

**EVALUACIÓN DEL PROCESO DE PRONÓSTICOS EN LA EMPRESA
LUDESA DE COLOMBIA S.A A PARTIR DE LA METODOLOGÍA FORECAST
ADD VALUE (FAV).**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
MAGISTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

AUTOR

ING. JESÚS MANUEL CURREA RODRIGUEZ

DIRECTOR

PhD, ING. JORGE ANDRES ALVARADO

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ, D.C.**

2018

Contenido

| | | |
|--------|--|----|
| 1 | Índice de Gráficas _____ | 3 |
| 2 | Índice de tablas _____ | 3 |
| 3 | Índice de Ilustraciones _____ | 4 |
| 4 | Índice de ecuaciones _____ | 4 |
| 5 | Resumen _____ | 5 |
| 6 | Introducción _____ | 6 |
| 7 | Marco Teórico _____ | 8 |
| 7.1 | Forecasting (Pronósticos)_____ | 8 |
| 7.2 | Métrica de error en pronóstico_____ | 9 |
| 7.3 | Fuentes del error en el pronóstico _____ | 10 |
| 7.4 | Forecast Added Value _____ | 10 |
| 7.4.1 | Generalidades _____ | 10 |
| 7.4.2 | Mapeo de Proceso _____ | 10 |
| 7.4.3 | Reuniendo la información _____ | 11 |
| 7.4.4 | Analizar el proceso _____ | 11 |
| 7.4.5 | Reportar los resultados _____ | 13 |
| 8 | Estado del Arte _____ | 14 |
| 9 | Objetivos _____ | 18 |
| 9.1 | Objetivo general _____ | 19 |
| 9.2 | Objetivos específicos _____ | 19 |
| 10 | Resultados _____ | 19 |
| 10.1 | Entendimiento y mapeo del proceso _____ | 20 |
| 10.1.1 | Descripción del proceso. _____ | 23 |
| 10.1.2 | Parte I. Método Ingenuo _____ | 24 |
| 10.1.3 | Parte II. Uso de Herramienta en Excel y R. _____ | 24 |
| 10.1.4 | Parte III. Análisis de Juicio _____ | 25 |
| 11 | Conclusiones _____ | 47 |
| 12 | Recomendaciones _____ | 48 |
| 13 | Bibliografía _____ | 49 |

1 Índice de Gráficas

| | |
|---|----|
| Gráfica 1 RAE Categoría A | 29 |
| Gráfica 2 RAE Categoría B. | 29 |
| Gráfica 3 RAE Categoría C | 30 |
| Gráfica 4 RAE Categoría D. | 30 |
| Gráfica 5 RAE Categoría (en blanco) | 31 |
| Gráfica 6 RAE Barrancabermeja comparativo | 31 |
| Gráfica 7 RAE Bogotá comparativo | 32 |
| Gráfica 8 RAE Bucaramanga comparativo. | 32 |
| Gráfica 9 RAE Cúcuta comparativo. | 33 |
| Gráfica 10 RAE Dorada comparativo. | 33 |
| Gráfica 11 RAE Florencia comparativo. | 34 |
| Gráfica 12 RAE Ibagué comparativo. | 34 |
| Gráfica 13 RAE Neiva comparativo. | 35 |
| Gráfica 14 RAE Valledupar comparativo. | 35 |
| Gráfica 15 RAE Villavicencio comparativo. | 36 |
| Gráfica 16 RAE Yopal comparativo. | 36 |

2 Índice de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Matriz de comparación entre etapas | 14 |
| Tabla 2 Revisión de literatura | 18 |
| Tabla 3 Hoja de descripción Análisis de Juicio | 26 |
| Tabla 4 Número de referencias por ciudad | 27 |
| Tabla 5 Clasificación de productos | 27 |
| Tabla 6 Conteo de registros por categoría | 28 |
| Tabla 7 Proporción de referencias por ciudad y categoría | 28 |
| Tabla 8 TOP RAE productos Venta vs. Ingenuo 2.011 – 2.016 | 37 |
| Tabla 9 TOP RAE productos Venta vs. Herramienta 2.011 – 2.016 | 38 |
| Tabla 10 TOP RAE productos Venta vs. Ajuste comercial 2.011 – 2.016 | 39 |
| Tabla 11 Análisis RAE por producto vs. Etapa - Barrancabermeja | 40 |
| Tabla 12 Análisis RAE por producto vs. Etapa – Bucaramanga | 40 |
| Tabla 13 Análisis RAE por producto vs. Etapa – Dorada | 41 |
| Tabla 14 Análisis RAE por producto vs. Etapa - Bogotá | 42 |
| Tabla 15 Análisis RAE por producto vs. Etapa - Cúcuta | 42 |
| Tabla 16 Análisis RAE por producto vs. Etapa - Ibagué | 43 |
| Tabla 17 Análisis RAE por producto vs. Etapa - Neiva | 43 |
| Tabla 18 Análisis RAE por producto vs. Etapa - Valledupar | 44 |
| Tabla 19 Análisis RAE por producto vs. Etapa - Villavicencio | 45 |
| Tabla 20 Análisis costos por ciudad | 46 |
| Tabla 21 Análisis costos por ciudad | 46 |

3 Índice de Ilustraciones

| | |
|--|----|
| <i>Ilustración 1 Límites de valor</i> | 12 |
| <i>Ilustración 2 Matriz SIPOC</i> | 22 |
| <i>Ilustración 3 Caracterización del proceso de pronósticos.</i> | 23 |
| <i>Ilustración 4 Estructura de interrelaciones</i> | 23 |
| <i>Ilustración 5 Estructura del proceso de pronósticos</i> | 24 |

4 Índice de ecuaciones

| | |
|---|---|
| <i>Ecuación 1 Error Relativo Absoluto</i> | 9 |
|---|---|

5 Resumen

En el presente trabajo se implementó una metodología para calcular en qué medida agrega o destruye valor cada etapa del proceso de pronósticos en la empresa Ludesa de Colombia S.A. empresa que se dedica a la entrega de productos de la marca Mobil en Colombia como: gasolina, diesel, lubricantes automotrices, industriales sintéticos y kerosene para la industria. Posee años en el mercado y abastece a comercializadores de lubricantes y estaciones de servicio en la ciudad de Bogotá y en diferentes partes del país. Es el distribuidor de lubricantes más grande del país gracias a la integración de dos grandes compañías distribuidoras de Lubricantes marca Mobil. Con una cobertura en más del 65% del territorio nacional (Bogotá, Cundinamarca, Santander, Norte de Santander, Cesar, Meta, Casanare, Tolima, Huila, Caldas y Caquetá). Cuenta con 189 empleados y liderazgo tecnológico, experiencia en aplicaciones, procesos y análisis de muestras de lubricante en laboratorio.

Como parte del desarrollo se estudiaron en primera instancia los procesos actuales para conocer las actividades obteniendo los datos correspondientes a las ventas de los últimos cuatro (4) años, los cuales fueron analizados para determinar sobre qué productos, categorías y ciudades existió mayor o menor precisión en la estimación de su comportamiento obteniendo los resultados presentados.

La metodología implementada (Forecast Add Value - FAV) consiste en la evaluación del desempeño en cada etapa del proceso de pronósticos determinando si cada paso contribuye a mejores estimaciones. Dentro de las evaluaciones realizadas se analizaron tanto los resultados de técnicas de pronósticos como los juicios de expertos los cuales “afinan” los resultados de las estimaciones realizadas con técnicas cuantitativas.

Al final de este documento se presentan las recomendaciones y conclusiones pertinentes, así como, algunas propuestas sobre otras aplicaciones de esta metodología en diferentes áreas y sectores.

6 Introducción

El presente trabajo se refiere al seguimiento y control del desempeño en los procesos de pronósticos. Inicialmente, los pronósticos se fundamentaban en la intuición. Con los desarrollos académicos y tecnológicos, estos procesos se han automatizado y evolucionado hasta convertirse en temas de alto interés para las organizaciones. Las técnicas cuantitativas, combinadas con la intuición llegan a ser elementos fundamentales en el análisis de datos para determinar escenarios de ventas.

Es necesario mencionar que los pronósticos, al ser una estimación del futuro, tienen asociados grados de incertidumbre, por ello para que las empresas puedan reducir esta brecha como resultado del cambio constante del entorno deben respaldar sus decisiones tanto en la intuición como en algo más que la intuición, deben respaldarlo en la elaboración de pronósticos correctos y precisos que sean suficientes para satisfacer las necesidades de planeación de la organización (Hanke y Wichern, 2006). En respaldo a este argumento, las limitaciones propias de la mente humana usualmente llevan a que el solo juicio humano sea basado en un modelo mental simplificado a través de la experiencia personal que representa el conocimiento subjetivo que el experto posee, pero que suele ser sesgado e incompleto. En consecuencia, es necesario considerar los aspectos que intervienen en la emisión de juicios y decisiones (Hogart 1994), (León 2004). Así mismo, el solo uso de métodos de pronóstico no puede capturar situaciones del ambiente y análisis del entorno y la estrategia que pueden ser identificados únicamente por las personas involucradas. Ambos factores también se identifican en el proceso de pronósticos en Ludesa de Colombia, el cual se estudia en los capítulos posteriores. El análisis se orientó hacia un estudio riguroso de la metodología empleada en la empresa para el proceso de estimación de las ventas.

La metodología aplicada para analizar el proceso consistió en descomponer éste en actividades u operaciones básicas, de manera que se pudo evaluar cómo cada parte proporciona valor o cumple un propósito de la organización o del macroproceso; en

caso de identificar procesos o tareas que no lo hacen, se consideran actividades que pueden eliminarse o minimizarse (Harrington, 1993). [1]

Para analizar cada etapa de ese proceso se implementó la herramienta Forecast Added Value (FVA), la cual es una metodología que permite evaluar paso a paso el desempeño de cada etapa del proceso de pronósticos. Esta técnica consiste en expresar los resultados comparados con una solución básica inicial (método ingenuo); de ese modo, se puede medir con valores positivos o negativos los esfuerzos de la empresa para crear o destruir valor y con ello, evaluar y determinar cómo armonizar el proceso de pronósticos en la empresa, a partir de la comparación entre la metodología de pronósticos adoptado por la empresa y el error evitable detectado con la herramienta FAV.

7 Marco Teórico

7.1 Forecasting (Pronósticos)

El forecasting, como se le conoce en el entorno académico y empresarial al proceso de pronosticar ventas o demandas, se define como el arte y la ciencia para predecir el futuro para un bien, componente o servicio en particular, con base en datos históricos, estimaciones de mercadeo e información promocional, mediante la aplicación de diversas técnicas de pronóstico (Luna, 2015).

Estas técnicas de pronóstico constituyen una parte fundamental de los sistemas de planeación y por ende de la economía en general. Los pronósticos de la demanda ejercen una gran influencia en la determinación de factores claves de los procesos, factores como lo son la capacidad instalada (equipos, almacenes, plantas), requerimientos financieros (inventarios, flujo de caja), estructura organizativa (personas, sistemas, servicios), o contratos con terceros (compras, operadores) (Luna, 2015). Esto nos permite pensar que a causa de la extensa influencia del forecasting en cualquier sistema productivo, se considera que la gestión de la demanda constituye un factor fundamental para el éxito de cualquier organización.

Uno de los interrogantes más frecuentes al generar un pronóstico corresponde a cuál es el período de la demanda que precisamos calcular. Es decir, si queremos calcular la demanda de un mes, un trimestre, un semestre, un año, etc. Al período de tiempo que cubrirá el pronóstico se le conoce como horizonte de planeación, y su idoneidad depende de cuál sea nuestro objetivo al emplear el pronóstico de la demanda. Es muy común en la gestión de la demanda establecer horizontes de planeación no mayores a 18 meses, dado que se considera que según los cambios que afectan constantemente los procesos, los sistemas y los entornos, un período mayor arrojaría resultados muy poco confiables.

En la actualidad existen diversos métodos de pronóstico que pueden considerarse como estándar. Existen dos grandes grupos que abarcan todos los métodos estandarizados de pronóstico, estos son los cualitativos y cuantitativos. Otra gran categorización, dispone los métodos de pronóstico en tres categorías, estas son cualitativos, de proyección histórica (cuantitativos) y causales (cuantitativos).

Dadas las características de la información disponible y la naturaleza de la demanda, ciertas demandas muy específicas requieren técnicas de pronóstico adecuadas diferentes a la suavización exponencial y los ARIMAs, dentro de este trabajo se manejarán:

7.2 Métrica de error en pronóstico

Para saber si los pronósticos son adecuados a las necesidades empresariales, y medir su éxito al pronosticar, se utilizan múltiples métricas de error. Entre las más conocidas están el error cuadrático medio (RMSE) y el error porcentual relativo (MAPE)

En la dirección de este trabajo, lo importante es determinar qué proporción de error de pronóstico era evitable, en comparación con el pronóstico ingenuo (Morlidge, 2014). Para este trabajo, esta proporción del error se expresa en términos del error absoluto relativo (RAE) que será útil para evaluar el proceso de pronósticos.

El error absoluto relativo es muy similar al error cuadrático relativo en el sentido de que también es relativa a un predictor simple, que es el promedio de los valores reales, sin embargo, el error es sólo el error absoluto total en lugar del error cuadrático total. Por lo tanto, el error absoluto relativo se produce del error absoluto total y se normaliza dividiendo por el error absoluto total del predictor simple.

Matemáticamente, el error absoluto relativo E_i de un programa individual es evaluada por la ecuación:

$$E_i = \frac{\sum_{j=1}^n |P_{(ij)} - T_j|}{\sum_{j=1}^n |T_j - \bar{T}|}$$

Ecuación 1 Error Relativo Absoluto

donde $P_{(ij)}$ es el valor predicho por el programa individual i para el caso de la muestra j (de n casos de la muestra); T_j es el valor objetivo para el caso de la muestra j y \bar{T} es el valor promedio de los valores reales.

7.3 Fuentes del error en el pronóstico

Aunque dentro de las causas más comunes en el error en la gestión de la demanda se encuentra la fallida selección del método de pronóstico, existe una problemática no menor que consiste en la elaboración de diferentes pronósticos por cada órgano funcional de la organización, es decir, el pronóstico es usualmente desarrollado por el área comercial y choca con la planificación realizada por el área de producción.

7.4 Forecast Added Value

7.4.1 Generalidades

Como herramienta de análisis para el proceso de pronósticos en Ludesa de Colombia S.A., se empleará la metodología denominada Pronóstico de Valor Agregado (FAV por sus siglas en inglés). El uso de esta técnica permite calcular las brechas de error “previsible” que deben ser medidas e interpretables.

Al hablar de la estructura de esta técnica, se inicia identificando cada paso secuencial del proceso de pronóstico y a continuación, se hace el seguimiento de los resultados. Un proceso común de los pronósticos incluye los siguientes pasos:

Pronóstico Software / Ajuste de modelador /

Ajuste de equipo comercial / Ajustes de juicio directivo

Estos pasos son genéricos, y por ello el análisis en la empresa Ludesa de Colombia inicia con los pasos a continuación descritos:

7.4.2 Mapeo de Proceso

El primer paso en el análisis consiste en entender y mapear todo el proceso de pronósticos de la compañía. Esta descripción debe ser simple y clara de tal manera que se pueda identificar la secuencia de las actividades que componen este proceso.

El proceso puede ser muy simple con solo un pronóstico elaborado por una computadora y una revisión manual o puede ser más elaborado como un proceso

colaborativo y consciente en el cual intervienen diferentes áreas (Comercial, Financiera, Mercadeo) e incluso en contados casos, puede incluir proveedores y clientes.

En algunas organizaciones puede ser una etapa de revisión por parte de los directivos del proceso, y en algunos casos cambian las cifras antes de ser aprobadas por ellos. Esto puede convertirse en un gran problema traducido en costos administrativos elevados y tiempo invertido en el pronóstico (SAS, 2007).

7.4.3 Reuniendo la información

Después de identificar todos los pasos y los participantes en el proceso de pronóstico dentro del flujo de procesos, se debe reunir información. La información para el análisis FAV es el pronóstico proporcionado por cada participante y cada etapa del proceso. Se necesita reunir esta información hasta el más mínimo nivel de detalle posible. También es necesario registrar la unidad de tiempo de los datos, el cual es típicamente semanal o mensual, o incluso diario. Adicionalmente, se debe registrar la demanda actual en la unidad de tiempo de los datos originales que está intentando pronosticar.

