	0,0001%	100%
700714	2	0,0001%	100%
900808	2	0,0001%	100%
900810	2	0,0001%	100%
40019	1	0,0001%	100%
93166	1	0,0001%	100%

215026	1	0,0001%	100%
215046	1	0,0001%	100%
215066	1	0,0001%	100%
215076	1	0,0001%	100%
216031	1	0,0001%	100%
700712	1	0,0001%	100%
900801	1	0,0001%	100%
900803	1	0,0001%	100%
900805	1	0,0001%	100%

Fuente: Elaboración propia

Con los datos de los históricos, se realiza un diagrama de Pareto que se aumenta a una relación 90/10 para incrementar el número de referencias a estudiar.

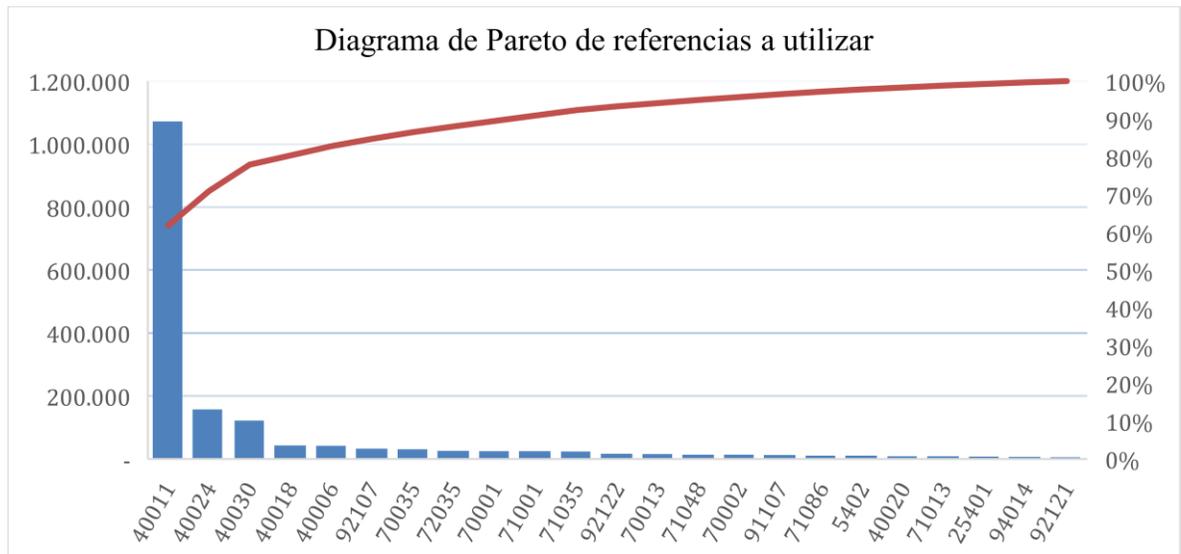


Ilustración 1. Diagrama de Pareto de referencias a utilizar

Del Pareto con relación 90/10, se determina que las referencias pertinentes al estudio serán las siguientes:

Tabla 3. Referencias Pareto 90/10

Código	Descripción	Unidades totales
40011	Paño microfibra especial	1.072.435
40024	Paño microfibra personalizado	158.254
40030	Paño microfibra personalizado	122.100
40018	Paño microfibra personalizado	42.981
40006	Paño microfibra especial	42.200
92107	Estuche 240 metalizado	33.480
70035	Estuche REF. M-001 Rossy	31.094
72035	Estuche REF. M-003 Rossy	25.825
70001	Estuche REF. M-001 Buggy	25.681
71001	Estuche REF. M-002 Buggy	25.023
71035	Estuche REF. M-002 Rossy	23.867
92122	Estuche 240 multicolor forro C	17.550
70013	Estuche REF. M-001 Teresina	15.684
71048	Estuche REF. M-002 surtido mar	14.007
70002	Estuche REF. M-001 Charol	13.720
91107	Estuche 240 Metalizado F/gamuz	13.400

Fuente: Elaboración propia

El estudio de pronósticos se realizará sobre su producto principal, por tal motivo se eliminan las referencias que hacen relación a otros productos vendidos por Industrial El Becerro. Por ello, se construye nuevamente el diagrama de Pareto para estudiarlo en una relación 80/20, donde se obtienen como resultado, 21 referencias para estudio. La base de datos se dispone de la siguiente manera:

Tabla 4. Base de datos actualizada sin referencias diferentes a estuches

Códigos	Suma de totales	Porcentaje	Porcentaje acum
92107	33480	8,9%	9%
70035	31094	8,2%	17%
72035	25825	6,8%	24%
70001	25681	6,8%	31%
71001	25023	6,6%	37%

71035	23867	6,3%	44%
92122	17550	4,6%	48%
70013	15684	4,2%	53%
71048	14007	3,7%	56%
70002	13720	3,6%	60%
91107	13400	3,6%	63%
71086	10700	2,8%	66%
5402	10620	2,8%	69%
71013	8634	2,3%	71%
94014	6600	1,7%	73%
92121	5814	1,5%	75%
71046	5130	1,4%	76%
99010	3964	1,1%	77%
72001	3619	1,0%	78%
1402	3399	0,9%	79%
71047	3250	0,9%	80%
21510	3078	0,8%	81%
21813	3000	0,8%	81%
21819	2987	0,8%	82%
72040	2833	0,8%	83%
72013	2650	0,7%	84%
73035	2616	0,7%	84%
71087	2395	0,6%	85%
99001	2242	0,6%	86%
70019	2230	0,6%	86%
74020	2000	0,5%	87%
72041	1700	0,5%	87%
21733	1594	0,4%	88%
71085	1569	0,4%	88%
71600	1551	0,4%	88%
8722	1347	0,4%	89%
71076	1300	0,3%	89%
21924	1256	0,3%	89%
210	1250	0,3%	90%
94012	1220	0,3%	90%
72075	1199	0,3%	90%

Fuente: Elaboración propia.

El diagrama de Pareto resultante para un estudio de una relación 80/20, sería el siguiente:

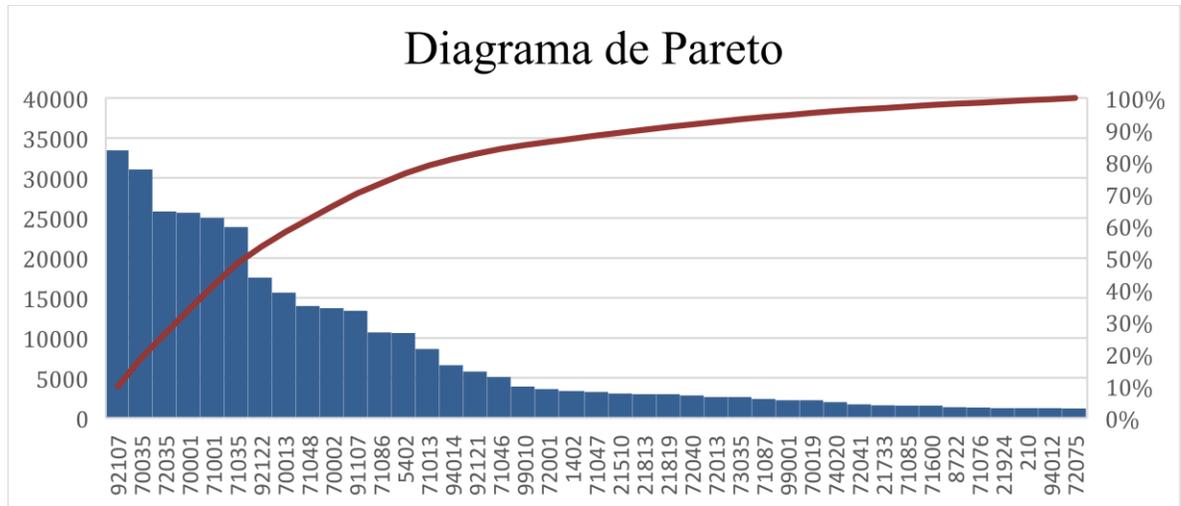


Ilustración 2. Pareto de referencias correspondientes a estuches

Como se puede observar en la ilustración y en la tabla de referencias puesta a continuación, el manejar el diagrama de Pareto con estos porcentajes, hace que la cantidad de referencias se ajuste de mejor manera a las requeridas para realizar el estudio.

Tabla 5. Referencias seleccionadas para estudio de pronóstico

Códigos	Descripción	Unidades totales
92107	Estuche 240 metalizado	33.480
70035	Estuche REF. M-001 Rossy	31.094
72035	Estuche REF. M-003 Rossy	25.825
70001	Estuche REF. M-001 Buggy	25.681
71001	Estuche REF. M-002 Buggy	25.023
71035	Estuche REF. M-002 Rossy	23.867
92122	Estuche 240 multicolor forro C	17.550
70013	Estuche REF. M-001 Teresina	15.684
71048	Estuche REF. M-002 surtido mar	14.007
70002	Estuche REF. M-001 Charol	13.720

91107	Estuche 240 Metalizado F/gamuz	13.400
71086	Estuche REF. M-002 Maracana CO	10.700
5402	Estuche REF. de seguridad industrial	10.620
71013	Estuche REF. M-002 Teresina	8.634
94014	Estuche 250 metalizado Forro s	6.600
92121	Estuche 240 Multicolor forro P	5.814
71046	Estuche REF. M-002	5.130
99010	Estuche REF. 280 Multicolor	3.964
72001	Estuche REF. M-003 Buggy	3.619
1402	Estuche REF. 166	3.399
71047	Estuche REF. M-002 Buggy combi	3.250

Fuente: Elaboración propia

En la ilustración 3 se puede observar de manera más clara, el valor total numérico de cada una de las referencias que son estudiadas, ya que estas representan la demanda acumulada que ha tenido históricamente la empresa Industrias el Becerro durante los últimos años.

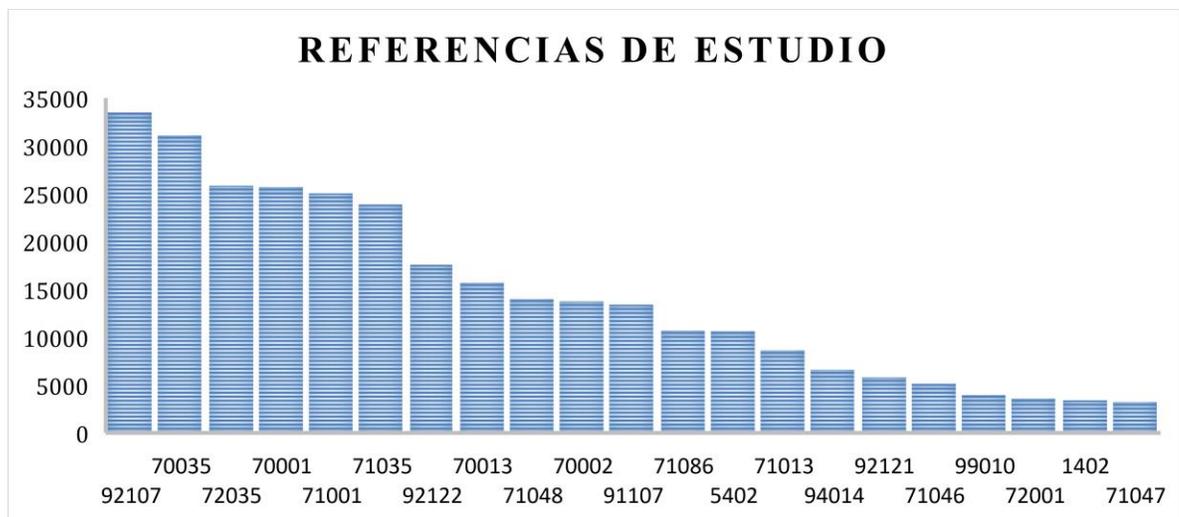


Ilustración 3. Diagrama de barras de las referencias a estudiar

Los resultados obtenidos en el estudio anteriormente realizado, sirven como referencia para el paso a seguir en la investigación, que en este caso sería determinar los pronósticos de

ventas que requiere la compañía. La razón por la que los valores calculados son la guía del paso siguiente, es porque estos son representativos al valor de la demanda de los productos más vendidos por la empresa en los últimos años.

En la tabla que se muestra a continuación, se encuentran los métodos de pronósticos de regresión lineal, suavización exponencial doble, promedio móvil simple, suavización exponencial simple y a su vez 3 tipos de errores, que arrojan como conclusión el modelo a seguir para el modelo que mejor se acopla a cada una de las referencias de estuches que se eligieron para realizar el estudio.

7.1 Referencia 1 (92107)

Tabla 6. Referencia No.1

Códigos	Descripción	Unidades totales
92107	Estuche 240 metalizado	33.480

Fuente. Elaboración propia

Se encuentra relacionada la demanda de la referencia No.1 durante los años 2016 y la mitad del año 2018 (Tabla 7).

Tabla 7. Demanda referencia No.1

Año	Código	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2016	92107	3.050	1.200	500	2.100	100	-	3.630	2.000	3.400	1.800	400	1.800
2018	92107	200	2.550	3.100	3.700	50	3.900	-	-	-	-	-	-

Fuente. Elaboración propia

7.1.1 Año 2016

Los cálculos realizados en las tablas mostradas a continuación, tienen como referencia las medidas que se encuentran dispuestas en la tabla 8. Vale la pena aclarar que estos son utilizados únicamente para los cálculos del año 2016.

Tabla 8. Medidas de referencia

m	13,916
b	1574,5
alfa	0,1
beta	0,35

Fuente. Elaboración propia

En la siguiente gráfica se puede observar el comportamiento de la demanda de la referencia No. 1, durante el periodo de tiempo del año 2016, donde se puede deducir que tiene una tendencia estacionaria, ya que fluctúa muy poco alrededor de un patrón central.



Ilustración 4. Tendencia de la demanda (Referencia No. 1 - Año 2016)

Se realizan cálculos de regresiones y suavizaciones junto con sus respectivos errores para la demanda obtenida en el año 2016.

Tabla 9. Pronósticos utilizados en la referencia No. 1 (Año 2016)

Período (T)	Demanda histórica	χ^2	XY	F(RL)	F (SED)			PMMS=1	PMMS=2	SES	MAPE	DAM	Ep
					St	Gt	Ft						
0					1.575	14	1.588						
1	3.050	1	3.050	1.588	1.735	65	1.800			1665	45%	115	-1385
2	1.200	4	2.400	1.602	1.740	44	1.784	3050		1804	50%	50	604
3	500	9	1.500	1.616	1.655	- 1	1.655	1200	2125	1743	249%	104	1243
4	2.100	16	8.400	1.630	1.699	15	1.714	500	850	1619	23%	40	-481
5	100	25	500	1.644	1.552	- 42	1.511	2100	1300	1667	1567%	131	1567
6	-	36	-	1.658	1.360	- 95	1.265	100	1100	1510	0%	126	1510
7	3.630	49	25.410	1.672	1.502	- 12	1.490	0	50	1359	63%	189	-2271
8	2.000	64	16.000	1.686	1.541	6	1.547	3630	1815	1586	21%	34	-414
9	3.400	81	30.600	1.700	1.732	71	1.803	2000	2815	1628	52%	148	-1772
10	1.800	100	18.000	1.714	1.803	71	1.873	3400	2700	1805	0%	0	5
11	400	121	4.400	1.728	1.726	19	1.745	1800	2600	1804	351%	117	1404
12	1.800	144	21.600	1.741	1.751	21	1.772	400	1100	1664	8%	11	-136

Fuente. Elaboración propia

Tabla 10. Medidas de error (Referencia No.1 - Año 2016)

EP MEDIO	-10,5
DAM	88,8
MAPE	2,02
DESV	59,5572942

Fuente. Elaboración propia

A pesar de que, según la teoría, para este tipo de comportamiento de la demanda, los métodos que más se ajustan son el SES (Suavización exponencial simple) y el PMMS (Promedio móvil simple), el error obtenido no se encuentra en un valor adecuado, por lo tanto el pronóstico en este caso no es tan confiable y a pesar de que este puede ser utilizado, pues es basado en históricos reales de la demanda, el nivel de confiabilidad no es el deseado (Tabla 10).

7.1.2 Año 2018

Para este año, el procedimiento es el mismo, basándose en los datos proporcionado de la demanda de la referencia No.1 del 2018.

Tabla 11. Medidas de referencia

m	331,43
b	1090
alfa	0,1
beta	0,35

Fuente. Elaboración propia

La gráfica mostrada a continuación, indica el comportamiento de la demanda de la referencia No. 1, durante el periodo de tiempo del año 2018, donde se puede deducir que tiene una demanda con tendencia (Lineal creciente), pues la serie de tiempo se asemeja a una línea recta.

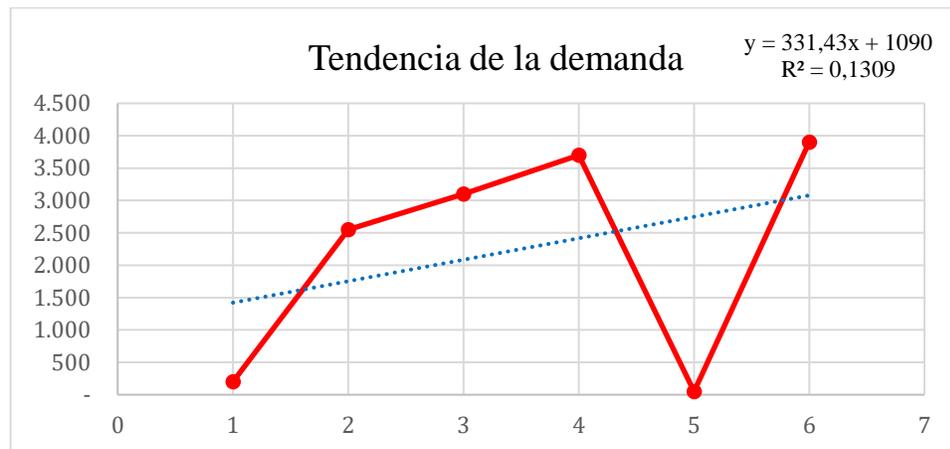


Ilustración 5. Tendencia de la demanda (Referencia No.1 - Año 2018)

Se realizan los correspondientes cálculos de regresiones y suavizaciones junto con sus respectivos errores para la demanda obtenida para el año 2018.

