



Trabajo de grado en modalidad de aplicación

**Diseño de una interfaz para pronósticos de demanda teniendo en cuenta los factores que afectan la confianza en dichos pronósticos.**

**Diana Leal Barrero**

*Estudiante de Ingeniería Industrial  
Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia*

**Emily Mena Garzón**

*Estudiante de Ingeniería Industrial  
Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia*

**Laura Vargas Casallas**

*Estudiante de Ingeniería Industrial  
Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia*

**Jorge Alvarado Valencia**

*Profesor, director del Proyecto de Grado, Departamento de Ingeniería Industrial  
Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia*

---

**Resumen de diseño en Ingeniería**

The low level of trust that forecasters attribute to software-generated forecasts causes errors in the predictions of demand that could affect the supply chain. When the forecast is far from reality (excess or deficit) it brings over-stocks, breaks of stock, sales losses and excessive logistic costs. Among the factors that could increase forecasting trust, there is the possibility of including additional information to increase trust in the source, increasing the salience of the forecasts generated with software and increasing the cognitive facility to process the forecast information through which would be expected to increase trust in the forecast.

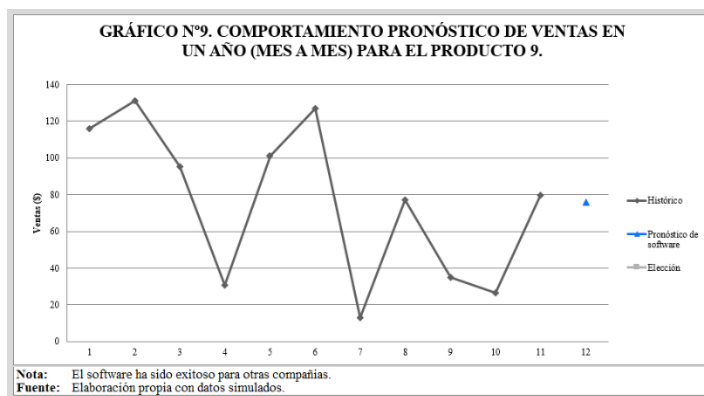
To determine the possible effect of the factors mentioned on trust in software forecasts, a design of experiments will be carried out to determine the levels that for each factor represent an increase trust in the forecast of demand. The first design of experiment evaluates the possibility of including additional information to increase trust in the source. The final experiment takes the result of the previous experiment and in addition evaluates the salience of the forecasts generated with software and the cognitive facility. With the results of the experiment, an interface will be designed which can be used by the programmers of demand forecasts.

The design of the interface will take up the best practices and common elements present in the most used softwares for the generation of demand forecasts such as Stata, SAP, Minitab, SPSS and R, and will be linked with the results of the studies to facilitate the implementation by software designers. Considering the budget constraints for the realization of this project, the design of the interface will not be done in three dimensions or in virtual reality, due to the high costs associated with these techniques. Given the state of the art, cannot be guarantee decreases in the total cost incurred by a company or reductions in waiting times, because there are external variables that have no relation to the design of the interface and the costs associated with the implementation in the production area.

The interface to be developed for the presentation of demand forecasts will have basic standards such as the Preparation of Tables and Graphs Manual and the Presentation of Statistical Graphs Guide, which explain the development of statistical graphs and common errors in the presentation. They also show the components of a graphic (number, title, body notes) and how the shape of the graphic should be esthetically designed so that its reading is pleasant, and its interpretation does not lead to mistakes (scale, location, axes).

Forecasting efficiently becomes an inescapable and differentiating step in companies. In this project, it is obtained that including a positive rumor about the performance of the software can decrease (in this case, an estimated effect of 7,8%) the adjustment percentage of the participants. In addition, using red in the forecast increases the salience and therefore can lead to reduce adjustments by the participants. The decrease in the adjustment of forecasts can mean millions of pesos for many companies in different sectors. It shows certain examples of why improving confidence in demand forecasts can represent significant savings for several companies and market sectors.

Ilustración 1. Diseño de la interfaz realizada.



Palabras claves:

- *Confianza*
- *Seguimiento ocular*
- *Pronóstico*
- *Saliencia*

## 1. Justificación y planteamiento del problema

Planear y administrar adecuadamente la cadena de suministros es un objetivo principal en las compañías a nivel mundial (Ballou, 2004). El pronóstico de la demanda afecta todos los eslabones de la cadena, desde el abastecimiento, la producción, el control de inventarios en almacén, hasta la distribución, el transporte, la presencia del producto en anaquel y la entrega al usuario final. La gestión eficiente de la cadena de suministro implica, desde luego, el establecimiento de pronósticos que posibiliten una toma de decisiones más acertadas frente a las condiciones del mercado y la implementación de una estrategia apegada a la realidad (Jaramillo, 2012). Por lo tanto, pronosticar de manera eficiente se convierte en un paso ineludible y diferenciador en las compañías.

Realizar adecuados pronósticos es una parte fundamental para gestionar la cadena de suministro. Sin embargo, muchos de los pronósticos de demanda son errados y generan altos costos para las empresas. Según el 22° Informe del Estado Anual de Logística, el mundo está perdiendo aproximadamente \$8 trillones en mercancía que está en inventario para la venta (Wilson, 2011). Mientras más lejano se encuentre el pronóstico de la realidad (exceso o déficit) más se podrán evidenciar sobre-stocks, quiebres de stock, pérdidas de ventas y costos logísticos excesivos. A nivel nacional, según lo reveló un estudio de LOGYCA en el 2014, por cada \$10 millones en ventas, los industriales y comerciantes colombianos perdieron alrededor de \$430.000 debido a la falta de producto en puntos de venta (Dinero, 2015). Esto también se hace evidente en casos prácticos internacionales como el ocurrido en Nike en el 2001, cuando debido a malos pronósticos, tuvo pérdidas asociadas a altos inventarios y presencia de faltantes en varios de sus productos, ocasionando la caída en el precio de sus acciones. Asimismo, Walmart perdió aproximadamente entre \$1.29 y \$2.58 mil millones de dólares en ventas potenciales como consecuencia de un mal manejo en los inventarios (Cloudadmin, 2014).

Un problema fundamental para la generación de mejores pronósticos radica en la dificultad para aumentar la confianza en los pronósticos generados por software. Diversos estudios han demostrado que existe un problema en la confianza de los pronósticos y que esto influye directamente en la generación de mejores pronósticos. Particularmente, mejorar la confianza en los pronósticos de demanda puede representar un ahorro significativo para varias compañías, ya que diferentes estudios han demostrado que los ajustes que se hacen a los pronósticos brindados por los ordenadores (Alvarado & Barrero, 2014) generan aproximadamente un incremento del 2,5% en el MAPE (Error Porcentual Absoluto Medio) (Goodwin & Fildes, 1999). Este porcentaje se relaciona proporcionalmente con las pérdidas en las que incurre una compañía dependiendo del contexto en el cual se desempeñe, del volumen de ventas y de los costos que representan los faltantes o el inventario para la empresa, este 2,5% puede significar pérdidas importantes (miles de millones de pesos).

Existen tres constructos principales que afectan la confianza en los pronósticos: creencias particulares de la persona en general (la persona en sí misma), confianza en la fuente y confianza en un consejo particular (Alvarado & Barrero, 2014). Esta falta de confianza en el pronóstico, que hace parte fundamental en un proceso de planeación de inventarios, es una barrera para el adecuado desarrollo de las estrategias internas de las empresas, debido a que cuando se presentan pronósticos de demanda, los analistas no confían en ellos en un nivel adecuado y los modifican de manera equivocada.

Por tanto, este proyecto se enfoca en determinar y evaluar los factores principales que permitirán incrementar la confianza en los pronósticos presentados, teniendo en cuenta que exista un factor relacionado a cada una de las fuentes de donde proviene esta falta de confianza. A partir de ello, se diseñará una interfaz en la que se evidenciarán estos factores que lograron incidir en el aumento de la confianza como resultado de los experimentos realizados en el desarrollo del proyecto, la interfaz cumplirá con unos determinados estándares con el fin de lograr un diseño apropiado para los usuarios.

## 2. Antecedentes

Teniendo en cuenta que nuestro proyecto se basa en la falta de confianza en los pronósticos, se explicará el problema de la confianza y las posibles mejoras para incrementarla, en donde se encontrarán los factores a analizar y evaluar.

## Ajustes a los pronósticos de demanda

Klassen y Flores encuestaron a 117 empresas canadienses y encontraron que los gerentes senior frecuentemente revisaban los pronósticos (2001). También encontraron que el 80% de los encuestados usaron pronósticos estadísticos generados por computadora y luego los ajustaron en forma de juicios. Del mismo modo, Sanders y Manrodt encontraron en un estudio de 96 empresas de Estados Unidos que el 45% de los encuestados afirmaron que siempre ajustaron los pronósticos dados y que el 37% lo hacían a veces (1994).

Los estudios sobre la precisión de los ajustes de juicio han reportado resultados equívocos. Algunos investigadores han recomendado que se tome precauciones al usar este enfoque de ajuste porque puede dañar la precisión del pronóstico. Willemain argumentó que cuando las previsiones estadísticas eran casi óptimas, el ajuste tiene poco impacto en la mejora de la exactitud (Willemain, Graphical Adjustment of Statistical Forecasts, 1989). Sin embargo, cuando las previsiones estadísticas son inexactas, el ajuste mejora la precisión. En un estudio subsiguiente, Willemain encontró que los ajustes críticos llevaron a una mayor precisión cuando el exceso de error (calculado a partir de la diferencia entre los errores generados por el método Naïve y el método de pronóstico en uso) es alto (Willemain, 1991).

Los ajustes a los pronósticos varían entre un 44% y un 86%, y ocasionan daños a la precisión del mismo. De acuerdo a varios experimentos realizados a estudiantes, se obtuvo un incremento del 2,5% en el MAPE por el simple hecho de haber realizado ajustes. (Alvarado & Barrero, 2014). Según una recopilación de más de 60.000 pronósticos y resultados de cuatro empresas relacionadas a cadenas de suministro, mediante un análisis detallado se descubrió que mientras los ajustes relativamente altos tienden a conducir a mejoras en la precisión, los ajustes más pequeños a menudo perjudican la precisión. En la mayoría de los contextos, la precisión es la principal preocupación en la predicción del rendimiento (Fildes & Goodwin, 2007). El método tradicional para evaluar la calidad de los pronósticos es medir la precisión de pronóstico (o errores de pronóstico) utilizando una o más medidas, como el error de porcentaje cuadrático medio (RMSPE) o el error de porcentaje absoluto medio (MAPE).

La APP (Absolute adjustment to point to point forecast) es una buena métrica para medir las modificaciones que los participantes realizaron en el punto dado (Goodwin, Gönül, & Önköl, 2013). Mediante el AAP se evaluó la confianza en el pronóstico de la siguiente manera:

$$APP \text{ Porcentual (\%)} = \frac{|Punto \text{ de pronóstico ajustado} - Punto \text{ de pronóstico proporcionado}|}{Dato \text{ histórico período } 11}$$

Esta métrica se utilizó como una posible aproximación a la falta de confianza en los pronósticos, teniendo en cuenta que, como se explicó anteriormente, los ajustes suelen ser dañinos, entre otros motivos porque se ha demostrado que los pronósticos suelen ser demasiado optimistas, principalmente cuando hay baja confianza en dicho pronóstico (Legerstee & Franses, 2013).

Los experimentos también mostraron que el nivel de confianza establecido en los pronósticos sólo explicaba en parte las variaciones en la medida en que se ajustaron los pronósticos brindados. Para un determinado nivel de confianza, las características de la serie temporal tuvieron una influencia adicional sobre el tipo de ajuste que se realizó y, por tanto, sobre el tamaño del ajuste. Además, cuando las explicaciones fueron dadas, las personas indicaron que tenían una mayor confianza en el sistema, sin cambiar su comportamiento. Es quizás significativo que algunos estudios han encontrado que las explicaciones aumentan la confianza en el consejo computarizado sólo han suscitado la confianza declarada de los usuarios (Wang & Benbasat, 2007) (Ye & Johnson, 1995).