7.4.4 Analizar el proceso

Se puede usar el análisis FVA con cualquier métrica tradicional de desempeño que actualmente se use, puede ser MAPE o algún otro, porque el método FVA mide el cambio en la métrica. Por tal razón, la métrica debe ser seleccionada de acuerdo con otros criterios. También es importante decidir qué usar como modelo de pronóstico ingenuo. Esto permitirá establecer la línea base para la comparación entre el pronóstico calculado y el método más simple de aproximación.

A continuación, se presenta la línea base con la métrica de RAE propuesta por (Morlidge, 2013) identificando la escala de creación o destrucción de valor, así como sus tolerancias.

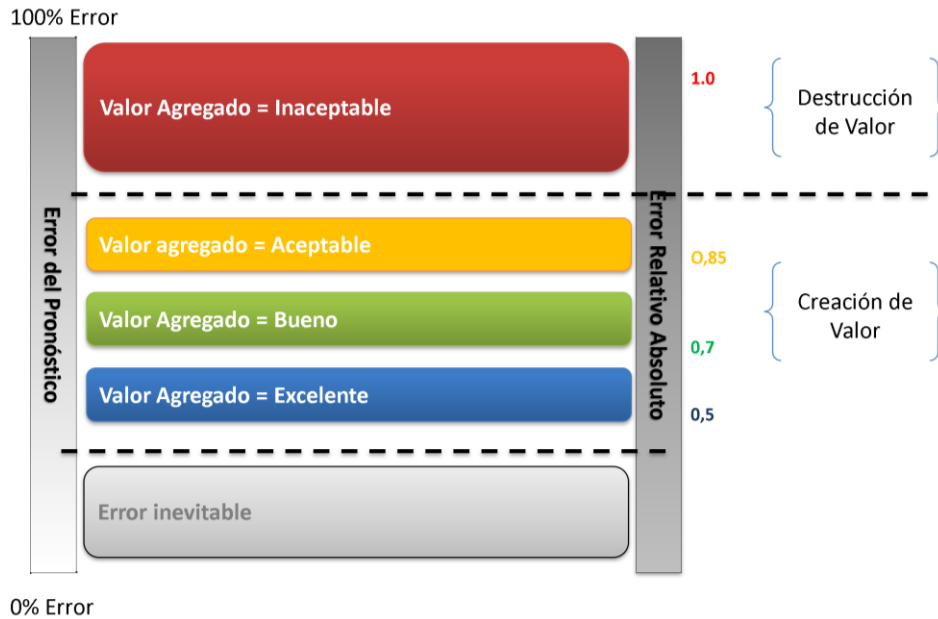


Ilustración 1 Límites de valor

Según la definición de un pronóstico ingenuo, éste debería ser algo simple para calcular, requiriendo la mínima cantidad de esfuerzo. Algunas organizaciones han ido tan lejos como para interpretar que cualquier modelo estadístico generado automáticamente es adecuado para usar como un modelo ingenuo (SAS, 2007). Su argumento es que una vez estos modelos más sofisticados se crean, no hay esfuerzo o costo adicional para usarlos.

Comparar los resultados con un pronóstico estadístico generado automáticamente es una buena práctica. Pero siempre vale la pena utilizar un modelo realmente ingenuo para generar punto de comparación. No se puede simplemente asumir que un modelo estadístico es mejor que cualquier método ingenuo. Los modelos ingenuos pueden ser sorprendentemente difíciles de superar. Algunos softwares estadísticos usan métodos poco sólidos, como escoger a ciegas modelos que mejor ajustan los datos históricos en lugar de seleccionar los modelos que son más apropiados para un buen pronóstico. Utilizando un pronóstico ingenuo, el cual requiere prácticamente poco esfuerzo y/o poco costo, permite crear una línea base para medir y al ser comparado con los pronósticos actuales darían lugar a mejores resultados.

7.4.5 Reportar los resultados

Una vez los resultados son obtenidos, estos pueden analizarse de varias maneras. para generar diversas interpretaciones, algunos ejemplos pueden ser:

- Pronósticos estadísticos vs pronósticos ingenuos
- Ajustes generales vs pronósticos estadísticos
- Pronósticos consensuados o colaborativos vs ajustes generales
- Pronósticos aprobados por Junta contra Pronósticos consensuados o colaborativos.

Probablemente algunos de estos pasos agregan valor y otros no. Cuando una etapa o actor en particular no agrega valor, es necesario primero entender el por qué. Algunas preguntas que orientan este análisis son: ¿los modelos de pronósticos estadísticos necesitan mejoras para un mayor rendimiento? ¿El analista requiere mayor experiencia o entrenamiento cuando realiza juicios generales sobre los datos? ¿Cuándo es mejor que el pronóstico estadístico actúe solo? ¿Los ejecutivos solo aprueban pronósticos que están dentro del plan operativo, y rechazan aquellos pronósticos que están por debajo del plan?

En algunos casos, puede ser posible mejorar el rendimiento del proceso con un poco de educación o entrenamiento técnico para los actores. En otros casos, la única solución es eliminar el paso problemático o actor del proceso. (SAS, 2007). La mayoría de la gente no se va a quejar cuando estén exentos del proceso de pronóstico. No hay mucha gente a quien realmente le gusta ser responsable de pronosticar.

No hay una forma rígida y fija de informar sus resultados de FVA, se recomienda ser creativo en su presentación. Sin embargo, la tabla de "cascada" presentada a continuación es una buena manera para comenzar. En el lado izquierdo, enumera los pasos del proceso o los participantes y su desempeño en términos de MAPE, o precisión, o cualquier métrica que esté usando. Columnas a la derecha muestre el FVA paso a paso en el proceso.

| <i>Etapas del</i> | <i>MAPE (O</i> | <i>FVA vs.</i> | <i>FVA vs.</i> | <i>FVA vs.</i> | <i>FVA vs.</i> |
|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|

| Proceso | medida seleccionada) | Ingenuo | Pronóstico estadístico | Ajustes generales | Consenso |
|--------------|-------------------------|---------|---------------------------|----------------------|----------|
| Ingenuo | X | | | | |
| Estadísticos | X | X | | | |
| Generales | X | X | X | | |
| Consensos | X | X | X | X | |
| Aprobación | X | X | X | X | X |

Tabla 1 Matriz de comparación entre etapas

Para un proceso más elaborado, el diseño del informe es el mismo. Simplemente usa más filas para mostrar los pasos adicionales, y más columnas para mostrar las comparaciones adicionales. Estos informes también deberían indicar el nivel jerárquico en el que informa, elementos individuales y ubicación, o una agregación (como categoría de producto por región). También indicaría el marco temporal de los datos.

8 Estado del Arte

De acuerdo con las características de la literatura revisada se presenta a continuación la revisión documental, esta información es sintetizada en el siguiente cuadro comparativo con los siguientes campos:

1. Referencia: Corresponde al numeral asignado en el documento para identificar la referencia consultada.
2. Tipo de documento: Es el tipo de referencia consultada (Libro, Artículo, tesis, etc.)
3. Título: Es el nombre del Artículo consultado
4. Objetivo: se describe el objetivo del texto consultado.
5. Conclusiones: Corresponde al análisis obtenido del documento consultado, identificando éxitos y fracasos del documento.

| Ref. | Tipo de doc. | Título | Objetivo | Conclusiones |
|-------|--------------|------------------------------------|---|---|
| [1] | Artículo | Forecasts, a key tool for business | El presente artículo trata de resaltar las bondades de la aplicación de los | A lo largo de este artículo, se mostró de forma breve la importancia de los |

| | | | | |
|-------|----------|--|---|--|
| | | planning | pronósticos en las áreas de planeación administrativa, esto como un intento por reducir la incertidumbre y respaldar la toma de decisiones en algo más que la intuición de los empresarios. | pronósticos y se mencionaron algunas áreas de aplicación dentro de la empresa, y de manera práctica estas ideas fueron ilustradas en un caso práctico para su mejor entendimiento. |
| [2] | Libro | Pronósticos en los negocios; Capítulos 1. Introducción a los pronósticos y 3. Exploración de patrones de datos | El libro describe la naturaleza de los pronósticos y un breve repaso de los conceptos estadísticos básicos, estableciendo fundamentos teóricos de la interpretación de datos. | Este libro ofreció claridad conceptual frente a la interpretación de las características generales de los datos, así como un contexto para el uso de los pronósticos en la vida empresarial. |
| [3] | Artículo | ¿Do Forecasting Methods Reduce Avoidable Error? Evidence from Forecasting Competitions | El artículo describe como a partir de la comparación de diferentes modelos de pronósticos, se identifican errores muy altos, el artículo presenta una herramienta para identificar el porcentaje de error evitable a partir de diferentes métodos de pronósticos. | Los diferentes métodos de pronóstico para los 24 diferentes métodos de pronóstico tienen un error entre 0,7 y 1,0 utilizando la métrica RAE (error relativo absoluto), lo cual indica valores significativos de error evitable. |
| [4] | Artículo | Using Relative Error Metrics to Improve Forecast Quality in the Supply Chain | El artículo describe en perspectiva sobre la calidad del pronóstico al ofrecer un enfoque basado en (a) un volumen de productos y la variabilidad, y (b) una métrica del pronóstico que evalúa la precisión del pronóstico en relación con | Se concluye en este artículo que proporciona un enfoque rápido y simple para tratar los puntos que se pronostica mal, y donde las posibilidades de mejora no justifican el esfuerzo (un pronóstico ingenuo). Ayuda a establecer metas |

| | | | | |
|------|----------|---|--|---|
| | | | la exactitud de un método ingenuo (es decir, ningún cambio) pronóstico. | significativas, adaptadas a la naturaleza del producto y el papel que juega dentro del proceso. Éstos pueden ser usados para cuantificar el alcance de la mejora y el seguimiento del progreso. |
| [5] | Artículo | Forecast Quality in the Supply Chain | El artículo muestra cómo un pronóstico de la calidad se puede medir objetivamente utilizando el error relativo absoluto (RAE) métrica y cómo esta medida puede ser utilizado para revelar el potencial de mejora de la exactitud del pronóstico. | Se presentan pruebas de que muchas empresas no logran alcanzar los niveles de error relativo que son mejores que un simple "mismo que la última época" pronóstico ingenuo, y que alrededor del 50% de las previsiones individuales no cumplen con este punto de referencia. |
| [6] | Artículo | Another look at measures of forecast accuracy | <p>Compara medidas de precisión de pronósticos para series de tiempo univariados.</p> <p>Los métodos utilizados en la competición M, así como la competición M3.</p> <p>En su lugar, en este artículo se estudian los diferentes tipos de error para las series de tiempo.</p> | Con el análisis de este artículo se pudo identificar las diferentes ventajas y desventajas de emplear medidas de error para las series de tiempo. Así mismo, permitió definir el uso de la métrica RAE como unidad de medida para la técnica FVA. |

| | | | | |
|------|----------|---|--|--|
| [7] | Artículo | Difusión de nuevas tecnologías y estimación de la demanda de nuevos productos: un análisis comparativo entre Argentina y EE. UU. | Este trabajo analiza, utilizando el modelo de Bass, la demanda de telefonía celular, acceso a Internet, y acceso a Internet por banda ancha en Argentina y en EE. UU. a fines de determinar los patrones de difusión de nuevas tecnologías. Los resultados indican que en EE. UU. la velocidad de difusión es mayor que en Argentina, y prevalece –a diferencia de lo que ocurre en Argentina- el efecto innovación vs. Imitación. | A diferencia de otros modelos de predicción de demanda, tales como los métodos de estimación basados en medias móviles o algún tipo de ajuste exponencial (u otro tipo de función), la aplicación del modelo de Bass no requiere información histórica de ventas de los productos, por lo cual es posible su utilización para al pronóstico de productos aún no existentes en el mercado |
| [8] | Artículo | Limitaciones de los Errores Relativos en los Pronósticos, una Nueva Propuesta para cuantificar los Errores Porcentuales en Predicciones | Este artículo presenta la ausencia de simetría en los indicadores relativos porcentuales actuales utilizados en los pronósticos, lo que origina una falta de equidad al momento de evaluar una gestión, generando una limitación estadística de la formulación cuando la variable aleatoria presenta un dominio limitado en los reales positivos. El tipo de estudio manejado en este artículo corresponde a un estudio científico demostrativo de verificación empírica, utilizando la comprobación de los hechos para formular respuestas estadístico matemáticas | Este artículo presentó una perspectiva sobre como observar los niveles de error utilizados frecuentemente en el mundo empresarial con mira a “optimizar procesos” y establecer “indicadores efectivos de gestión” o Key Performance Indicators. |

| | | | del problema planteado. | |
|------|-------------|---|---|--|
| [9] | White Paper | What management must know about forecasting | Este documento presenta algunos problemas clásicos sobre el proceso de los pronósticos, acerca de la falta de entrenamiento y experiencia de las personas que realizan pronósticos. | Este artículo describió los modelos actuales de pronósticos y un apartado sobre FVA (Forecast Added Value), al igual un esquema básico sobre cómo se desarrolla el método en procesos simples. |

Tabla 2 Revisión de literatura

Dentro de la revisión de literatura, podemos identificar como los procesos de pronósticos poseen múltiples aplicaciones en la industria, también se puede establecer un arquetipo conceptual sobre los pronósticos y su evolución en el tiempo. Otras investigaciones documentadas en este trabajo presentan como se abordan particularidades del pronóstico aplicado a datos con características de intermitencia (productos intermitentes y nuevos productos en el mercado), como elemento investigado, también se estudian los análisis de juicio dentro del proceso de la toma de decisiones.

Algunos artículos de estudio, como se mencionan en la revisión de literatura, presentan básicamente metodologías de pronósticos de valor agregado (PVA o FVA en inglés), de los cuales se identifican cuatro (4) pasos generales a saber:

1. Entender y mapear el proceso global
2. Recolección de datos
3. Analizar los datos
4. Obtener las conclusiones

9.1 Objetivo general

Evaluar mediante la herramienta Forecast Added Value (FAV) la generación o no de valor en el proceso de pronósticos en la Empresa Ludesa de Colombia.

9.2 Objetivos específicos

Identificar y analizar cada una de las etapas que comprenden el proceso de pronósticos en la empresa.

Determinar cuáles son las principales variables que intervienen durante las diferentes etapas del proceso a partir de la caracterización del proceso, las cuales incidan en la creación o destrucción de valor.

Comparar los resultados históricos de los pronósticos obtenidos en el proceso contra la herramienta Forecast Added Value.

10 Resultados

Dando respuesta a la pregunta de investigación, ésta fue abordada con un método objetivo, en este caso los pronósticos de valor agregado (FAV). Los resultados se presentan a continuación:

10.1 Entendimiento y mapeo del proceso

Inicialmente se realizó un acercamiento con los integrantes del proceso de pronósticos de la empresa por medio de una entrevista, en ella se conoció las generalidades de la empresa y del proceso los cuales se presentan a continuación:

1. El proceso de pronóstico inicia con un modelo de pronóstico ingenuo, este tipo de pronóstico está dado por el valor del periodo inmediatamente anterior, en el caso de Ludesa de Colombia, se toma como referencia como valor pronosticado el valor de dos meses atrás (Ejemplo: el pronóstico de una referencia en el periodo t , corresponde al valor de la venta en el periodo $t-2$).
2. La siguiente etapa de este proceso consiste en la generación de un pronóstico a partir de una herramienta desarrollada en R el cual toma el valor de las ventas históricas y procede a calcular el estimado de ventas para el mes en cuestión. Es preciso indicar que esta herramienta fue diseñada y empleada en Excel en el año 2.011 inició y R en el año 2.015 y 2.016 como propuesta de valor para el área de pronósticos y planeación de la demanda que consistió en generar datos más precisos para los procesos de abastecimiento a las diferentes ciudades.
3. Dentro del proceso, se realizan ajustes manuales a los resultados de los pronósticos obtenidos en la herramienta, estos ajustes están a cargo de los coordinadores y gerente comerciales (ver numeral 10.1.4. Parte III. Análisis de Juicio).
4. El proceso de pronósticos es sensible frente a situaciones externas como:
 - a. Descuentos que son resultado de estrategias comerciales.
 - b. Incremento de precios divulgados por las gerencias, es decir ajustes en precios que dependen de decisiones estratégicas asociados a políticas de negocios.