Tabla 12. Pronósticos utilizados en la referencia No.1 (Año 2018)

Período (T)	Demanda histórica	χ^2	XY	F(RL)	F (SED)			PMMS=1	PMMS=2	SES	MAPE	DAM	Ep
					St	Gt	Ft						
0					1.090	331	1.421						
1	200	1	200	1.588	1.299	289	1.588			2250	1025%	342	2050
2	2.550	4	5.100	1.602	1.684	322	2.007	200		2045	20%	84	-505
3	3.100	9	9.300	1.616	2.116	361	2.476	2550	1.375	2096	32%	167	-1005
4	3.700	16	14.800	1.630	2.599	403	3.002	3100	2825	2196	41%	251	-1504
5	50	25	250	1.644	2.707	300	3.007	3700	3400	2346	4593%	383	2296
6	3.900	36	23.400	1.658	3.096	331	3.428	50	1875	2117	46%	297	-1783

Fuente. Realización propia

Tabla 13. Medidas de error (Referencia No. 1 - Año 2018)

EP MEDIO	-75,1
DAM	254,0
MAPE	9,59
DESV	111,780384

Fuente. Realización propia.

Al igual que en los resultados ejecutados para el año 2016, los errores obtenidos para el periodo 2018, están desfasados, en este caso de manera mucho más representativa que en el anterior, esto debido posiblemente a que la demanda fue desestabilizada por la no venta de esta referencia durante el año 2017, deteriorando así el comportamiento esperado de la demanda (Tabla 13).

7.2 Referencia 2 (70035)

Tabla 14. Referencia No. 2

Códigos	Descripción	Unidades totales
70035	Estuche REF. M-001 Rossy	31.094

Fuente. Elaboración propia

En la tabla 15, se relaciona la demanda de la referencia No.2 (70035) durante los años 2016 y la mitad del año 2018.

Tabla 15. Demanda referencia No. 2

Año	Código	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2016	70035	450	990	4.989	1.116	1.620	2.005	1.600	3.900	2.310	1.810	2.929	2.314
2018	70035	1.080	200	-	540	3.041	200	-	-	-	-	-	-

Fuente. Elaboración propia

7.2.1 Año 2016

Las medidas de referencias que se encuentran relacionadas en la tabla 16, tienen como fin llegar a los resultados de los cálculos sobre los cuales se toman las decisiones del mejor modelo de pronóstico, utilizados en la referencia No.2.

Tabla 16. Medidas de referencia

m	98
b	1.531
alfa	0,10
beta	0,35

Fuente. Elaboración propia

La gráfica mostrada, es modelo del comportamiento de la demanda en la referencia No. 2, en el año 2016, para el cual se determina una demanda estacionaria, pues el comportamiento de la variable de demanda es muy homogéneo, indicándonos que el cambio en las ventas de esta referencia a través del tiempo no tiene mayores variaciones, a excepción de unos meses en los que las ventas se dispararon y generaron picos que alteraron la tendencia de la gráfica.



Ilustración 6. Tendencia de la demanda (Referencia No. 2 - Año 2016)

A partir de los datos proporcionado por la demanda histórica durante el año 2016, se realizan diferentes estudios de pronósticos, sobre los cuales se toma la decisión para optar por aquel que mejor ejemplifica el comportamiento de las ventas de la referencia No. 2 (70035).

De esa manera puede aplicarse en periodos posteriores ese pronóstico de demanda para así evitar grandes pérdidas en ventas, a pesar de que no siempre los resultados que se obtienen son confiables por el cambio del mercado y agentes externos que influyen en las ventas.

Tabla 17. Pronósticos utilizados en la referencia No.2 (Año 2016)

Período (T)	Demanda histórica	x^2	XY	F(RL)	F (SED)			PMMS=1	PMMS=2	SES	MAPE	DAM	Ep
					St	Gt	Ft						
0					1.531	98	1.629						
1	450	1	450	1.629	1.511	57	1.568			2169	382%	143	1719
2	990	4	1.980	1.727	1.510	37	1.547	450		1997	102%	84	1007
3	4.989	9	14.967	1.825	1.891	157	2.048	990	720	1897	62%	258	-3092
4	1.116	16	4.464	1.924	1.955	125	2.080	4989	2.990	2206	98%	91	1090
5	1.620	25	8.100	2.022	2.034	109	2.142	1116	3.053	2097	29%	40	477
6	2.005	36	12.030	2.120	2.129	104	2.232	1620	1.368	2049	2%	4	44
7	1.600	49	11.200	2.218	2.169	82	2.251	2005	1.813	2045	28%	37	445
8	3.900	64	31.200	2.317	2.416	139	2.555	1600	1.803	2000	49%	158	-1900
9	2.310	81	20.790	2.415	2.530	131	2.661	3900	2.750	2190	5%	10	-120
10	1.810	100	18.100	2.513	2.576	101	2.677	2310	3.105	2202	22%	33	392
11	2.929	121	32.219	2.612	2.702	110	2.812	1810	2.060	2163	26%	64	-766
12	2.314	144	27.768	2.710	2.762	92	2.855	2929	2.370	2240	3%	6	-74

Fuente. Elaboración propia

Tabla 18. Medidas de error (Referencia No. 2 - Año 2016)

EP MEDIO	-	65
DAM		77
MAPE		0,67
DESV		76

Los errores extraídos para el periodo 2016, indican un valor porcentual, que en este caso corresponde a un 67% del pronóstico con relación a la demanda y que, según el DAM, podría tomarse como un valor numérico de 77 unidades.

7.2.2 Año 2018

Se toman como medidas de referencias (Tabla 19) alfa 0.10 y beta 0.35, para que de esta manera el modelo de pronóstico se ajuste mejor en cuanto a las decisiones finales en la elección del mejor método a tener en cuenta por la empresa.

Tabla 19. Medidas de referencia

m	133
b	377
alfa	0,10
beta	0,35

Fuente. Elaboración propia

En la gráfica de la tendencia de los datos correspondientes al periodo del año 2018, puede deducirse que esta tiene una tendencia estacionaria, esto debido a que es constante y tiene poca variación en el tiempo, por tanto, se mantiene estable; por tal motivo, sus valores oscilan en torno a un valor medio, por lo tanto, se conserva sin aumento o disminución.



Ilustración 7. Tendencia de la demanda (Referencia No. 2 - Año 2018)

Con base en los datos de los históricos se construye un modelo de pronósticos, donde con los datos de ventas proporcionados por Industrias El Becerro, se observan diferentes modelos de series de tiempo, donde se pueden tomar como principales el método de regresión lineal y el SED (Suavización exponencial doble).

Tabla 20. Pronósticos utilizados en la referencia No. 2 (Año 2018)

Período (T)	Demanda histórica	X^2	XY	F(RL)	F (SED)			PMMS=1	PMMS=2	SES	MAPE	DAM	Ep
					St	Gt	Ft						
0					377	133	510						
1	1.080	1	1.080	1.629	567	153	721			844	22%	39	-237
2	200	4	400	1.727	668	135	803	1080		867	334%	111	667
3	-	9	-	1.825	723	107	830	200	640	800	0%	133	800
4	540	16	2.160	1.924	801	97	898	0	100	720	33%	30	180
5	3.041	25	15.205	2.022	1.112	172	1.284	540	270	702	77%	390	-2339
6	200	36	1.200	2.120	1.175	134	1.309	3041	1.791	936	368%	123	736

Fuente. Elaboración propia

De esta manera, se obtienen una serie de promedio de error que permiten tomar decisiones, indicando el promedio del error (Tabla 21).

Tabla 21. Medidas de error (Referencia No. 2 - Año 2018)

EP MEDIO	-	32
DAM		138
MAPE		1,39
DESV		131

Fuente. Elaboración propia

Para este caso en específico, el error porcentual es muy alto, esto debido a la gran variabilidad en los datos, lo que hace que el modelo de pronóstico no sea tan preciso en cuanto a esta referencia y el DAM por otro lado, muestra que puede existir un error en 138 unidades.

7.3 Referencia 3 (72035)

El estuche REF. M – 003 Rossy, tuvo un total de unidades vendidas de 25.825 durante el año 2016 y 2018. Por su gran cantidad de ventas, es significativa para el estudio correspondiente, pues hace parte del 80% de referencias que describen el total de ventas, según el principio de Pareto ya ejecutado (Tabla 5).

Tabla 22. Referencia No. 3

Códigos	Descripción	Unidades totales
72035	Estuche REF. M-003 Rossy	25.825

Fuente. Elaboración propia

La demanda en ventas de esta referencia se da en gran medida en los primeros y los últimos meses del año, lo que hace de esta gran responsable en el total de ventas de Industrias El Becerro.

Tabla 23. Demanda referencia No. 3

Año	Código	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2016	72035	700	2.820	719	548	50	399	375	210	5.150	3.200	400	5.686
2018	72035	298	400	1.100	1.080	590	2.100	-	-	-	-	-	-

Fuente. Elaboración propia

7.3.1 Año 2016

Para estudio de las ventas de la referencia No. 3 durante el año 2016, se toman los valores de referencia que se encuentran consolidados en la tabla 24.

Tabla 24. Medidas de referencia

m	258
b	9
alfa	0,50
beta	0,35

Fuente. Elaboración propia

La tendencia de la demanda durante el año 2016, se muestra en la ilustración 8, donde se observa que esta referencia tiene una tendencia con demanda lineal creciente, ya que tiende a ser lineal y a aumentar sus ventas en el tiempo.



Ilustración 8. Tendencia de la demanda (Referencia No. 3 - Año 2016)

Se utilizan los métodos de pronósticos de series de tiempo para evaluar cual se acomoda mejor, teniendo en cuenta su tendencia y su incidencia a través del tiempo, utilizando las unidades vendidas que oscilan entre las 50 y las 6.000 durante lo corrido del año 2016.

Tabla 25. Pronósticos utilizados en la referencia No. 3 (Año 2016)

Período (T)	Demanda histórica	χ^2	XY	F(RL)	F (SED)			PMMS=1	PMMS=2	SES	MAPE	DAM	Ep
					St	Gt	Ft						
0					9	258	267						
1	700	1	700	267	483	334	818			1688	141%	82	988
2	2.820	4	5.640	525	1.819	685	2.503	700		1194	58%	135	-1626
3	719	9	2.157	784	1.611	372	1.984	2820	1.760	2007	179%	107	1288
4	548	16	2.192	1.042	1.266	121	1.387	719	1.770	1363	149%	68	815
5	50	25	250	1.301	718	- 113	606	548	634	956	1811%	75	906
6	399	36	2.394	1.559	502	- 149	353	50	299	503	26%	9	104
7	375	49	2.625	1.817	364	- 145	219	399	225	451	20%	6	76
8	210	64	1.680	2.076	214	- 147	68	375	387	413	97%	17	203
9	5.150	81	46.350	2.334	2.609	743	3.351	210	293	311	94%	403	-4839
10	3.200	100	32.000	2.592	3.276	716	3.992	5150	2.680	2731	15%	39	-469
11	400	121	4.400	2.851	2.196	88	2.283	3200	4.175	2965	641%	214	2565
12	5.686	144	68.232	3.109	3.985	683	4.668	400	1.800	1683	70%	334	-4003

Fuente. Elaboración propia

Acorde con los resultados obtenidos (Tabla 26), puede concluirse que el método de suavización exponencial simple no es el más adecuado, por ello acorde a la tendencia lineal

creciente, el que mejor que adapta a la distribución es el método de regresión lineal; donde las unidades a vender son más acordes a los datos reales y por tanto el error disminuye, ya que, para los otros modelos, el error es muy alto.

Tabla 26. Medidas de error (Referencia No. 3 - Año 2016)

EP MEDIO	-	333
DAM		124
MAPE		2,75
DESV		129

Fuente. Elaboración propia

7.3.2 Año 2018

Las medidas de referencias son acordes a las relacionadas con la gráfica de los datos proporcionados para el año 2018. Estas medidas de referencia son las que mas se apropian al estudio de pronósticos para este periodo de tiempo.

Tabla 27. Medidas de referencia

m		273
b	-	28
alfa		0,50
beta		0,35

Fuente. Elaboración propia

En la gráfica se muestra una tendencia creciente, esto indica que la demanda de la referencia No. 3 durante el año 2018, ha ido en constante aumento y se ha conservado invariable y por tanto se espera que esta siga en incremento.

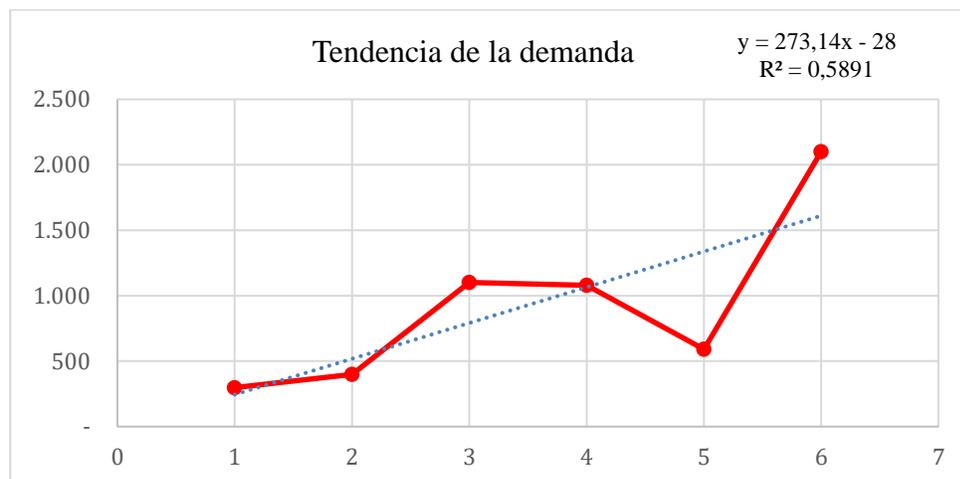


Ilustración 9. Tendencia de la demanda (Referencia No. 3 - Año 2018)

Cuando la tendencia de la demanda es lineal creciente se recomienda que los métodos de pronósticos que rijan el mismo, sean el de regresión lineal simple o la suavización exponencial doble.

Tabla 28. Pronósticos utilizados en la referencia No. 3 (Año 2018)

Período (T)	Demanda histórica	χ^2	XY	F(RL)	F (SED)			PMMS=1	PMMS=2	SES	MAPE	DAM	Ep
					St	Gt	Ft						
0					- 28	273	245						
1	298	1	298	267	272	282	554			928	211%	105	630
2	400	4	800	525	477	255	732	298		613	53%	36	213
3	1.100	9	3.300	784	916	320	1.236	400	349	507	54%	99	-594
4	1.080	16	4.320	1.042	1.158	292	1.450	1100	750	803	26%	46	-277
5	590	25	2.950	1.301	1.020	142	1.162	1080	1.090	942	60%	59	352
6	2.100	36	12.600	1.559	1.631	306	1.937	590	835	766	64%	222	-1334

Fuente. Elaboración propia

Con base en los datos de ventas del 2018, el error porcentual del pronóstico es de 78% y un error en unidades de 94, es decir, a pesar de que un pronóstico se encarga de observar el

comportamiento futuro en este caso de la demanda de cierta referencia, no logra ser 100% confiable y el error es muy alto.

Tabla 29. Medidas de error (referencia No. 3 - Año 2018)

EP MEDIO	-	168
DAM		94
MAPE		0,78
DESV		69

Fuente. Elaboración propia

La demanda de un producto tiene en cuenta varios factores que se tornan demasiado complejos y en ese sentido, todos los pronósticos contienen un error, como lo es el caso del MAPE y DAM en esta referencia.

7.4 Referencia 4 (70001)

La referencia 70001 tiene una demanda total de 25.681 unidades vendidas en los años 2016 y 2018, a partir de estos datos se estudian los modelos de pronósticos para obtener así aquel que mas se adecúa para esta referencia.

Tabla 30. Referencia No. 4

Códigos	Descripción	Unidades totales
70001	Estuche REF. M-001 Buggy	25.681

Fuente. Elaboración propia

Tabla 31. Demanda referencia No. 4

Año	Código	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2016	70001	1.400	3.639	3.650	2.260	1.200	1.750	1.000	1.370	1.820	790	445	880
2018	70001	-	810	-	-	2.867	1.800	-	-	-	-	-	-

Fuente. Elaboración propia

7.4.1 Año 2016

Para el estudio de la referencia 70001, se toma un alfa de 0.5 y un beta de 0.35, para reducir las variaciones asociadas al uso de pronósticos y los errores que estos conllevan, en la aplicación real de los resultados del modelo puesto en marcha

Tabla 32. Medidas de referencia

m	258
b	9
alfa	0,50
beta	0,35

Fuente. Elaboración propia

La ilustración 10, tiene una demanda con una tendencia estacionaria, lo que indica que la conducta histórica de esta referencia a través del tiempo casi no cambia, en este caso durante los 12 meses que constituyen el año 2016.



Ilustración 10. Tendencia de la demanda (Referencia No. 4 - Año 2016)

Al aplicar los modelos de pronósticos (Tabla 33), se encuentran grandes diferencias entre ellos, por ello es importante observar que en la gráfica (ilustración 10) al ser una tendencia estacionaria, es importante poner mayor atención en el método de regresión lineal y el método de suavización exponencial simple.

Tabla 33. Pronósticos utilizados en la referencia No. 4 (Año 2016)

Período (T)	Demanda histórica	χ^2	XY	F(RL)	F (SED)			PMMS=1	PMMS=2	SES	MAPE	DAM	Ep
					St	Gt	Ft						
0					9	258	267						
1	1.400	1	1.400	267	833	457	1.290			1684	20%	24	284
2	3.639	4	7.278	525	2.465	868	3.332	1400		1542	58%	175	-2097
3	3.650	9	10.950	784	3.491	923	4.414	3639	2.520	2590	29%	88	-1060
4	2.260	16	9.040	1.042	3.337	546	3.884	3650	3.645	3120	38%	72	860
5	1.200	25	6.000	1.301	2.542	77	2.618	2260	2.955	2690	124%	124	1490
6	1.750	36	10.500	1.559	2.184	- 75	2.109	1200	1.730	1945	11%	16	195
7	1.000	49	7.000	1.817	1.554	- 269	1.285	1750	1.475	1848	85%	71	848
8	1.370	64	10.960	2.076	1.328	- 255	1.073	1000	1.375	1424	4%	4	54
9	1.820	81	16.380	2.334	1.447	- 124	1.323	1370	1.185	1397	23%	35	-423
10	790	100	7.900	2.592	1.056	- 217	839	1820	1.595	1608	104%	68	818
11	445	121	4.895	2.851	642	- 286	356	790	1.305	1199	169%	63	754
12	880	144	10.560	3.109	618	- 194	424	445	618	822	7%	5	-58

Fuente. Elaboración propia

El error al usar estos modelos de pronósticos, es menor, pues porcentualmente es del 0.56 que, aunque si bien es cierto es alto, para un pronóstico es en ocasiones acertado, debido a

las dificultades que convergen en el tema de ventas y mercado. Así mismo, el DAM muestra 62 unidades en las que puede incurrirse en error.