## Las posibles mejoras para la confianza en los pronósticos de demanda

La confianza en los pronósticos posee tres dimensiones. La primera está relacionada con una inclinación psicológica o un rasgo personal (Jones & George, 1998), ya que los pronosticadores generalmente tienen exceso de confianza y evaden el asesoramiento. La segunda dimensión es una valoración de la confianza de la fuente, ya que el desempeño pasado influye en la confianza que el pronosticador tenga en la fuente, aunque

sea de manera sesgada, ya que dan más importancia al número de éxitos que al de ensayos. Finalmente, la tercera dimensión concierne a la interacción entre los consejos dados y la confianza que se tiene en estos.

El presente trabajo abordará posibles modificaciones que afecten la segunda y tercera de estas dimensiones, teniendo en cuenta diversos estudios, como el realizado por el laboratorio de percepción visual de Alemania (Nothdurft, 2006). En particular, intentará: a) determinar si se puede aumentar la confianza en la fuente a partir de información acerca del desempeño pasado de dicha fuente; b) determinar si modificaciones en la forma de presentación (interfaz) de la información del pronóstico al pronosticador puede mejorar la interacción entre los consejos dados y su confianza. A continuación, se explicarán en más detalle los mecanismos a evaluar.

a). Generación de confianza en la fuente:

El desempeño de la fuente en el pasado afecta la confianza que se tenga en dicha fuente (Jiang & Muhanna, 1996), generando que en varios casos los individuos tiendan a tomar mayores riesgos dependiendo del desempeño de la fuente o el contexto en el cual se desarrolla la toma de decisiones. (Petalas, Schie, & Vettehen, 2017).

Un caso de estudio en donde se evidencia esto es en las compras online, donde la reputación del vendedor afecta la incertidumbre y la confianza al momento de decidirse a realizar la compra. La reputación es generalmente lo que se ha dicho o se ha creído acerca del carácter o estatus de una persona o cosa y está estrechamente ligada a la confianza. Las decisiones a tomar por un cliente y la reputación de un vendedor online pueden ser el resultado de las interacciones pasadas (McCole, Ramsey, & Williams, 2010). Por lo tanto, si su experiencia fue exitosa es más probable que la próxima compra sea con el mismo vendedor. Así, las exitosas interacciones pasadas contribuyen a la construcción de la reputación, y con ella se incrementa la confianza (Wu, Chen, & Chung, 2010). Algunas plataformas de e-commerce, como eBay o Mercado Libre, han introducido sistemas de reputación, proporcionando un historial que puede ser utilizado por otros clientes al momento de tomar una decisión, dando herramientas para confiar o desconfiar (Bente, Baptist, & Leuschner, 2012).

Otra manera de evidenciar esta correlación es mediante la teoría sociocognitiva, en la cual se explica que haber sido capaz de realizar con éxito una tarea en el pasado, incrementa la confianza en la capacidad de realizar con éxito dicha tarea en el futuro (Sánchez Gómez, 2014).

Ser transparente en el proceso que conlleva a una decisión puede representar un aumento en la confianza (Voigtmann, Sollner, Wilhelm, Leimeister, & David, 2013). Los softwares comerciales tienen en cuenta los componentes de tendencia, ciclicidad, aleatoriedad y estacionalidad para generar sus pronósticos. Hacer explícitos estos componentes para el pronosticador puede mejorar la confianza en el pronóstico al hacer manifiesto el proceso llevado a cabo por el software.

Adicionalmente, el formato de presentación de dicho desempeño puede afectar la confianza en la fuente, pues afecta la apariencia y atractividad del mensaje (Alvarado & Barrero, 2014). La investigación realizada por Manning, Waldman, Lindsey, Newberg, & Lockard (2012) muestra que cuando se escucha la palabra 'no' al comienzo de un diálogo, el cerebro empieza a liberar cortisol, la hormona del estrés y cuando escuchamos un 'sí', se activa una liberación de dopamina, la hormona de la recompensa y el bienestar. Por tanto, es esperable que los resultados difieran cuando el desempeño se presenta de manera positiva (95% de las veces el software ha sido exitoso) o de manera negativa (5% de las veces el software ha fallado).

Otro posible formato que puede afectar la confianza en el pronóstico está relacionado con la formalidad de la presentación del desempeño previo. Los rumores o información no formal se asocian a consejos de compañeros e incrementan la confianza en el consejo (Sundar, Xu, & Oeldorf-Hirsch, 2009). En un experimento con los dos tipos de presentación del consejo que incrementa la confianza, se obtuvo como resultado que el formato de rumores conllevó a niveles más altos de confianza (Goodwin, Fildes, Lawrence, & Stephens, 2011). Por lo tanto, presentar un consejo en forma de rumor que muestre la calidad del software generador del pronóstico, logrando de manera implícita vender el software al participante (usando las técnicas más avanzadas existentes hoy en día) sería una posible mejora para generar un aumento en la confianza.

## b). Modificaciones a la interface

Las modificaciones a la interface se evaluaron en dos aspectos principalmente para conocer si generan más confianza. El primero de ellos fueron los colores a emplearse en el diseño de esta y el segundo la facilidad cognitiva para el correcto entendimiento de la interface.

En el campo de diseño de información e interfaces se han creado reglas sencillas pero aplicables para la implementación adecuada del color en los gráficos de datos, por ejemplo: el color del fondo influye directamente en la interpretación del gráfico; los colores a ser usados pueden generar distracción; colocar el grupo de puntos de colores diferentes no agrega valor; se recomienda que los colores empleados para los ejes sean pálidos o no llamativos (Gerard, 1957).

Paralelamente, una ventaja del uso del color en gráficas de datos es ayudar al analista a entender la información logrando que puedan realizar un mejor seguimiento de los referentes cuantitativos, aunque es insuficiente como la única fuente de información cuantitativa precisa (Shah & Hoeffner, 2002). Sin embargo, el excederse en el uso de tinta en un gráfico genera distracción (Tuft, 2006). Emplear sólo blanco y negro en el gráfico es sinónimo de pérdida de atención (Light & Bartlein, 2005), pero usar más de dos colores en un gráfico de datos también ocasiona una pérdida de tiempo, cuando estos no tienen un objetivo específico más que mejorar la estética, generando distracción en las personas, al querer éstas entender el porqué del uso de colores diferentes (Few, 2008). Es por esto, que consideramos los componentes de un gráfico de datos como un determinante clave para el correcto y equilibrado diseño de interfaces.

Asimismo, existen colores que aumentan la confianza y otros que mejoran la saliencia. En efecto existe un estudio realizado y publicado por Eva Heller acerca de la interpretación psicológica de los colores y de cómo actúan sobre las personas, en el cual las personas asocian la confianza de manera significativa al azul en un 35%, al verde en un 24% y al amarillo en un 11% (2007). Por ello, el uso de colores en especial pueden ser un camino para mejorar la confianza en los pronósticos de demanda.

Por otro lado, según un estudio realizado por el Laboratorio de Percepción Visual de Alemania, presentar datos muy brillantes o espacios en blanco muy extensos, genera que los analistas detecten y localicen de manera más rápida estos valores en la gráfica, produciendo que psicológicamente este dato perdure más tiempo en sus mentes, un fenómeno denominado saliencia (Nothdurft, 2006). Este fenómeno se identifica con el color rojo, reconociendo este color como el más efectivo al momento de captar la atención y generar una sensación de atracción, de “proximidad hacia nosotros”, que avanza, saliente (Castillo, 2012).

Mayor saliencia del pronóstico de demanda generado por un software crea un sesgo conocido como disponibilidad (Kahneman & Tversky, 1996) que lleva a darle mayor confianza al pronóstico de software. Debido a esto, se ha decidido seleccionar el color como un factor representativo para el experimento a realizar. Por ello se usaron colores para evidenciar si estos generan mayor confianza en el participante al momento de pronosticar, bien sea directamente o por una mayor saliencia.

Una de las razones por las cuales las gráficas son tan persuasivas es debido a que permiten que la información sea fácil de entender (MacDonald-Ross, 1977; Tversky; Winn, 1987). Los gráficos y otras plantillas visuales pueden ser de gran ayuda representando un concepto cualitativo o científico, particularmente cuando el concepto es expresado explícitamente (Larkin & Simon, 1987; Pinker, 1990). Sin embargo, en algunos casos, la comprensión de estos gráficos puede ser errónea (Carpenter & Shah, 1998). Los niños de secundaria, e inclusive los adultos, comúnmente cometen errores sistemáticos al interpretar, en especial cuando las gráficas no muestran explícitamente la información cualitativa relevante (Gattis & Holyoak, 1995). Todos estos antecedentes demuestran que realizar gráficas sencillas y fáciles de entender ayudan a despertar confianza. Se considera que el cambio de posición del eje vertical para el gráfico de datos apoya a la facilidad cognitiva y ocasiona un aumento en la confianza, como lo sugiere Alvarado J (2014).

### **Seguimiento ocular**

El seguimiento ocular sirve para entender la interacción humano - computador en trabajos de decisión, como los pronósticos de la demanda. La sugerencia fundamental de esta técnica es que los movimientos reflejan la huella de algunos procesos cognitivos, como la adquisición y codificación de la información

(Tsuzuki, Shirai, Ohta, Matsui, & Honma, 2008). En investigaciones pasadas, el seguimiento ocular ha sido una herramienta usada para investigar patrones visuales de pronosticadores cuando se presentan con información pasada en forma de gráficos y tablas con y sin consejos de pronóstico del sistema (Alvarado J., 2014). Los estudios del seguimiento ocular parten del supuesto de la relación entre ojo y mente, esto significa que donde el usuario fije la visión es porque está pensando en lo mismo, por lo cual se puede sustraer la relación con procesos cognitivos que originan estas determinadas fijaciones y recorridos (Hassan Montero, Herrero Solana, & Guerrero Bote, 2010).

Aunque hay varios movimientos oculares y comportamientos que el rastreo ocular puede detectar, los dos principales movimientos de interés en las tareas de juicio son las fijaciones (cuando los ojos están relativamente quietos) y los movimientos cuando se mira a un objeto (Rayner, 1998). Los datos recolectados por los sistemas de seguimiento ocular sirven para identificar qué recorridos visuales realizan los participantes. Los mapas de calor nos indican donde se fija más la mirada, las trayectorias que siguen los ojos y el orden en el que son examinados cada uno de los elementos (Hassan Montero & Herrero Solana, Eye-Tracking en Interacción Persona-Ordenador, 2007). Las zonas rojas, también “puntos calientes”, hacen referencia a las zonas que el participante miró un mayor número de veces, denominando esta posición, como información saliente. El tamaño de estas manchas representa proporcionalmente el número de fijaciones visuales (Poole & Ball, 2004). Las manchas que aparecen de color verde representan los trayectos de la visión o *sacadas* (Jacob, 1995). Adicionalmente, los sistemas de seguimiento ocular generan otro método para la interpretación de resultados arrojados por el eye-tracking, el cual son las métricas estadísticas. La saliencia visual de las características de lo que se presenta podría afectar el control de la mirada y la dirección cuando las imágenes se proyectan en una pantalla (Henderson, 2003). De este modo, el seguimiento ocular permite determinar el fenómeno psicológico de saliencia, el cual es clave para esta propuesta.

Adicionalmente, la complejidad de la tarea conduce a cambios en la estrategia visual, como fijaciones más largas, cíclicas y más frecuentes (Horstmann, Ahlgrimm, & Glockner, 2009). Por último, el nivel de conocimiento también incide en este factor, ya que se ha dicho que los expertos tienen fijaciones más cortas y sacadas más largas, encontrando fácilmente la información pertinente y descartando la redundante (Gegenfurtner, Lehtinen, & Saljo, 2011). Es por ello que el seguimiento ocular puede detectar si la información fue procesada más fácilmente, lo que permitirá evaluar la facilidad cognitiva anteriormente explicada.