A partir de esta primera aproximación al proceso, se infiere:

1. No hay claridad en qué etapas del proceso se generan pronósticos más acertados con respecto a otras etapas.
2. No hay claridad sobre como manipular datos que poseen las siguientes características:
 - a. Devoluciones de referencias, que dan como resultado valores negativos de demanda.
 - b. Valores de referencia (demanda) iguales a cero.
 - c. Pocos datos (datos intermitentes) para realizar estimaciones.
3. Falta de claridad a nivel organizacional sobre la interpretación conceptual de definiciones como: estacionalidad, ciclicidad, aleatoriedad y tendencia. [9]
4. Poca articulación y flujo de información entre áreas como resultado de estrategias comerciales e incremento de precios divulgados por las gerencias, obligando a realizar modificaciones a los resultados del modelo de manera manual desde el proceso de pronósticos.
5. Los representantes de los agentes ajustan los resultados del modelo de acuerdo con su experiencia por la información que reciben por parte de sus asesores, por las expectativas de ventas, que en algunos casos no se materializan, generando posibles sobrecostos en toda la cadena logística de distribución.

Una vez comprendida las generalidades del proceso más la información obtenida de las entrevistas preliminares, se realizó el levantamiento de la información, identificando así:

- Proveedores del proceso: Son aquellos procesos que entregan materias primas al proceso de pronósticos.
- Materia prima del proceso: son las entradas del proceso que ha sido suministrada por los proveedores.
- Actividades propias del proceso: Tareas ordenadas y secuenciadas que transforman materias primas en productos en proceso y/o productos terminados.
- Productos por actividad: resultado de la(s) transformación(es) realizadas a la materia prima.
- Clientes por actividad: Persona(s) o proceso(s) que reciben los productos.

Diagrama SIPOC para mapeo de procesos

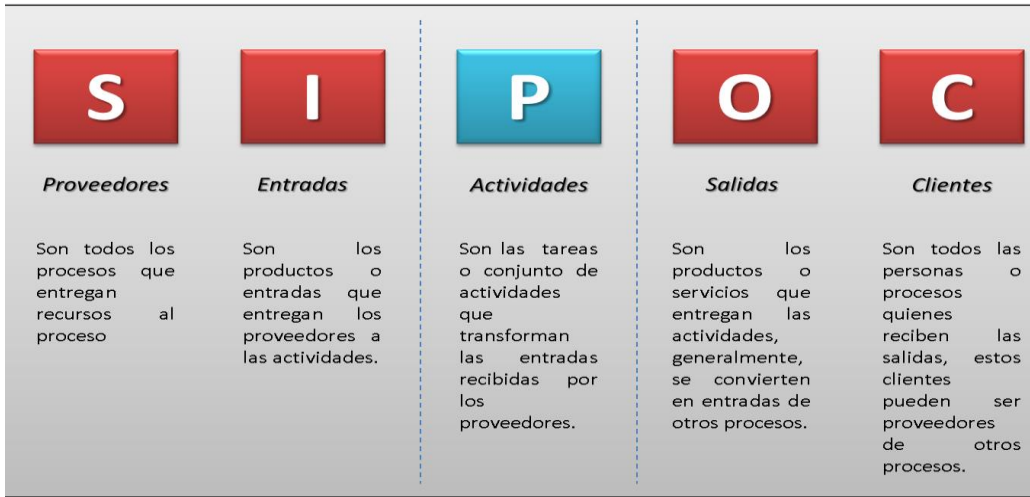


Ilustración 2 Matriz SIPOC

En cuanto al flujo del proceso se presenta la matriz SIPOC que nos describe en 6 pasos las interrelaciones del proceso incluyendo las áreas con las que interactúan el proceso y los datos asociados, es decir, partes del proceso donde los datos pueden ser ajustados.

Usando esta herramienta de caracterización, el proceso de pronósticos se muestra a continuación:

| | | |
|--|---|--|
| | Nombre del proceso analizado: Pronóstico de la demanda | Código: |
| | Proceso al que pertenece: Satisfacción de la Demanda | Fecha: 12/04/2015 Versión: V0 |
| | Objetivo: Estimar la demanda de las diferentes referencias para el aprovisionamiento apropiado a todas las agencias a nivel nacional. | |
| | Alcance: Este proceso cubre desde la recepción de las bases de datos en ventas del mes inmediatamente anterior, hasta la entrega del pronóstico final a la coordinación de planeación logística. | |

| Proveedor | Entradas | Actividades principales | Salidas | Cliente |
|---|--|---|--|---|
| 1.1. Software: SAP | 1. Archivo de ventas del mes anterior | Obtener datos de ventas último mes | 1.1 Base de datos con ventas del mes anterior | 1.1. Coordinador de planeación de Logística |
| 2.1. Analista de Planeación Logística | 2.1. Herramientas Informáticas 2.2. Archivo de ventas consolidadas por referencia y agencia | Realizar análisis estadístico | 2.1. Archivo de ventas consolidadas por referencia y agencia analizado | 2.1. Coordinador de planeación de Logística |
| 3.1. Analista de Planeación Logística | 3.1. Herramientas Informáticas 3.2. Archivo de ventas consolidadas por referencia y agencia analizado | Generar pronóstico de la demanda para el próximo mes | 3.1. Ventas pronosticadas del mes actual. | 3.1. Coordinador de planeación de Logística |
| 4.1. Comité Comercial | 4.1. Ventas pronosticadas del mes actual. | Revisar pronóstico de la demanda próximo mes y hacer ajustes | 4.1. Demanda pronosticada ajustada | 4.1. Coordinador Comercial 4.2. Coordinador de Soporte Interno |
| 5.1. Coordinador Comercial 5.2. Coordinador de Soporte Interno | 5.1. Demanda pronosticada ajustada | Validar pronóstico de ventas próximo mes y hacer ajustes | 5.1. Demanda pronosticada ajustada | 5.1. Gerente Comercial |
| 6.1. Gerente Comercial | 6.1. Demanda pronosticada ajustada | Entregar pronóstico final mensual a coord. planeación logística | 6.1. Archivo Final | 6.1. Coordinador Comercial 6.2. Gerente Comercial |

Ilustración 3 Caracterización del proceso de pronósticos.

Con esta caracterización, se identificaron las áreas y etapas que intervienen de manera directa y/o indirecta dentro del proceso. A continuación, se diagrama las interacciones entre áreas así:

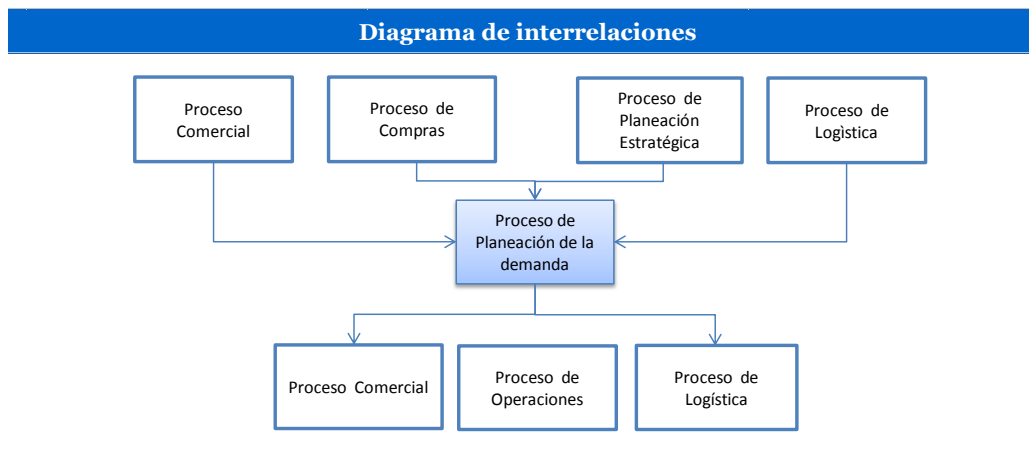


Ilustración 4 Estructura de interrelaciones

En primera medida, se presenta una descripción del proceso a partir de entrevistas realizadas a los diferentes actores del proceso, esta información se resume en tres (3) partes que se presentan a continuación:

10.1.1 Descripción del proceso.

A continuación, se presenta gráficamente el modelo identificado del proceso de pronósticos en Ludesa de Colombia S.A., esta grafica corresponde a una descripción global.

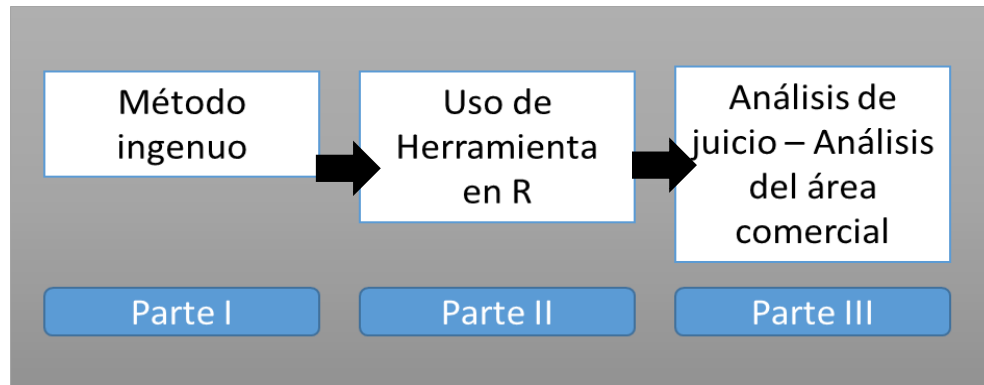


Ilustración 5 Estructura del proceso de pronósticos

10.1.2 Parte I. Método Ingenuo

Este es el punto de partida del proceso de pronósticos, en donde el analista de datos estima con este método las cantidades de productos a vender por referencia por agencia.

10.1.3 Parte II. Uso de Herramienta en Excel y R.

La segunda etapa consistió en que para los datos obtenidos en el numeral anterior fueron tratados así:

- a. Desde el año 2.011 hasta el año 2.014 estos datos eran tratados en una herramienta elaborada en Excel en el cual se selecciona el valor a partir del cálculo de diferentes métodos de pronósticos.
- b. Para los años 2.015 en adelante, los datos fueron ingresados en la herramienta informática desarrollada en el software R, en el cual se obtienen valores de estas estimaciones. Se ingresan los datos históricos de todos los productos a distribuir en el software, posteriormente se emplea la herramienta desarrollada para generar los resultados de esta etapa. La herramienta desarrollada en este software contiene los siguientes métodos de pronósticos a saber: Suavizado exponencial, Promedios móviles ($K = 1,2,3,4,5,6$), Winters multiplicativo, Winters Multiplicativo, ARIMA.

En esta etapa se revisó inspecciones a las características de los datos, estas revisiones fueron realizadas por la herramienta informáticas que validan características propias de los datos.

10.1.4 Parte III. Análisis de Juicio

Una vez estimados las referencias pronosticadas en el numeral anterior, éstos son evaluados por personas encargadas de sus zonas, estas personas basados en sus conocimientos, perfiles y experiencias, ajustan los datos del paso anterior. Aquí es probable una generación o destrucción de valor en la medida que todo tipo de razonamiento está sujeto a la percepción, por lo tanto, las percepciones pueden dar lugar a disminuir o aumentar la magnitud estimada. Sanders y Manrodt (1994) han encontrado evidencias sugiriendo que la práctica empresarial más común es el ajuste de las predicciones estadísticas a partir de opinión experta; este método se conoce en la literatura como intervención del pronóstico [13] como ocurre en Ludesá de Colombia.

Al analizar esta etapa del proceso se identificaron situaciones como las que se describen a continuación:

1. Se da una mayor relevancia a los juicios de expertos que a los pronósticos generados en la etapa anterior, esto puede ser explicado por la falta de articulación en el trabajo entre el área de pronósticos y el área comercial, esto explica por qué esta es la última etapa del proceso y adicionalmente permite modificaciones a los valores obtenidos durante el proceso de pronóstico.
2. Se identifica una cooperación débil entre las diferentes áreas (planeación y ventas) en cuanto a la construcción de los entregables, es decir, actúan de manera independiente.
3. Se identifica que la toma de decisiones en el análisis de juicio ocurre en menor tiempo que en la etapa de la herramienta, puesto que no toman en cuenta tantas variables para llegar a una decisión final.

4. Se identifica de parte de los coordinadores comerciales confianza al ajustar las cifras basados en ventas potenciales, esta información es recibida por parte de sus agentes comerciales ya que conversan con sus clientes y a partir de ello prevén las ventas.
5. Desde el área comercial, indican como debilidad en el proceso de pronóstico que hay dificultades para contextualizar el dato obtenido, sobrevalorando el dato por encima del contexto. Por otra parte, los modelos estadísticos ofrecen alternativas de solución a algunos de sus problemas fundamentales, pero carecen de su habilidad para manejar información subjetiva. De ahí que ambas técnicas ofrecen características complementarias que pueden aumentar la precisión de los pronósticos ostensiblemente (Blattberg y Hoch, 1990). [14]
6. No todos los productos de todas las ciudades se revisan en las reuniones, ya que el tiempo es insuficiente para revisar todas las referencias. En cambio, revisan los productos que cada coordinador comercial y gerente comercial definen como importante.

A continuación, se presenta la siguiente tabla descriptiva que resume las generalidades de esta etapa:

| Ítem | Variable | Descripción |
|------|-----------------------|--|
| 1 | Perfiles | Las personas que realizan estos ajustes son Coordinadores Comerciales personas con más de 6 años de experiencia en áreas comerciales y experiencia específica en áreas de proyectos en el sector oíl and gas. Gerente Comercial con más de 10 años de experiencia en áreas de planeación y comercial con especialización en áreas comerciales y sector oíl and gas. |
| 2 | Ubicación | Son 10 coordinadores comerciales distribuidos en las siguientes ciudades principales: BARRANCABERMEJA, BOGOTA, BUCARAMANGA, CUCUTA, DORADA, FLORENCIA, IBAGUE, NEIVA, VALLEDUPAR, VILLAVICENCIO Y YOPAL. |
| 3 | Tiempo de proceso | Las personas encargadas de analizar esta información y entregar los ajustes sugeridos tienen una semana (7 días calendario para entregar esta información). |
| 4 | Proceso de validación | Se realiza por medio de una reunión conectados vía Skype en donde se revisan las cifras generales y se toman decisiones de ajuste. |

Tabla 3 Hoja de descripción Análisis de Juicio

En síntesis, en esta etapa se revisaron ajustes manuales de datos en donde personas o procesos transforman datos basados en criterios como: Experiencia, intuición, criterios de mercado, expectativas entre otros los cuales están en la etapa III.

Una vez analizada esta última etapa, a continuación se comienza a estudiar los datos de la siguiente manera:

En cuanto al volumen de referencias por cada ciudad son:

| Ciudad | Número de referencias | Volumen de referencias (%) |
|------------------------|-----------------------|----------------------------|
| BOGOTA | 562 | 22,01% |
| YOPAL | 523 | 20,49% |
| VILLAVICENCIO | 260 | 10,18% |
| BUCARAMANGA | 258 | 10,11% |
| CUCUTA | 208 | 8,15% |
| IBAGUE | 185 | 7,25% |
| NEIVA | 180 | 7,05% |
| VALLEDUPAR | 155 | 6,07% |
| DORADA | 107 | 4,19% |
| FLORENCIA | 99 | 3,88% |
| BARRANCABERMEJA | 16 | 0,63% |
| Total general | 2.553 | 100,00% |

Tabla 4 Número de referencias por ciudad

Para realizar el análisis del proceso a partir de la metodología propuesta, se empleará la métrica del error absoluto (RAE), esta métrica relativa nos permitirá compara error de pronóstico contra el método de pronóstico seleccionado en cada etapa del proceso. Un $RAE > 1$ indica que el error de pronóstico es en realidad peor que el error de pronóstico más simple que se hubiera empleado en esa etapa.

a. Presentación de resultados

Se cuenta con cinco (5) categorías para los datos estudiados, estos son:

| Categorías | Descripción |
|--------------------|---|
| A | Productos de alta rotación (Rotación constante) |
| B | Productos de frecuente rotación |
| C | Productos de mediana rotación |
| D | Productos de baja rotación |
| (en blanco) | Productos con rotación no clasificada |

Tabla 5 Clasificación de productos

| Categorías | Registros por categoría |
|----------------------|-------------------------|
| A | 3.261 |
| B | 2.527 |
| C | 2.841 |
| D | 102 |
| (en blanco) | 2.521 |
| Total general | 11.252 |

Tabla 6 Conteo de registros por categoría

Se identifican que el 28% de los productos son categoría A, 22% categoría B, 25% categoría C, 1% categoría D y 22% sin clasificar.