Tabla 34. Medidas de error (Referencia No. 4 - Año 2016)

EP MEDIO	139
DAM	62
MAPE	0,56
DESV	51

Fuente. Elaboración propia

7.4.2 Año 2018

Se toman para el año 2018, los mismos valores para alfa y beta utilizados anteriormente en el año 2016, para comparar con mayor facilidad y tomar una decisión en cuanto al método de pronósticos a elegir para la referencia No. 4.

Tabla 35. Medidas de referencia

m	433
b	- 604
alfa	0,50
beta	0,35

Fuente. Elaboración propia

Los valores de m y b, corresponden a su vez a la ecuación de la recta que acompaña la distribución de la demanda y que permite observar como a través del tiempo el comercio de esta referencia de estuches, ha ido en constante aumento.



Ilustración 11. Tendencias de la demanda (Referencia No. 4 - Año 2018)

Al igual que en las referencias anteriores, para esta se aplican los modelos de pronóstico que nos permiten observar el comportamiento de la demanda futura a través de diferentes opciones que pueden ser tomadas en cuenta.

Tabla 36. Pronósticos utilizados en la referencia No. 4 (Año 2018)

Período (T)	Demanda histórica	χ^2	XY	F(RL)	F (SED)			PMMS=1	PMMS=2	SES	MAPE	DAM	Ep
					St	Gt	Ft						
0					- 604	433	- 171						
1	-	1	-	267	- 85	463	378			913	0%	152	913
2	810	4	1.620	525	594	539	1.133	0		456	44%	59	-354
3	-	9	-	784	566	341	907	810	405	633	0%	106	633
4	-	16	-	1.042	454	182	636	0	405	317	0%	53	317
5	2.867	25	14.335	1.301	1.751	572	2.324	0	-	158	94%	451	-2709
6	1.800	36	10.800	1.559	2.062	481	2.543	2867	1.434	1513	16%	48	-287

Fuente. Elaboración propia

Como resultado final, para este periodo 2018 de la referencia No. 4, se obtiene un error porcentual de 26% y un error en unidades de 145.

Tabla 37. Medidas de error (Referencia No. 4 - Año 2018)

EP MEDIO	-	248
DAM		145
MAPE		0,26
DESV		155

Fuente. Elaboración propia

7.5 Referencia 5 (71001)

La referencia 71001 (Estuche REF. M-002 Buggy) tiene una demanda en el año 2018 de 25.023 unidades, que están distribuidas en los meses de enero a junio; al poseer un gran tamaño de la demanda, permite que esta sea una referencia importante para estudio.

Tabla 38. Referencia No. 5

Códigos	Descripción	Unidades totales
71001	Estuche REF. M-002 Buggy	25.023

Fuente. Elaboración propia

Tabla 39. Demanda referencia No. 5

Año	Código	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
2018	71001	1150	3872	2396	7475	3430	6700

Fuente. Elaboración propia

7.5.1 Año 2018

Las medidas de alfa y beta en este caso, corresponden a 0.4 y 0.35 respectivamente, por otro lado, la pendiente (m) en este caso es positiva con un valor de 900 y b que significa la intersección de las coordenadas, tiene un valor de 1.020.

Tabla 40. Medidas de referencia

m	900
b	1.020
alfa	0,40
beta	0,35

Fuente. Elaboración propia

En la ilustración 12, se puede observar claramente el patrón que cumple la demanda, siguiendo una tendencia lineal creciente, pues la serie de tiempo se asemeja a una línea recta y la demanda es creciente.



Ilustración 12. Tendencia de la demanda (Referencia No. 5 - Año 2018)

En el caso de la referencia No. 5, los métodos de pronósticos más recomendables son el de regresión lineal y el de suavización exponencial simple, porque describen de manera más acertada la tendencia de ventas del producto en un futuro.

Tabla 41. Pronósticos utilizados en la referencia No. 5 (Año 2018)

Período (T)	Demanda histórica	X ²	XY	F(RL)	F (SED)			PMMS=1	PMMS=2	SES	MAPE	DAM	Ep
					St	Gt	Ft						
0					1.020	900	1.920						
1	1150	1	1.150	1.920	1.612	792	2.404			4171	263%	503	3021
2	3872	4	7.744	2.820	2.991	998	3.989	1150		2962	23%	152	-910
3	2396	9	7.188	3.720	3.352	775	4.127	3872	2.511	3326	39%	155	930
4	7475	16	29.900	4.621	5.466	1.243	6.709	2396	3.134	2954	60%	753	-4521
5	3430	25	17.150	5.521	5.398	784	6.182	7475	4.936	4762	39%	222	1332
6	6700	36	40.200	6.421	6.389	857	7.246	3430	5.453	4229	37%	412	-2471

Fuente. Elaboración propia

El error porcentual absoluto medio (MAPE), indica el desempeño del pronóstico de demanda midiendo el error en términos porcentuales, para la referencia No. 5 es de 77% y en unidades, el error absoluto medio (DAM) por periodo es de 366 unidades.

Tabla 42. Medidas de error (Referencia No. 5 - Año 2018)

EP MEDIO	- 436
DAM	366
MAPE	0,77
DESV	238

Fuente. Elaboración propia

7.6 Referencia 6

Para la referencia No. 6, la demanda es de 23.867 unidades durante el año 2018, en los meses de enero a junio, relacionada en la tabla 44.

Tabla 43. Referencia No. 6

Códigos	Descripción	Unidades totales
71035	Estuche REF. M-002 Rossy	23.867

Fuente. Elaboración propia

Tabla 44. Demanda referencia No. 6

Año	Código	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
2018	71035	2190	8227	3100	3630	4270	2450

Fuente. Elaboración propia

7.6.1 Año 2018

La ecuación de la línea de tendencia que describe los datos proporcionados para la demanda de esta referencia es de pendiente negativa, por tanto, m es -287 y b que indica el intercepto es de 4.982 . De igual manera, α tiene un valor en este caso de 0.4 y β de 0.3 , por motivos del estudio de pronósticos.

Tabla 45. Medidas de referencia

m	- 287
b	4.982
α	0,40
β	0,30

Fuente. Elaboración propia

La gráfica de la tendencia (ilustración 13) corresponde a una distribución de un patrón puramente aleatorio, es decir, una demanda estacionaria, pues se puede observar que no ocurren grandes cambios, pues la distribución fluctúa alrededor de un patrón central.

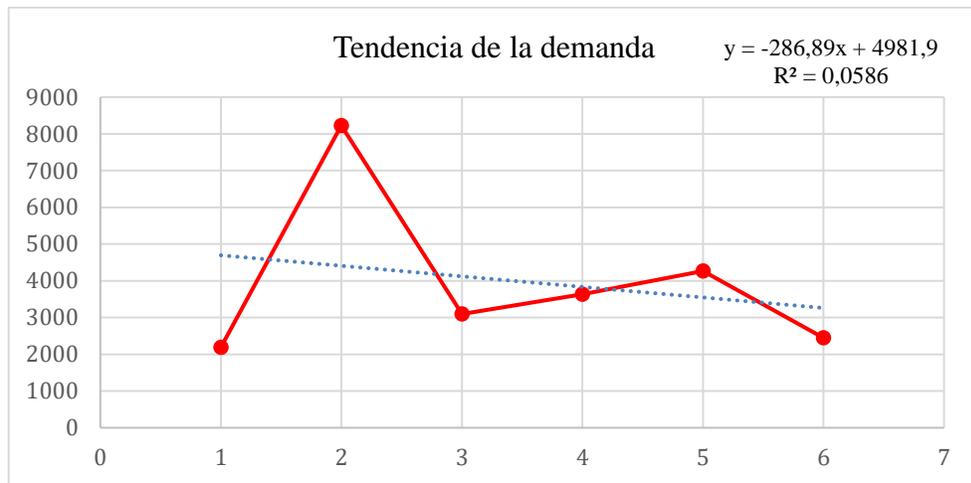


Ilustración 13. Tendencia de la demanda (Referencia No. 6 - Año 2018)

Los modelos de pronósticos utilizados permiten llegar a ciertas conclusiones para ventas futuras de Industrias el becerro, a pesar de dichos métodos no son perfectos por factores externos no controlables que afecta la precisión de los mismos; por ello, en la tabla 46 se presentan metodologías aplicadas para esta referencia.

Tabla 46. Pronósticos utilizados en la referencia No. 6 (Año 2018)

Período (T)	Demanda histórica	X^2	XY	F(RL)	F (SED)			PMMS=1	PMMS=2	SES	MAPE	DAM	Ep
					St	Gt	Ft						
0					4.982	- 287	4.695						
1	2190	1	2.190	4.695	3.693	- 587	3.106			3978	82%	298	1788
2	8227	4	16.454	4.408	5.154	27	5.181	2190		3263	60%	827	-4964
3	3100	9	9.300	4.121	4.349	- 223	4.126	8227	5.209	5248	69%	358	2148
4	3630	16	14.520	3.834	3.928	- 282	3.645	3100	5.664	4389	21%	127	759
5	4270	25	21.350	3.547	3.895	- 207	3.688	3630	3.365	4085	4%	31	-185
6	2450	36	14.700	3.261	3.193	- 356	2.837	4270	3.950	4159	70%	285	1709

Fuente. Elaboración propia

El cálculo del error del pronóstico, nos permite tomar decisiones frente a cuál será el modelo más acorde para las diferentes referencias estudiadas y a su vez perciben cuando algo en la

disposición de la demanda no está circulando correctamente y de esta manera, poder alternar las decisiones con el fin de tomar una buena elección. En este caso concretamente, el error porcentual obtenido es del 51% y en unidades es de 321.

Tabla 47. Medidas de error (Referencia No. 6 - Año 2018)

EP MEDIO	209
DAM	321
MAPE	0,51
DESV	276

Fuente. Elaboración propia

7.7 Referencia 7

Tabla 48. Referencia No. 7

Códigos	Descripción	Unidades totales
92122	Estuche 240 multicolor forro C	17.550

Fuente. Elaboración propia

La referencia 92122 (Estuche 240 multicolor forro C) tiene una demanda de 17.550 unidades vendidas en los años 2017 y 2018. Con base en los históricos de ventas, se da paso a un pronóstico de la demanda que da origen a varias clases de proyecciones.

Tabla 49. Demanda referencia No. 7

Año	Código	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2017	92122	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3400
2018	92122	0	8500	2500	3000	0	150	0	0	0	0	0	0

Fuente. Elaboración propia

7.7.1 Año 2017

Tabla 50. Medidas de referencia

m	131
b	- 567
alfa	0,50
beta	0,35

Fuente. Elaboración propia

Para esta referencia, durante el año 2017 sólo hubo comercio en el mes de diciembre, lo que indica que este pico de ventas existente no representa la totalidad de la demanda, si no que altera la tendencia de los mismos.

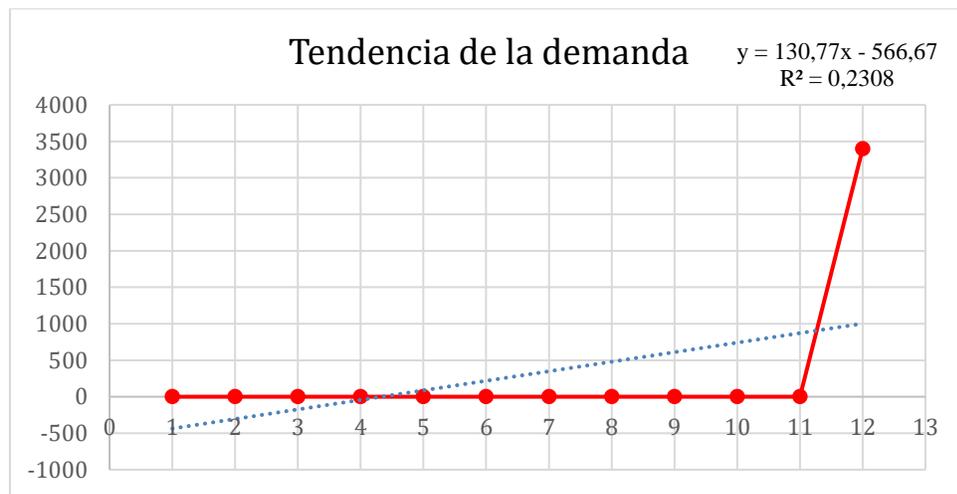


Ilustración 14. Tendencia de la demanda (Referencia No. 7 - Año 2017)

Al realizar los métodos de pronósticos, estos se ajustan con base a los históricos, pero como este dato no es representativo para el total de los datos en la serie de tiempo, no puede determinar la demanda futura, pero en caso de tomar el pronóstico, el error en el que puede incurrirse no es muy significativo.

Tabla 51. Pronósticos utilizados en la referencia No. 7 (Año 2017)

Perido (T)	Demanda histórica	x^2	XY	F(RL)	F (SED)			PMMS=1	PMMS=2	SES	MAPE	DAM	Ep
					St	Gt	Ft						
0					- 567	131	- 436						
1	0	1	- -	436	- 218	207	- 11			283	0%	24	283
2	0	4	- -	305	- 5	209	204	0		142	0%	12	142
3	0	9	- -	174	102	173	275	0	-	71	0%	6	71
4	0	16	- -	44	138	125	263	0	-	35	0%	3	35
5	0	25	-	87	131	79	211	0	-	18	0%	1	18
6	0	36	-	218	105	42	148	0	-	9	0%	1	9
7	0	49	-	349	74	17	90	0	-	4	0%	0	4
8	0	64	-	479	45	1	46	0	-	2	0%	0	2
9	0	81	-	610	23	- 7	16	0	-	1	0%	0	1
10	0	100	-	741	8	- 10	- 2	0	-	1	0%	0	1
11	0	121	-	872	- 1	- 10	- 11	0	-	0	0%	0	0
12	3400	144	40.800	1.003	1.695	587	2.282	0	-	0	100%	283	-3400

Fuente. Elaboración propia

Tabla 52. Medidas de error (Referencia No. 7 - Año 2017)

EP MEDIO	- 236
DAM	28
MAPE	0,08
DESV	81

Fuente. Elaboración propia

7.7.2 Año 2018

Para el año 2018, el alfa tomado es 0.9 y el beta es 0.2, mientras que la pendiente de la recta que representa los datos es -695 y el intercepto de la misma es de 4.783.

Tabla 53. Medidas de referencia

m	- 693
b	4.783
alfa	0,90
beta	0,20

Fuente. Elaboración propia



Ilustración 15. Tendencia de la demanda (Referencia No. 7 - Año 2018)

La gráfica en este caso es lineal decreciente, ya que los datos no presentan tendencias muy marcadas, por tanto, se puede pronosticar una disminución en las ventas para el periodo siguiente y este se tiene en cuenta a partir del uso del método regresión lineal y de suavización exponencial doble.

Tabla 54. Pronósticos utilizados en la referencia No. 7 (Año 2018)

Perido (T)	Demanda histórica	χ^2	XY	F(RL)	F (SED)			PMMS=1	PMMS=2	SES	MAPE	DAM	Ep
					St	Gt	Ft						
0					4.783	- 693	4.090						
1	0	1	-	267	409	-1.429	- 1.020			2358	0%	393	2358
2	8500	4	17.000	525	7.548	284	7.832	0		236	97%	1377	-8264
3	2500	9	7.500	784	3.033	- 675	2.358	8500	4.250	7674	207%	862	5174
4	3000	16	12.000	1.042	2.936	- 560	2.376	2500	5.500	3017	1%	3	17
5	0	25	-	1.301	238	- 987	- 750	3000	2.750	3002	0%	500	3002
6	150	36	900	1.559	60	- 825	- 765	0	1.500	300	100%	25	150

Fuente. Elaboración propia

En este caso, el error en el que se recae al tomar el modelo del pronóstico, es de 67% y teniendo en cuenta el DAM que presenta mayor grado de confiabilidad, se dice que el método es erróneo en un promedio de 527 unidades.

Tabla 55. Medidas de error (Referencia No. 7 - Año 2018)

EP MEDIO	406
DAM	527
MAPE	0,67
DESV	526

Fuente. Elaboración propia

7.8 Referencia 8 (70013)

Tabla 56. Referencia No. 8

Códigos	Descripción	Unidades totales
70013	Estuche REF. M-001 Teresina	15.684

Fuente. Elaboración propia

Tabla 57. Demanda referencia No.8

Año	Código	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2016	70013	500	860	650	1133	704	1500	50	3600	3098	1550	1050	597
2018	70013	0	0	0	0	392	0	0	0	0	0	0	0

Fuente. Elaboración propia

7.8.1 Año 2016

Para el caso puntual de esta referencia se puede observar que cuenta con una leve tendencia positiva, razón por la cual los valores de alfa y beta toman los valores en ella mostrados, aún así, se considera que esta pendiente no es determinante para definir la tendencia.

Tabla 58. Medidas de referencia

m	91
b	680
alfa	0,20
beta	0,10

Fuente. Elaboración propia

Al visualizar la gráfica, lo que se puede inferir, a primera vista, es que la tendencia correcta para la demanda es la lineal con tendencia positiva, pero, al realizar un análisis más detallado, se determina que en este caso lo correcto es utilizar la estacionaria, pues no es una pendiente muy pronunciada, aparte esta es generada por dos picos muy altos de venta que tuvo la referencia, pero el comportamiento de los demás datos es más homogéneo.

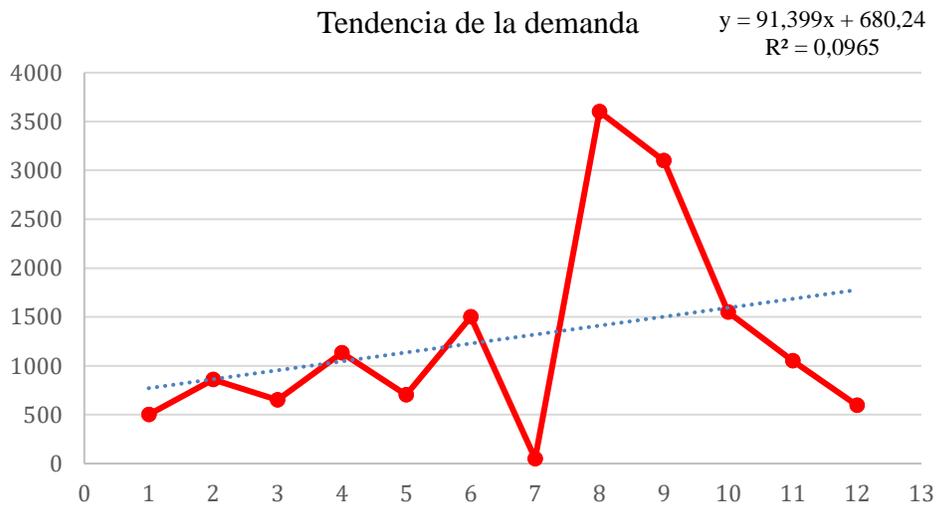


Ilustración 16. Tendencia de la demanda (Referencia No. 8 - Año 2016)

Para este caso puntual, luego del proceso de análisis para determinar la tendencia adecuada para el comportamiento de la demanda, los métodos a utilizar son el de regresión lineal y suavización exponencial simple, que están representados en la tabla 59.