En este proyecto, el seguimiento ocular será aplicado en diversos momentos para el correcto análisis de algunos factores que influyen en el incremento de la confianza. En un principio se analizará el factor color y cambio del eje, en donde se espera evidenciar resultados que muestren el impacto en cuanto a la saliencia y la facilidad cognitiva, los cuales permitirán aumentar la confianza de los pronósticos generados por los softwares.

### **3. Objetivos**

#### ***Objetivo general***

*Evaluar el efecto que tienen tres factores, identificados en el desarrollo de este proyecto, sobre la confianza que se presta al pronóstico de demanda generado por un software de pronósticos.*

#### ***Objetivos Específicos:***

- Determinar cuál es el factor que aumenta la confianza en la fuente de tres inicialmente determinados, mediante un experimento inicial.
- Evaluar el efecto de los diferentes niveles de los tres factores seleccionados (uno de confianza en la fuente y dos de interface) en la confianza que se

- Realizar una experiencia de diseño de una interfaz que pueda ser utilizada por los diseñadores de software de pronósticos de demanda, para aumentar la confianza de sus usuarios en el pronóstico de software.
- Determinar si hay una correlación observable directamente por medio del seguimiento ocular, entre la saliencia, la facilidad cognitiva y la confianza en los pronósticos de software.
- Estimar el impacto que la aplicación de este diseño puede generar usando el error presente en el experimento realizado (ocasionado por el ajuste realizado al pronóstico original).

#### 4. Metodología

Para cumplir con los diferentes objetivos de este proyecto, fue necesario realizar diferentes actividades específicas que serán explicadas a continuación:

**4.1. PRIMER OBJETIVO:** Determinar cuál es el factor que aumenta la confianza en la fuente de tres inicialmente determinados, mediante un experimento inicial.

##### 1. Definición de los factores a analizar

Antes de comenzar con el diseño del experimento, fue necesario declarar cuáles serían los tres factores a analizar y sus respectivos niveles de manera clara y detallada de la siguiente manera:

Tabla 1. Factores del tratamiento con sus respectivos niveles del experimento N°1

FACTORES DEL TRATAMIENTO CON SUS RESPECTIVOS NIVELES		
Factor de Tratamiento	Nivel	Descripción Nivel
<b>A: Past Performance</b>	1. Sin Información	No se brinda información acerca del rendimiento pasado del software durante el último año.
	2. Información positiva	Se brinda información positiva acerca del rendimiento pasado del software durante el último año.
	3. Información negativa	Se brinda información negativa acerca del rendimiento pasado del software durante el último año.
<b>B: Explicación Serie de Tiempo</b>	1. Sin explicación	No se brinda información alguna acerca de la serie de tiempo utilizada.
	2. Con explicación	Se brinda una explicación acerca de la serie de tiempo utilizada.
<b>C: Rumores</b>	1. Sin rumor	No se brinda ningún rumor que habló del éxito del software para otras compañías.
	2. Con rumor	Se brinda un rumor que habló del éxito del software para otras compañías.

##### 2. Tamaño de muestra

El tamaño de muestra del experimento se calcula a partir del número de réplicas requeridas para cada tratamiento y fue calculado para la variable respuesta APP (Porcentaje de ajuste). Debido a que no existen fórmulas de tamaño de réplicas para más de dos factores, de las dos fórmulas mostradas en la tabla 2 se empleó la que arrojó el mayor número de réplicas luego de tomar la relación más restrictiva de *a* y *b*.

Tabla 2. Fórmulas requeridas para el análisis del tamaño de muestra

Fórmulas	Parámetros (Dean & Voss, 1999)
$r = \frac{2b\sigma^2\varphi^2}{a\Delta_B^2}$	<i>r</i> : Número de ajustes de juicio por tipo de entrenamiento.
	<i>a</i> : Número de niveles correspondientes al factor que más niveles tuvo.
	<i>b</i> : Número de niveles correspondientes al factor que menos niveles tuvo.
$r = \frac{2a\sigma^2\varphi^2}{b\Delta_A^2}$	$\Delta$ : Hizo referencia a la diferencia mínima que se quiso detectar.
	$\Delta A$ : Para el primer factor. $\Delta B$ : Para el segundo factor.
	$\sigma^2$ : Valor que se esperaba de varianza para la variable de respuesta.
	$\varphi^2$ : Valor adimensional que depende de la potencia y de la significancia que se busca.



El valor de  $\Delta/\sigma$  fue manejado como una relación entre lo mínimo que se quiso detectar y la varianza de los datos, al cual se le asignó un valor de 0.4, debido a que esta proporción se consideró un nivel adecuado para detectar cambios significativos y no conllevar a tamaños de muestra poco prácticos. De igual manera, se tomaron valores de 3 para a, de 2 para b, un  $\alpha$  del 5% y una potencia  $(1-\beta)$  del 90%, lo cual conlleva a que r asumiera un valor mínimo de 118 ajustes de pronóstico. Debido a que fueron 3 niveles, se tuvo un mínimo tamaño de muestra de 354 ajustes de pronóstico, de tal manera que cada uno de estos ajustes de pronóstico fue la unidad experimental. Tomando en cuenta que se requería al menos un tamaño de muestra de este valor y que se propusieron 12 gráficas por persona, fueron requeridas por lo menos 30 personas para mantener la significancia y potencia deseada.

### 3. Hipótesis

Las hipótesis a comprobar se encuentran en la Tabla N°3.

Tabla 3. Hipótesis a comprobar en el experimento N°1

Efecto	H0 (Hipótesis Nula)	H1 (Hipótesis Alternativa)
Past Performance	El past performance no afecta significativamente en el ajuste de los pronósticos de software (APP).	El past performance afecta significativamente en el ajuste de los pronósticos de software (APP).
Información	La información no afecta significativamente en el ajuste de los pronósticos de software (APP).	La información afecta significativamente en el ajuste de los pronósticos de software (APP).
Rumor	Los rumores no afectan significativamente en el ajuste de los pronósticos de software (APP).	Los rumores afectan significativamente en el ajuste de los pronósticos de software (APP).

### 4. Diseño del experimento

- FASE I: El experimento a realizar es factorial completo, con 3 factores “A”, “B” y “C”; el factor “A” con tres niveles y los factores “B” y “C” con dos niveles cada uno. Teniendo en cuenta el tamaño de muestra encontrado, se realizaron 30 réplicas con el fin de encontrar datos estadísticamente representativos, en las cuales se contó con 12 tratamientos diferentes se mostraban de forma aleatoria a cada participante, para así reducir el error experimental.

Los 12 tratamientos resultantes de la combinación de los diferentes niveles de los factores seleccionados fueron los siguientes:

Tabla 4. Combinación de tratamientos en el experimento N°1

TRATAMIENTOS DEL EXPERIMENTO			
No.	Past Performance	Explicación Serie de Tiempo	Rumor
1	Sin información	Sin explicación	Sin Rumor
2	Sin información	Sin explicación	Con rumor
3	Sin información	Con explicación	Sin Rumor
4	Sin información	Con explicación	Con rumor
5	Información Positiva	Sin explicación	Sin Rumor
6	Información Positiva	Sin explicación	Con rumor
7	Información Positiva	Con explicación	Sin Rumor
8	Información Positiva	Con explicación	Con rumor
9	Información Negativa	Sin explicación	Sin Rumor
10	Información Negativa	Sin explicación	Con rumor
11	Información Negativa	Con explicación	Sin Rumor
12	Información Negativa	Con explicación	Con rumor

- FASE II: Se generaron los datos históricos de los primeros 11 periodos que serían utilizados para encontrar el pronóstico del período 12. Este procedimiento se repitió 12 veces, ya que se empleó una gráfica para cada uno de los 12 tratamientos. Para esto se empleó la siguiente fórmula:

$$Y = (a * X) + b + r$$

Tabla 5. Resumen del proceso de Generación de las gráficas

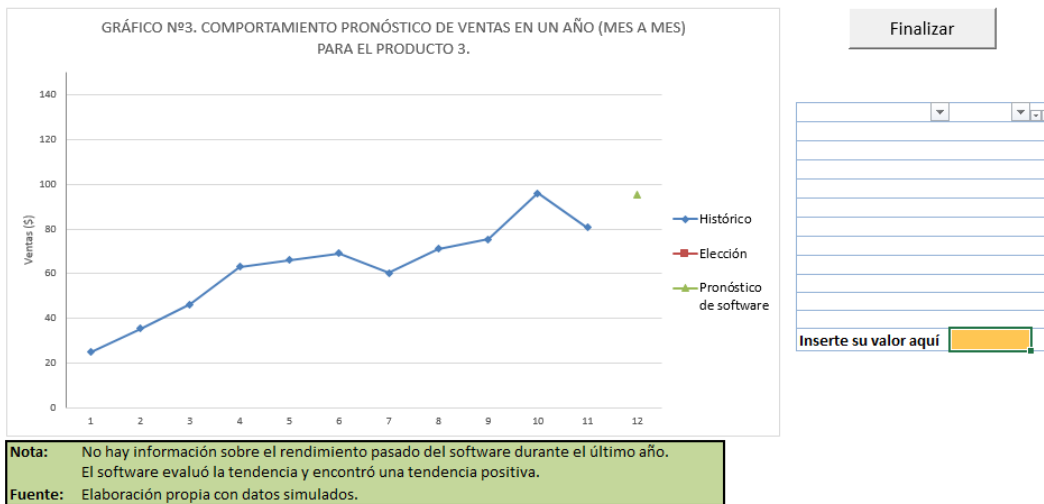
TÉRMINOS		TIPO DE TENDENCIA	
		Positiva	Negativa
a	Este término representa la pendiente de la gráfica.	Variable aleatoria uniforme que tomó valores entre 1 y 10	Variable aleatoria uniforme que tomó valores entre 1 y 10
X	Este término representa el periodo actual.	Tomó valores iguales al periodo en el que se generaba.	El primer periodo tomó como valor 11, el siguiente 10, hasta que el último tomó el valor de 1.
b	Este término representa la parte estable de la gráfica.	Se multiplicó el término “a” por una variable aleatoria uniforme entre 1 y 10.	
r	Este término representa el ruido blanco de la demanda.	Variable aleatoria generada mediante una distribución normal de media 0 y desviación estándar igual al promedio de los periodos antes de agregar el ruido, multiplicado por un porcentaje, del 10% para el caso de ruido bajo y del 50% para ruido alto.	

Posteriormente se emplearon los datos históricos de cada uno de los 11 tratamientos encontrados anteriormente para generar el pronóstico correspondiente en el Software SPSS empleando el modelador experto. El resumen de la generación de estos pronósticos se encuentra en el documento “Anexo 1. Soporte Diseño Experimento 1”.

- FASE III: Empleando herramientas adquiridas en Modelos de Optimización Avanzada se creó un documento en Microsoft Excel, que junto con una programación en Visual Basic por aplicaciones se diseñaron 12 gráficas (una gráfica para cada tratamiento seleccionado), obteniendo una asignación aleatoria del orden de las 12 gráficas para cada uno de los participantes con el fin de disminuir el error experimental. Las gráficas recopilan los datos históricos, el pronóstico para el periodo 12 y los tratamientos establecidos.

El documento que contiene esta información y que fue presentado para que cada uno de los participantes realizara el experimento, se encuentra como “Anexo 2. Primer Experimento”

Ilustración 2. Ejemplo Gráfica Experimento N° 1



## 5. Población Objetivo

Después de analizar diferentes factores, se decide que los participantes del experimento sean estudiantes Javerianos de pregrado, que pertenezcan a las facultades de: Ingeniería y Ciencias Económicas y Administrativas para asegurar que todos los participantes cuenten con una formación básica de pronósticos. Con el fin de estimular la participación de cada participante, se hace entrega de un incentivo para aumentar el desempeño durante el experimento.

Teniendo en cuenta lo anterior se establece lo siguiente:

- **Unidades de muestreo:** Las unidades de muestreo fueron estudiantes de pregrado pertenecientes a las facultades de Ingeniería y Ciencias Económicas y Administrativas
- **Las unidades experimentales:** Las unidades experimentales fueron cada uno de los pronósticos de los participantes.
- **Variables de respuesta:** Las variables de respuesta es el porcentaje de APP.