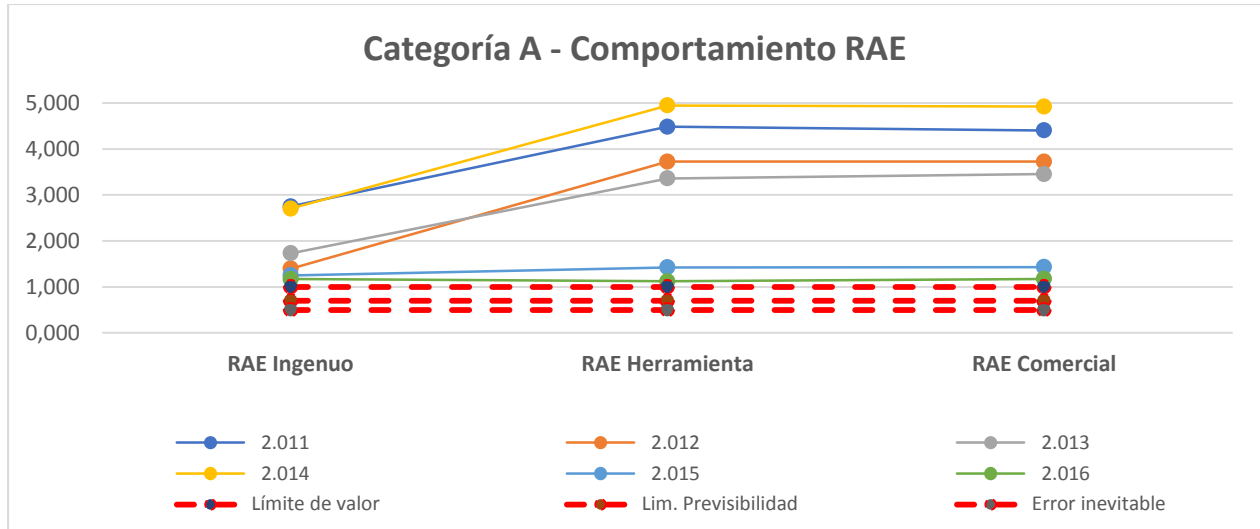
Al visualizar esta información por ciudades se identifica la siguiente proporción de registros así:

| Ciudad | A | B | C | D | (en blanco) | Total general | % | % acumulado |
|------------------------|--------------|--------------|--------------|------------|--------------|---------------|---------------|-------------|
| BOGOTA | 432 | 564 | 1.061 | 3 | 684 | 2.744 | 24,4% | 24,4% |
| YOPAL | 657 | 440 | 356 | 93 | 201 | 1.747 | 15,5% | 39,9% |
| VILLAVICENCIO | 373 | 336 | 294 | | 319 | 1.322 | 11,7% | 51,7% |
| BUCARAMANGA | 263 | 244 | 288 | | 317 | 1.112 | 9,9% | 61,5% |
| NEIVA | 328 | 255 | 171 | 2 | 189 | 945 | 8,4% | 69,9% |
| IBAGUE | 323 | 208 | 171 | | 201 | 903 | 8,0% | 78,0% |
| CUCUTA | 206 | 158 | 194 | | 223 | 781 | 6,9% | 84,9% |
| VALLEDUPAR | 183 | 108 | 119 | 4 | 160 | 574 | 5,1% | 90,0% |
| DORADA | 248 | 118 | 78 | | 104 | 548 | 4,9% | 94,9% |
| FLORENCIA | 229 | 87 | 107 | | 117 | 540 | 4,8% | 99,7% |
| BARRANCABERMEJA | 19 | 9 | 2 | | 6 | 36 | 0,3% | 100,0% |
| Total general | 3.261 | 2.527 | 2.841 | 102 | 2.521 | 11.252 | 100,0% | |

Tabla 7 Proporción de referencias por ciudad y categoría

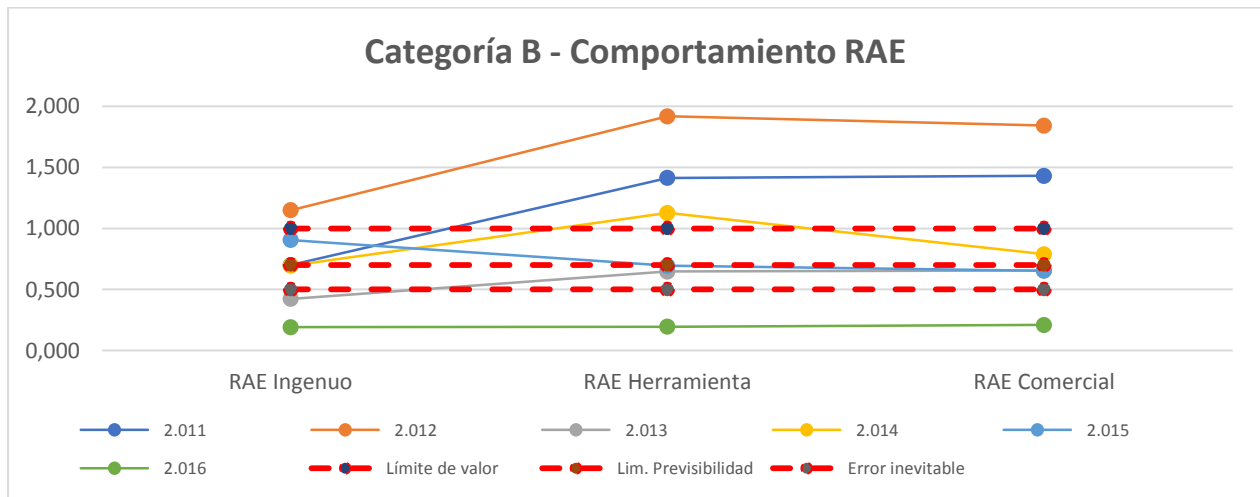
La ciudad con mayor proporción de registros es Bogotá con un 24% seguido por la ciudad de Yopal con un 15% de registros, en tercer lugar, Villavicencio con un 11% y la ciudad con menos registros es Florencia con un 4.8%. Adicionalmente se identifica que el 85% de los datos se encuentran concentrados en 8 ciudades.

Con esta descripción general, a continuación, se calculó el RAE (Error Relativo Absoluto) a los datos. Así pues, los valores obtenidos se categorizarán en la escala (ver ilustración 1). A continuación, se calcularon los valores RAE para cada etapa del proceso y los resultados se presentan de la siguiente manera:



Gráfica 1 RAE Categoría A

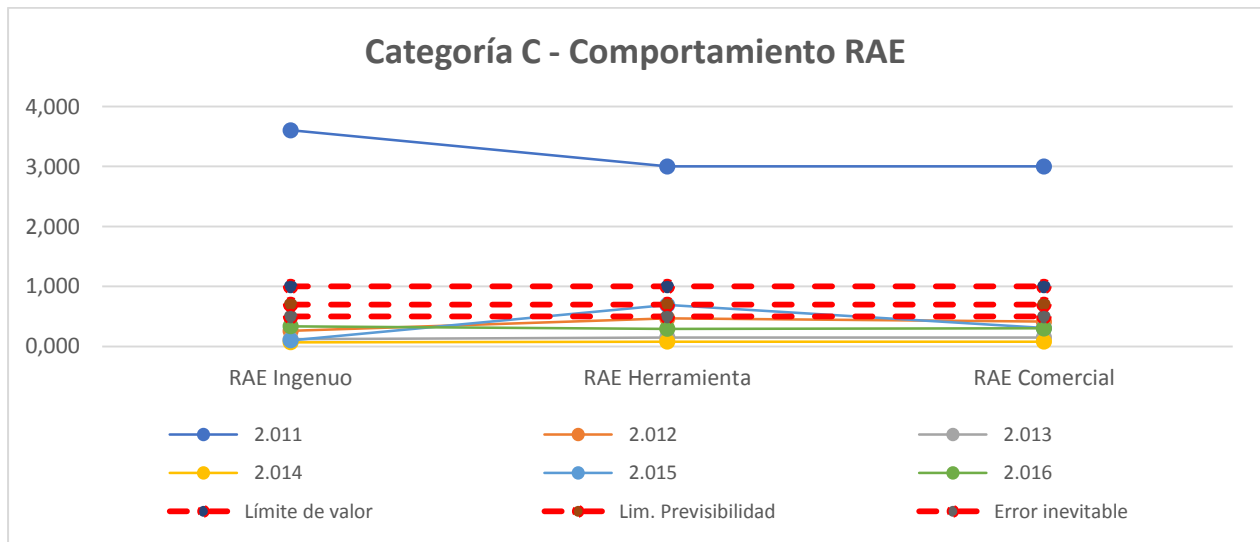
Al analizar el comportamiento del RAE, este decrece como se identifica en la gráfica 1, con las cifras más bajas en el año 2.016. Hay un cambio drástico entre el año 2.014 y 2.015. Hasta el año 2.015 el método ingenuo tuvo el menor valor de las tres (3) etapas, pero, en el 2.016 la etapa de R tiene su menor valor (1.121). Aunque se encuentra por encima del valor tolerable.



Gráfica 2 RAE Categoría B.

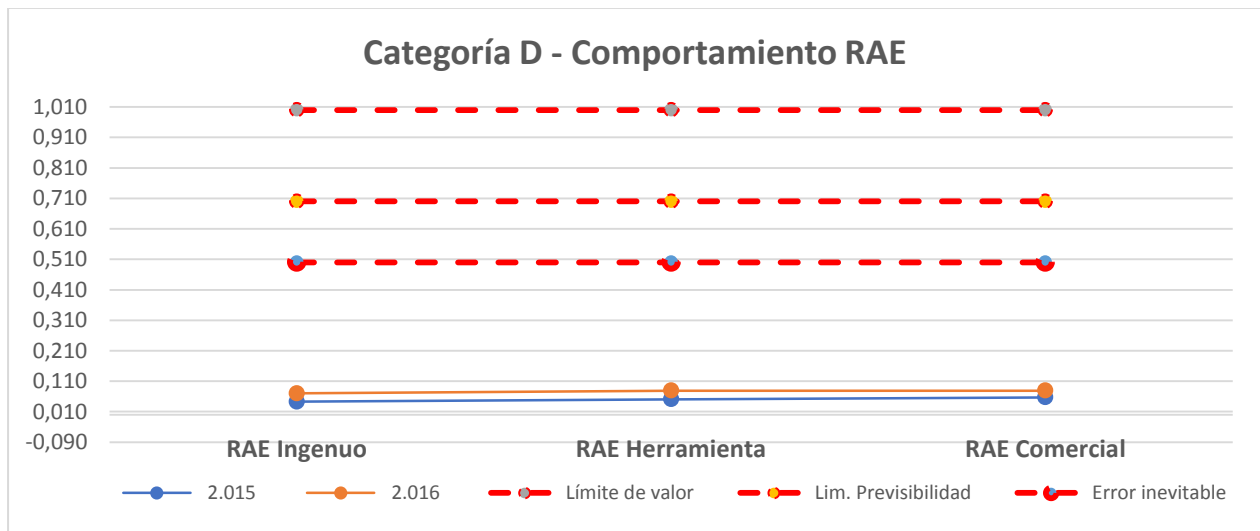
Al contrario de lo analizado anteriormente, la categoría B tiene un mejor desempeño con respecto a la categoría A, incluso, la categoría B se encuentra dentro de un rango RAE aceptable (entre 0 y 0,5). El comportamiento entre los años 2.011 y 2.012 es que el desempeño del proceso empeora con cada etapa, para el año 2.015 las etapas del

proceso llegan a cifras dentro de los límites de medición (0, 905 “Etapa 1” – 0,694 “Etapa 2” – 0,655 “Etapa 3”). Se identifica una mejora significativa entre los años.



Gráfica 3 RAE Categoría C

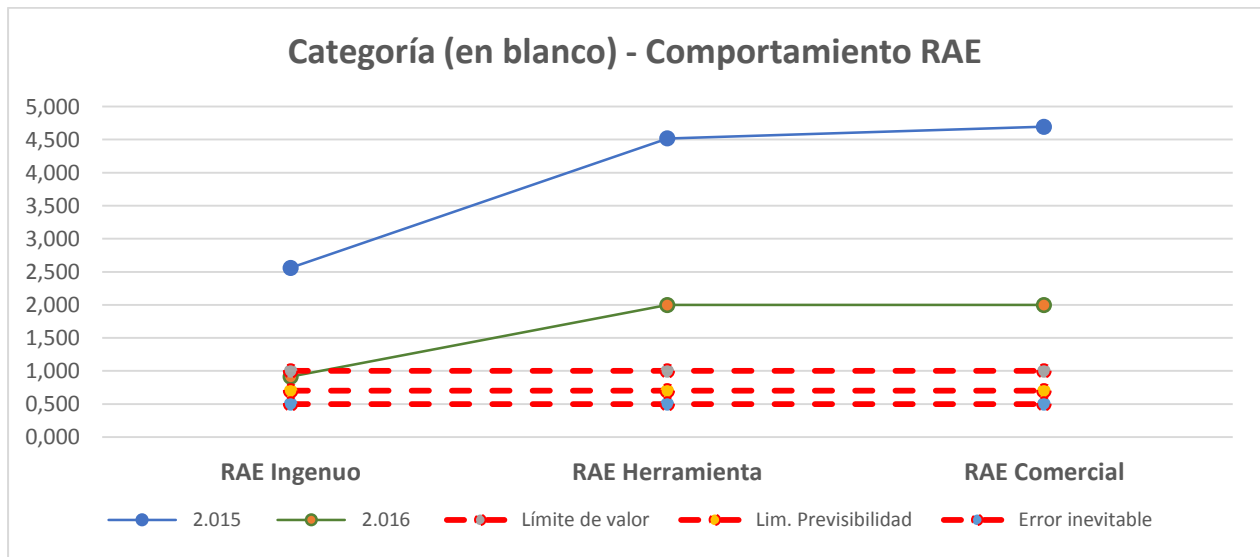
Analizando la categoría C, se identifica que los datos RAE se encuentra dentro de los rangos de previsibilidad a partir del año 2.012. En cuanto a las etapas del proceso, no se identifica aparente mejora entre las etapas de a herramienta y la etapa comercial.



Gráfica 4 RAE Categoría D.

Esta categoría tiene datos únicamente desde el año 2.015 debido a que fue creada la categoría como tal desde esa fecha. Para estos dos (2) años se identifica tendencias

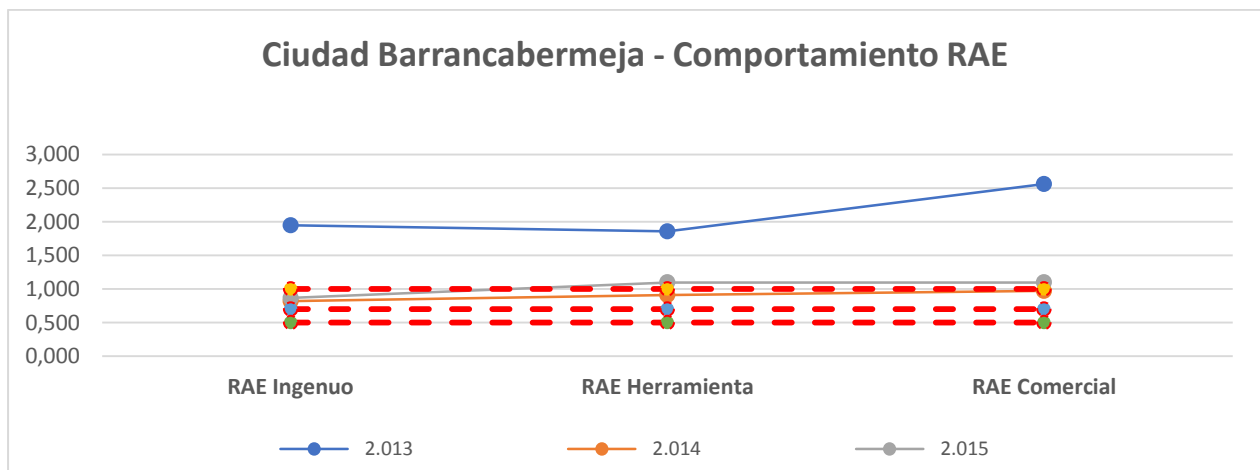
crecientes en casi todas las combinaciones de etapas, aunque se aclara que están dentro del límites de previsibilidad.