Tabla 59. Pronósticos utilizados en la referencia No. 8 (Año 2016)

Período (T)	Demanda histórica	χ^2	XY	F(RL)	F (SED)			PMMS=1	PMMS=2	SES	MAPE	DAM	Ep
					St	Gt	Ft						
0					680	91	772						
1	500	1	500	772	717	86	803			1274	155%	65	774
2	860	4	1.720	863	815	87	902	500		1119	30%	22	259
3	650	9	1.950	954	851	82	933	860	680	1068	64%	35	418
4	1133	16	4.532	1.046	973	86	1.059	650	755	984	13%	12	-149
5	704	25	3.520	1.137	988	79	1.067	1133	892	1014	44%	26	310
6	1500	36	9.000	1.229	1.154	88	1.241	704	919	952	37%	46	-548
7	50	49	350	1.320	1.003	64	1.067	1500	1.102	1062	2023%	84	1012
8	3600	64	28.800	1.411	1.574	114	1.688	50	775	859	76%	228	-2741
9	3098	81	27.882	1.503	1.970	143	2.113	3600	1.825	1407	55%	141	-1691
10	1550	100	15.500	1.594	2.000	131	2.131	3098	3.349	1745	13%	16	195
11	1050	121	11.550	1.686	1.915	110	2.025	1550	2.324	1706	63%	55	656
12	597	144	7.164	1.777	1.739	81	1.821	1050	1.300	1575	164%	82	978

Fuente. Elaboración propia

Finalmente, luego de aplicar de manera correcta los métodos mencionados anteriormente, los resultados obtenidos, como pasó previamente con el gráfico, son modificados de manera notoria por los picos altos de ventas que tuvo durante un par de meses la referencia, principalmente el caso del porcentaje de error, pero por otro lado el valor unitario del error es de 68 unidades, que no es un valor muy representativo.

Tabla 60. Medidas de error (Referencia No. 8 - Año 2016)

EP MEDIO	-	44
DAM		68
MAPE		2,28
DESV		63

Fuente. Elaboración propia

7.8.2 Año 2018

Como ha venido sucediendo con algunas referencias hasta el momento, el comportamiento de la demanda es afectado por un dato atípico, lo que hace, de cierta manera, que se aumente la probabilidad de realizar un diagnóstico equivocado para el pronóstico.

Tabla 61. Medidas de referencia

m	34
b	- 52
alfa	0,50
beta	0,35

Fuente. Elaboración propia

Como se dijo anteriormente, y de manera más gráfica, se puede observar que la única razón por la que existe tendencia es por las ventas de junio, pues las demás tienen el mismo valor, que en este caso es 0.



Ilustración 17. Tendencia de la demanda (Referencia No. 8 - Año 2018)

Al terminar el análisis de la gráfica, se determina que, para este caso, lo correcto es utilizar la regresión lineal y la suavización exponencial simple, para decidir de manera acertada el nivel productivo que se debe manejar para esta referencia.

Tabla 62. Pronósticos utilizados en la referencia No. 8 (Año 2018)

Perido (T)	Demanda histórica	χ^2	XY	F(RL)	F (SED)			PMMS=1	PMMS=2	SES	MAPE	DAM	Ep
					St	Gt	Ft						
0					- 52	34	- 19						
1	0	1	-	772	- 9	37	28			65	0%	11	65
2	0	4	-	863	14	32	46	0		33	0%	5	33
3	0	9	-	954	23	24	47	0	-	16	0%	3	16
4	0	16	-	1.046	23	16	39	0	-	8	0%	1	8
5	392	25	1.960	1.137	216	78	293	0	-	4	99%	65	-388
6	0	36	-	1.229	147	26	173	392	196	198	0%	33	198

Fuente. Elaboración propia

A diferencia de los resultados obtenidos para el año anterior, el porcentaje de error es muy pequeño, principalmente debido a que, solo hay un dato atípico en la demanda.

Tabla 63. Medidas de error (Referencia No. 8 - Año 2018)

EP MEDIO	- 11
DAM	20
MAPE	0,16
DESV	25

Fuente. Elaboración propia

7.9 Referencia 9 (71048)

Tabla 64. Referencia No. 9

Códigos	Descripción	Unidades totales
71048	Estuche REF. M-002 surtido mar	14.007

Fuente. Elaboración propia

Tabla 65. Demanda referencia No. 9

Año	Código	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
2018	71048	1600	2430	4977	1100	2600	1300

Fuente. Elaboración propia

7.9.1 Año 2018

Luego de seleccionar los valores de alfa y beta más adecuados para la demanda de la referencia Estuche REF. M-002 surtido mar, lo que se observa es que la pendiente es de un valor negativo considerable, aun así, lo correcto es definir la tendencia a partir de la gráfica.

Tabla 66. Medidas de referencia

m	-	139
b		2.821
alfa		0,30
beta		0,20

Fuente. Elaboración propia

En la gráfica continúa el patrón que hasta el momento se viene presentando con las gráficas que tienen una tendencia leve, y es que esta tendencia es generada por un dato atípico en uno de los meses, por lo que para este caso se determina que es de carácter estacionario.

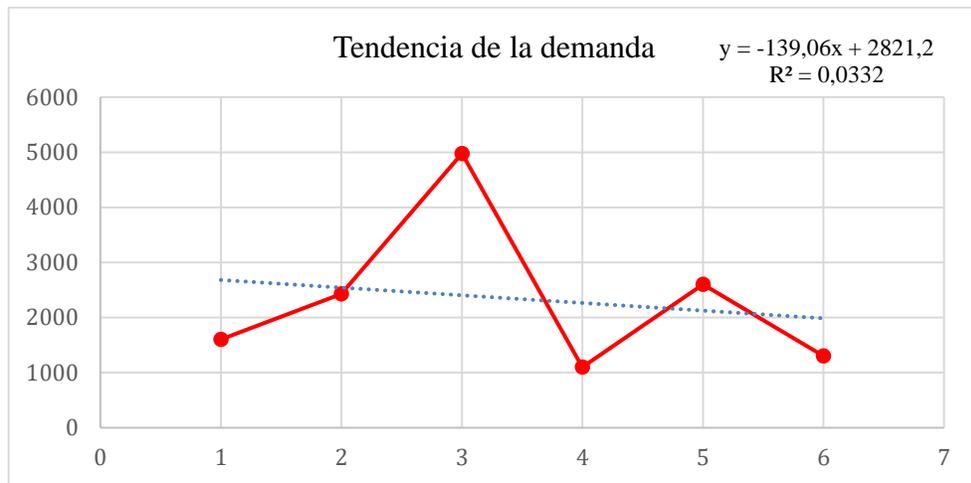


Ilustración 18. Tendencia de la demanda (Referencia No. 9 - Año 2018)

El paso a seguir entonces, para este caso, es realizar la suavización exponencial simple y regresión lineal a la demanda para obtener los niveles de producción que se deben manejar de esta referencia.

Tabla 67. Pronósticos utilizados en la referencia No. 9 (Año 2018)

Período (T)	Demanda histórica	X ²	XY	F(RL)	F (SED)			PMMS=1	PMMS=2	SES	MAPE	DAM	Ep
					St	Gt	Ft						
0					2.821	- 139	2.682						
1	1600	1	1.600	2.682	2.357	- 204	2.154			2335	46%	122	735
2	2430	4	4.860	2.543	2.236	- 187	2.049	1600		2114	13%	53	316
3	4977	9	14.931	2.404	2.927	- 12	2.916	2430	2.015	2209	56%	461	2.768
4	1100	16	4.400	2.265	2.371	- 121	2.250	4977	3.704	3039	176%	323	1.939
5	2600	25	13.000	2.126	2.355	- 100	2.256	1100	3.039	2458	5%	24	142
6	1300	36	7.800	1.987	1.969	- 157	1.812	2600	1.850	2500	92%	200	1.200

Fuente. Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 68, la leve inclinación en la tendencia y el valor atípico anteriormente mencionados tuvieron una intervención negativa en el modelo, pues para esta referencia el error llega hasta el 65% y el valor numérico hasta la elevada cifra de 197.

Tabla 68. Medidas de error (Referencia No. 9 - Año 2018)

EP MEDIO	108
DAM	197
MAPE	0,65
DESV	169

Fuente. Elaboración propia

7.10 Referencia 10 (70002)

Tabla 69. Referencia No. 10

Códigos	Descripción	Unidades totales
70002	Estuche REF. M-001 Charol	13.720

Fuente. Elaboración propia

Tabla 70. Demanda referencia No. 10

Año	Código	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2016	70002	0	0	0	1000	1990	4480	0	2550	500	200	600	2400

Fuente. Elaboración propia

7.10.1 Año 2016

Como se pudo observar en los valores históricos de ventas, esta referencia cuenta con varios altos y bajos, que a fin de cuentas lo que hacen es que, aparentemente, con los datos de la tabla 71, no se pueda determinar una tendencia establecida.

Tabla 71. Medidas de referencia

m	98
b	509
alfa	0,10
beta	0,30

Fuente. Elaboración propia

Lo observado en la ilustración 19 es simplemente una representación de lo anteriormente argumentado, pues se pueden observar varios picos muy altos, una cantidad considerable de datos en cero y solo un punto tocando la tendencia de los datos; en otras palabras, los datos no están distribuidos de manera homogénea en una dirección ni tienen una tendencia definida.

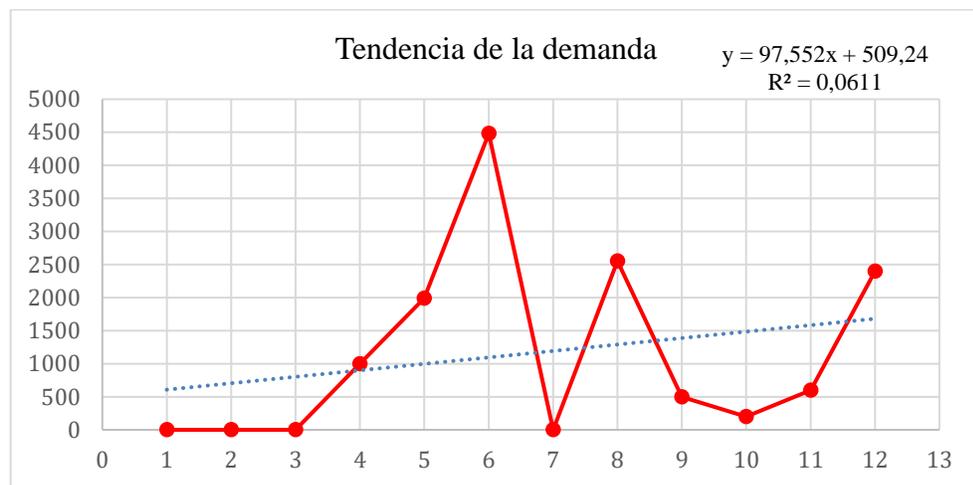


Ilustración 19. Tendencia de la demanda (Referencia No. 10 - Año 2016)

A partir del análisis anterior, en el que se determinó al observar que la gráfica no tenía tendencia, se procedió a realizar la suavización exponencial simple y la regresión lineal, que son el paso a seguir para el caso de las demandas estacionaria.

Tabla 72. Pronósticos utilizados en la referencia No. 10 (Año 2016)

Período (T)	Demanda histórica	X ²	XY	F(RL)	F (SED)			PMMS=1	PMMS=2	SES	MAPE	DAM	Ep
					St	Gt	Ft						
0					509	98	607						
1	0	1	-	607	546	79	625			1143	0%	95	1143
2	0	4	-	704	563	61	623	0		1029	0%	86	1029
3	0	9	-	802	561	42	603	0	-	926	0%	77	926
4	1000	16	4.000	899	643	54	697	0	-	833	17%	14	-167
5	1990	25	9.950	997	826	93	918	1000	500	850	57%	95	-1140
6	4480	36	26.880	1.095	1.275	199	1.474	1990	1.495	964	78%	293	-3516
7	0	49	-	1.192	1.327	155	1.482	4480	3.235	1316	0%	110	1316
8	2550	64	20.400	1.290	1.589	187	1.776	0	2.240	1184	54%	114	-1366
9	500	81	4.500	1.387	1.648	149	1.797	2550	1.275	1321	164%	68	821
10	200	100	2.000	1.485	1.638	101	1.739	500	1.525	1239	519%	87	1039
11	600	121	6.600	1.582	1.625	67	1.692	200	350	1135	89%	45	535
12	2400	144	28.800	1.680	1.763	88	1.851	600	400	1081	55%	110	-1319

Fuente. Elaboración propia

Como era de esperarse, al haber tanta lejanía entre los datos, se obtuvo un porcentaje de error muy alto, de 86%, de igual manera, el valor del error unitario es un poco más alentador, pues a pesar del valor porcentual, no es tan alto como en algunos de los casos presentados anteriormente.

Tabla 73. Medidas de error (Referencia No. 10 - Año 2016)

EP MEDIO	-	58
DAM		99
MAPE		0,86
DESV		67

Fuente. Elaboración propia

7.11 Referencia 11 (91107)

Tabla 74. Referencia No. 11

Códigos	Descripción	Unidades totales
91107	Estuche 240 Metalizado F/gamuz	13.400

Fuente. Elaboración propia

Tabla 75. Demanda referencia No. 11

Año	Código	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2017	91107	300	5200	1100	150	150	600	400	1200	1300	1700	0	1300

Fuente. Elaboración propia

7.11.1 Año 2017

A diferencia de los casos de varias referencias ya analizadas anteriormente, desde este punto, observando los valores tan reducidos del intercepto y la pendiente, se puede determinar que la demanda tiene una tendencia estacionaria.

Tabla 76. Medidas de referencia

m	- 80
b	1.637
alfa	0,50
beta	0,70

Fuente. Elaboración propia

Confirmando lo anteriormente planteado, en la gráfica se puede observar que la demanda, a pesar del valor tan alto de ventas del segundo mes, tiene una tendencia estacional, y que todos sus puntos, a excepción del mencionado anteriormente, están distribuidos de una manera muy homogénea.



Ilustración 20. Tendencia de la demanda (Referencia No. 11 - Año 2017)

En la tabla 77 se presentan los cálculos realizados para la suavización exponencial simple y la regresión lineal para la demanda de la referencia No. 11.

Tabla 77. Pronósticos utilizados en la referencia No. 11 (Año 2017)

Período (T)	Demanda histórica	x ²	XY	F(RL)	F (SED)			PMMS=1	PMMS=2	SES	MAPE	DAM	Ep
					St	Gt	Ft						
0					1.637	- 80	1.557						
1	300	1	300	1.557	929	- 520	408			1117	272%	68	817
2	5200	4	10.400	1.477	2.804	1.157	3.961	300		708	86%	374	-4492
3	1100	9	3.300	1.397	2.531	156	2.686	5200	2.750	2954	169%	155	1854
4	150	16	600	1.317	1.418	- 732	686	1100	3.150	2027	1251%	156	1877
5	150	25	750	1.237	418	- 920	- 502	150	625	1089	626%	78	939
6	600	36	3.600	1.157	49	- 534	- 485	150	150	619	3%	2	19
7	400	49	2.800	1.077	- 42	- 224	- 267	600	375	610	52%	17	210
8	1200	64	9.600	997	467	289	756	400	500	505	58%	58	-695
9	1300	81	11.700	916	1.028	480	1.507	1200	800	852	34%	37	-448
10	1700	100	17.000	836	1.604	547	2.151	1300	1.250	1076	37%	52	-624
11	0	121	-	756	1.075	- 206	870	1700	1.500	1388	0%	116	1388
12	1300	144	15.600	676	1.085	- 55	1.030	0	850	694	47%	50	-606

Fuente. Elaboración propia

A pesar de que el comportamiento mostrado en la ilustración 20 se ve muy homogéneo, los resultados obtenidos para el caso de esta referencia arrojan un error que sobrepasa el 200% y un valor numérico de casi 100 unidades, esto puede ser debido, principalmente, a que la

mayoría de los valores históricos del año eran muy cercanos a 0, y el del valor atípico es muy alto, lo que generó inconsistencias en los resultados.

Tabla 78. Medidas de error (Referencia No. 11 - Año 2017)

EP MEDIO	20
DAM	97
MAPE	2,20
DESV	100

Fuente. Elaboración propia

7.12 Referencia 12 (71086)

Tabla 79. Referencia No. 12

Códigos	Descripción	Unidades totales
71086	Estuche REF. M-002 Maracana CO	10.700

Fuente. Elaboración propia

Tabla 80. Demanda referencia No. 12

Año	Código	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
2018	71086	1000	4500	1100	1000	1200	1900

Fuente. Elaboración propia

7.12.1 Año 2018

Para esta referencia, al igual que en el año anterior, a partir de los datos, únicamente, se puede determinar de manera apresurada un comportamiento estable de la demanda con una leve pendiente negativa.

Tabla 81. Medidas de referencia

m	-	157
b		2.333
alfa		0,20
beta		0,10

Fuente. Elaboración propia

Complementando lo argumentado a partir de los datos, con la gráfica se puede determinar una tendencia estacionaria con un dato atípico en febrero, al igual que en el año anterior, que puede ser determinante para posibles inconsistencias en los resultados obtenidos después de los cálculos.