#### 6. Desarrollo del experimento

El objetivo principal del experimento es determinar cuál es el factor que permite aumentar la confianza (de los tres seleccionados inicialmente). Para esto, cada participante establece el pronóstico para el periodo 12 teniendo en cuenta la información depositada en cada una de las gráficas y el comportamiento de los datos históricos. Al momento de realizar los ajustes necesarios del pronóstico, el participante procede a realizar el mismo ejercicio con las gráficas restantes.

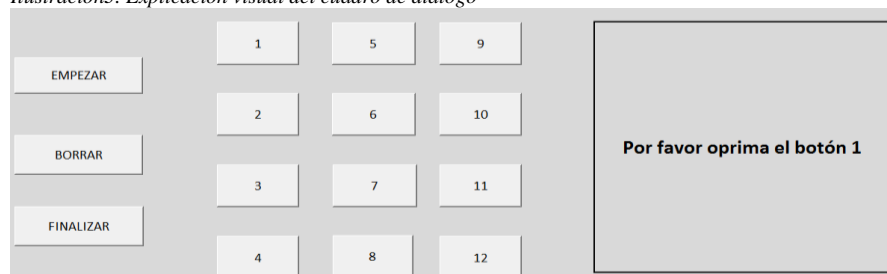
#### 7. Prueba piloto

Para probar la viabilidad y entendimiento del procedimiento a seguir en la macro realizada para los participantes, se realizó una prueba piloto a 10 personas. En la realización de esta prueba, se realizaron pequeños cambios a la macro inicial, como estandarizar el zoom de las gráficas y bloquear el contenido que los participantes no debían editar.

#### 8. Realización del experimento

Para comenzar con el desarrollo del experimento se convocaron estudiantes empleando diferentes medios. Antes de comenzar se explicó la finalidad del experimento y se pidió la firma de un consentimiento para la autorización del uso de los datos y la participación voluntaria en el mismo, este se puede encontrar en el “Anexo 5. Consentimiento”. A continuación se muestra la guía de desarrollo del experimento para evitar confusiones en los participantes:

*Ilustración3. Explicación visual del cuadro de diálogo*



Los resultados de cada participante se pueden encontrar en la carpeta “Anexo 3. Documentos Primer Experimento”.

#### 9. Transcripción y transformación de los datos

El compilado de todos los datos del experimento se encuentran en el “Anexo 4. Datos Primer Experimento” en la hoja “Datos Originales”. Posteriormente fue necesario transformar estos datos a la unidad de medida de impacto en la confianza llamada APP (se encuentra explicada en los antecedentes) para poder realizar el análisis correspondiente. Estos valores se encuentran en la hoja “APP” del anexo 4.

#### 10. Análisis de datos y Selección del factor que aumenta la confianza en la fuente

Se realizaron diferentes pruebas entre las cuales se encuentran la prueba de normalidad, la prueba univariada de varianzas (LEVENE) y las pruebas paramétricas o no paramétricas en caso de ser necesarias. Estas pruebas se pueden encontrar de manera detallada en el apartado de resultados.

- 4.2. SEGUNDO OBJETIVO:** Evaluar el efecto de los diferentes niveles de los tres factores seleccionados (uno de confianza en la fuente y dos de interface) en la confianza que se tiene en los pronósticos de demanda hechos mediante software.

### 1. Definición de los factores a analizar

Antes de comenzar con el diseño del experimento fue necesario declarar cuáles serían los tres factores por analizar, y sus respectivos niveles. Cabe aclarar que uno de los factores a analizar (Rumor), fue resultado del experimento N°1 mostrando de manera significativa su efecto en la disminución del ajuste.

Tabla 6. Factores del tratamiento con sus respectivos niveles del Experimento N° 2

FACTORES DEL TRATAMIENTO CON SUS RESPECTIVOS NIVELES		
Factor de Tratamiento	Nivel	Descripción Nivel
A: Color	1. Azul	Se emplea el color azul para marcar el punto del pronóstico, como color relacionado a la confianza.
	2. Rojo	Se emplea el color rojo para marcar el punto del pronóstico, como color relacionado con la saliencia.
	3. Gris	Se emplea el color gris para marcar el punto del pronóstico, como color neutro.
B: Eje	1. Izquierda	El eje vertical (Eje Y) de la gráfica se deja al lado izquierdo como aparece generalmente.
	2. Derecha	El eje vertical (Eje Y) de la gráfica se cambia al lado derecho.
C: Rumor: (Factor seleccionado del experimento N°1)	1. Sin rumor	No se brinda ningún rumor que describa el éxito del software.
	2. Con rumor	Se brinda un rumor que describa el éxito del software.

### 2. Tamaño de muestra

Teniendo en cuenta que el número de factores y niveles a analizar es el mismo del experimento N°1, se empleó la misma fórmula, asignando los mismos valores a las variables. El valor de  $\Delta/\sigma$  fue 0.4,  $\alpha$  fue 3,  $\beta$  fue 2,  $\alpha$  fue 5% y  $(1-\beta)$  del 90%, por las razones mencionadas anteriormente en el numeral 2 del apartado 4.2. Tras despejar la fórmula se concluyó que  $r$  debía asumir un valor mínimo de 118 ajustes de pronóstico. Debido a que fueron 3 niveles, se tuvo un mínimo tamaño de muestra de 354 ajustes de pronóstico, de tal manera que cada uno de estos ajustes de pronóstico fue la unidad experimental. Tomando en cuenta que se requería por lo menos un tamaño de muestra de este valor y que se propusieron 12 tomas de datos por persona, fueron requeridas por lo menos 30 personas para mantener la significancia y potencia deseada.

### 3. Hipótesis

Tabla 7. Hipótesis a comprobar en el Experimento N° 2

Efecto	H0 (Hipótesis Nula)	H1 (Hipótesis Alternativa)
Color	El color no afecta significativamente en el ajuste de los pronósticos de software (APP).	El color afecta significativamente en el ajuste de los pronósticos de software (APP).
Eje	La ubicación del eje no afecta significativamente en el ajuste de los pronósticos de software (APP).	La ubicación del eje afecta significativamente en el ajuste de los pronósticos de software (APP).
Rumor	Los rumores no afectan significativamente en el ajuste de los pronósticos de software (APP).	Los rumores afectan significativamente en el ajuste de los pronósticos de software (APP).

### 4. Diseño del experimento

- I FASE: Teniendo en cuenta que los factores y sus niveles correspondientes se distribuyen de la misma manera que en el experimento N°1, se establece que este experimento también es factorial completo, con 3 factores “A”, “B” y “C”; el factor “A” con tres niveles y los factores “B” y “C” con dos niveles cada uno. Igualmente se realizaron 30 réplicas con el fin de encontrar datos estadísticamente representativos, en las cuales se contó con 12 tratamientos diferentes que se mostraron de forma aleatoria a cada participante, para así reducir el error experimental.

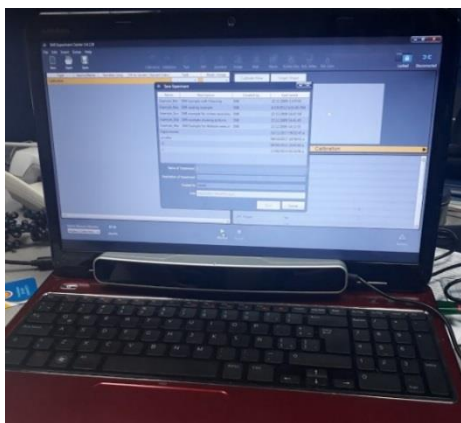
Los 12 tratamientos resultantes de la combinación de los diferentes niveles de los factores seleccionados fueron los siguientes:

Tabla 8. Combinación de los tratamientos en el Experimento N° 2

TRATAMIENTOS DEL EXPERIMENTO			
No.	Color	Eje Vertical	Rumor
1	Azul	Izquierda	Sin Rumor
2	Azul	Derecha	Con rumor
3	Azul	Izquierda	Sin Rumor
4	Azul	Derecha	Con rumor
5	Rojo	Izquierda	Sin Rumor
6	Rojo	Derecha	Con rumor
7	Rojo	Izquierda	Sin Rumor
8	Rojo	Derecha	Con rumor
9	Gris	Izquierda	Sin Rumor
10	Gris	Derecha	Con rumor
11	Gris	Izquierda	Sin Rumor
12	Gris	Derecha	Con rumor

- II FASE: Teniendo en cuenta que los factores y sus niveles correspondientes comparten las mismas características del experimento N°1, se emplearon las mismas gráficas ya generadas. Adicionalmente, se añaden los factores de este experimento (Color, Eje vertical y Rumor) para luego convertirlas en imágenes que son usadas posteriormente para el desarrollo del experimento como se muestra a continuación:

Ilustración 4. Imágenes utilizadas para el desarrollo del experimento N°2



- III FASE: Se realizó una capacitación básica sobre los softwares Be Gaze y Experiment Center de SMI (SensoMotoric Instruments), ya que esta sería la herramienta a ser usada para el desarrollo del experimento. Posteriormente, se procedió a comenzar con el diseño del experimento dentro del software Experiment Center, empleando las imágenes creadas anteriormente con las gráficas de los diferentes tratamientos que fueron programadas para aparecer de manera aleatoria para cada uno de los participantes. Adicionalmente, teniendo en cuenta que sería necesario emplear un eyetracker para el desarrollo adecuado del experimento, fue necesario incluir un reconocimiento y calibración de los ojos de cada participante.

##### 5. Población Objetivo

Se decide hacer uso de la misma población objetivo del experimento N°1 para evitar errores experimentales.

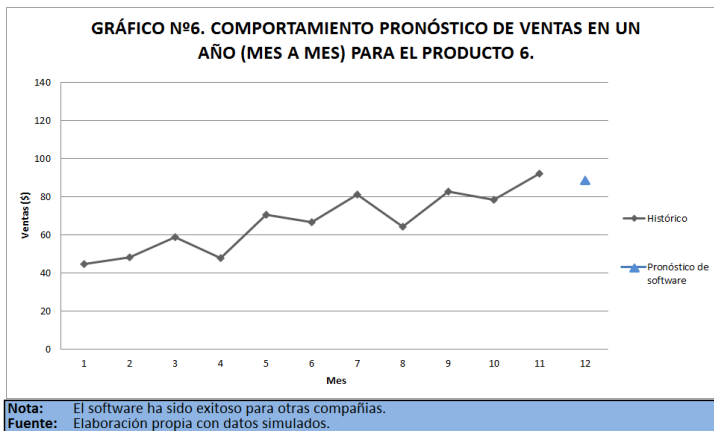
## 6. Prueba piloto

Para verificar que el software y el experimento creado funcionaban de manera correcta, se realizaron 5 pruebas piloto empleando el equipo de Eye tracking.

## 7. Realización del experimento

El desarrollo del experimento comienza con el alistamiento de las zonas en las cuales se llevarían a cabo. Debido a que el equipo de eye tracking hace seguimiento ocular a cada uno de los participantes, la explicación y establecimiento del pronóstico se hizo de manera verbal, para así evitar distracciones en los participantes. Se realiza una explicación inicial de manera detallada, aceptando preguntas de cada uno de los participantes. El equipo y la pantalla se veían de la siguiente manera:

Ilustración 5. Vista pantalla con equipo de eyetracker



A cada participante se le brinda el tiempo necesario para tomar una decisión con relación al pronóstico. El mismo procedimiento se realiza con las onces gráficas restantes.

## 8. Registro y transformación de datos

Todos los datos compilados se encuentran en el “Anexo 6. Datos Segundo Experimento”. Posteriormente fue necesario transformar estos datos a la unidad de medida de impacto en la confianza (APP) para poder realizar el análisis correspondiente. Estos valores se encuentran en la hoja “APP” del anexo 6.

## 9. Análisis de datos

El análisis de datos se puede encontrar más adelante en el apartado de resultados.

### 4.3. TERCER OBJETIVO: Realizar una experiencia de diseño de una interfaz que pueda ser utilizada por los diseñadores de software de pronósticos de demanda, para aumentar la confianza de sus usuarios en el pronóstico de software.