Gráfica 5 RAE Categoría (en blanco)

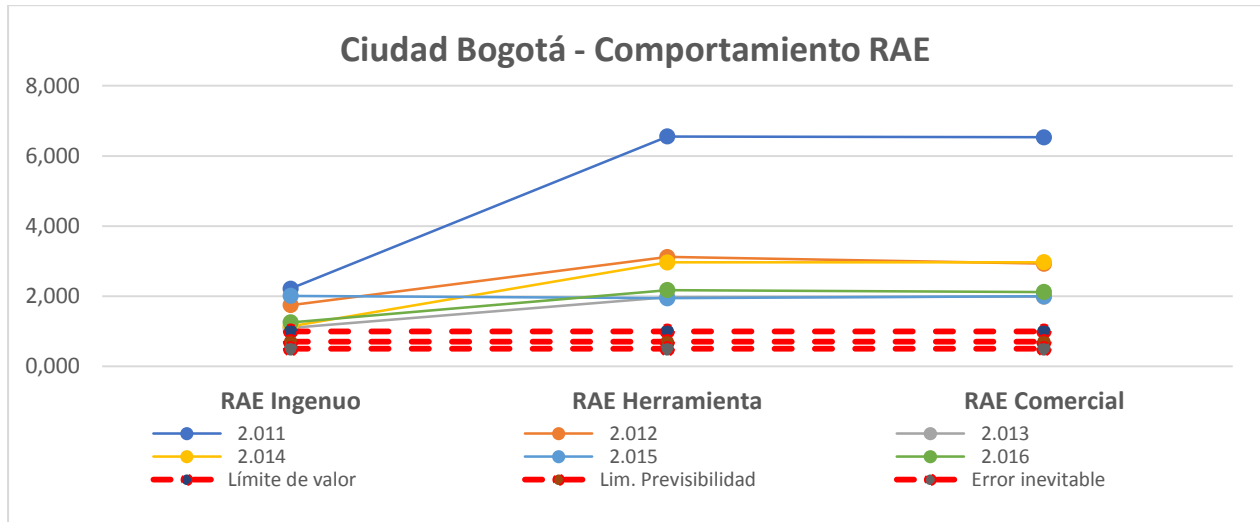
Estas referencias son aquellas que aún no cuentan con clasificación, se identifica que a partir del año 2016 mejora el valor RAE en dos (2) unidades, sin embargo, se encuentra por fuera de los límites de previsibilidad, por lo tanto, hay destrucción de valor.

Con estos resultados preliminares se hace necesario hacer otro análisis, esta vez basado en las ciudades:



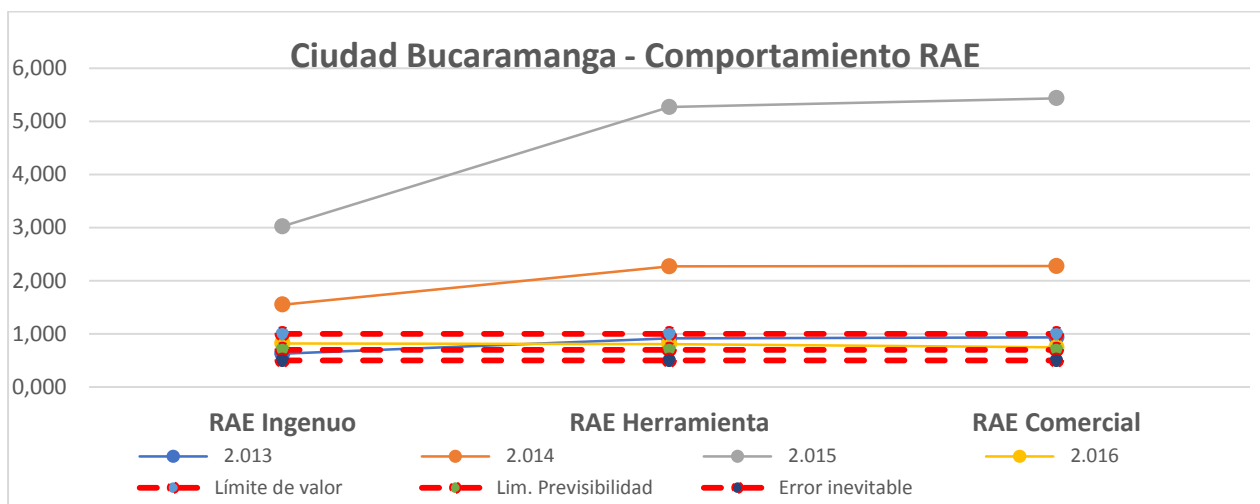
Gráfica 6 RAE Barrancabermeja comparativo

Aunque los valores RAE se encuentran por fuera de límite (mayores a 1), al comparar estos valores entre los años, hay una tendencia a la disminución de estos valores, en cuanto a las etapas, se identifica que la etapa que tiene el menor valor RAE es el método ingenuo (0,85)



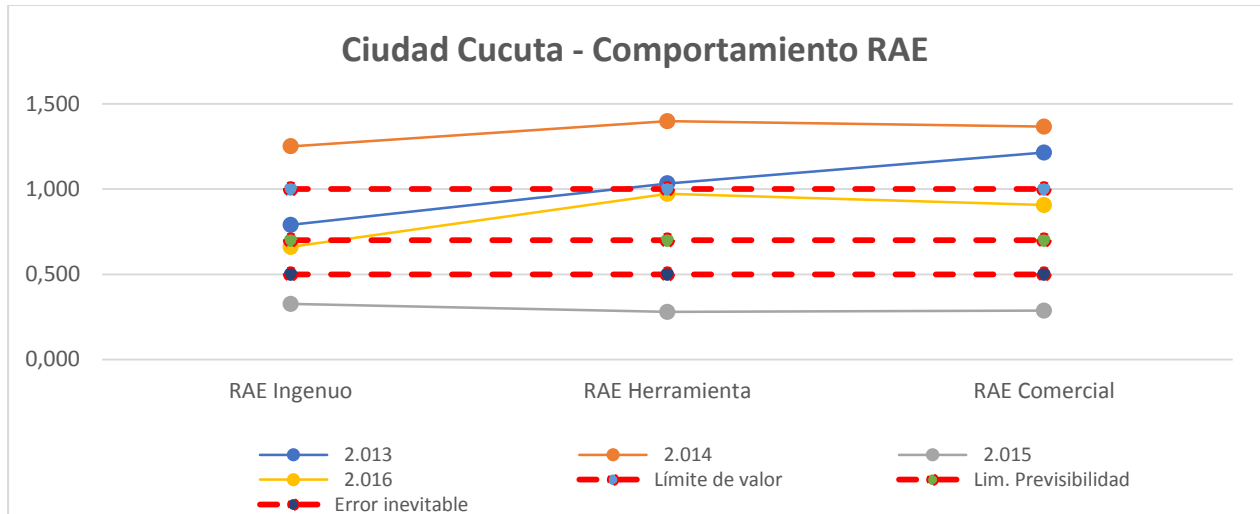
Gráfica 7 RAE Bogotá comparativo

Para la ciudad de Bogotá, se identifica que en todas las etapas durante todos los periodos se encuentran por fuera de los límites de previsibilidad. El método ingenuo para el año 2.016 representa el menor RAE con un valor cercano al 1.09, se aclara que está por fuera del límite de previsibilidad pero está más cercano a los rangos teóricos.



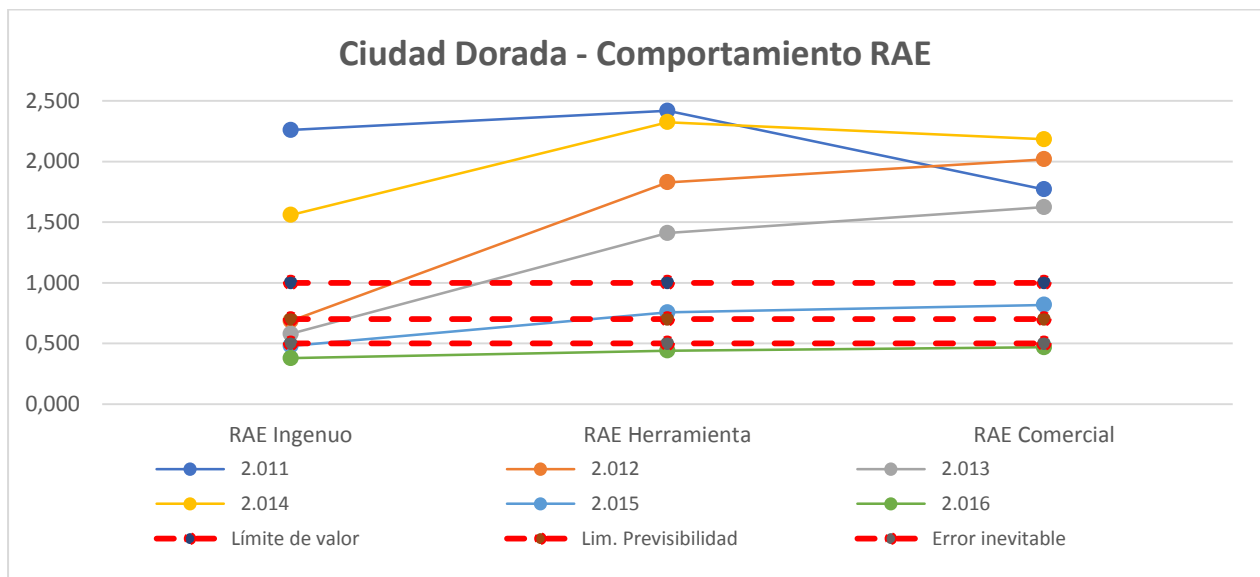
Gráfica 8 RAE Bucaramanga comparativo.

Para la ciudad de Bucaramanga, se identifica volatilidad durante los años 2.014 y 2.015, para el año 2.016 la etapa de la herramienta R y los ajustes comerciales. Las demás etapas se encuentran por fuera de los límites.



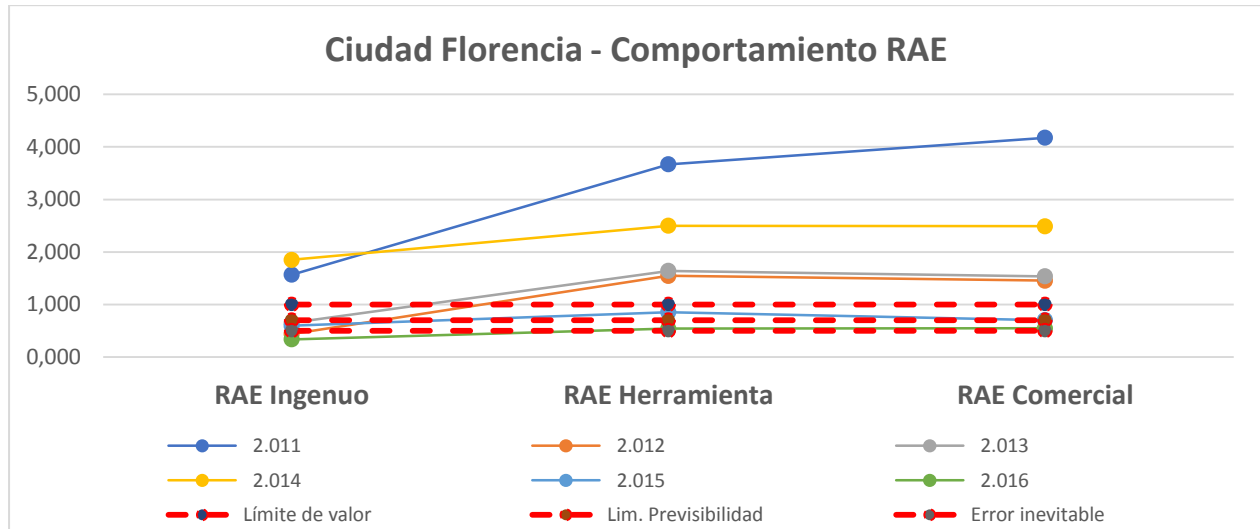
Gráfica 9 RAE Cúcuta comparativo.

En la ciudad de Cúcuta, los valores de tienden a estar dentro de los rangos de previsibilidad (creación de valor) en los años 2.015 y 2.016. El valor con el mejor RAE para el año 2.016 es el RAE Ingenuo, en cuanto al RAE de la herramienta y el RAE comercial para el mismo año, hay un desmejoramiento significativo con respecto al método ingenuo pero un leve ajuste con el ajuste comercial.



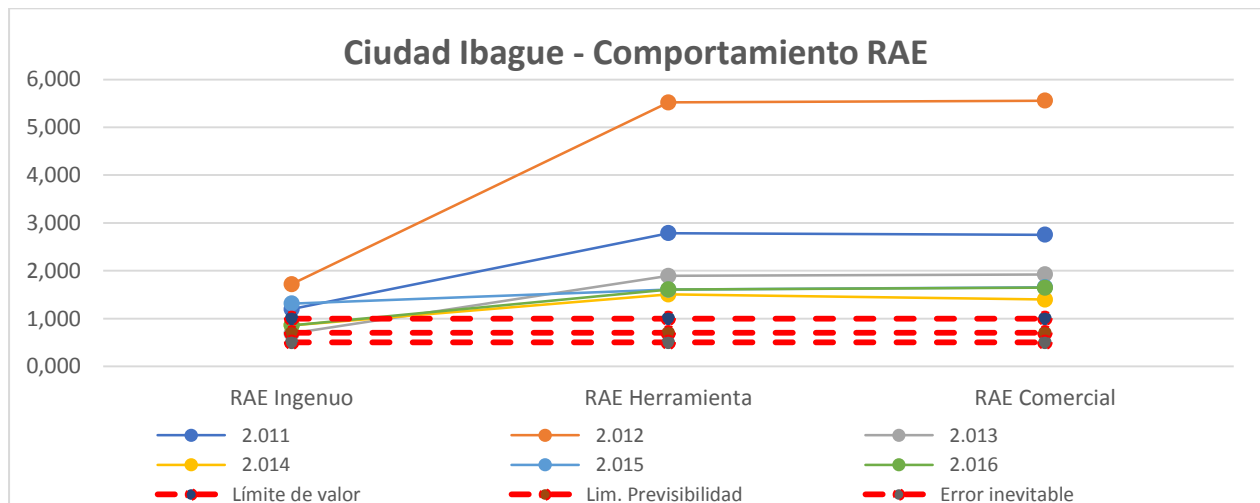
Gráfica 10 RAE Dorada comparativo.

En la ciudad Dorada, se identifica que las ventas con respecto al pronóstico ingenuo generan el menor valor de RAE con respecto a las demás combinaciones para el año 2016. Se destaca que la combinación de etapas intermedias dentro del proceso de pronóstico que desmejoran el resultado como se ve en los ajustes comerciales.



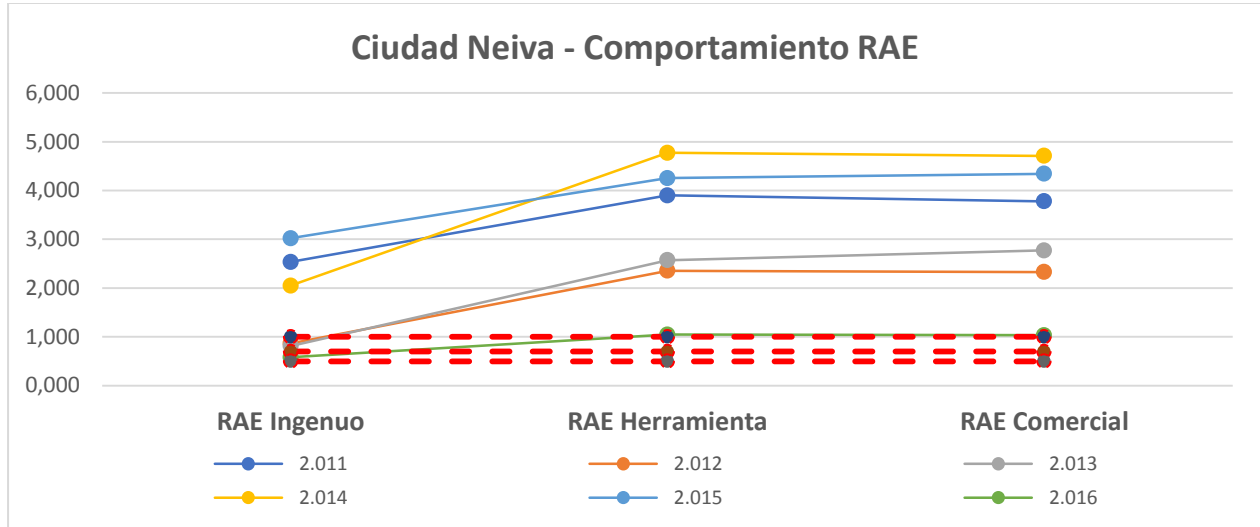
Gráfica 11 RAE Florencia comparativo.