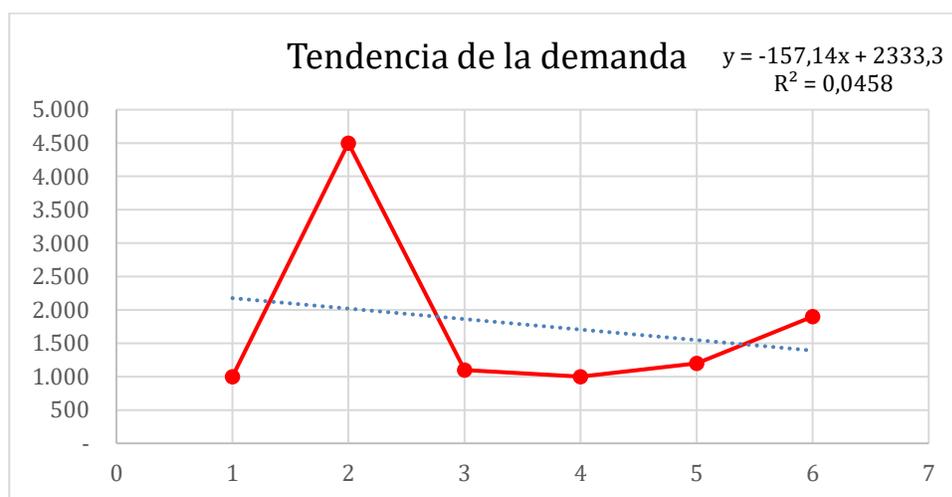


Ilustración 21. Tendencia de la demanda (Referencia No. 12 - Año 2018)

Con el objetivo de ser coherentes, el comportamiento de la demanda fue sometido a suavización exponencial simple y regresión lineal, al igual que en para la del año anterior.

Tabla 82. Pronósticos utilizados en la referencia No. 12 (Año 2018)

Perido (T)	Demanda histórica	χ^2	XY	F(RL)	F (SED)			PMMS=1	PMMS=2	SES	MAPE	DAM	Ep
					St	Gt	Ft						
0					2.333	- 157	2.176						
1	1.000	1	1.000	2.176	1.941	- 181	1.760			1783	78%	131	783
2	4.500	4	9.000	2.019	2.308	- 126	2.182	1000		1627	64%	479	-2873
3	1.100	9	3.300	1.862	1.966	- 148	1.818	4500	2.750	2201	100%	184	1101
4	1.000	16	4.000	1.705	1.655	- 164	1.491	1100	2.800	1981	98%	164	981
5	1.200	25	6.000	1.548	1.433	- 170	1.263	1000	1.050	1785	49%	97	585
6	1.900	36	11.400	1.390	1.390	- 157	1.233	1200	1.100	1668	12%	39	-232

Fuente. Elaboración propia

Al igual que con los resultados obtenidos para el año anterior, se obtienen valores de error altos, principalmente debido a la gran diferencia entre el valor del dato atípico y el de los demás, de igual manera, se observa que el valor unitario del error es más alto, esto debido, tal vez, a que para este año son menos los datos a estudiar, lo que genera que los datos sean más sensibles a errores.

Tabla 83. Medidas de error (Referencia No. 12 - Año 2018)

EP MEDIO	58
DAM	182
MAPE	0,67
DESV	154

Fuente. Elaboración propia

7.13 Referencia 13 (71086)

Tabla 84. Referencia No. 13

Códigos	Descripción	Unidades totales
5402	Estuche REF. de seguridad industrial	10.620

Fuente. Elaboración propia

Tabla 85. Demanda referencia No. 13

Año	Código	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2016	5402	300	0	600	400	70	800	0	500	850	500	50	550
2017	5402	300	500	0	550	0	800	0	800	0	250	300	200
2018	5402	300	0	200	600	700	500	0	0	0	0	0	0

Fuente. Elaboración propia

7.13.1 Año 2016

A pesar de que la pendiente tiene un valor muy pequeño, y a simple vista se podría considerar que la demanda tiene un valor estacional, el valor tan elevado del intercepto genera que se genere la necesidad de analizar minuciosamente en comportamiento de los gráficos en un diagrama de dispersión para determinar de manera correcta la tendencia de la demanda.

Tabla 86. Medidas de referencia

m	18
b	266
alfa	0,40
beta	0,30

Fuente. Elaboración propia

Al observar la ilustración 22, lo primero que salta a la vista es que son muy pocos los datos que están de manera homogénea concentrados alrededor de la línea de tendencia trazada, aún así, se puede identificar una clara tendencia que consiste en un aumento significativo en las ventas cada aproximadamente 3 meses, que a pesar de que se presentan caídas muy definidas entre picos, estos son cada vez más altos.

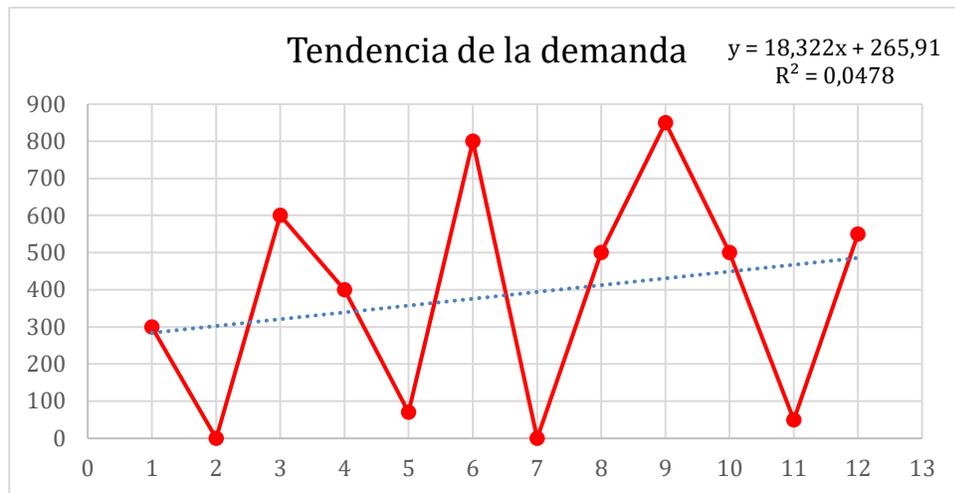


Ilustración 22. Tendencia de la demanda (Referencia No. 13 - Año 2016)

En este orden de ideas, el paso a seguir es realizar la regresión lineal simple y la suavización exponencial doble, que son los procedimientos correspondientes para las demandas que tienen tendencia lineal.

Tabla 87. Pronósticos utilizados en la referencia No. 13 (Año 2018)

Período (T)	Demanda histórica	x^2	XY	F(RL)	F (SED)			PMMS=1	PMMS=2	SES	MAPE	DAM	Ep
					St	Gt	Ft						
0					266	18	284						
1	300	1	300	284	291	20	311			385	28%	7	85
2	0	4	-	303	186	- 17	169	300		351	0%	29	351
3	600	9	1.800	321	342	35	376	0	150	211	65%	32	389
4	400	16	1.600	339	386	37	423	600	300	366	8%	3	34
5	70	25	350	358	282	- 5	277	400	500	380	443%	26	310
6	800	36	4.800	376	486	58	544	70	235	256	68%	45	544
7	0	49	-	394	326	- 7	319	800	435	474	0%	39	474
8	500	64	4.000	412	391	14	406	0	400	284	43%	18	216
9	850	81	7.650	431	583	68	651	500	250	370	56%	40	480
10	500	100	5.000	449	591	49	640	850	675	562	12%	5	62
11	50	121	550	467	404	- 21	383	500	675	537	975%	41	487
12	550	144	6.600	486	450	- 1	448	50	275	342	38%	17	208

Fuente. Elaboración propia

Los resultados obtenidos, para el caso de este año, son una representación de la misma gráfica, pues se tiene un valor porcentual del error superior al 100%, pues los picos superiores e inferiores de la demanda están a una gran distancia, pero al tener una tendencia definida, el valor numérico del error es muy bajo.

Tabla 88. Medidas de error (Referencia No. 13 - Año 2016)

EP MEDIO	-	8
DAM		25
MAPE		1,45
DESV		15

7.13.2 Año 2017

Para el caso del año 2017, se puede decir que es muy similar, en los valores de la primera tabla, al del año anterior, de igual manera, el cambio de dirección de la pendiente amerita una visualización a la gráfica de dispersión para determinar de manera adecuada la tendencia de la demanda.

Tabla 89. Medidas de referencia

m	-	8
b		361
alfa		0,50
beta		0,35

Fuente. Elaboración propia

A diferencia de lo visto en el año 2016, en la ilustración 23 se puede observar un comportamiento homogéneo en los picos tanto superiores como inferiores de ventas, lo que indica de manera clara una tendencia estacional.



Ilustración 23. Tendencia de la demanda (Referencia No. 13 - Año 2017)

Si siguiendo este orden de ideas, lo que se procedió a realizar en la tabla 90, es el proceso de suavización exponencial simple y regresión lineal.

Tabla 90. Pronósticos utilizados en la referencia No. 13 (Año 2017)

Período (T)	Demanda histórica	X ²	XY	F(RL)	F (SED)			PMMS=1	PMMS=2	SES	MAPE	DAM	Ep
					St	Gt	Ft						
0					361	- 8	353						
1	300	1	300	353	326	- 17	309			308	3%	1	8
2	500	4	1.000	345	405	16	421	300		304	39%	16	196
3	0	9	-	336	210	- 57	153	500	400	402	0%	34	402
4	550	16	2.200	328	351	12	363	0	250	201	63%	29	349
5	0	25	-	320	182	- 52	130	550	275	376	0%	31	376
6	800	36	4.800	312	465	66	531	0	275	188	77%	51	612
7	0	49	-	304	265	- 27	238	800	400	494	0%	41	494
8	800	64	6.400	296	519	71	590	0	400	247	69%	46	553
9	0	81	-	288	295	- 32	263	800	400	523	0%	44	523
10	250	100	2.500	280	256	- 34	222	0	400	262	5%	1	12
11	300	121	3.300	272	261	- 21	240	250	125	256	15%	4	44
12	200	144	2.400	264	220	- 28	192	300	275	278	39%	6	78

Fuente. Elaboración propia

Luego de los cálculos realizados, los resultados obtenidos, a diferencia del año anterior, son bastante coherentes, pues se presenta un error porcentual del 26% y un valor numérico del error de 25 unidades, lo que indica que el modelo es el adecuado para la distribución de los datos.

Tabla 91. Medidas de error (Referencia No. 13 - Año 2017)

EP MEDIO	12
DAM	25
MAPE	0,26
DESV	19

Fuente. Elaboración propia

7.13.3 Año 2018

A diferencia de los dos años anteriores, para los datos de la demanda del 2018, se puede identificar claramente una tendencia de crecimiento desde la primera tabla.

Tabla 92. Medidas de referencia

m	100
b	33
alfa	0,50
beta	0,35

Fuente. Elaboración propia

Lo que se observa en la ilustración 24, confirma lo anteriormente planteado con los datos de la tabla 92, pues a partir de las ventas nulas presentadas en febrero, se observa una clara tendencia de aumento.

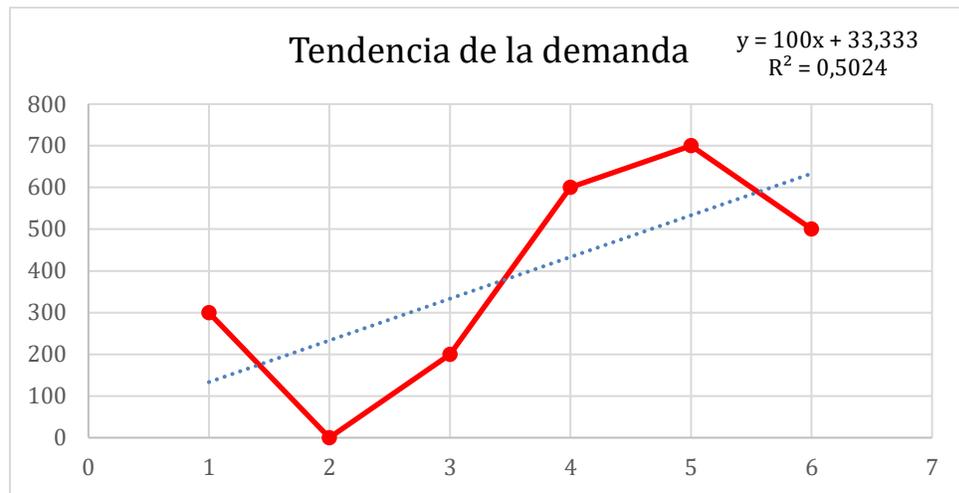


Ilustración 24. Tendencia de la demanda (Referencia No. 13 – Año 2018)

Al igual que en el año 2016, lo que se debe realizar con la demanda es la regresión lineal y la suavización exponencial doble.

Tabla 93. Pronósticos utilizados en la referencia No. 13 (Año 2018)

Período (T)	Demanda histórica	X^2	XY	F(RL)	F (SED)			PMMS=1	PMMS=2	SES	MAPE	DAM	Ep
					St	Gt	Ft						
0					33	100	133						
1	300	1	300	133	217	129	346			383	28%	7	83
2	0	4	-	233	173	69	242	300		342	0%	28	342
3	200	9	600	333	221	61	282	0	150	171	15%	2	29
4	600	16	2.400	433	441	117	558	200	100	185	69%	35	415
5	700	25	3.500	533	629	142	771	600	400	393	44%	26	307
6	500	36	3.000	633	635	94	730	700	650	546	9%	4	46

Fuente. Elaboración propia

A diferencia del año 2016, y al igual que en el año 2017, los resultados obtenidos luego de los procedimientos anteriormente mencionados, son coherentes con lo visto en la gráfica, pues el error es menor al 30% y el valor numérico del error es inferior a 20 unidades.

Tabla 94. Medidas de error (Referencia No. 13 - Año 2018)

EP MEDIO	-	47
DAM		17
MAPE		0,27
DESV		14

Fuente. Elaboración propia

7.14 Referencia 14 (71013)

Tabla 95. Referencia No. 14

Códigos	Descripción	Unidades totales
71013	Estuche REF. M-002 Teresina	8.634

Fuente. Elaboración propia

Tabla 96. Demanda referencia No. 14

Año	Código	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
2018	71013	2460	3080	1284	300	1510

Fuente. Elaboración propia

7.14.1 Año 2018

Al igual que para algunas referencias anteriormente mostradas, desde este punto, con los datos de la tabla 97, y sin necesidad de verificar la gráfica, se puede determinar que la tendencia de la demanda es decreciente.

Tabla 97. Medidas de referencia

m	-	514
b		3.238
alfa		0,10
beta		0,30

Fuente. Elaboración propia

Lo mostrado en la ilustración 25 lo que hace es confirmar lo planteado a partir de los datos vistos en la tabla 97, pues se observa una clara tendencia decreciente en las ventas de los primeros 6 meses del año 2018.

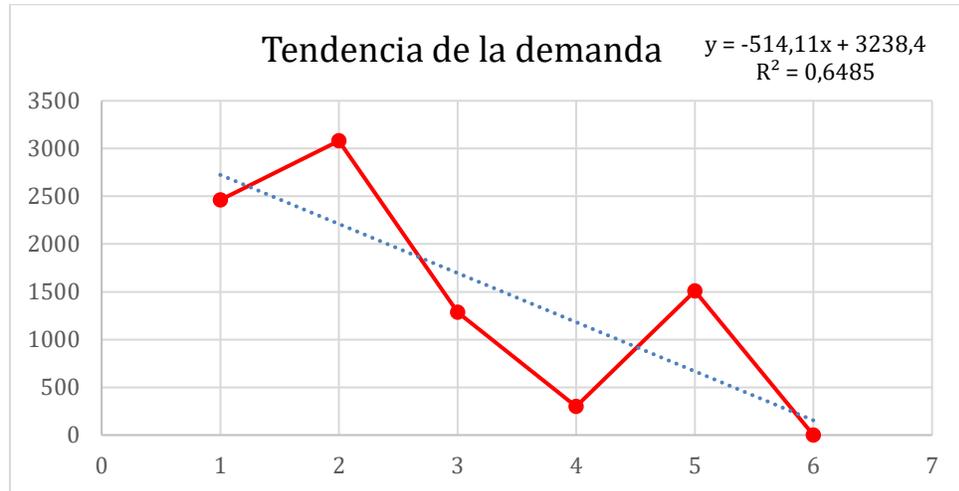


Ilustración 25. Tendencia de la demanda (Referencia No. 14 - Año 2018)

A partir de esto, lo que queda, en este caso, es realizar los procedimientos de regresión lineal y suavización exponencial doble para determinar que tanto se ajusta la tendencia identificada a la demanda.

Tabla 98. Pronósticos utilizados en la referencia No. 14 (Año 2018)

Período (T)	Demanda histórica	x ²	XY	F(RL)	F (SED)			PMMS=1	PMMS=2	SES	MAPE	DAM	Ep
					St	Gt	Ft						
0					3.238	- 514	2.724						
1	2460	1	2.460	2.724	2.698	- 522	2.176			1439	42%	170	-1021
2	3080	4	6.160	2.210	2.266	- 495	1.771	2460		1541	50%	256	-1539
3	1284	9	3.852	1.696	1.723	- 510	1.213	3080	2.770	1695	32%	68	411
4	300	16	1.200	1.182	1.122	- 537	585	1284	2.182	1654	451%	226	1354
5	1510	25	7.550	668	677	- 509	168	300	792	1519	1%	1	9
6	0	36	-	154	151	- 514	- 363	1510	905	1518	0%	253	1518

Fuente. Elaboración propia

A pesar de haber identificado una tendencia “clara” en los pasos anteriores, se observan unos resultados que no son coherentes con esto, pues el error es de casi 100% y el valor unitario de más de 150 unidades, esto puede ser debido a la poca cantidad de datos que fueron objeto de análisis y a que en el quinto mes se produjo un aumento considerable en las ventas.

Tabla 99. Medidas de error (Referencia No. 14 - Año 2018)

EP MEDIO	122
DAM	163
MAPE	0,96
DESV	106

Fuente. Elaboración propia

7.15 Referencia 15 (94014)

Tabla 100. Referencia No. 15

Códigos	Descripción	Unidades totales
94014	Estuche 250 metalizado Forro s	6.600

Fuente. Elaboración propia

Tabla 101. Demanda referencia No. 15

Año	Código	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2017	94014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200	300
2018	94014	400	650	1300	800	2950	0	0	0	0	0	0	0

Fuente. Elaboración propia

7.15.1 Año 2017

Con los datos que se tienen en la tabla 102, no se puede tomar ninguna determinación, pues se observa una pendiente que es positiva. Pero tiene un intercepto negativo.

Tabla 102. Medidas de referencia

m	18
b	- 74
alfa	0,50
beta	0,35

Fuente. Elaboración propia

Al observar la gráfica se da claridad a las dudas generadas por la tabla 102, pues se observa que la demanda es nula durante 10 de los 12 meses que fueron objeto de estudio, por ende, la directriz que se debe tomar en este caso es producir de manera homogénea la referencia durante todo el año, para de esta manera, contar con el stock suficiente en los meses pico de venta.