Teniendo en cuenta los datos obtenidos en los experimentos, se procede con la realización de la interfaz en base a los requerimientos de diseño de gráficas estadísticas, los cuales se pueden encontrar en el “Anexo 8. Requerimientos”. Los requerimientos y factores seleccionados fueron: el Título que incluye el código de la gráfica; el cuerpo de la gráfica que incluye los ejes cartesianos, los datos estadísticos ordenados de manera representativa, la leyenda de las coordenadas utilizadas y el pronóstico presentado empleando un color que aumente la confianza; y el pie de gráfica que incluye las notas, que en este caso hacen referencia al rumor seleccionado y la fuente de procedencia de los datos.

Se procede a diseñar la interfaz empleando Excel, incluyendo cada uno de los factores mencionados anteriormente. Esta puede encontrarse como “Anexo10. Interfaz”. En este documento se pueden encontrar dos hojas. La primera llamada “Interfaz” en la cual se puede visualizar la interfaz realizada y la segunda llamada prueba interfaz, en la cual se pueden variar los valores de la gráfica para interactuar con la interfaz.

Finalmente, se realiza una guía detallada de los factores a tener en cuenta en una gráfica, incluyendo las recomendaciones que pueden aumentar la confianza. Esta guía se puede encontrar en el “Anexo11. Guía Interfaz”

- 4.4. CUARTO OBJETIVO:** Determinar si hay una correlación observable directamente por medio del seguimiento ocular, entre la saliencia, la facilidad cognitiva y la confianza en los pronósticos de software.

Para cumplir con este objetivo se siguieron los siguientes pasos:

1. Definición de áreas de interés

Se determinan las áreas de interés a ser analizadas para las gráficas presentadas a cada uno de los participantes del experimento. Luego de revisar detalladamente las diferentes áreas de las gráficas se determinó que las áreas de interés serían las siguientes:

Tabla 9. Áreas de interés para analizar.

ÁREA DE INTERÉS	EXPLICACIÓN
Posición del eje	Eje vertical de la gráfica de pronóstico (Ubicado al lado derecho o izquierdo).
Eje horizontal	Eje horizontal de la gráfica de pronóstico.
Pronóstico	El valor de pronóstico ubicado en cada una de las gráficas (presentado en color rojo, gris o azul).
Mensaje	El mensaje hace referencia a la presencia del rumor seleccionado en el experimento N°1.
Ventas	Serie de tiempo de ventas entre el primer y onceavo período.
Rótulo de gráfica	Recuadro de explicación de coordenadas de la gráfica.
Otro	Espacio restante.

2. Generación de datos estadísticos

Para generar los datos fue necesario acudir al software Be Gaze de SMI, donde se toma la información correspondiente al experimento N°2 y se transforma en datos estadísticos representativos para la resolución de este objetivo. Finalmente, los datos se transformaron de tal manera que puedan ser usados para su análisis en Excel y en SPSS.

3. Selección y transformación de datos estadísticos

Se analizan los diferentes estadísticos generados por el software (“Anexo 9. Datos Be Gaze”) para seleccionar dos medidas representativas. La primera fue “Net Dwell Time” [ms], que representa el tiempo neto de permanencia en milisegundos de los participantes en cada una de las zonas de interés seleccionadas y tratamientos presentados. La segunda fue el “Fixation Count”, que representa el recuento de fijación, es decir el número de veces que cada participante acudió a las zonas de interés seleccionadas de cada uno de los tratamientos.

4. Análisis de los datos y resultados

Para analizar los datos y poder cumplir con el objetivo se realizaron diferentes pruebas estadísticas que serán descritas posteriormente en el apartado 6. Resultados

- 4.5. QUINTO OBJETIVO:** Estimar el impacto que la aplicación de este diseño puede generar usando el error presente en el experimento realizado (ocasionado por el ajuste realizado al pronóstico original).

El impacto de este proyecto está sugerido a los diseñadores de software, quienes van a poder incrementar la credibilidad que sus clientes de su software de pronósticos de demanda por parte de sus clientes y/o usuarios. Según Schach, (2006), "La calidad del software es el grado o medidas en que el producto cumple con sus especificaciones. Sin embargo, no es suficiente. Por ejemplo, para garantizar que un producto se pueda mantener con facilidad, este debe estar bien diseñado y meticulosamente codificado".

La tarea de cada profesional de software es garantizar software de alta calidad en todo momento y esta debe ser construida por los desarrolladores desde el principio. Teniendo en cuenta lo anterior, los diseñadores de

software que implementen en su diseño los factores resultantes de los experimentos podrán reducir en un 7,8% los ajustes realizados a los pronósticos por parte de sus clientes empleando los resultados del experimento realizado en el entorno más cercano al entorno real en el cual se analizan los pronósticos de demanda. Como resultado, el software podría aumentar su calidad, desempeño y reconocimiento.

Cabe resaltar que, dado el estado del arte, no se pueden garantizar disminuciones del costo total en el que incurre una compañía ni reducciones en los tiempos de espera, debido a que existen variables externas que no tienen relación con el diseño de la interfaz y a los costos asociados a la implementación en el área de producción.

## 5. Componente de Diseño en ingeniería.

### 5.1. Declaración de Diseño

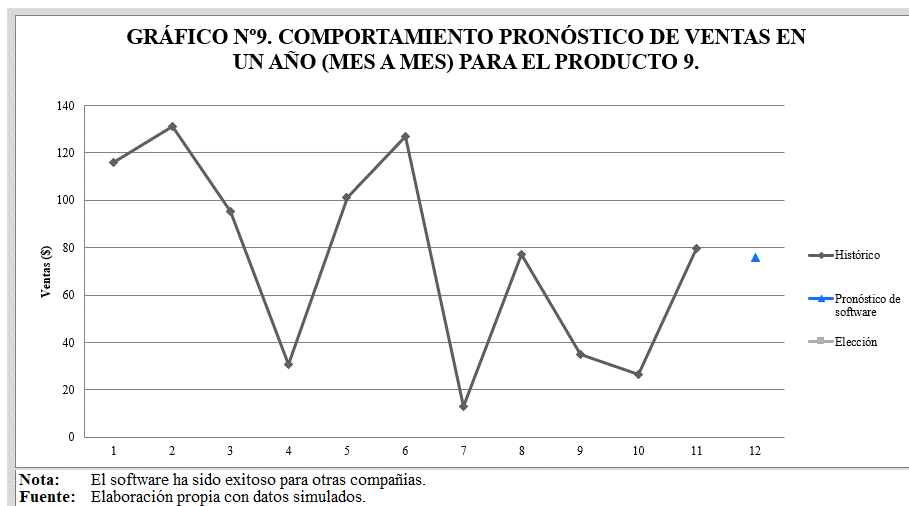
El diseño principal del proyecto será una interfaz mejorada para la presentación de datos históricos y pronósticos de demanda. Dicha interfaz contará con una guía que será un modelo a seguir para la elaboración del diseño, presentando un paso a paso de cómo deberán situarse cada uno de los elementos que componen el gráfico en el espacio disponible para el mismo. Además, se implementarán 2 cambios significativos (en el color del pronóstico y adición de un rumor positivo) que incrementarán la confianza en los pronósticos de software teniendo en cuenta los elementos básicos para una adecuada comprensión de los datos presentados en los softwares más usados en pronósticos de demanda. El diseño será a color, en dos dimensiones y sin movimiento debido a los altos costos que implicaría realizar una simulación en realidad virtual o con datos en más de dos dimensiones.

### 5.2. Proceso de Diseño

El diseño para la nueva interfaz gráfica, la cual genera menores ajustes al pronóstico de un software, se basó en dos grandes pilares. El primero de ellos se obtiene de los resultados arrojados por el experimento N°1 y N°2, dando a conocer cuales tienen una mayor incidencia con relación al aumento de la confianza cuando se desea pronosticar. El segundo de ellos es la recopilación de los gráficos que generan los softwares como Minitab, SPSS, R, SAP y Stata, en donde se evidencian las principales características de formato y forma junto con los estándares básicos contemplados en el “Manual de Preparación de Tablas y Gráficos” y la “Guía de Presentación de Gráficos Estadísticos” con los que se presentan datos históricos y pronósticos de demanda.

De acuerdo con la información ya recolectada, se levanta un documento con el paso a paso para realizar la experiencia de diseño para la interfaz, teniendo en cuenta las restricciones evidenciadas al momento de la propuesta como lo es el limitante económico y la imposibilidad de garantizar completamente reducciones en costos o tiempos de espera.

Ilustración 7. Creación del diseño de la interfaz.





### 5.3. Requerimientos de desempeño

El diseño logrará aumentar la confianza (medida como disminución de los ajustes) que se tiene en los pronósticos de demanda, como resultado de los experimentos realizados en el desarrollo del proyecto. El diseño retomará las mejores prácticas y elementos comunes presentes en los softwares más utilizados para la generación de pronósticos de demanda tales como Stata, SAP, Minitab, SPSS y R, y se ligarán con los resultados de los estudios realizados para facilitar la implementación de dicha interfaz por los diseñadores de software. SAP fue reconocido como *Leader* en la categoría “Magic Gartner Quadrant for ERP”, y también en la categoría “Magic Gartner Quadrant for Business Intelligence and Analytics Platforms” en el cuadrante de *Visionaries* a principios del año 2016 por Gartner Inc.

### 5.4. Pruebas de rendimiento

La ejecución de los experimentos N°1 y N°2 se realizaron empleando muestras representativas que infieren propiedades de la totalidad de la población, obteniendo 354 ajustes de pronóstico para cada uno de los experimentos. Debido a esto las disminuciones en los ajustes realizados en cada experimento prueban el cumplimiento del requerimiento de desempeño.

Los valores obtenidos en los experimentos son aplicados teóricamente a sectores reales de la industria colombiana, calculando de esta manera ahorros en el volumen de ventas y/o costo de inventarios que una compañía tendría la oportunidad de hacer uso y disminuir pérdidas por ajustes erróneos.

### 5.5. Restricciones

Teniendo en cuenta las restricciones de presupuesto para la realización de este proyecto, el diseño de la interfaz no se realizará en tres dimensiones ni en realidad virtual, por los altos costos asociados a estas técnicas. Dado el estado del arte, no se pueden garantizar disminuciones del costo total en el que incurre una compañía ni reducciones en los tiempos de espera, debido a que existen variables externas que no tienen relación con el diseño de la interfaz y a los costos asociados a la implementación en el área de producción.

El diseño no podrá ser usado efectivamente por personas con problemas de daltonismo ya que esto distorsionaría el aumento de confianza alcanzado por cambios en los colores del pronóstico. Por otro lado, los analistas de las gráficas deben tener un conocimiento básico sobre lo que son los pronósticos de demanda.

### 5.6. Cumplimiento del estándar

La interfaz y el manual diseñados incluyen plenamente los estándares básicos de gráficos contemplados en el “Manual de Preparación de Tablas y Gráficos” y la “Guía de Presentación de Gráficos Estadísticos” establecidos anteriormente en el apartado 3.4. Normas y estándares del proyecto de grado.

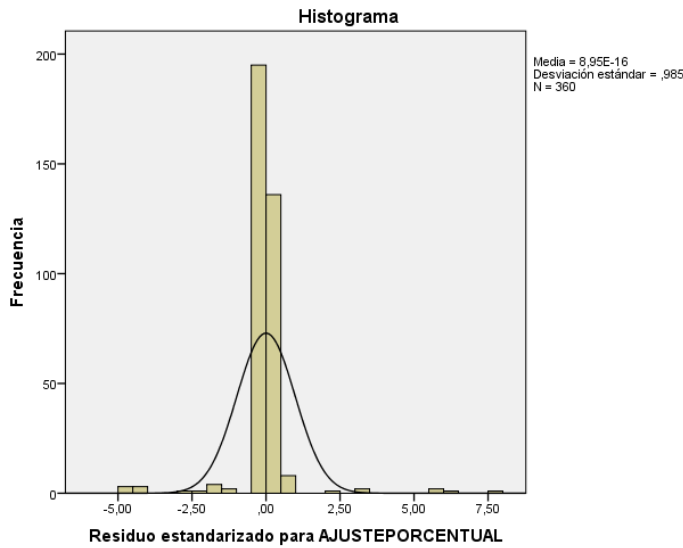
## 6. Resultados

**6.1. PRIMER OBJETIVO:** Determinar cuál es el factor que aumenta la confianza en la fuente de tres inicialmente determinados, mediante un experimento inicial.