Para la ciudad de Florencia, en los años 2015 y 2016 se presenta los mejores valores RAE. Con respecto a las etapas el menor RAE corresponde a la etapa del método ingenuo con un valor cercano al 0,3 y las demás etapas para el año 2016 son del 0,5.



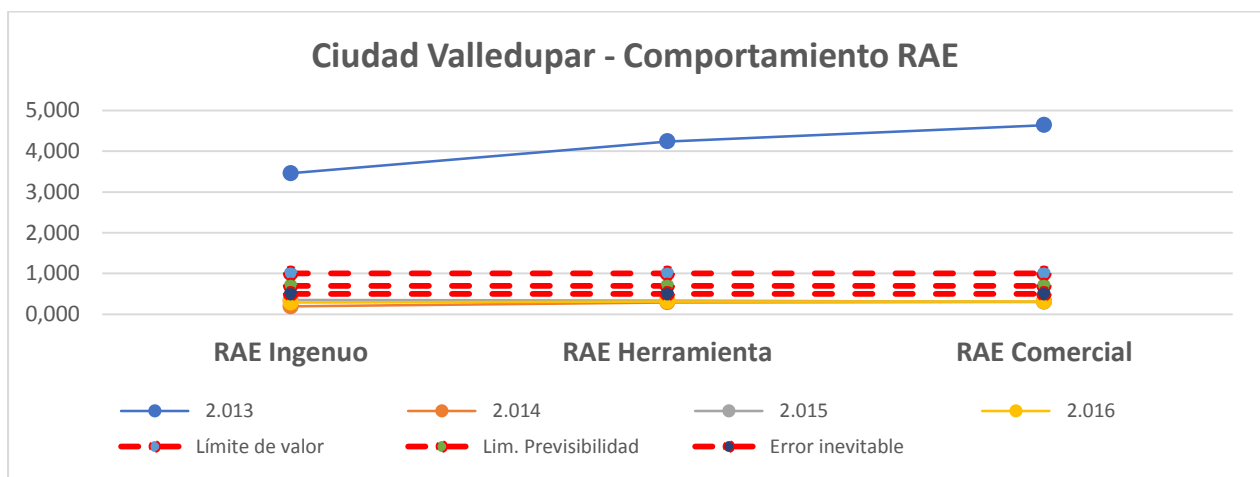
Gráfica 12 RAE Ibagué comparativo.

En la ciudad de Ibagué la mayoría de las etapas se encuentran por fuera de los límites de previsibilidad excepto por el método ingenuo (RAE = 0,85) para los años 2.013, 2.014 y 2.016.



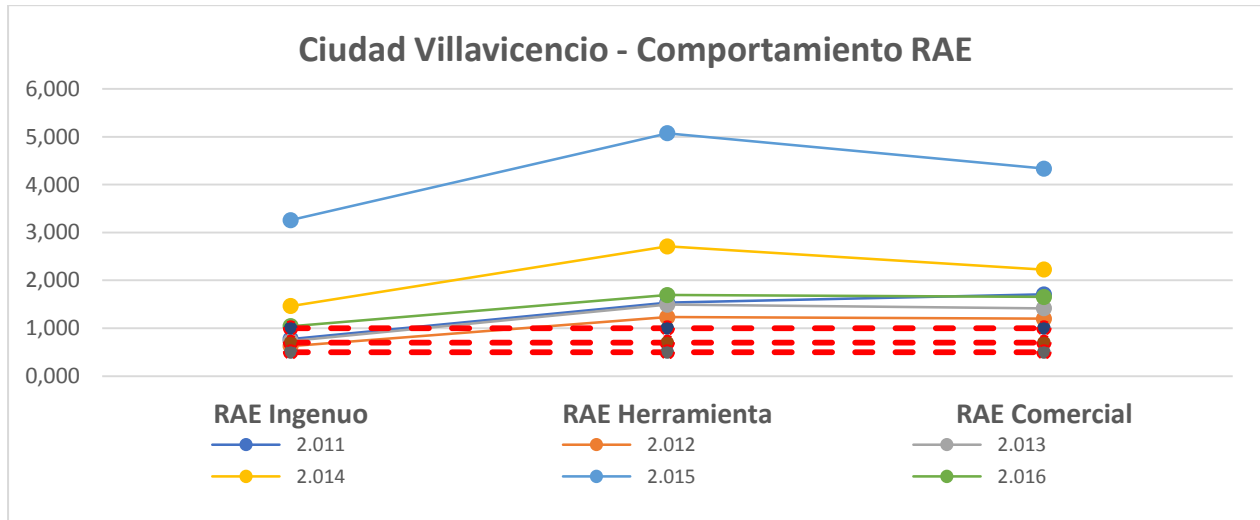
Gráfica 13 RAE Neiva comparativo.

En la ciudad de Neiva, se identifica un alto valor de desmejoramiento hasta el año 2.015 dicho esto con respecto a los límites de previsibilidad teóricos. A partir del año 2.016 mejora drásticamente estas cifras llegando a valores cercanos a 0,5. El mejor valor es el método ingenuo con este valor y las demás etapas con valores de 1.04 indican un desmejoramiento.



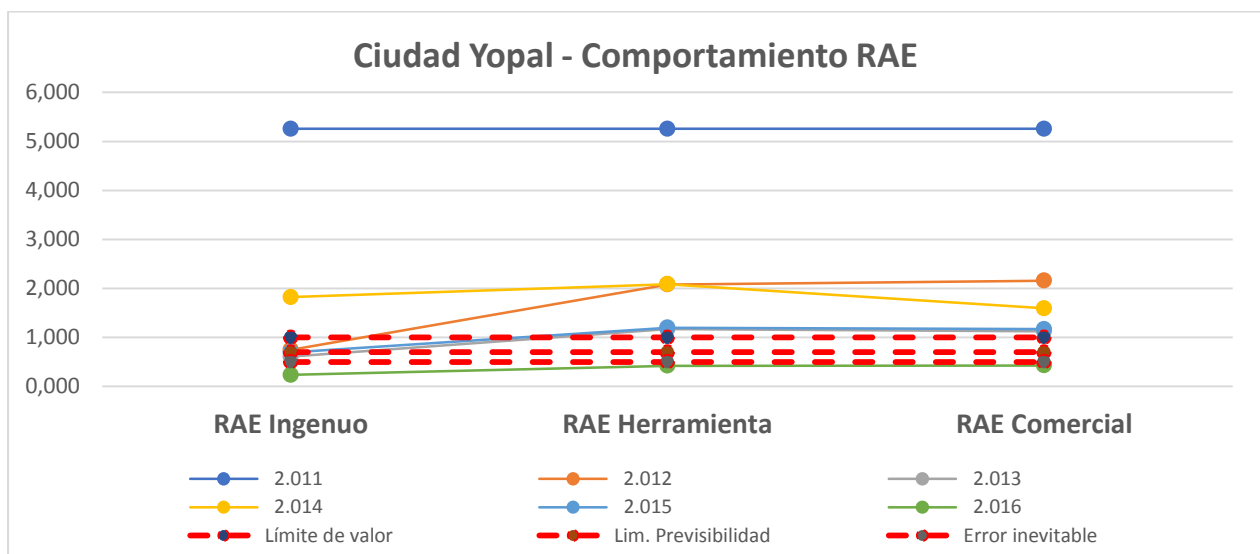
Gráfica 14 RAE Valledupar comparativo.

Para la ciudad de Valledupar, se detecta que los ajustes comerciales con respecto a las ventas poseen valores dentro de los límites de previsibilidad, así como el método ingenuo. Los valores RAE están en el rango de 0,2 y 0,35 lo que indica un valor apropiado indicando aporte de la etapa al proceso de creación de valor.



Gráfica 15 RAE Villavicencio comparativo.

En Villavicencio, el RAE más cercano al límite de previsibilidad con respecto a la venta se encuentra el método ingenuo, en cuanto a la herramienta R y los ajustes comerciales se identifican desmejoramientos con respecto a su etapa predecesora (Ingenuo) es de notar que el año con mejor grado de ajuste es el año 2.013.



Gráfica 16 RAE Yopal comparativo.

En Yopal, ese identifica una mejora significativa en el año 2.016 con respecto a los años anteriores. Los valores RAE para este año se encuentran entre 0,2 y 0,45. LA mejor etapa de este proceso es el método ingenuo. Cabe anotar que esta es la segunda ciudad con mayores referencias por ciudad del país.

Una vez analizadas las ciudades, se analiza el desempeño de cada etapa a partir de productos que contribuyen a un mejor desempeño “menor valor RAE” (-) y al peor desempeño “mayor valor RAE” (+). Así pues, estos son los productos:

| Productos | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| venta_vs_ingenuo | | | | | | |
| + M-SUPER MOTO 4T 20W50 - 1/12 | 0,333 | 0,051 | 0,240 | 0,068 | 0,719 | 28,237 |
| + M-PEGASUS 805 - GRANEL | | | 0,414 | 0,400 | 0,692 | 12,265 |
| + M-SUPER 1000 20W-50 - GRANEL | 0,171 | 0,016 | 0,068 | 0,068 | 0,679 | 9,639 |
| + M-DELVAC MX 15W40 - 1/12 | 2,253 | 1,803 | 0,182 | 0,156 | 0,419 | 3,036 |
| + M-1 0W40 - 1/55 | 0,272 | 0,073 | 0,094 | 0,038 | 0,312 | 2,581 |
| + M-DELVAC MX ESP 15W40 - GRANEL | 0,404 | 0,113 | 0,005 | 0,005 | 0,678 | 1,870 |
| + M-DELVAC MX 15W40 - GRANEL | 0,267 | 2,478 | 0,117 | 0,341 | 0,688 | 1,225 |
| + M-MOBILGARD 450 NC - 1/55 | 0,289 | 0,089 | 0,730 | 0,239 | 1,036 | 1,158 |
| - M-SPECIAL HD 50 - 1/55 | 0,369 | 0,191 | 0,172 | 0,557 | 0,063 | 0,044 |
| - M-SUPER 2000 10W30 - 1/55 | 0,043 | 0,516 | 0,134 | 0,048 | 0,286 | 0,157 |
| - M-SPL ALTO KILOM 25W50 - 1/12 | 0,084 | 0,017 | 0,024 | 0,032 | 0,272 | 0,355 |
| - M-DTE 10 EXCEL 32 - 1/55 | 0,050 | 0,060 | 0,081 | 0,219 | 0,548 | 0,197 |
| - M-SUPER 2000 10W30 - 1/12 | 1,120 | 0,045 | 0,022 | 0,022 | 0,104 | 0,055 |
| - M-PEGASUS 1005 - 1/55 | | | | 0,114 | 0,201 | 0,160 |
| - M-MOBILFLUID 424 - 1/55 | 0,620 | 0,208 | 0,089 | 0,094 | 0,129 | 0,083 |
| - M-DELVAC 1350 - 1/12 | 0,467 | 0,168 | 0,107 | 0,177 | 0,151 | 0,055 |

Tabla 8 TOP RAE productos Venta vs. Ingenuo 2.011 – 2.016

En esta tabla se presenta un top 8 de los productos que poseen un mayor RAE e igualmente de los que poseen un menor RAE durante los años analizados, productos como M-SUPER MOTO 4T 20W50 - 1/12 y M-PEGASUS 805 – GRANEL son productos que cambiaron drásticamente su valor RAE, esto debido a que fueron productos que tenían un comportamiento estable, pero que al compararse con el método ingenuo para el 2.016 no fue efectivo este análisis.

En cuanto a productos que mantienen un comportamiento constante, los mas significativos son: M-DTE 10 EXCEL 32 - 1/55 y M-SUPER 2000 10W30 - 1/55 ambos

con una ligera tendencia a la mejorar estos son productos de distribución constante entre las agencias.

| Productos | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|--------------------------------------|--------|---------|---------|---------|--------|--------|
| Venta_vs_R | | | | | | |
| + M-SUPER 1000 20W-50 - 1/4 (GLN) | 3,840 | 707,650 | 40,006 | 41,040 | 1,796 | 0,370 |
| + M-SUPER 1000 20W-50 - 1/55 | 3,660 | 2,585 | 189,722 | 1,912 | 30,856 | 0,248 |
| + M-NUTO H 32 - 1/55 | 2,177 | 0,862 | 0,672 | 189,059 | 0,167 | 0,014 |
| + M-GEAR 600 XP 320 - 1/55 | 0,266 | 2,177 | 0,790 | 0,365 | 51,683 | 0,192 |
| + M-LUBE HD 80W90 - 1/55 | 2,222 | 86,781 | 0,985 | 0,595 | 0,661 | 0,148 |
| + M-SUPER MOTO 4T 20W50 - 1/12 | 1,943 | 1,903 | 3,317 | 6,118 | 2,894 | 21,893 |
| + M-DELVAC MX 15W40 - 1/12 | 13,440 | 44,368 | 2,993 | 3,591 | 1,422 | 3,109 |
| + M-SUPER MOTO 2T - 1/12 | 1,360 | 2,945 | 1,118 | 3,922 | 16,126 | 0,087 |
| - M-GEAR 600 XP 680 - 1/55 | 0,135 | 0,186 | 3,104 | 0,462 | 0,154 | 0,051 |
| - M-DELVAC 1350 - 1/5 | 3,352 | 1,913 | 1,202 | 1,600 | 1,461 | 0,233 |
| - M-1 ESP FORM 5W30 - 1/55 (EUR) | 3,373 | 1,168 | 0,203 | 0,382 | 0,797 | 0,168 |
| - M-NUTO H 46 - 1/55 | 0,583 | 0,582 | 1,589 | 0,999 | 1,257 | 0,117 |
| - M-DTE 25 - 1/55 | 0,573 | 0,279 | 0,268 | 0,295 | 1,120 | 0,106 |
| - M-SPECIAL HD 50 - 1/55 | 2,004 | 1,512 | 1,415 | 11,531 | 0,229 | 0,075 |
| - M-SUPER 2000 10W30 - 1/55 | 0,310 | 2,109 | 0,980 | 2,137 | 0,741 | 0,204 |
| - M-SPL ALTO KILOM 25W50 - 1/4 (GLN) | 0,360 | 0,417 | 0,330 | 0,488 | 0,607 | 0,399 |

Tabla 9 TOP RAE productos Venta vs. Herramienta 2.011 – 2.016

Al realizar el comparativo entre esta etapa y la anterior, se identifica que los productos que mantienen el desvío durante el proceso son: M-SUPER MOTO 4T 20W50 - 1/12 y M-DELVAC MX 15W40 - 1/12, así mismo, los productos que mantienen la mejora en el desempeño son: M-SPECIAL HD 50 - 1/55 y M-SUPER 2000 10W30 - 1/55, productos que contribuyen a un RAE optimo dentro de su grupo.

| Productos | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|----------------------------------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|
| Venta_vs_ajuste | | | | | | |
| + M-SUPER MOTO 4T 20W50 - 1/12 | 1,943 | 1,903 | 3,317 | 6,118 | 2,879 | 21,974 |
| + M-PEGASUS 805 - GRANEL | | | 1,082 | 0,555 | 2,887 | 2,609 |
| + M-SUPER 1000 20W-50 - GRANEL | 1,045 | 1,055 | 0,674 | 0,576 | 1,931 | 5,541 |
| + M-DELVAC MX 15W40 - 1/12 | 13,440 | 44,368 | 2,993 | 3,591 | 1,405 | 3,112 |
| + M-1 0W40 - 1/55 | 1,358 | 1,175 | 0,708 | 0,489 | 1,128 | 1,803 |
| + M-DELVAC MX ESP 15W40 - GRANEL | 1,291 | 1,073 | 1,058 | 1,054 | 2,268 | 2,610 |
| + M-DELVAC MX 15W40 - GRANEL | 1,984 | 3,055 | 0,825 | 1,176 | 0,735 | 2,600 |
| + M-MOBILGARD 450 NC - 1/55 | 2,069 | 1,131 | 1,262 | 1,164 | 1,742 | 0,900 |

| | | | | | | | |
|---|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| - | M-SUPER 2000 10W30 - 1/55 | 0,310 | 2,109 | 0,980 | 2,137 | 0,763 | 0,207 |
| - | M-SPL ALTO KILOM 25W50 - 1/12 | 0,470 | 0,476 | 0,361 | 0,509 | 0,986 | 0,541 |
| - | M-DTE 10 EXCEL 32 - 1/55 | 0,050 | 0,455 | 1,991 | 1,159 | 1,874 | 0,316 |
| - | M-SUPER 2000 10W30 - 1/12 | 3,806 | 0,676 | 0,511 | 0,570 | 0,376 | 0,086 |
| - | M-MOBILFLUID 424 - 1/55 | 1,960 | 1,107 | 0,943 | 0,362 | 0,298 | 0,134 |
| - | M-DELVAC 1350 - 1/12 | 2,490 | 3,955 | 2,098 | 4,504 | 0,715 | 0,106 |
| - | M-1 0W40 - 1/6 (CTOS) | 1,191 | 3,743 | 0,805 | 3,296 | 1,242 | 0,041 |
| - | M-MOBILTHERM 603 - 1/55 | 1,615 | 0,476 | 0,484 | 0,951 | 0,216 | 0,163 |

Tabla 10 TOP RAE productos Venta vs. Ajuste comercial 2.011 – 2.016

Al realizar el comparativo entre esta etapa y la anterior, se identifica que los productos que mantienen el desvío durante el proceso son: M-SUPER MOTO 4T 20W50 - 1/12 y M-DELVAC MX 15W40 - 1/12, es decir, los mismos productos entre la etapa de la herramienta y el ajuste comercial. los productos que mantienen la mejora en el desempeño son: M-SUPER 2000 10W30 - 1/55, este producto no estaba en la etapa anterior, es decir, que esta etapa contribuyó a mejorar este producto.