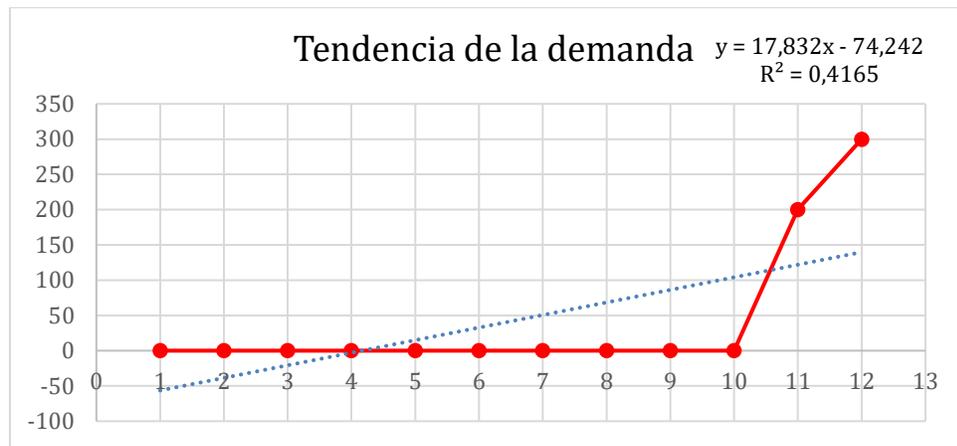


Ilustración 26. Tendencia de la demanda (Referencia No. 15 - Año 2017)

Según lo determinado a partir de la ilustración 26, lo que se debe hacer es realizar los procedimientos de regresión lineal y suavización exponencial simple, pues la demanda es estacional.

Tabla 103. Pronósticos utilizados en la referencia No. 15 (Año 2017)

Perido (T)	Demanda histórica	χ^2	XY	F(RL)	F (SED)			PMMS=1	PMMS=2	SES	MAPE	DAM	Ep
					St	Gt	Ft						
0					- 74	18	- 56						
1	0	1	- -	56	- 28	28	- 1			42	0%	3	42
2	0	4	- -	39	- 0	28	28	0		21	0%	2	21
3	0	9	- -	21	14	23	37	0	-	10	0%	1	10
4	0	16	- -	3	18	17	35	0	-	5	0%	0	5
5	0	25	-	15	17	10	28	0	-	3	0%	0	3
6	0	36	-	33	14	6	19	0	-	1	0%	0	1
7	0	49	-	51	10	2	12	0	-	1	0%	0	1
8	0	64	-	68	6	0	6	0	-	0	0%	0	0
9	0	81	-	86	3	- 1	2	0	-	0	0%	0	0
10	0	100	-	104	1	- 1	- 0	0	-	0	0%	0	0
11	200	121	2.200	122	100	34	134	0	-	0	100%	17	-200
12	300	144	3.600	140	217	63	280	200	100	100	67%	17	-200

Fuente. Elaboración propia

Como era de esperarse, los resultados obtenidos luego del estudio indican que este modelo se ajusta de manera casi ideal al comportamiento de la demanda, obteniendo un error de 14% y una increíble cifra de 3 unidades de valor numérico del error.

Tabla 104. Medidas de error (Referencia No. 15 - Año 2017)

EP MEDIO	- 26
DAM	3
MAPE	0,14
DESV	6

Fuente. Elaboración propia

7.15.2 Año 2018

A diferencia del año anterior, a primera vista lo que se podría determinar es una demanda con tendencia creciente marcada, principalmente por el intercepto, pero al no existir una inclinación tan pronunciada se procede a observar el gráfico de dispersión para tomar una decisión.

Tabla 105. Medidas de referencia

m	126
b	577
alfa	0,50
beta	0,35

Fuente. Elaboración propia

A pesar de que se observa una leve tendencia creciente en las ventas de los primeros seis meses del año, está es maximizada principalmente por el pico de ventas en el quinto mes, lo que afecta de manera notoria el valor de la pendiente.

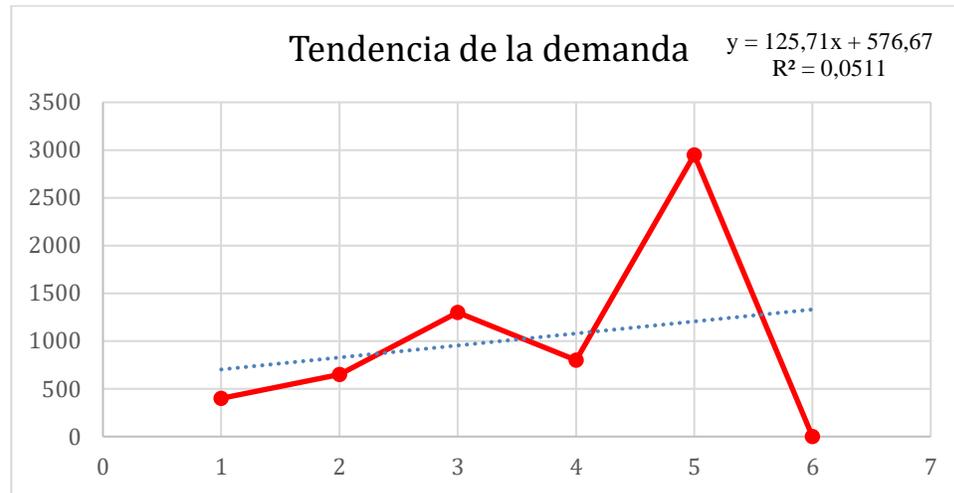


Ilustración 27. Tendencia de la demanda (Referencia No. 15 - Año 2018)

Lo correcto en este caso es realizar suavización exponencial simple y regresión lineal, pues a rasgos generales la tendencia es de más carácter estacional, por otro lado, se espera un incremento considerable en los errores en primer lugar, por los pocos datos estudiados, y en segundo lugar por el valor tan alto del pico de ventas.

Tabla 106. Pronósticos utilizados en la referencia No. 15 (Año 2018)

Perido (T)	Demanda histórica	X ²	XY	F(RL)	F (SED)			PMMS=1	PMMS=2	SES	MAPE	DAM	Ep
					St	Gt	Ft						
0					577	126	702						
1	400	1	400	- 56	551	73	624			1017	154%	103	617
2	650	4	1.300	- 39	637	77	714	400		708	9%	10	58
3	1300	9	3.900	- 21	1.007	180	1.187	650	525	679	48%	103	-621
4	800	16	3.200	- 3	994	112	1.106	1300	975	990	24%	32	190
5	2950	25	14.750	15	2.028	435	2.463	800	1.050	895	70%	343	-2055
6	0	36	-	33	1.231	4	1.235	2950	1.875	1922	0%	320	1922

Fuente. Elaboración propia

Como era de esperarse, el valor de los errores fue maximizado por el dato atípico del quinto mes, sin embargo, este no fue tan representativo en el valor porcentual, rozando el 50%, mientras que, para el caso del valor unitario, se observa un valor considerablemente alto de 152 unidades.

Tabla 107. Medidas de error (Referencia No. 15 - Año 2018)

EP MEDIO	18
DAM	152
MAPE	0,51
DESV	144

Fuente. Elaboración propia

7.16 Referencia 16 (91121)

Tabla 108. Referencia No. 16

Códigos	Descripción	Unidades totales
92121	Estuche 240 Multicolor forro P	5.814

Fuente. Elaboración propia

Tabla 109. Demanda referencia No. 16

Año	Código	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2016	92121	150	450	0	299	336	0	550	300	0	0	100	0
2017	92121	0	800	300	0	50	200	200	100	1200	430	200	99
2018	92121	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0

Fuente. Elaboración propia

7.16.1 Año 2016

Para el caso de la demanda del primer año se observan valores muy irregulares, a pesar de que el valor de la pendiente es negativo, es difícil determinar en este punto la tendencia de los datos.

Tabla 110. Medidas de referencia

m	- 20
b	315
alfa	0,50
beta	0,35

Fuente. Elaboración propia

Teniendo en cuenta lo mostrado en la figura 28, se determina, que, excluyendo el punto atípico del séptimo mes, los datos tienen una marcada tendencia a la disminución.

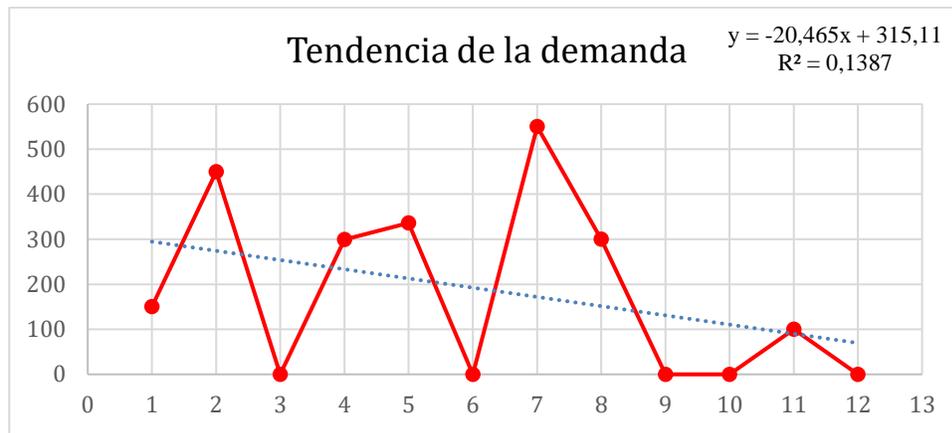


Ilustración 28. Tendencia de la demanda (Referencia No. 16 - Año 2016)

Habiendo determinado que para el caso del 2016 se presenta una tendencia lineal decreciente, se procede a realizar el cálculo de los errores a través de la suavización exponencial doble.

Tabla 111. Pronósticos utilizados en la referencia No. 16 (Año 2016)

Período (T)	Demanda histórica	x^2	XY	F(RL)	F (SED)			PMIMS=1	PMIMS=2	SES alfa=0.5	MAPE	DAM	Ep
					St	Gt	Ft						
0					315	- 20	295						
1	150	1	150	295	222	- 46	177			182	21%	32	32
2	450	4	900	274	313	2	315	150		166	63%	284	284
3	0	9	-	254	158	- 53	105	450	300	308	0%	308	308
4	299	16	1.196	233	202	- 19	183	0	225	154	48%	145	145
5	336	25	1.680	213	259	8	267	299	150	227	33%	109	109
6	0	36	-	192	134	- 39	95	336	318	281	0%	281	281
7	550	49	3.850	172	322	41	363	0	168	141	74%	409	409
8	300	64	2.400	151	331	30	361	550	275	345	15%	45	45
9	0	81	-	131	181	- 34	147	300	425	323	0%	323	323
10	0	100	-	110	74	- 59	14	0	150	161	0%	161	161
11	100	121	1.100	90	57	- 44	13	0	-	81	19%	19	19
12	0	144	-	70	6	- 47	- 40	100	50	90	0%	90	90

Fuente. Elaboración propia

Los resultados obtenidos, para este caso, son un reflejo de lo visto en la ilustración 28, pues se observan valores que de cierta manera son coherentes con la tendencia de los datos, como el ep medio y el MAPE, pero también hay ciertas incongruencias como el alto valor del valor unitario del error que es de casi 200; esto puede ser adjudicado a la gran distancia que hay entre los datos.

Tabla 112. Medidas de error (Referencia No. 16 - Año 2016)

EP MEDIO	23
DAM	184
MAPE	0,23
DESV	132

Fuente. Elaboración propia

7.16.2 Año 2017

Para el caso de la demanda del año 2017 de la referencia 16, se puede observar un comportamiento similar de los datos en el primer cuadro a los del año anterior, con la diferencia de que para este caso la leve inclinación de la pendiente es positiva.

Tabla 113. Medidas de referencia

m	10
b	236
alfa	0,50
beta	0,35

Fuente. Elaboración propia

Observando la gráfica queda claro que la tendencia es estacionaria, esto es debido a que, para el caso de 10 de los 12 datos a estudiar, la cantidad vendida está en un rango de menos de 500 unidades, con una pendiente creciente generada únicamente por dos meses en los que se presentan picos de ventas que duplican y triplican, respectivamente, a los demás.



Ilustración 29. Tendencia de la demanda (Referencia No. 16 - Año 2017)

Habiendo realizado el análisis anteriormente planteado, se procede a realizar los cálculos de la regresión lineal y suavización exponencial simple para determinar el valor de los errores que se pueden presentar con la tendencia seleccionada para la demanda.

Tabla 114. Pronósticos utilizados en la referencia No. 16 (Año 2017)

Período (T)	Demanda histórica	X^2	XY	F(RL)	F (SED)			PMMS=1	PMMS=2	SES	MAPE	DAM	Ep
					St	Gt	Ft						
0					236	10	245						
1	0	1	-	245	123	- 33	89			298	0%	25	298
2	800	4	1.600	255	445	91	536	0		149	81%	54	651
3	300	9	900	265	418	50	468	800	400	475	58%	15	175
4	0	16	-	274	234	- 32	202	300	550	387	0%	32	387
5	50	25	250	284	126	- 59	67	0	150	194	287%	12	144
6	200	36	1.200	293	134	- 35	98	50	25	122	39%	7	78
7	200	49	1.400	303	149	- 18	132	200	125	161	20%	3	39
8	100	64	800	313	116	- 23	93	200	200	180	80%	7	80
9	1200	81	10.800	322	646	171	817	100	150	140	88%	88	1.060
10	430	100	4.300	332	624	103	726	1200	650	670	56%	20	240
11	200	121	2.200	342	463	11	474	430	815	550	175%	29	350
12	99	144	1.188	351	287	- 55	232	200	315	375	279%	23	276

Fuente. Elaboración propia

Los resultados obtenidos, al igual que para el año anterior, presentan ciertas incongruencias, pues a pesar de que en general los resultados de los errores se ajustan de buena manera a la tendencia de la demanda, hay un valor que no lo hace, que en este caso es el del error porcentual, que es de 97%, y esto puede ser explicado por la pendiente generada por los picos de ventas.

Tabla 115. Medidas de error (Referencia No. 16 - Año 2017)

EP MEDIO	10
DAM	26
MAPE	0,97
DESV	24

Fuente. Elaboración propia

7.16.3 Año 2018

Finalmente, para esta referencia, se debe realizar el análisis de la demanda a partir de los datos de las ventas de los primeros seis meses del año 2018, a simple vista se puede considerar de manera casi segura que se trata de una tendencia estacionaria de los datos, por el valor casi nulo de la pendiente, pero, como en casos anteriores, es mejor determinar esto luego de ver la gráfica.

Tabla 116. Medidas de referencia

m	4
b	- 7
alfa	0,50
beta	0,35

Fuente. Elaboración propia

Este tipo de gráfico de dispersión de las ventas es algo que ya se ha visto par algunas de las referencias ya analizadas anteriormente, pues se observa que solo durante uno de los meses de muestra hay ventas, y eso es lo que genera la leve pendiente, para este caos lo correcto es determinar que la pendiente es estacionaria.

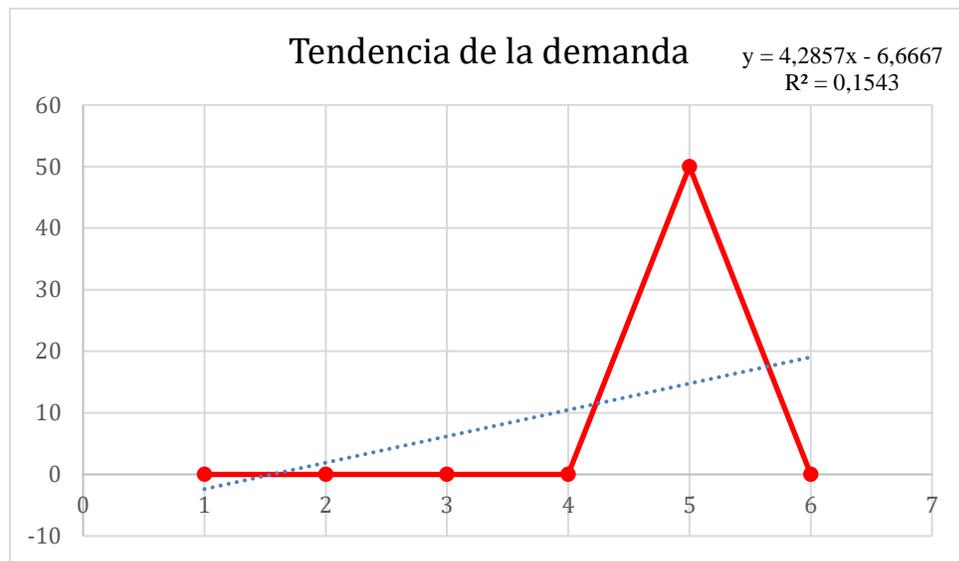


Ilustración 30. Tendencia de la demanda (Referencia No. 16 - Año 2018)

Antes de siquiera realizar los cálculos, ya se puede inferir que no se vana presentar inconsistencias en los resultados, pues a pesar de que los datos en la muestra son pocos, el dato atípico tiene un valor que no es tan alto como para generar un comportamiento anormal en los datos.

Tabla 117. Pronósticos utilizados en la referencia No. 16 (Año 2018)

Perido (T)	Demanda histórica	χ^2	XY	F(RL)	F (SED)			PMMS=1	PMMS=2	SES	MAPE	DAM	Ep
					St	Gt	Ft						
0					- 7	4	- 2						
1	0	1	- -	2 -	1	5	4			8	0%	1	8
2	0	4	-	2	2	4	6	0		4	0%	1	4
3	0	9	-	6	3	3	6	0	-	2	0%	0	2
4	0	16	-	10	3	2	5	0	-	1	0%	0	1
5	50	25	250	15	28	10	37	0	-	1	99%	8	49
6	0	36	-	19	19	3	22	50	25	25	0%	4	25

Fuente. Elaboración propia

Como era de esperarse, y a diferencia de los resultados obtenidos para los dos años anteriores, el valor de los errores es muy coherente con lo visto en la ilustración con un error promedio inferior al 20% y un valor unitario del error que se acerca mucho al cero.