### 6.1.1. PRUEBA DE NORMALIDAD

Al aplicar el supuesto de normalidad a los residuos, se observa en el gráfico que no cumple con este supuesto y los datos no tienen distribución normal, por lo tanto, las pruebas a realizar son no paramétricas.

Ilustración 8. Prueba de normalidad experimento N°1



### 6.1.2. Pruebas no paramétricas

Teniendo en cuenta que los datos no tienen distribución normal y que el análisis univariado de varianza no arroja datos concluyentes es necesario aplicar pruebas no paramétricas.

#### 6.1.2.1. Prueba de Mann-Whitney

Dado que dos de los factores a analizar (Explicación y Presencia del rumor) tienen dos niveles cada uno, la prueba no paramétrica seleccionada para analizar los datos fue la de Mann-Whitney. A continuación, se aplicará la prueba para cada factor.

##### 6.1.2.1.1. Rumor

Tras aplicar la prueba para este factor se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 10. Tabla de significancia para el factor rumor

Rangos					Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
	Rumor	N	Rango promedio	Suma de rangos		Ajuste porcentual
<b>AJUSTE PORCENTUAL</b>	Con rumor	180	141,34	25441,00	<b>U de Mann-Whitney</b>	9,151,000
	Sin Rumor	180	219,66	39539,00	<b>W de Wilcoxon</b>	25,441,000
<b>Estadísticos de prueba<sup>a</sup></b>					<b>Z</b>	-7,141
					<b>Sig. asintótica (bilateral)</b>	,000

Como se puede observar en la tabla anterior, la significancia asintótica bilateral es inferior a 0,05 por lo que se puede afirmar que la presencia o falta de rumor tiene un efecto en el porcentaje de ajuste en el pronóstico.

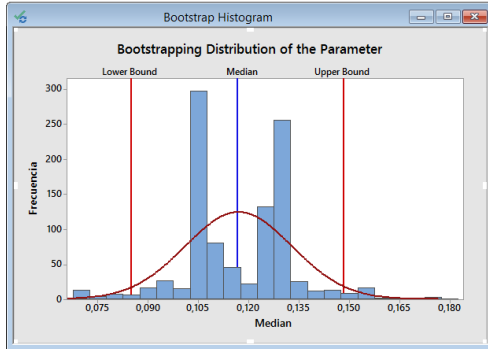
Tabla 11. Tabla de ajustes para el factor rumor

		<b>AJUSTE PORCENTUAL</b>
		Mediana
Presencia de rumor	Con rumor	,0393605338998778
	Sin Rumor	,1167327289246656

Como se puede ver en la tabla anterior, el valor de la mediana encontradas en los pronósticos de ajuste con rumor es de 3,9% mientras que sin rumor es de 11,7% lo cual genera que exista un efecto estimado de 7.8%.

Para conocer la precisión de este efecto obtenido, se procede a hallar el intervalo de confianza de las medianas mediante el método de Bootstrap (Soporte Minitab, 2017). Los resultados de IC con un nivel de significancia de 0,05 para las dos variaciones de la presencia de rumor se muestran a continuación:

Ilustración 9 Intervalo de confianza de la mediana sin rumor

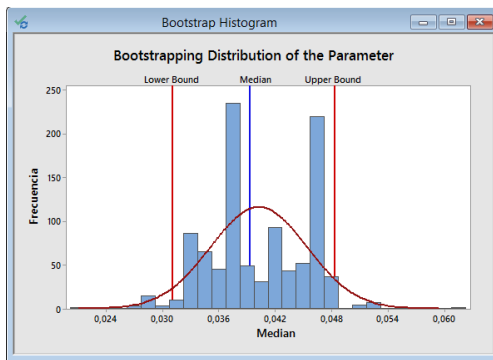


### Bootstrap Confidence Interval

The 95% Bootstrap Confidence Interval (Percentile Method)

Median	Lower Bound	Upper Bound
0,116733	0,0850105	0,148305

Ilustración 10. Intervalo de confianza de la mediana con rumor



### Bootstrap Confidence Interval

The 95% Bootstrap Confidence Interval (Percentile Method)

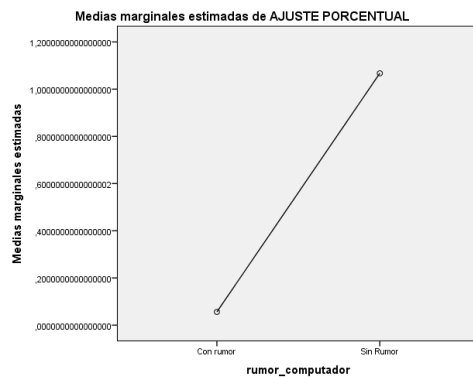
Median	Lower Bound	Upper Bound
0,0393605	0,0311255	0,0483612

El IC final se muestra a continuación:

Tabla 12. Intervalos de confianza

	Sin rumor	Con rumor	% Disminución
<b>LI</b>	8,5%	3,3%	<b>5,2%</b>
<b>MEDIANA</b>	11,7%	3,9%	<b>7,8%</b>
<b>LS</b>	14,8%	4,8%	<b>10,0%</b>

Ilustración 11. Efecto Principal del factor Rumor



### 6.1.2.1.2. Explicación

Tras aplicar la prueba para este factor se obtuvieron los siguientes resultados:

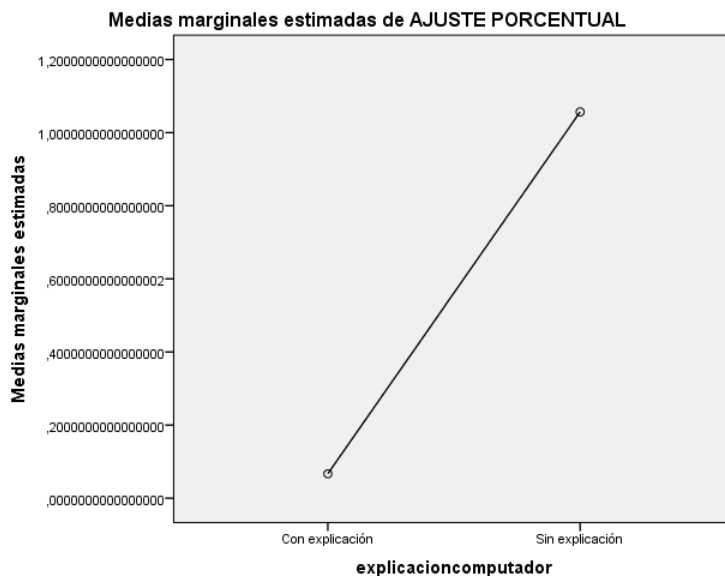
Rangos					Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
	Explicación	N	Rango promedio	Suma de rangos		AJUSTE PORCENTUAL
AJUSTE PORCENTUAL	Con explicación	180	157,41	28333,50	U de Mann-Whitney	12,043,500
	Sin explicación	180	203,59	36646,50	W de Wilcoxon	28,333,500
	Total	360			Z	-4,210
					Sig. asintótica (bilateral)	,000

Como se puede observar en la tabla la anterior, la significancia asintótica bilateral es inferior a 0,05 por lo que se puede afirmar que la explicación tiene un efecto en el porcentaje de ajuste en el pronóstico.

		AJUSTE PORCENTUAL
		Mediana
Explicación	Con explicación	,0489845549909070
	Sin explicación	,0963345136591571

Como se puede ver en la tabla anterior, dar explicaciones reduce los ajustes al 4.8%, mientras que sin explicación es de 9.6% lo significa que incluir este factor en la serie de tiempo puede disminuir el ajuste porcentual en los pronósticos (estimado).

Ilustración 12. Efecto Principal del factor Explicación.



### 6.1.2.2. Prueba de Kruskal-Wallis

Teniendo en cuenta que el factor restante (Información) tiene más de 2 niveles se selecciona la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Tras aplicar la prueba se obtuvieron los siguientes resultados:

Rangos			
	Past performance	N	Rango promedio
AJUSTE PORCENTUAL	Información Negativa	120	135,96
	Información Positiva	120	207,14
	Sin información	120	198,40
	Total	360	

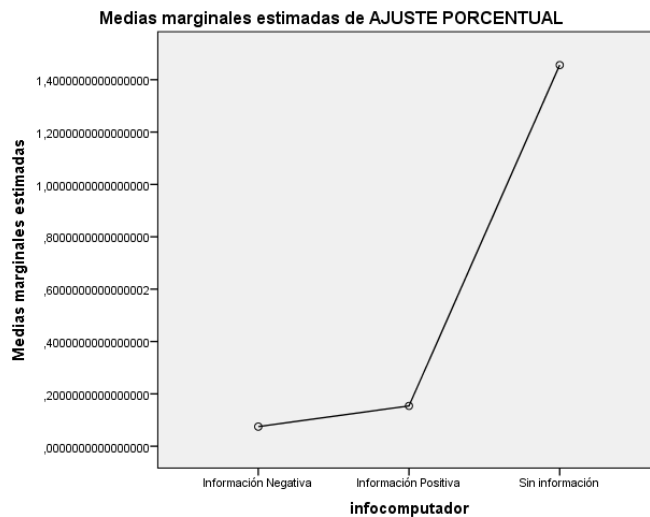
Estadísticos de prueba <sup>a,b</sup>	
	AJUSTE PORCENTUAL
Chi-cuadrado	33,404
gl	2
Sig. asintótica	,000

Como se puede ver en la tabla anterior, la significancia asintótica es menor a 0,05 por lo que brindar información sobre el desempeño pasado del software tiene un efecto en el porcentaje de ajuste de los participantes de la siguiente manera:

		AJUSTE PORCENTUAL
		Mediana
Past Performance	Información Negativa	,0683755249968808
	Información Positiva	,0963345136591571
	Sin información	,0278960290065965

Como se puede evidenciar en la tabla anterior, el ajuste porcentual fue menor en el caso en el cual no se brindaba información alguna.

Ilustración 13. Efecto Principal del factor Past Performance



Finalmente, teniendo en cuenta que todos los factores analizados tienen efecto en el porcentaje de ajuste de los participantes, fue necesario analizar cual tiene un efecto mayor de la siguiente manera:

	Past performance	Explicación	Presencia de rumor
Ajuste porcentual superior	0,096334514	0,096334514	0,116732729
Ajuste porcentual inferior	0,027896029	0,048984555	0,039360534
Diferencia	0,068438485	0,047349959	0,077372195

Como se puede evidenciar en la tabla anterior, en la casilla resaltada con color anaranjado, el factor que tiene un mayor efecto descriptivo en el porcentaje de ajuste y por ende el factor que fue seleccionado para ser incluido en el experimento N°2, fue la presencia de rumor. Esto quiere decir que incluir un rumor positivo sobre el desempeño del software puede disminuir (en este caso en un efecto estimado de 7,8%) el porcentaje de ajuste de los participantes.