A continuación se presenta un análisis más detallado por producto para identificar desviaciones significativas que inciden sobre cada agencia:

| Análisis por producto – BARRANCABERMEJA | | | | |
|--|---------------|--------------|--------------|--------------|
| Productos | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| M-DELVAC MX 15W40 - 1/55 | 20,677 | 1,335 | 0,144 | 0,014 |
| RAE Ingenuo | 12,546 | 0,207 | 0,146 | 0,014 |
| RAE Herramienta | 24,743 | 1,899 | 0,143 | |
| RAE Comercial | 24,743 | 1,899 | 0,143 | |
| M-NUTO H 68 - 1/55 | 3,677 | 1,692 | 0,051 | - |
| RAE Ingenuo | 2,379 | 0,490 | 0,068 | - |
| RAE Herramienta | 4,326 | 2,293 | 0,042 | - |
| RAE Comercial | 4,326 | 2,293 | 0,042 | - |
| M-MOBILTRANS HD 10W - 1/55 | 0,206 | 0,050 | - | - |
| RAE Ingenuo | 0,150 | 0,124 | - | - |
| RAE Herramienta | 0,234 | 0,014 | - | - |
| RAE Comercial | 0,234 | 0,014 | - | - |
| M-MOBILTRANS HD 50 - 1/55 | 0,404 | 0,501 | 0,043 | - |
| RAE Ingenuo | 0,125 | 0,137 | 0,043 | - |
| RAE Herramienta | 0,543 | 0,684 | 0,043 | - |
| RAE Comercial | 0,543 | 0,684 | 0,043 | - |
| M-GEAR 600 XP 150 - 1/55 | 0,121 | 0,200 | - | - |
| RAE Ingenuo | 0,121 | 0,134 | - | - |
| RAE Herramienta | 0,121 | 0,234 | - | - |
| RAE Comercial | 0,121 | 0,234 | - | - |

Tabla 11 Análisis RAE por producto vs. Etapa - Barrancabermeja

Para la ciudad de Barrancabermeja, los productos M-DELVAC MX 15W40 - 1/55 y M-NUTO H 68 - 1/55 presentan una mejoría significativa en su RAE con el pasar de los años, sin embargo, al comparar el desempeño entre etapas, entre los años 2.013 y 2.014 empeora la calidad del pronóstico con respecto al método ingenuo, pero a partir del año 2.015 mejora el desempeño entre etapas.

| Análisis por producto – BUCARAMANGA | | | | |
|-------------------------------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| Productos | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| M-PEGASUS 805 - GRANEL | 0,860 | 0,872 | 2,527 | 23,555 |
| RAE Ingenuo | 0,414 | 0,400 | 0,890 | 23,555 |
| RAE Herramienta | 1,082 | 1,109 | 2,413 | |
| RAE Comercial | 1,082 | 1,109 | 4,279 | |
| M-GEAR 600 XP 680 - 1/55 | 13,352 | 1,814 | 0,567 | 0,078 |
| RAE Ingenuo | 3,876 | 0,686 | 0,471 | 0,206 |
| RAE Herramienta | 18,090 | 2,378 | 0,615 | 0,014 |
| RAE Comercial | 18,090 | 2,378 | 0,615 | 0,014 |
| M-DELVAC MX 15W40 - 1/5 | 0,882 | 0,763 | 1,644 | 3,161 |
| RAE Ingenuo | 0,309 | 0,035 | 0,622 | 3,314 |
| RAE Herramienta | 1,168 | 1,126 | 2,114 | 3,075 |
| RAE Comercial | 1,168 | 1,126 | 2,197 | 3,094 |
| M-TERESSTIC 32 - 1/55 | - | 1,237 | 0,057 | - |
| RAE Ingenuo | - | 1,217 | 0,057 | - |
| RAE Herramienta | - | 1,247 | 0,053 | - |
| RAE Comercial | - | 1,247 | 0,062 | - |
| M-PEGASUS 805 - 1/55 | 2,801 | 1,250 | 2,186 | 0,415 |
| RAE Ingenuo | 0,958 | 0,035 | 1,219 | 0,748 |
| RAE Herramienta | 3,723 | 1,858 | 2,644 | 0,238 |
| RAE Comercial | 3,723 | 1,858 | 2,696 | 0,258 |

Tabla 12 Análisis RAE por producto vs. Etapa – Bucaramanga

Para la ciudad de Bucaramanga, los productos M-GEAR 600 XP 680 - 1/55 presenta una mejoría significativa en su RAE con el pasar de los años. Para el producto M-PEGASUS 805 - 1/55 solo hasta el año 2.016 se obtiene mejoras en el desempeño entre etapas dada la secuencia del proceso. Con el producto M-DELVAC MX 15W40 - 1/5 ocurre lo contrario a los anteriores productos presentados, porque con el tiempo el desempeño del proceso para este producto desmejora.

| Análisis por producto – DORADA | | | | | | |
|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Productos | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |

| | | | | | | |
|-----------------------------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| M-SUPER 1000 20W-50 - 1/12 | 17,547 | 3,484 | 1,083 | 0,377 | 0,108 | 0,084 |
| RAE Ingenuo | 4,735 | 0,005 | 0,246 | 0,095 | 0,047 | 0,057 |
| RAE Herramienta | 23,952 | 5,223 | 1,502 | 0,518 | 0,136 | 0,084 |
| RAE Comercial | 23,952 | 5,223 | 1,502 | 0,518 | 0,142 | 0,111 |
| M-DELVAC MX 15W40 - 1/12 | 7,946 | 17,928 | 1,012 | 0,343 | 0,125 | 0,064 |
| RAE Ingenuo | 2,171 | 1,910 | 0,167 | 0,062 | 0,052 | 0,055 |
| RAE Herramienta | 10,833 | 25,938 | 1,435 | 0,483 | 0,151 | 0,066 |
| RAE Comercial | 10,833 | 25,938 | 1,435 | 0,483 | 0,173 | 0,072 |
| M-DELVAC MX 15W40 - 1/55 | 1,100 | 1,220 | 3,723 | 4,754 | 3,329 | 0,330 |
| RAE Ingenuo | 0,148 | 0,022 | | 0,082 | 1,269 | 0,328 |
| RAE Herramienta | 1,577 | 1,820 | 3,723 | 7,090 | 4,341 | 0,307 |
| RAE Comercial | 1,577 | 1,820 | 3,723 | 7,090 | 4,376 | 0,355 |
| M-DELVAC MX 15W40 - 1/5 | 1,656 | 1,898 | 5,463 | 1,318 | 0,390 | 0,143 |
| RAE Ingenuo | 0,378 | 0,038 | 1,732 | 0,036 | 0,112 | 0,083 |
| RAE Herramienta | 2,295 | 2,828 | 7,328 | 1,959 | 0,527 | 0,154 |
| RAE Comercial | 2,295 | 2,828 | 7,328 | 1,959 | 0,532 | 0,193 |

Tabla 13 Análisis RAE por producto vs. Etapa – Dorada

En la ciudad de Dorada, el producto M-DELVAC MX 15W40 - 1/55 hasta el año 2015, los datos comparados con el RAE ingenuo tienden a desmejorar en gran proporción, ya para el año 2016, esta diferencia disminuye. Productos como M-SUPER 1000 20W-50 - 1/12 o M-DELVAC MX 15W40 - 1/5 tienden a estar en los límites de previsibilidad en el año 2016 lo cual indica que los productos son mejorados entre etapa; esta tendencia está identificada entre los años presentados.

| Análisis por producto – BOGOTA | | | | | | |
|---------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------|---------------|
| Productos | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| M-DELVAC MX 15W40 - 1/12 | 0,847 | 0,807 | 0,831 | 0,836 | 3,410 | 30,260 |
| RAE Ingenuo | 0,219 | 0,050 | 0,050 | 0,007 | 1,312 | 16,655 |
| RAE Herramienta | 1,162 | 1,186 | 1,222 | 1,250 | 4,198 | 37,062 |
| RAE Comercial | 1,162 | 1,186 | 1,222 | 1,250 | 4,719 | 37,062 |
| M-GEAR 600 XP 320 - 1/55 | 0,687 | 2,932 | 1,912 | 1,522 | 193,062 | 0,479 |
| RAE Ingenuo | 0,158 | 0,144 | 0,302 | 0,377 | 11,534 | 0,068 |
| RAE Herramienta | 0,951 | 4,326 | 2,718 | 2,095 | 283,792 | 0,684 |
| RAE Comercial | 0,951 | 4,326 | 2,718 | 2,095 | 283,862 | 0,684 |
| M-GREASE XHP 222 - 1/180KG | 1,244 | 7,067 | 4,067 | 5,575 | 27,088 | 0,375 |
| RAE Ingenuo | 0,345 | 0,866 | | 0,694 | 8,368 | 0,191 |
| RAE Herramienta | 1,693 | 10,167 | 4,067 | 8,015 | 36,399 | 0,440 |
| RAE Comercial | 1,693 | 10,167 | 4,067 | 8,015 | 36,495 | 0,493 |
| M-DELVAC 1350 - GRANEL | 0,927 | 5,525 | - | - | - | - |
| RAE Ingenuo | 0,185 | 4,391 | - | - | - | - |
| RAE Herramienta | 1,298 | 6,093 | - | - | - | - |

| | | | | | | |
|----------------------|-------|-------|---|---|---|---|
| RAE Comercial | 1,298 | 6,093 | - | - | - | - |
|----------------------|-------|-------|---|---|---|---|

Tabla 14 Análisis RAE por producto vs. Etapa - Bogotá

Para la ciudad de Bogotá, el producto M-DELVAC 1350 – GRANEL posee una desmejora entre los años 2011 y 2012 esto explicado por ser un producto que fue descontinuado. Para los demás productos en al menos un año poseen valores por fuera del límite de previsibilidad, esto debido a que para estos productos en esta ciudad las herramientas no fueron tan precisas en el cálculo, y al comparar la herramienta y el ajuste comercial existen cambios poco significativos entre una etapa y otra.

| Análisis por producto – CUCUTA | | | | |
|---------------------------------------|---------------|----------------|--------------|--------------|
| Productos | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| M-SUPER 1000 20W-50 - 1/4 (GLN) | 2,552 | 277,680 | 0,637 | 0,055 |
| RAE Ingenuo | 0,733 | 84,265 | 0,297 | 0,055 |
| RAE Herramienta | 3,461 | 374,388 | 0,807 | |
| RAE Comercial | 3,461 | 374,388 | 0,807 | |
| M-SUPER MOTO 4T 20W50 - 1/12 | 1,853 | 0,970 | 8,445 | 6,727 |
| RAE Ingenuo | 0,633 | 0,081 | 2,704 | 7,546 |
| RAE Herramienta | 2,463 | 1,415 | 11,105 | 6,270 |
| RAE Comercial | 2,463 | 1,415 | 11,526 | 6,366 |
| M-DELVAC MX 15W40 - 1/4 (GLN) | 14,898 | 3,071 | 0,722 | 0,098 |
| RAE Ingenuo | 4,578 | 0,493 | 0,303 | 0,073 |
| RAE Herramienta | 20,058 | 4,360 | 0,934 | 0,110 |
| RAE Comercial | 20,058 | 4,360 | 0,931 | 0,110 |
| M-DELVAC MX 15W40 - 1/55 | 10,336 | 2,500 | 3,348 | 0,191 |
| RAE Ingenuo | 2,670 | 0,249 | 3,348 | 0,172 |
| RAE Herramienta | 14,170 | 3,626 | 3,348 | 0,193 |
| RAE Comercial | 14,170 | 3,626 | 3,348 | 0,207 |
| M-DELVAC MX 15W40 - 1/5 | 4,782 | 2,309 | 2,400 | 0,251 |
| RAE Ingenuo | 1,472 | 0,195 | 0,552 | 0,238 |
| RAE Herramienta | 6,438 | 3,366 | 3,325 | 0,254 |
| RAE Comercial | 6,438 | 3,366 | 3,321 | 0,262 |

Tabla 15 Análisis RAE por producto vs. Etapa - Cúcuta

En esta ciudad, para el producto M-DELVAC MX 15W40 - 1/55 se identifica una mejora significativa del valor RAE entre los años 2.013 y 2.014, así mismo entre los años 2.015 y 2.016 debido a que ingresa a los valores de previsibilidad.

| Análisis por producto – IBAGUE | | | | | | |
|---------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Productos | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |

| | | | | | | |
|----------------------------|---------------|----------------|--------------|--------------|---------------|--------------|
| M-DELVAC MX 15W40 - GRANEL | 1,044 | 7,816 | - | - | - | - |
| RAE Ingenuo | 0,323 | 7,262 | - | - | - | - |
| RAE Herramienta | 1,404 | 8,093 | - | - | - | - |
| RAE Comercial | 1,404 | 8,093 | - | - | - | - |
| M-DELVAC MX 15W40 - 1/12 | 48,220 | 173,587 | 6,511 | 2,928 | 1,511 | 0,331 |
| RAE Ingenuo | 10,832 | 9,227 | 0,505 | 0,173 | 0,594 | 0,305 |
| RAE Herramienta | 66,914 | 255,767 | 9,514 | 4,305 | 1,968 | 0,326 |
| RAE Comercial | 66,914 | 255,767 | 9,514 | 4,305 | 1,972 | 0,363 |
| M-DELVAC MX 15W40 - 1/55 | 0,801 | 0,877 | 1,162 | 0,805 | 10,415 | 2,012 |
| RAE Ingenuo | 0,079 | 0,127 | | 0,052 | 4,362 | 2,561 |
| RAE Herramienta | 1,162 | 1,251 | 1,162 | 1,181 | 13,550 | 1,663 |
| RAE Comercial | 1,162 | 1,251 | 1,162 | 1,181 | 13,331 | 1,812 |

Tabla 16 Análisis RAE por producto vs. Etapa - Ibagué

Para Ibagué, se identifica que el método ingenuo con respecto a las otras dos (2) etapas posee el mejor valor RAE. El producto que ingresa al valor de previsibilidad es M-DELVAC MX 15W40 - 1/12 esta tendencia a mejorar se identifica para este producto desde el 2.013. Con respecto a los demás productos, el M-DELVAC MX 15W40 – GRANEL es un producto descontinuado en el año 2.012 y M-DELVAC MX 15W40 - 1/55 mejora considerablemente entre el año 2.015 y 2.016.