Tabla 118. Medidas de error (Referencia No. 16 - Año 2018)

EP MEDIO	- 1
DAM	3
MAPE	0,16
DESV	3

Fuente. Elaboración propia

7.17 Referencia 17 (71046)

Tabla 119. Referencia No. 17

Códigos	Descripción	Unidades totales
71046	Estuche REF. M-002	5.130

Fuente. Elaboración propia

Tabla 120. Demanda referencia No. 17

Año	Código	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
2018	71046	1400	1000	0	500	0	2230

Fuente. Elaboración propia

7.17.1 Año 2018

Para el caso de la referencia 17, fue necesario haber participado únicamente en los últimos seis meses del rango de tiempo analizado para alcanzar a figurar como uno de los productos más representativos en las ventas de la compañía, esto se ve reflejado en el valor tan alto del intercepto y en la pendiente levemente definida que tiene el comportamiento de sus ventas.

Tabla 121. Medidas de referencia

m	47
b	690
alfa	0,50
beta	0,35

Fuente. Elaboración propia

Contrario a lo planteado en el análisis preliminar de los datos de la tabla 121, lo que se observa en la ilustración 31 es un diagrama de dispersión que, si no fuera por el alza en las ventas en el mes 6, tendría una pendiente decreciente.

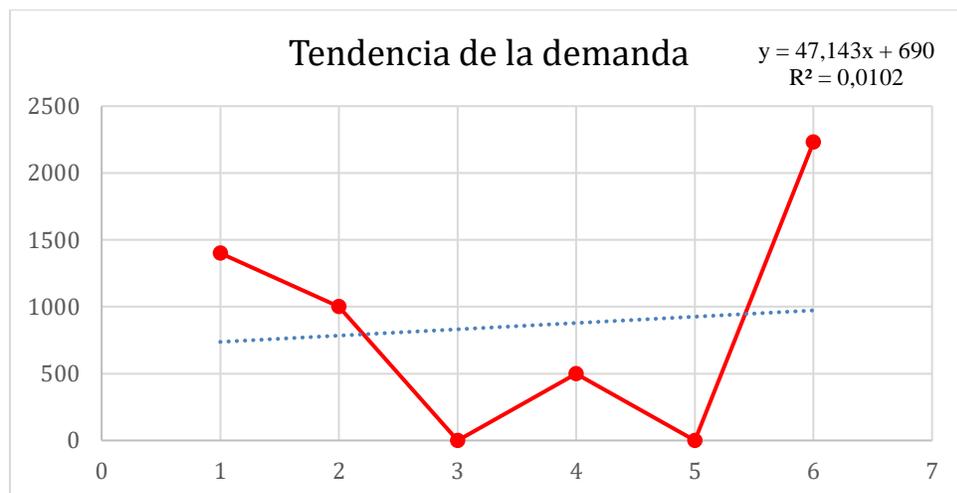


Ilustración 31. Tendencia de la demanda (Referencia No. 17 - Año 2018)

En este caso lo que se hizo fue caracterizar la demanda como estacionaria, pues no existe pendiente muy marcada y sus datos tienen un comportamiento irregular alrededor de esta línea sin tendencia.

Tabla 122. Pronósticos utilizados en la referencia No. 17 (Año 2018)

Perido (T)	Demanda histórica	χ^2	XY	F(RL)	F (SED)			PMMS=1	PMMS=2	SES	MAPE	DAM	Ep
					St	Gt	Ft						
0					690	47	737						
1	1400	1	1.400	737	1.069	163	1.232			855	39%	91	-545
2	1000	4	2.000	784	1.116	123	1.238	1400		1128	13%	21	128
3	0	9	-	831	619	- 94	525	1000	1.200	1064	0%	177	1064
4	500	16	2.000	879	513	- 99	414	0	500	532	6%	5	32
5	0	25	-	926	207	- 171	36	500	250	516	0%	86	516
6	2230	36	13.380	973	1.133	213	1.346	0	250	258	88%	329	-1972

Fuente. Elaboración propia

Finalmente, y como era de esperarse, los resultados obtenidos son, de cierta manera, inconsistentes. Esto es principalmente debido al crecimiento exponencial de las ventas durante el sexto mes de la muestra analizada. Las inconsistencias se ven reflejadas mayormente en el DAM y el EP medio.

Tabla 123. Medidas de error (Referencia No. 17 - Año 2018)

EP MEDIO	-	130
DAM		118
MAPE		0,24
DESV		120

Fuente. Elaboración propia

7.18 Referencia 18 (99010)

Tabla 124. Referencia No. 18

Códigos	Descripción	Unidades totales
99010	Estuche REF. 280 Multicolor	3.964

Fuente. Elaboración propia

Tabla 125. Demanda referencia No. 18

Año	Código	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2017	99010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2400	1064
2018	99010	0	400	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente. Elaboración propia

7.18.1 Año 2017

La referencia, durante el 2018, presentó picos de ventas durante los últimos dos meses del año en cuestión lo que, al igual que en casos de referencias anteriores, ocasionó que se generara una pendiente, y a simple vista, una tendencia creciente en la demanda.

Tabla 126. Medidas de referencia

m	116
b	- 468
alfa	0,50
beta	0,35

Fuente. Elaboración propia

Al observar de manera detallada la ilustración anterior, se puede constatar el acierto de lo planteado anteriormente pues, a pesar de que se trata únicamente de dos meses en los que hay ventas, se genera una tendencia en los datos que pronostica un crecimiento en las ventas para el año siguiente.

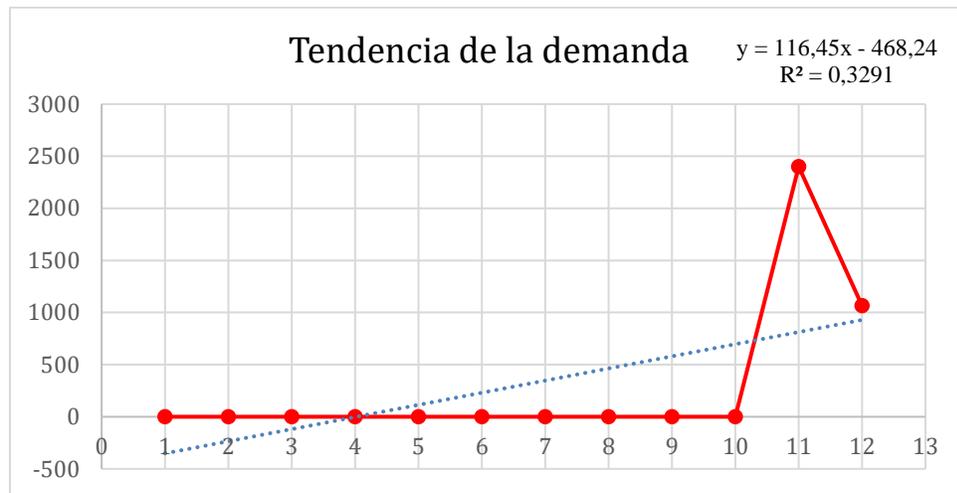


Ilustración 32. Tendencia de la demanda (Referencia No. 18 - Año 2017)

En este orden de ideas, se procedió a realizar el proceso de regresión lineal y suavización exponencial doble para determinar que tanto se ajusta la tendencia escogida al comportamiento real de la demanda.

Tabla 127. Pronósticos utilizados en la referencia No. 18 (Año 2017)

Período (T)	Demanda histórica	χ^2	XY	F(RL)	F (SED)			PMMS=1	PMMS=2	SES	MAPE	DAM	Ep
					St	Gt	Ft						
0					- 468	116	- 352						
1	0	1	- - 352	- 176	178	2			289	0%	24	289	
2	0	4	- - 235	1	178	179	0		144	0%	12	144	
3	0	9	- - 119	89	146	236	0	-	72	0%	6	72	
4	0	16	- - 2	118	105	223	0	-	36	0%	3	36	
5	0	25	- - 114	111	66	178	0	-	18	0%	2	18	
6	0	36	- - 230	89	35	124	0	-	9	0%	1	9	
7	0	49	- - 347	62	13	75	0	-	5	0%	0	5	
8	0	64	- - 463	38	0	38	0	-	2	0%	0	2	
9	0	81	- - 580	19	- 6	12	0	-	1	0%	0	1	
10	0	100	- - 696	6	- 9	- 2	0	-	1	0%	0	1	
11	2400	121	26.400	813	1.199	412	1.611	0	-	0	100%	200	-2400
12	1064	144	12.768	929	1.337	316	1.653	2400	1.200	1200	13%	11	136

Fuente. Elaboración propia

Como era de esperarse, después de los análisis anteriormente realizados, el resultado de los errores es muy positivo porque, como se muestra en la tabla 128, el error porcentual es inferior al 10% y su valor numérico de 22, que, para este caso, no son valores significativos.

Tabla 128. Medidas de error (Referencia No. 18 - Año 2017)

EP MEDIO	-	141
DAM		22
MAPE		0,09
DESV		57

Fuente. Elaboración propia

7.18.2 Año 2018

Contrario a lo visto en el año 2017, para esta referencia, se obtiene una pendiente negativa muy leve en el comportamiento de los datos, que a simple vista podría indicar una tendencia estacionaria.

Tabla 129. Medidas de referencia

m	-	37
b		213
alfa		0,50
beta		0,35

Fuente. Elaboración propia

Al observar lo representado en la ilustración 33, se puede concluir de manera contundente que el comportamiento de la demanda en el primer semestre del año 2018, contrario a lo que se esperaba por lo visto en el año anterior, tuvo una notoria caída, lo que, por ende, significa una tendencia lineal decreciente.

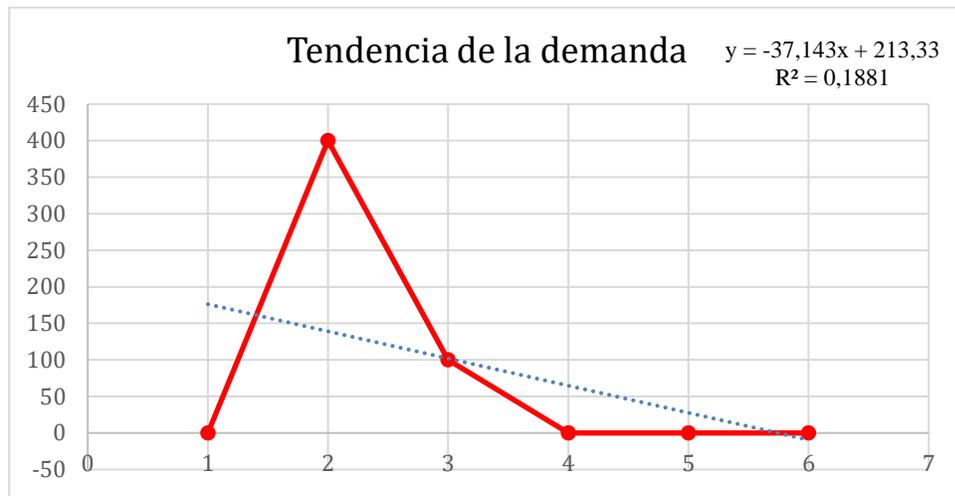


Ilustración 33. Tendencia de la demanda (Referencia No. 18 - Año 2018)

Al igual que en el año anterior, se realizó el proceso de regresión lineal y suavización exponencial doble que, a diferencia del año anterior, se espera que no sea tan acertado por la irregularidad en las ventas durante el semestre.

Tabla 130. Pronósticos utilizados en la referencia No. 18 (Año 2018)

Período (T)	Demanda histórica	X^2	XY	F(RL)	F (SED)			PMMS=1	PMMS=2	SES	MAPE	DAM	Ep
					St	Gt	Ft						
0					213	- 37	176						
1	0	1	-	352	88	- 68	20			83	0%	14	83
2	400	4	800	- 235	210	- 1	209	0		42	90%	60	-358
3	100	9	300	- 119	154	- 20	134	400	200	221	121%	20	121
4	0	16	-	2	67	- 44	23	100	250	160	0%	27	160
5	0	25	-	114	11	- 48	36	0	50	80	0%	13	80
6	0	36	-	230	- 18	- 42	60	0	-	40	0%	7	40

Fuente. Elaboración propia

La tabla 131 es un reflejo de lo planteado antes de realizar la suavización exponencial doble y la regresión lineal pues, a pesar de que el valor de los errores no es alto, y se ajusta mejor

al comportamiento de la demanda que en otros casos, tiene un valor más significativo que los del 2018.

Tabla 131. Medidas de error (Referencia No. 18 - Año 2018)

EP MEDIO	-	37
DAM		23
MAPE		0,35
DESV		19

Fuente. Elaboración propia

7.19 Referencia 19 (72001)

La referencia 19 está en el 80% de códigos más representativos para Industrias El Becerro, con un total de unidades vendidas durante los años 2016 y 2018, de 3.619.

Tabla 132. Referencia No. 19

Códigos	Descripción	Unidades totales
72001	Estuche REF. M-003 Buggy	3.619

Fuente. Elaboración propia

Tabla 133. Demanda referencia No. 19

Año	Código	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2016	72001	0	170	239	382	800	640	0	179	450	0	0	399
2018	72001	0	0	0	360	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente. Elaboración propia

7.19.1 Año 2016

Para caso de estudio, el alfa y el beta corresponderán a 0.5 y 0.35 respectivamente y una pendiente negativa de -3, lo que indica que es decreciente y un intercepto de 294.

Tabla 134. Medidas de referencia

m	-	3
b		294
alfa		0,50
beta		0,35

Fuente. Elaboración propia

La gráfica muestra una tendencia estacionaria, que se ve alterada por un pico en el mes de mayo, demostrando que los datos no oscilan de manera exagerada, por el contrario, todos se mueven de manera homogénea alrededor de la tendencia.

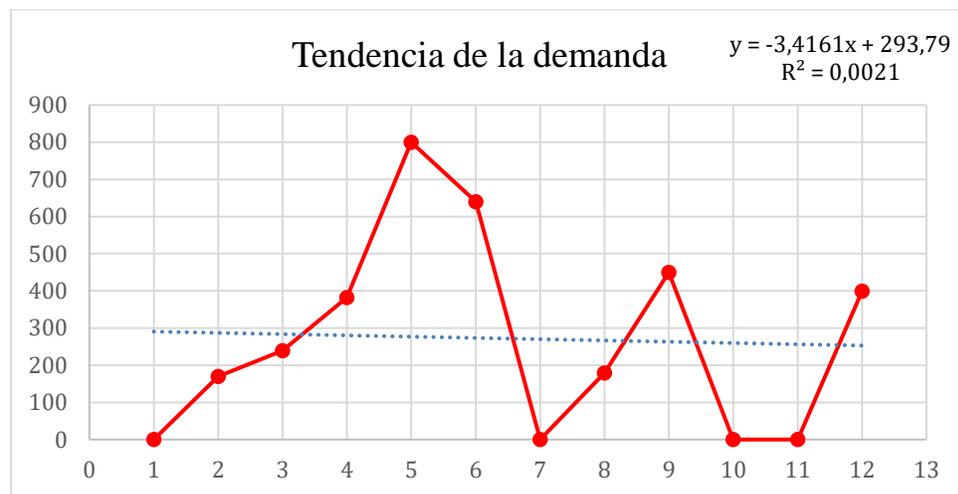


Ilustración 34. Tendencia de la demanda (Referencia No. 19 - Año 2016)

Tras aplicar los métodos de pronósticos tales como regresión lineal, suavización exponencial doble, suavización exponencial simple y promedio móvil simple, puede concluirse con la disposición de la demanda, que los más acordes son el promedio móvil simple y la

suavización exponencial simple, que representan un error del modelo del 31% y en unidades el tamaño del error es de 20.

Por otro lado, la desviación estándar nos muestra que los datos están dispersos en 14 unidades, la cual se toma con referencia a las unidades de error relacionadas a la desviación media absoluta, conocida por sus siglas como DAM.

Tabla 135. Pronósticos utilizados en la referencia No. 19 (Año 2016)

Perido (T)	Demanda histórica	χ^2	XY	F(RL)	F (SED)			PMMS=1	PMMS=2	SES	MAPE	DAM	Ep	
					St	Gt	Ft							
0					294	-	3	290						
1	0	1	-	290	145	-	54	91		272	0%	23	272	
2	170	4	340	287	130	-	40	90	0	136	20%	3	-34	
3	239	9	717	284	165	-	14	150	170	85	153	36%	7	-86
4	382	16	1.528	280	266	-	26	292	239	205	196	49%	16	-186
5	800	25	4.000	277	546	-	115	661	382	311	289	64%	43	-511
6	640	36	3.840	273	651	-	111	762	800	591	544	15%	8	-96
7	0	49	-	270	381	-	22	359	640	720	592	0%	49	592
8	179	64	1.432	266	269	-	53	216	0	320	296	65%	10	117
9	450	81	4.050	263	333	-	12	320	179	90	238	47%	18	-212
10	0	100	-	260	160	-	69	92	450	315	344	0%	29	344
11	0	121	-	256	46	-	85	-	0	225	172	0%	14	172
12	399	144	4.788	253	180	-	8	172	0	-	86	78%	26	-313

Fuente. Elaboración propia

Tabla 136. Medidas de error (Referencia No. 19 - Año 2016)

EP MEDIO	5
DAM	20
MAPE	0,31
DESV	14

Fuente. Elaboración propia

7.19.2 Año 2018

En el caso del año 2018, se toman los mismos alfa y beta utilizados para estudio de esta referencia en el año 2016. La pendiente y el intercepto cambian porque los datos de este periodo de tiempo son diferentes, siendo 10 la pendiente y 24 el intercepto de la recta.

Tabla 137. Medidas de referencia

m	10
b	24
alfa	0,50
beta	0,35

Fuente. Elaboración propia

Para este año la referencia No. 19, tiene un dato atípico de venta durante el mes de abril, donde se observa el comercio de 360 unidades. Por tanto, es necesario para efectos de mejora del pronóstico tener existencias del producto para afrontar la demanda de los meses pico.