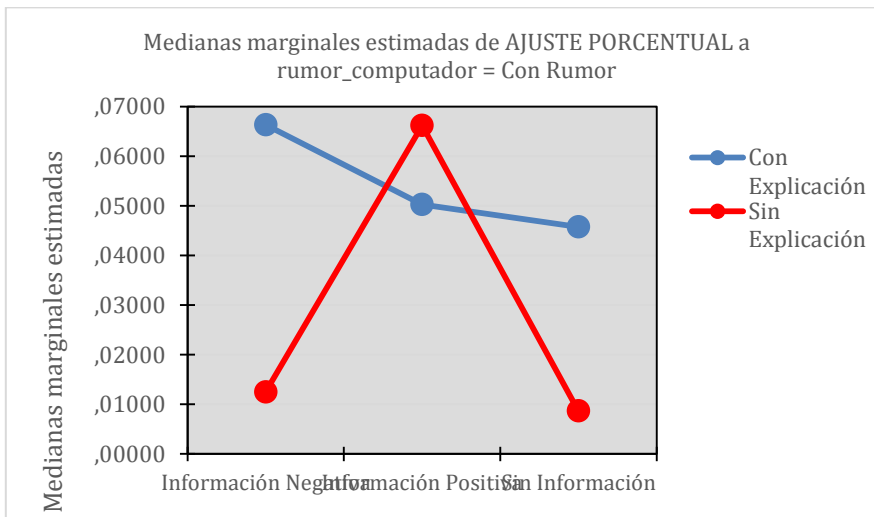
### 6.1.3. Interacciones Triples

Para visualizar y entender mejor la relación de los tres factores en conjunto de este Experimento N°1 y su incidencia en los resultados, se procedió a evaluar la interacción con las medianas de los tres factores y su resultado del porcentaje del ajuste porcentual, como se puede observar a continuación:

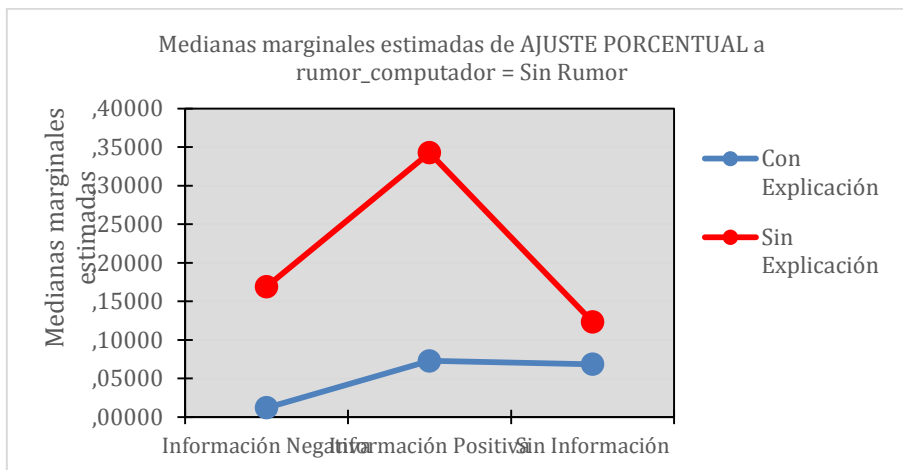
FACTORES						Ajuste porcentual
						Mediana
<b>Rumor computador</b>	<b>Con rumor</b>	<b>Explicación computador</b>	<b>Con explicación</b>	<b>Información computador</b>	Información Negativa	0,06634
					Información Positiva	0,05030
					Sin información	0,04577
			<b>Sin explicación</b>		Información Negativa	0,01250
					Información Positiva	0,06621
					Sin información	0,00868
	<b>Sin Rumor</b>	<b>Explicación computador</b>	<b>Con explicación</b>	<b>Información computador</b>	Información Negativa	0,01213
					Información Positiva	0,07286
					Sin información	0,06838
			<b>Sin explicación</b>		Información Negativa	0,16903
					Información Positiva	0,34275
					Sin información	0,12343

De acuerdo con la tabla anterior, se puede evidenciar que el menor porcentaje de ajuste en las medianas se da con la siguiente combinación de factores: Con rumor, sin explicación y sin información; lo cual comprueba la selección del factor del rumor, que fue significativo en las interacciones individuales. Se plasmaron las interacciones triples para obtener una mejor visualización de la interacción de los factores:

- *Con Rumor*



- Sin Rumor

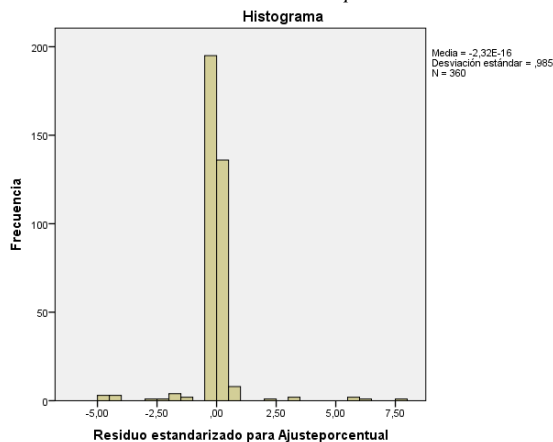


**6.2. SEGUNDO OBJETIVO:** evaluar el efecto de los diferentes niveles de los tres factores seleccionados (uno de confianza en la fuente y dos de interface) en la confianza que se tiene en los pronósticos de demanda hechos mediante software.

### 6.2.1. PRUEBA DE NORMALIDAD

Al aplicar el supuesto de normalidad a los residuos, se observa en el gráfico que no cumple con este supuesto y los datos no tienen distribución normal, por lo tanto, las pruebas a realizar son no paramétricas.

Ilustración 14. Prueba de normalidad experimento N°2.



Teniendo en cuenta que la significancia asintótica es superior a 0,05, se acepta la hipótesis alterna que afirma que los datos no tienen distribución normal y por lo tanto las pruebas a realizar son no paramétricas.

### 6.2.2. Pruebas no paramétricas

Como se mencionó anteriormente, teniendo en cuenta que los datos no tienen distribución normal y que el análisis univariado de varianza no arroja datos concluyentes es necesario aplicar pruebas no paramétricas.

#### 6.2.2.1. Prueba de Mann-Whitney

Teniendo en cuenta que dos de los factores a analizar (Ubicación del eje vertical y aplicación o no del rumor) son muestras independientes con dos niveles cada uno, la prueba no paramétrica seleccionada para analizar los datos fue la de Mann-Whitney. A continuación, se aplicara la prueba para cada factor de manera

separada.

#### 6.2.2.1.1. Rumor

Tras aplicar la prueba para este factor se obtuvieron los siguientes resultados:

Rangos				
	Presencia de rumor	N	Rango promedio	Suma de rangos
AJUSTE PORCENTUAL	Con	180	179,37	32286,00
	Sin	180	181,63	32694,00
	Total	360		

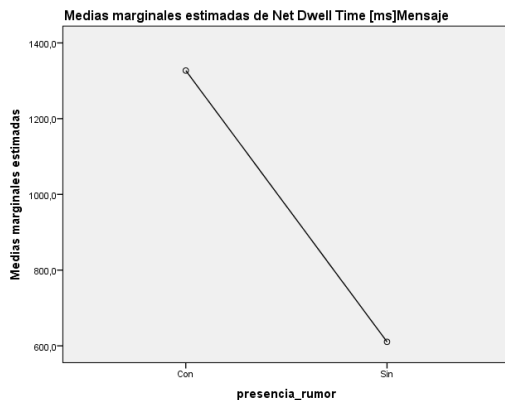
Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
	Ajuste porcentual
U de Mann-Whitney	15,996,000
W de Wilcoxon	32,286,000
Z	-,207
Sig. asintótica (bilateral)	,836

Como se puede observar en la tabla la anterior, la significancia asintótica bilateral es superior a 0,05 por lo que no se puede afirmar que la presencia o falta de rumor tenga algún efecto en el porcentaje de ajuste en el pronóstico.

		Ajuste porcentual
		Mediana
Presencia de rumor	Con	,0683755249968808
	Sin	,0662096601189482

Como se puede ver en la tabla anterior, las medianas encontradas en los pronósticos con y sin rumor están separadas por un valor estimado de aproximadamente 2%, lo que genera que este no sea un factor concluyente.

Ilustración 15. Efecto Principal del factor Rumor



#### 6.2.2.1.2. Ubicación del eje vertical

Tras aplicar la prueba para este factor se obtuvieron los siguientes resultados:

Rangos				
	Posición del eje vertical	N	Rango promedio	Suma de rangos
AJUSTE PORCENTUAL	Derecho	180	187,98	33836,50
	Izquierdo	180	173,02	31143,50
	Total	360		

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
	Ajuste porcentual
U de Mann-Whitney	14,853,500
W de Wilcoxon	31,143,500
Z	-1,364
Sig. asintótica (bilateral)	,173

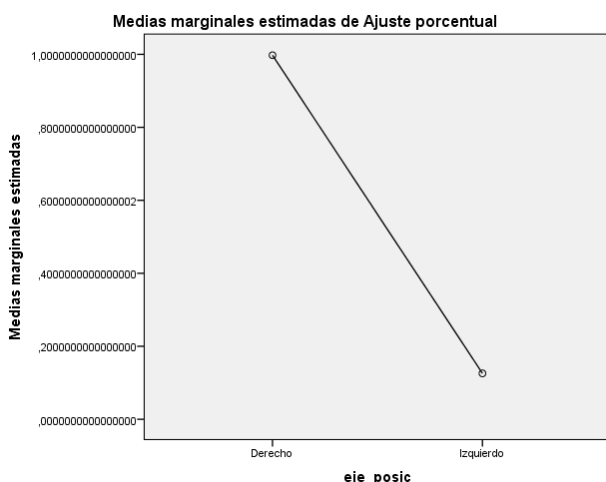
Como se puede observar en la tabla la anterior, la significancia asintótica bilateral es superior a 0,05 por lo que no se puede afirmar que la ubicación del eje vertical tenga algún efecto en el porcentaje de ajuste en el pronóstico.



		Ajuste porcentual
		Mediana
Posición del eje vertical	Derecho	,0683755249968808
	Izquierdo	,0528983147280507

Como se puede ver en la tabla anterior, las medianas del ajuste porcentual de los diferentes tratamientos del factor difieren solamente en poco más del 10%, lo que genera que los datos no sean concluyentes.

Ilustración 16. Efecto Principal del factor Posición del Eje.



#### 6.2.2.2. Prueba de Kruskal-Wallis

Teniendo en cuenta que el factor restante (color del pronóstico) tiene más de 2 niveles se selecciona la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Tras aplicar la prueba se obtuvieron los siguientes resultados:

Rangos			
	Color asignado al pronóstico	N	Rango promedio
<b>AJUSTE PORCENTUAL</b>	Azul	120	198,40
	Gris	120	207,14
	Rojo	120	135,96
	Total	360	

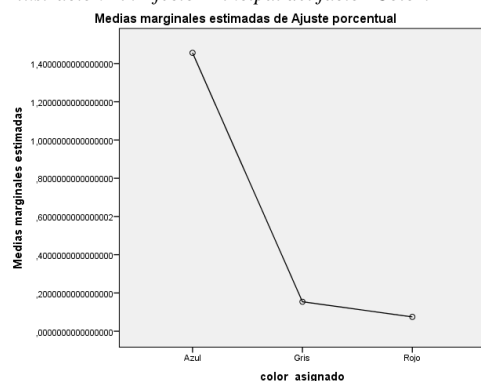
Estadísticos de prueba <sup>a,b</sup>	
	Ajuste porcentual
Chi-cuadrado	33,404
gl	2
Sig. asintótica	,000

Como se puede ver en la tabla anterior, la significancia asintótica es menor a 0,05 por lo que se puede afirmar que el color del pronóstico tiene un efecto en el porcentaje de ajuste de los participantes de la siguiente manera:

		Ajuste porcentual
		Mediana
Color	Azul	,0683755249968808
	Gris	,0963345136591571
	Rojo	,0278960290065965

Como se puede evidenciar en el porcentaje de ajuste porcentual que se muestra en la tabla anterior, el color que generó un menor porcentaje de ajuste fue el color rojo. Como mencionamos en los antecedentes de este proyecto cada color tenía una característica especial. El color azul está relacionado con la confianza, el color gris es un color neutro y el color rojo está relacionado con la saliencia.

Ilustración 17. Efecto Principal del factor Color.



### 6.2.3. Interacciones triples

Para visualizar y entender mejor la relación de los tres factores en conjunto de este Experimento N°2 y su incidencia en los resultados, se procedió a evaluar la interacción con las medianas de los tres factores y su resultado del porcentaje del ajuste porcentual, como se puede observar a continuación.