| Análisis por producto – NEIVA | | | | | | |
|-------------------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Productos | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| M-DELVAC MX 15W40 - 1/55 | 0,826 | 0,796 | 0,827 | 0,827 | 7,698 | 1,392 |
| RAE Ingenuo | 0,161 | 0,008 | 0,010 | 0,039 | 3,603 | 1,663 |
| RAE Herramienta | 1,159 | 1,190 | 1,236 | 1,220 | 10,190 | 1,253 |
| RAE Comercial | 1,159 | 1,190 | 1,236 | 1,220 | 9,301 | 1,260 |
| M-DELVAC MX ESP 15W40 - 1/55 | 3,269 | 8,917 | 4,152 | 2,607 | 6,333 | 0,329 |
| RAE Ingenuo | 1,154 | 0,652 | - | 0,569 | 2,132 | 0,307 |
| RAE Herramienta | 4,326 | 13,050 | 6,228 | 3,626 | 8,333 | 0,300 |
| RAE Comercial | 4,326 | 13,050 | 6,228 | 3,626 | 8,534 | 0,381 |
| M-OUTBOARD PLUS - 1/24 | 2,530 | 24,116 | 4,862 | 1,913 | 3,957 | 0,266 |
| RAE Ingenuo | 0,301 | 2,961 | 0,551 | 0,044 | 1,277 | 0,353 |
| RAE Herramienta | 3,644 | 34,694 | 7,017 | 2,847 | 5,341 | 0,213 |
| RAE Comercial | 3,644 | 34,694 | 7,017 | 2,847 | 5,254 | 0,233 |
| M-SUPER MOTO 4T 20W50 - 1/12 | 0,843 | 0,805 | 1,256 | 0,858 | 2,984 | 1,701 |
| RAE Ingenuo | 0,185 | 0,016 | | 0,067 | 0,894 | 2,226 |
| RAE Herramienta | 1,172 | 1,200 | 1,256 | 1,253 | 4,200 | 1,389 |
| RAE Comercial | 1,172 | 1,200 | 1,256 | 1,253 | 3,857 | 1,489 |

Tabla 17 Análisis RAE por producto vs. Etapa - Neiva

Para la ciudad de Neiva, los productos presentados en esta tabla los productos: M-DELVAC MX 15W40 - 1/55 y M-SUPER MOTO 4T 20W50 - 1/12 al año 2.016 se encuentran por fuera del límite de previsibilidad. Los demás productos presentados en la tabla están dentro de los límites con un valor RAE óptimo.

| Análisis por producto – VALLEDUPAR | | | | |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Productos | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| M-SUPER MOTO 4T 20W50 - 1/12 | 1,137 | 0,891 | 2,004 | 1,142 |
| RAE Ingenuo | 0,309 | 0,084 | 0,718 | 0,984 |
| RAE Herramienta | 1,551 | 1,295 | 2,627 | 1,213 |
| RAE Comercial | 1,551 | 1,295 | 2,667 | 1,228 |
| M-DELVAC MX 15W40 - 1/55 | 1,046 | 1,352 | 3,787 | 0,257 |
| RAE Ingenuo | 0,502 | 0,212 | 1,129 | 0,098 |
| RAE Herramienta | 1,318 | 1,922 | 4,864 | 0,320 |
| RAE Comercial | 1,318 | 1,922 | 5,368 | 0,354 |
| M-LUBE HD 85W140 - 1/55 | 0,238 | 0,074 | 0,043 | 0,009 |
| RAE Ingenuo | 0,204 | 0,167 | - | - |
| RAE Herramienta | 0,255 | 0,028 | 0,058 | 0,014 |
| RAE Comercial | 0,255 | 0,028 | 0,072 | 0,014 |
| M-NUTO H 68 - 1/55 | 0,597 | 0,813 | 0,421 | 0,089 |
| RAE Ingenuo | 0,263 | 0,201 | | 0,029 |
| RAE Herramienta | 0,764 | 1,118 | 0,384 | 0,092 |
| RAE Comercial | 0,764 | 1,118 | 0,458 | 0,146 |
| M-SUPER 1000 20W-50 - 1/4 (GLN) | 0,197 | 1,134 | 0,601 | 0,085 |
| RAE Ingenuo | 0,043 | 0,202 | 0,135 | 0,035 |
| RAE Herramienta | 0,275 | 1,600 | 0,835 | 0,110 |
| RAE Comercial | 0,275 | 1,600 | 0,835 | 0,110 |

Tabla 18 Análisis RAE por producto vs. Etapa - Valledupar

Para esta ciudad, se identifica que las etapas de herramienta y ajustes comercial aumenta el valor RAE, es decir que analizando los valores año, el método ingenuo proporciona valores menores RAE para esta ciudad. Los valores RAE con respecto a los años analizados en esta ciudad sufren mejoras en sus valores de manera menos volátil que las demás ciudades.

| Análisis por producto – VILLAVICENCIO | | | | | |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Productos | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| M-SUPER MOTO 4T 20W50 - 1/12 | 1,345 | 1,114 | 1,033 | 0,895 | 4,299 |
| RAE Ingenuo | 0,278 | 0,061 | 0,081 | 0,067 | 1,454 |
| RAE Herramienta | 1,879 | 1,641 | 1,509 | 1,308 | 6,065 |
| RAE Comercial | 1,879 | 1,641 | 1,509 | 1,308 | 5,377 |

| | | | | | |
|------------------------------|--------------|----------------|---------------|--------------|----------------|
| M-SUPER 1000 20W-50 - 1/55 | 1,075 | 1,223 | 1,414 | 1,447 | 206,224 |
| RAE Ingenuo | 0,235 | 0,065 | 0,194 | 0,106 | 50,068 |
| RAE Herramienta | 1,495 | 1,802 | 2,024 | 2,117 | 284,331 |
| RAE Comercial | 1,495 | 1,802 | 2,024 | 2,117 | 284,273 |
| M-LUBE HD 80W90 - 1/55 | 3,172 | 398,495 | 3,960 | 0,315 | 0,511 |
| RAE Ingenuo | 0,865 | 61,307 | 1,432 | 0,039 | 0,116 |
| RAE Herramienta | 4,326 | 567,089 | 5,223 | 0,452 | 0,669 |
| RAE Comercial | 4,326 | 567,089 | 5,223 | 0,452 | 0,747 |
| M-DELVAC MX ESP 15W40 - 1/55 | 5,600 | 1,560 | 1,339 | 0,884 | 35,158 |
| RAE Ingenuo | 2,142 | 0,262 | | 0,179 | 17,771 |
| RAE Herramienta | 7,328 | 2,208 | 1,339 | 1,236 | 38,798 |
| RAE Comercial | 7,328 | 2,208 | 1,339 | 1,236 | 48,904 |
| M-MOBILGARD M440 (Granel) | - | - | 13,533 | 0,898 | 1,561 |
| RAE Ingenuo | - | - | 13,533 | 0,102 | 1,651 |
| RAE Herramienta | - | - | 13,533 | 1,296 | 1,554 |
| RAE Comercial | - | - | 13,533 | 1,296 | 1,479 |

Tabla 19 Análisis RAE por producto vs. Etapa - Villavicencio

Para la ciudad de Villavicencio, el M-DELVAC MX ESP 15W40 - 1/55 y M-SUPER 1000 20W-50 - 1/55 desmejora significativamente, en cuanto a los demás productos están con valores cercanos al límite de previsibilidad RAE = 1 y además poseen comportamientos no tan volátiles.

Una vez analizado los RAE desde diferentes perspectivas, a continuación observaremos el impacto sobre las ventas, en la tabla presentada a continuación se describe la diferencia entre cada una de las etapas versus la venta ocasionada. Los valores positivos representan sobrecosto y los valores negativos subestimaciones del costo.

| Año 2.015 | | | |
|-----------------|--------------------|------------------------|----------------------|
| Ciudad | Ventas vs. Ingenuo | Ventas vs. Herramienta | Ventas vs. Comercial |
| BARRANCABERMEJA | \$34.809.656.917 | -\$43.891.912.520 | -\$43.891.912.520 |
| BOGOTA | \$505.919.466.146 | -\$1.445.672.733.196 | -\$244.566.298.076 |
| BUCARAMANGA | \$199.864.284.172 | -\$84.382.890.442 | -\$51.484.344.162 |
| CUCUTA | \$18.864.793.863 | \$14.556.575.468 | \$18.277.640.572 |
| DORADA | -\$4.787.626.821 | -\$14.934.525.068 | -\$21.227.277.421 |
| FLORENCIA | \$10.248.808.032 | \$901.691.420 | -\$14.076.848.977 |
| IBAGUE | -\$12.497.196.045 | -\$179.185.606.718 | -\$179.750.455.168 |
| NEIVA | \$63.394.175.471 | -\$14.864.494.802 | \$40.188.752.881 |
| VALLEDUPAR | \$27.613.243.764 | \$7.582.920.664 | \$46.510.346.757 |
| VILLAVICENCIO | \$172.335.338.342 | -\$166.503.855.557 | \$202.353.269.529 |
| YOPAL | \$125.672.854.536 | \$72.294.846.006 | \$2.886.821.379 |

Tabla 20 Análisis costos por ciudad 2015

Se destaca en el año 2.015 que la mayor subestimación se encuentra para la ciudad de Bogotá al comparar las ventas con la herramienta, la menor subestimación se encuentra en la ciudad de Dorada al comparar las ventas con el ingenuo. En cuanto a las sobrestimaciones identificadas, se observa la mayor en la ciudad de Bogotá en la etapa de ventas con el método ingenuo y la menor sobrestimación está en la ciudad de Florencia al comparar la venta y la herramienta.

A continuación se analizará el año 2.016

| Año 2.016 | | | |
|------------------------|---------------------|------------------------|----------------------|
| Ciudad | Ventas vs. Ingenuo | Ventas vs. Herramienta | Ventas vs. Comercial |
| BARRANCABERMEJA | \$1.376.678.454 | \$0 | \$0 |
| BOGOTA | \$1.293.497.169.575 | \$778.399.000.875 | \$982.909.723.775 |
| BUCARAMANGA | \$390.916.979.722 | \$69.485.208.239 | \$142.085.337.657 |
| CUCUTA | \$40.362.719.260 | \$18.205.167.222 | \$25.800.932.001 |
| DORADA | \$37.307.631.850 | \$16.160.219.640 | \$32.748.405.508 |
| FLORENCIA | \$27.068.901.952 | \$34.165.503.253 | \$36.514.814.520 |
| IBAGUE | \$185.556.756.949 | \$57.381.312.722 | \$99.470.597.849 |
| NEIVA | \$151.089.700.013 | \$101.710.534.077 | \$157.896.111.003 |
| VALLEDUPAR | \$33.748.633.468 | \$53.859.754.597 | \$65.802.386.584 |
| VILLAVICENCIO | \$404.107.355.477 | \$230.311.656.643 | \$404.633.625.613 |
| YOPAL | \$198.856.683.706 | \$111.439.728.174 | \$162.983.949.712 |

Tabla 21 Análisis costos por ciudad 2016

Se destaca en el año 2.015 que en la ciudad de Barrancabermeja se identifican valores cero debido a que esta ciudad cerró operaciones en esa ciudad. En cuanto a las sobrestimaciones identificadas, se observa la mayor en la ciudad de Bogotá en la etapa de ventas con el método ingenuo y la menor sobrestimación está en la ciudad de Barrancabermeja al comparar la venta y el método ingenuo.

Se identifica que para este año (2.016) solo se identifican sobrestimaciones debido a la crisis petrolera identificada para este año, el fenómeno que describe este comportamiento está asociado a que se realizaron muchos pedidos desde las diferentes ciudades, pero varias empresas clientes cancelaron los pedidos sin embargo los productos ya se encontraban en el centro de distribución (CD).

11 Conclusiones

1. La precisión de los pronósticos es un factor clave para la realización de procesos de decisión acertados que permitan mejorar en entornos competitivos, en este caso, en el sector oil and gas.
2. Los pronósticos por si mismos no son suficientes para lograr empresas eficientes, se hace necesario involucrar otras áreas y actores de procesos que permitan una integración sinérgica.
3. Los productos como M-SPL ALTO KILOM 25W50 - 1/12, M-DTE 10 EXCEL 32 - 1/55, M-SUPER 2000 10W30 - 1/12, M-PEGASUS 1005 - 1/55, M-MOBILFLUID 424 - 1/55 pueden ser calculados mediante un método ingenuo basado en sus resultados RAE.
4. Los productos como M-GEAR 600 XP 680 - 1/55, M-DELVAC 1350 - 1/5, M-1 ESP FORM 5W30 - 1/55 (EUR), M-NUTO H 46 - 1/55 y M-DTE 25 - 1/55 llegan a sus mejores valores RAE en la etapa de herramienta.
5. Al analizar los datos por categorías, el cambio de herramienta para el pronóstico (de Excel entre los periodos 2.015 a 2.014 a R entre los periodos de 2.014 en adelante) generó como resultado una mejora significativa en la precisión del pronóstico tal y como se presentó en las gráficas por categoría.
6. Los ajustes comerciales con respecto a su etapa anterior (Pronóstico R) realizados sobre las referencias categorizadas A, B y C entre los años 2015 y 2016 presentan mejoras en su valor RAE. Esta mejora en dinero representa un ahorro para los productos de categoría A con 507 millones, categoría B con 271 millones y la categoría C con 383 millones de pesos respectivamente.
7. Hasta el año 2.015 se evidenció una clara destrucción de valor, a partir del año 2.015 se identifica que los valores RAE tienden a los límites de previsibilidad.
8. Aunque los RAE ingenuos son los más bajos en cada año, la tendencia del proceso es a estabilizar y reducir el RAE del proceso en su conjunto.

12 Recomendaciones

1. Realizar transferencia de conocimientos y experiencias entre las ciudades que mejoran su RAE cómo y en consecuencia mejorar la precisión en el aprovisionamiento de referencias para las diferentes agencias.
2. Incluir dentro del proceso de Planeación de la demanda esta técnica como punto de seguimiento y control para monitorear el desempeño.
3. Se sugiere para mejorar la precisión de la herramienta R el estudio de algunas técnicas de pronósticos como demandas intermitentes (Croston), modelos de bass, estudios de métricas de error, estados del arte en cuanto a técnicas de pronósticos, entre otros.

13 Bibliografía

[1] Torres, M (2010), "FORECASTS, A KEY TOOL FOR BUSINESS PLANNING", Instituto Tecnológico de Sonora, 2-4.

[2] Hanke, John E. y Wichern, Dean W. (2006). "Pronósticos en los negocios; Capítulos 1 Introducción a los pronósticos y 3 Exploración de patrones de datos". Quinta edición. Editorial PEARSON Prentice Hall. México. Páginas 1-12, 78-81.

[3] MORLIDGE, S. (2014). Do Forecasting Methods Reduce Avoidable Error? Evidence from Forecasting Competitions. *Foresight: The International Journal of Applied Forecasting*, (32), 34.

[4] MORLIDGE, S. (2014). Using Relative Error Metrics to Improve Forecast Quality in the Supply Chain. *Foresight: The International Journal of Applied Forecasting*, (34), 39-46.

[5] MORLIDGE, S. (2013). Forecast Quality in the Supply Chain. *Foresight: The International Journal of Applied Forecasting*, (30), 26-31.

[6] Weissmann, V (2008). Difusión de nuevas tecnologías y estimación de la demanda de nuevos productos: un análisis comparativo entre Argentina y EE.UU. *Palermo Bussiness review*, (1) Página 7.

[7] Babiloni, M; Carboneras, M; Albarracin, J; Palmer, M (2007). Modelos de previsión para artículos con demanda intermitente. *International Conference on Industrial Engineering & Industrial Management – CIO*. Páginas 1408-1409.

[8] Boada, A.J., Millán A (2011). Limitaciones de los Errores Relativos en los Pronósticos, una Nueva Propuesta para cuantificar los Errores Porcentuales en Predicciones, CONHISREMI, Revista Universitaria de Investigación y Diálogo Académico, Volumen 7, Número 3, 2011, Página 3.

[9] SAS – The power of knowledge (2015). What Management Must Know About Forecasting. Páginas 1-11.

[10] Hyndman, R; Koehler, A (2006). Another look at measures of forecast accuracy (2006); ScienceDirect; Elsevier; International Journal of Forecasting. Páginas 679 – 688.

[11] Velasquez, J; Dyner, I; Souza, R; 2005; Políticas para la integración del juicio experto y los pronósticos estadísticos en el marco organizacional; Clasificación Colciencias B, Universidad ICESI Estudios Gerenciales. Páginas 3-7.

[12] Davydenko, A; Fildes, R (2013). Measuring forecasting accuracy: The case of judgmental adjustments to SKU-level demand forecasts; ScienceDirect; Elsevier; International Journal of Forecasting. Páginas 510 – 522.

[13] Sanders, N. y Manrodt, K. (1994), A survey of current forecasting practices in us corporations', Interfaces 24(2), 92–100.

[14] Blattberg, R. y Hoch, S. (1990), 'Database models and managerial intuition. 50 model + 50 manager', Management Science (36), 887–889.