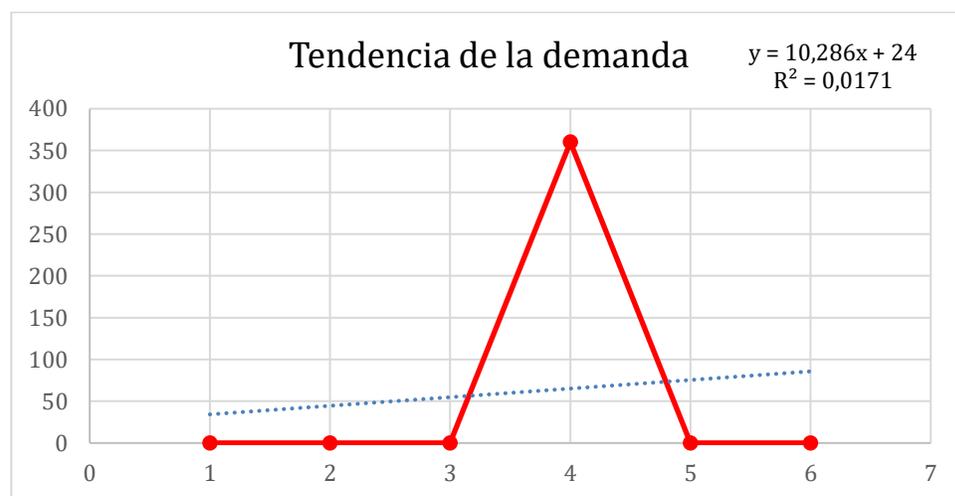


Ilustración 35. Tendencia de la demanda (Referencia No. 19 - Año 2018)

Tabla 138. Pronósticos utilizados en la referencia No. 19 (Año 2018)

Perido (T)	Demanda histórica	χ^2	XY	F(RL)	F (SED)			PMMS=1	PMMS=2	SES	MAPE	DAM	Ep	
					St	Gt	Ft							
0					24	10	34							
1	0	0	-	290	17	4	21			60	0%	10	60	
2	0	0	-	287	11	1	11	0		30	0%	5	30	
3	0	0	-	284	6	-	1	4	0	-	15	0%	3	15
4	360	360	1.440	280	182	61	243	0	-	8	98%	59	-353	
5	0	0	-	277	121	18	140	360	180	184	0%	31	184	
6	0	0	-	273	70	-	6	64	0	180	92	0%	15	92

Fuente. Elaboración propia

El DAM (Desviación media absoluta) al ser un dato pequeño, indica un mejor ajuste, en este caso, es erróneo en un promedio de 20 unidades y el error porcentual es del 16%. Esto se explica con el hecho de que como la mayoría de los datos son de carácter homogéneo y sólo existe un dato atípico, el error va a tener una tendencia a ser reducido.

Tabla 139. Medidas de error (Referencia No. 19 - Año 2018)

EP MEDIO	5
DAM	20
MAPE	0,16
DESV	21

Fuente. Elaboración propia

7.20 Referencia 20 (1402)

Tabla 140. Referencia No. 20

Códigos	Descripción	Unidades totales
1402	Estuche REF. 166	3.399

Fuente. Elaboración propia

Tabla 141. Demanda referencia No. 20

Año	Código	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2016	1402	0	0	0	0	0	0	300	100	450	0	0	200
2017	1402	0	500	100	50	100	300	0	100	200	0	0	99
2018	1402	200	0	100	100	0	500	0	0	0	0	0	0

Fuente. Elaboración propia

La referencia 1402, tiene ventas durante los años 2016, 2017 y 2018, que representan un total de ventas de la misma de 3.399 unidades.

7.20.1 Año 2016

Se toman para estudio los valores de 0.5 para alfa y 0.35 para beta, que permiten llevar a cabo realizar los diferentes métodos de pronósticos, que servirán para determinar cual de ellos describe mejor los datos.

Tabla 142. Medidas de referencia

m	18
b	- 27
alfa	0,50
beta	0,35

Fuente. Elaboración propia

La ilustración 36 describe los datos bajo una tendencia estacionaria, que permite tener en cuenta que la referencia tiene ciertos picos entre los meses de junio y diciembre, por tanto, se hace necesario tener stock que permita suplir la demanda de esta referencia durante los meses de aumento de ventas de la misma.



Ilustración 36. Tendencia de la demanda (Referencia No. 20 - Año 2016)

Los pronósticos que se podrían utilizar para esta referencia son el SES (Suavización exponencial simple), ya que el porcentaje de error es muy pequeño, siendo este de 24% y en unidades de 10, representadas por el DAM (Tablas 143 y 144).

Tabla 143. Pronósticos utilizados en la referencia No. 20 (Año 2016)

Período (T)	Demanda histórica	X^2	XY	F(RL)	F (SED)			PMMS=1	PMMS=2	SES	MAPE	DAM	Ep
					St	Gt	Ft						
0					- 27	18	- 10						
1	0	1	- -	10	- 5	19	15			88	0%	7	88
2	0	4	-	8	7	17	24	0		44	0%	4	44
3	0	9	-	26	12	13	25	0	-	22	0%	2	22
4	0	16	-	43	12	8	21	0	-	11	0%	1	11
5	0	25	-	61	10	5	15	0	-	5	0%	0	5
6	0	36	-	79	7	2	10	0	-	3	0%	0	3
7	300	49	2.100	96	155	53	208	0	-	1	100%	25	299
8	100	64	800	114	154	34	188	300	150	151	51%	4	51
9	450	81	4.050	132	319	80	399	100	200	125	72%	27	325
10	0	100	-	149	199	10	210	450	275	288	0%	24	288
11	0	121	-	167	105	- 27	78	0	225	144	0%	12	144
12	200	144	2.400	185	139	- 5	134	0	-	72	64%	11	128

Fuente. Elaboración propia

Tabla 144. Medidas de error (Referencia No. 20 - Año 2016)

EP MEDIO	-	8
DAM		10
MAPE		0,24
DESV		10

Fuente. Elaboración propia

7.20.2 Año 2017

Se utilizan alfa y beta con los mismos valores que fueron dispuestos en el año 2016, para permitir comparar más fácilmente; siendo estos de 0.5 para alfa y 0.35 para beta.

Tabla 145. Medidas de referencia

m	-	13
b		204
alfa		0,50
beta		0,35

Fuente. Elaboración propia

Al igual que en el periodo anterior, la tendencia de la demanda es estacionaria, a pesar de que durante este año (2017), las ventas de la referencia disminuyeron notablemente.

La gráfica a su vez, permite observar el nivel de significancia R, es menor al alfa planteado, lo que significa a su vez que el estudio puede considerarse estadísticamente significativo



Ilustración 37. Tendencia de la demanda (Referencia No. 20 - Año 2017)

Tabla 146. Pronósticos utilizados en la referencia No. 20 (Año 2017)

Período (T)	Demanda histórica	X^2	XY	F(RL)	F (SED)			PMMS=1	PMMS=2	SES	MAPE	DAM	Ep
					St	Gt	Ft						
0					204	- 13	191						
1	0	1	-	191	96	- 46	49			121	0%	10	121
2	500	4	1.000	178	275	33	307	0		60	88%	37	440
3	100	9	300	166	204	- 4	200	500	250	280	180%	15	180
4	50	16	200	153	125	- 30	95	100	300	190	280%	12	140
5	100	25	500	140	98	- 29	68	50	75	120	20%	2	20
6	300	36	1.800	127	184	11	196	100	75	110	63%	16	190
7	0	49	-	114	98	- 23	75	300	200	205	0%	17	205
8	100	64	800	102	88	- 18	69	0	150	103	3%	0	3
9	200	81	1.800	89	135	4	139	100	50	101	49%	8	99
10	0	100	-	76	70	- 20	50	200	150	151	0%	13	151
11	0	121	-	63	25	- 29	4	0	100	75	0%	6	75
12	99	144	1.188	50	48	- 11	37	0	-	38	62%	5	61

Fuente. Elaboración propia

Después de realizados los modelos de pronósticos, se obtiene un error del 62% y un Dam, es decir el tamaño del error en unidades de 12; a pesar de que el error porcentual es alto, no es tan considerable en el DAM, que describe mejor la calidad del pronóstico.

Tabla 147. Medidas de error (Referencia No. 20 - Año 2017)

EP MEDIO	9
DAM	12
MAPE	0,62
DESV	10

Fuente. Elaboración propia

7.20.3 Año 2018

Como en los años anteriores, el alfa corresponde a 0.5 y el beta a 0.35, demostrando la tendencia de la demanda durante los tres (3) años.

Tabla 148. Medidas de referencia

m	43
b	-
alfa	0,50
beta	0,35

Fuente. Elaboración propia

La disposición de la demanda como en los años anteriores (2016 - 2017), continúa siendo estacionaria, con la única diferencia que durante este año (2018), las ventas fueron creciendo gradualmente (Ver ilustración 38), donde se muestra una gran tendencia a seguir creciendo durante el resto del año por el pico que se muestra en el mes de junio.

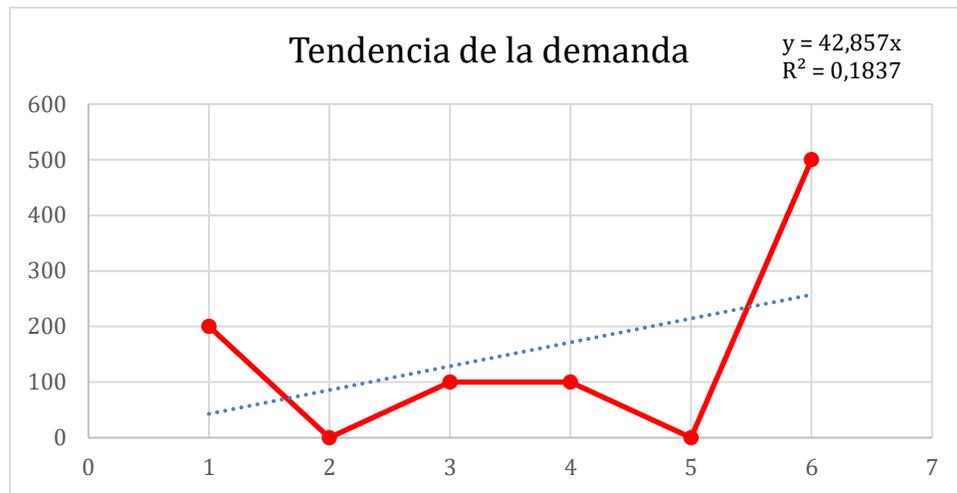


Ilustración 38. Tendencia de la demanda (Referencia No. 20 - Año 2018)

Tabla 149. Pronósticos utilizados en la referencia No. 20 (Año 2018)

Perido (T)	Demanda histórica	X^2	XY	F(RL)	F (SED)			PMMS=1	PMMS=2	SES	MAPE	DAM	Ep
					St	Gt	Ft						
0					-	43	43						
1	200	1	200	43	121	70	192			150	25%	8	50
2	0	4	-	86	96	37	133	200		175	0%	29	175
3	100	9	300	129	116	31	147	0	100	88	13%	2	13
4	100	16	400	171	124	23	146	100	50	94	6%	1	6
5	0	25	-	214	73	3	70	100	100	97	0%	16	97
6	500	36	3.000	257	285	72	358	0	50	48	90%	75	452

Fuente. Elaboración propia

El error para este pronóstico es muy bajo, aunque la medición del error del pronóstico es complicada para ser tomado con exactitud; en este caso, el MAPE representa un error del 22% y el DAM demuestra que el método es erróneo en promedio en 22 unidades.

Tabla 150. Medidas de error (Referencia No. 20 - Año 2018)

EP MEDIO	-	41
DAM		22
MAPE		0,22
DESV		28

Fuente. Elaboración propia

7.21 Referencia 21 (71047)

La referencia 21, de código 71047 (Estuche REF. M-002 Buggy combi), tuvo una demanda total de 3250 unidades, que fueron vendidas de lo corrido del año 2018, de enero a junio.

Tabla 151. Referencia No. 21

Códigos	Descripción	Unidades totales
71047	Estuche REF. M-002 Buggy combi	3.250

Fuente. Elaboración propia

Tabla 152. Demanda referencia No. 21

Año	Código	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
2018	71047	1000	0	500	1000	250	500

Fuente. Elaboración propia

7.21.1 Año 2018

Para el caso de estudio de esta referencia se toman el alfa y el beta con los valores de 0.5 y 0.35 respectivamente, para los cuales se tienen medidas de pendiente e intercepto que son obtenidas a partir de la gráfica de los datos, de -36 y 667 en su orden correspondiente.

Tabla 153. Medidas de referencia

m	-	36
b		667
alfa		0,50
beta		0,35

Fuente. Elaboración propia

De la gráfica, puede deducirse que la demanda sigue una tendencia estacionaria, es decir, un patrón aleatoria donde los datos de los históricos fluctúan muy poco y, por tanto, los cambios no son tan representativos, por lo cual el proceder de los datos es muy uniforme.

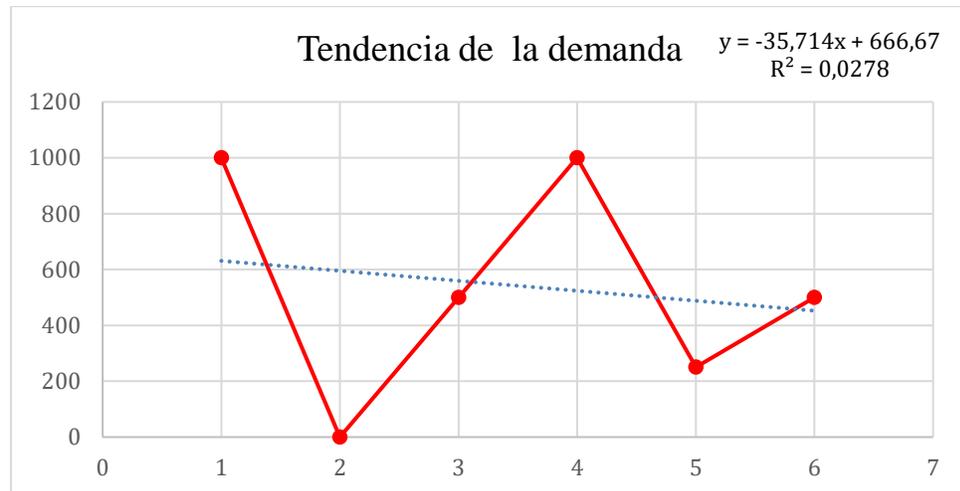


Ilustración 39. Tendencia de la demanda (Referencia No. 21 - Año 2018)

Los pronósticos utilizados por tanto nos permiten observar que la suavización exponencial simple y los promedios móviles simples, describen el comportamiento de la referencia en el futuro (Tabla 154).

Para el caso puntualmente se describe porque el pronóstico tiene un error del 53%, ya que ningún pronóstico es exacto y, por tanto, todos incurren en algún porcentaje de error. El error en unidades (Dam) es de 66.

Tabla 154. Pronósticos utilizados en la referencia No. 21 (Año 2018)

Perido (T)	Demanda histórica	χ^2	XY	F(RL)	F (SED)			PMMS=1	PMMS=2	SES	MAPE	DAM	Ep
					St	Gt	Ft						
0					667	- 36	631						
1	1000	1	1.000	631	815	29	844			542	46%	76	-458
2	0	4	-	595	422	- 119	303	1000		771	0%	128	771
3	500	9	1.500	560	402	- 84	317	0	500	385	23%	19	-115
4	1000	16	4.000	524	659	35	694	500	250	443	56%	93	-557
5	250	25	1.250	488	472	- 43	429	1000	750	721	189%	79	471
6	500	36	3.000	452	465	- 30	434	250	625	486	3%	2	-14

Fuente. Elaboración propia

Tabla 155. Medidas de error (Referencia No. 21 - Año 2018)

EP MEDIO	16
DAM	66
MAPE	0,53
DESV	47

Fuente. Elaboración propia

8 RECOMENDACIONES

Se recomienda utilizar históricos de más años, para que, al momento de aplicar los métodos de pronóstico, sean más ajustados a los datos y sean menores los riesgos. Para de esta manera lograr, una mayor viabilidad en el proyecto y que este trascienda de mejor manera y no sea únicamente un ejercicio académico, pues es realizado con un panorama más amplio de los datos reales de la empresa; a pesar de que las aplicaciones dadas en este trabajo, pueden implementarse a la realidad, con ciertas permutaciones que Industrias El Becerro determine hacerle según sus objetivos de ventas y acorde a su misión y visión.

9 CONCLUSIONES

A través del estudio realizado, se logró dimensionar la importancia que tiene poner en práctica los pronósticos en las organizaciones, y a pesar de que en este caso se aplicó esta herramienta para determinar la producción, estos pueden ser utilizados para determinar el comportamiento de una serie de datos, sin importar si son de tipo productivo o no, y tomar decisiones a partir de los resultados obtenidos.

De cierta manera los pronósticos son una herramienta que, a través de su aplicación, se logra llevar un mayor control de la variable estudiada, pues se aumenta la coordinación y se disminuyen los riesgos para trabajar alrededor de ella, y da la oportunidad de crear un plan de trabajo alrededor de este pronóstico.

El pronóstico de la demanda, para el caso de la producción, no es una llave maestra que funciona para sacar cualquier empresa adelante o para que esta alcance el éxito, ya que por más minucioso que sea el estudio de los datos, el pronóstico nunca va a ser 100% acertado o verídico, siempre existe un porcentaje de error que debe de ser contemplado previo a la ejecución del proyecto.

10 BIBLIOGRAFÍA

Escobar-Gómez, E. N., Díaz-Núñez, J. J., & Taracena-Sanz, L. F. (2010). Modelo para el ajuste de pronósticos agregados utilizando lógica difusa. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 11(3), 289-302. Recuperado en 19 de septiembre de 2019, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432010000300005&lng=es&tlng=es.

Chase, R. B., Jacobs, F. R., Aquilano, N. J., Yescas, M. J., Mascaró, S. P., & Meza, S. G. (2005). *Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva*. México, D.F: McGraw-Hill.

Chase, R., Jacobs, F., & Aquilano, N. (2009). *Administración de operaciones*. Ciudad de México: McGraw-Hill Interamericana.

Krajewsk, L. (2000). *Administración de operaciones, estrategias y análisis* [Ebook] (5th ed.). México. Rescatado de:

<https://books.google.com.co/books?id=B6LAqCoPSeoC&pg=PA496&lpg=PA496&dq=lee+j.+krajewski+pronosticos&source=bl&ots=vP46w7lKNT&sig=WAdmNsX1n6JS4gLEL8jh6Km8O8Y&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjuiOuVgMbdAhVR7VMKHfulDHYQ6AEwAHoECAEQAQ#v=onepage&q=lee%20j.%20krajewski%20pronosticos&f=false>

Manjarrez Rodríguez, E., & Mogollón García, J. (2017). ***DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA DE PRONÓSTICO, PARA UNA LÍNEA DE ENVASADOS DE UNA PLANTA QUE ELABORA PRODUCTOS DE CONSUMO MASIVO*** (Maestría). Universidad del norte.

Valencia Cárdenas, M., González L., D., & Cardona R., J. (2011). Metodología de un modelo de optimización para el pronóstico y manejo de inventarios usando el metaheurístico Tabú. Retrieved from: <http://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/24557?show=full>

Muñoz Sánchez, D. (2020). Libro producción II. (Pereira, Colombia) Universidad Tecnológica de Pereira.