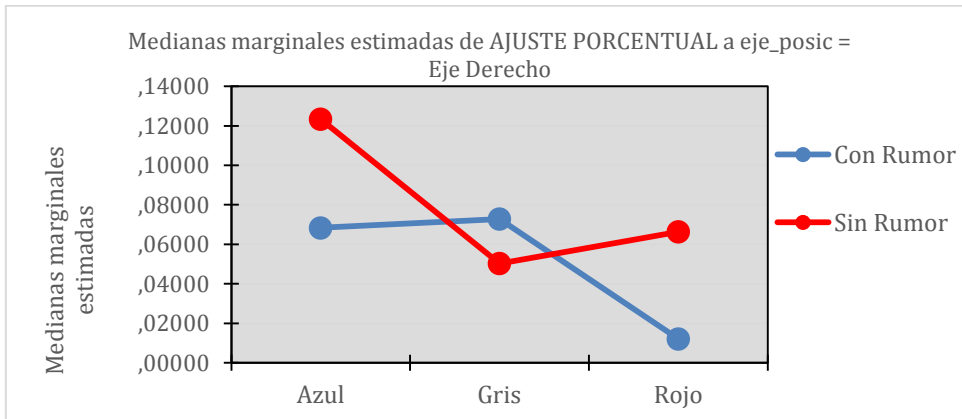
Factores						Ajuste porcentual
						Mediana
Posición del eje	Derecho	Color asignado al pronóstico	Azul	Presencia de rumor	Con	,06837552
					Sin	,12342696
			Gris	Presencia de rumor	Con	,07286168
					Sin	,05029561
			Rojo	Presencia de rumor	Con	,01213369
					Sin	,06634306
	Izquierdo	Color asignado al pronóstico	Azul	Presencia de rumor	Con	,00867863
					Sin	,04577491
			Gris	Presencia de rumor	Con	,34274716
					Sin	,06620966
			Rojo	Presencia de rumor	Con	,16902715
					Sin	,01250098

Como se puede ver en la tabla anterior, la interacción que tuvo el menor porcentaje de ajuste (marcada con color rojo) fue cuando el eje se colocó en el lado izquierdo, el color asignado al pronóstico fue el azul y se incorporó el rumor. Teniendo en cuenta los antecedentes presentados en este proyecto el color con el cual se esperaba que aumentara el nivel de confianza es el color azul. Los resultados del estudio apoyaron esta teoría y corroboraron que incorporar el rumor positivo también puede disminuir el porcentaje de ajuste que se hace al pronóstico presentado.

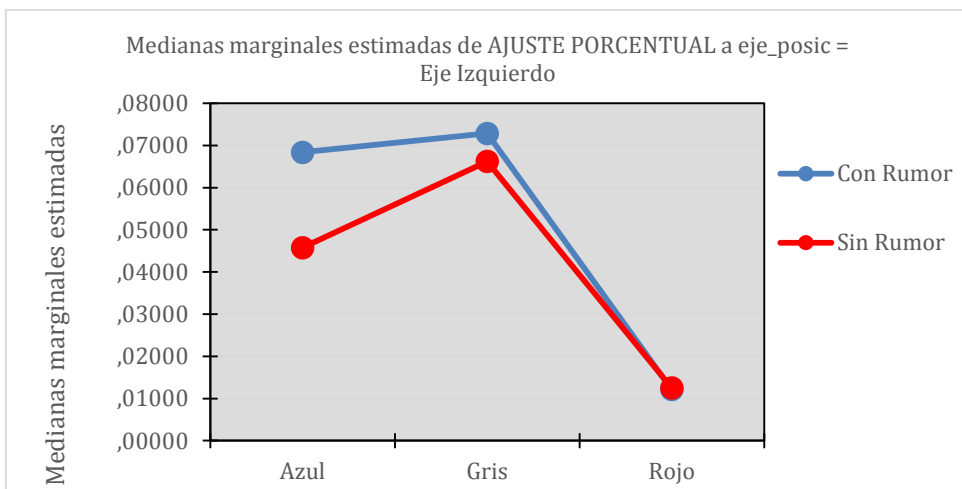
Por otro lado, como se puede ver en las celdas marcadas con color anaranjado, el segundo y el tercer valor más bajo de ajuste porcentual se encuentra en diferentes interacciones en las cuales se empleó el color rojo, lo cual corrobora los resultados encontrados en las pruebas no paramétricas realizados en el apartado 6.1.3. donde al analizar los datos de manera individual se pudo encontrar que el factor que más influencia tuvo en el aumento de la confianza fue presentar el pronóstico en color rojo, es decir en un color Saliente. Teniendo en cuenta que se está analizando el comportamiento de tres factores, se decide emplear los resultados que tienen

en cuenta las interacciones triples. Se plasmaron las interacciones triples para obtener una mejor visualización de la interacción de los factores:

- *Eje Derecho*



- *Eje Izquierdo*



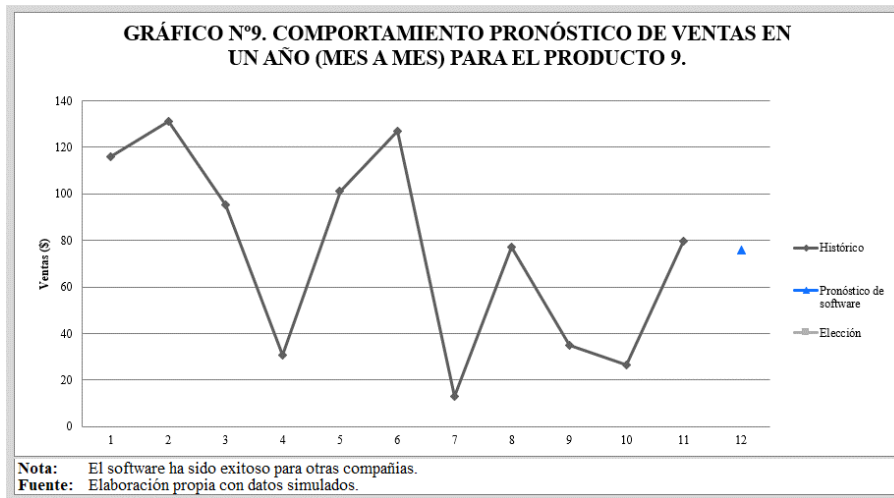
Este experimento fue realizado con el fin de determinar si crear gráficas en las cuales se resaltara el pronóstico con un color específico, se modificara la ubicación del eje vertical y se agregara un mensaje adicional; podrían aumentar la confianza y por ende reducir el porcentaje de ajuste en la lectura de los pronósticos. Teniendo en cuenta los resultados de este estudio se puede evidenciar que el color si tiene un efecto significativo, ya que el porcentaje de ajuste fue menor en los dos casos que el pronóstico se presentó en un color diferente al gris (color neutro). Por otro lado, se pudo evidenciar que existe una interacción específica entre los tres factores analizados con la cual se logró llegar al menor porcentaje de ajuste (0,0086) al colocar el eje vertical al lado izquierdo, incluir el rumor positivo y presentar el pronóstico en color azul, el cual fue 33% menor que la interacción que presentó mayor porcentaje de ajuste (eje ubicado al lado izquierdo, incluyendo el rumor y pronóstico presentado en color gris) y 5,7 % menor que con la manera convencional en la cuál se encuentran los pronósticos en los softwares principales (eje presentado al lado izquierdo, sin rumor y en este caso empleando colores neutros).

Para conocer la precisión de este efecto obtenido, se procede a hallar el intervalo de confianza de las medianas obtenidas anteriormente mediante el método de Bootstrap (Soporte Minitab, 2017). Los resultados de IC con un nivel de significancia de 0.05 para las dos variaciones de la presencia de rumor se muestra a continuación:

- 6.3. TERCER OBJETIVO:** Realizar una experiencia de diseño de una interfaz que pueda ser utilizada por los diseñadores de software de pronósticos de demanda, para aumentar la confianza de sus usuarios en el pronóstico de software.

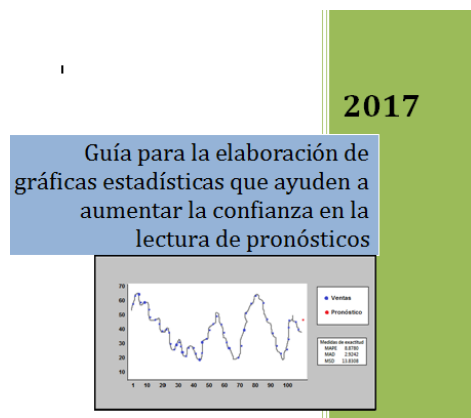
Siguiendo la metodología mencionada anteriormente se creó la interfaz que se encuentra como Anexo 10 y que se ve de la siguiente manera:

Ilustración 21. Ejemplo interfaz diseñada



Finalmente, la guía detallada que se encuentra como Anexo 11, explica de manera detallada todos los aspectos que se tuvieron en cuenta para el diseño de la interfaz y puede ser muy útil para aquellas personas interesadas en el diseño de gráficas estadísticas que reduzcan el porcentaje de ajuste en los pronósticos. En esta guía no se incluyeron únicamente los factores seleccionados de los resultados de este experimento, sino que se incluyen todos los aspectos que deben contener las gráficas estadísticas.

Ilustración 22. Portada de la guía para elaboración de gráficas estadísticas que ayuden a aumentar la confianza en la lectura de pronósticos.



- 6.4. CUARTO OBJETIVO:** Determinar si hay una correlación observable directamente por medio del seguimiento ocular, entre la saliencia, la facilidad cognitiva y la confianza en los pronósticos de

software.

Para cumplir con este objetivo se realizaron unas tablas de correlación de Pearson entre el ajuste porcentual y las diferentes áreas de interés a analizar de la siguiente manera:

		Tiempo neto de permanencia[ms] posición del eje	Recuento de fijación de posición del eje	Tiempo neto de permanencia [ms] posición pronostico	Recuento de fijación del pronostico	Tiempo neto de permanencia [ms]Rótulo de gráfica
<b>AJUSTE PORCENTUAL</b>	Correlación de Pearson	-0,069	-0,072	-,113*	-0,087	-0,027
	Sig. (bilateral)	0,193	0,175	0,032	0,101	0,61
	N	360	360	360	360	360

		Recuento de fijación Rótulo de gráfica	Tiempo neto de permanencia [ms]Ventas	Recuento de fijación de Ventas	Tiempo neto de permanencia [ms]Mensaje	Recuento de fijación Mensaje	Tiempo neto de permanencia [ms]Eje Vertical
<b>AJUSTE PORCENTUAL</b>	Correlación de Pearson	-0,054	-0,033	-0,021	-,121*	-,117*	0,057
	Sig. (bilateral)	0,309	0,537	0,697	0,022	0,026	0,285
	N	360	360	360	360	360	360

Como se puede ver en las casillas resaltadas con color rojo de las 2 tablas anteriores, la significancia asintótica bilateral fue menor a 0,05 en la correlación realizada entre el ajuste porcentual y: tiempo neto de permanencia en el pronóstico, en el mensaje y recuento de fijación en el mensaje; por lo que se puede afirmar que existe correlación entre estos factores. Para confirmar este resultado se realizaron pruebas de correlación independientes entre el porcentaje de ajuste y cada una de las áreas de interés que permitieron confirmar que la correlación existe en los casos mencionados anteriormente. Estas pruebas se pueden encontrar en el Anexo 7. Resultados SPSS Segundo Experimento, numeral 1.6.1 de la a) a la h).

La implementación del diseño se llevó a cabo en varios sectores de la industria colombiana, dicha información se encuentra en el desarrollo del objetivo 5 en el apartado 4.5 de la metodología.

## 7. Conclusiones y recomendaciones.

Las conclusiones y recomendaciones deben ser producto del análisis de los resultados observados en el desarrollo del trabajo de grado.

### 7.1. Conclusiones

- Cuando los participantes observaron durante más tiempo el pronóstico brindado en cada una de las gráficas el porcentaje de ajuste fue menor, por lo cual existe una correlación. Adicionalmente, existe la posibilidad de que la observación dure más tiempo por la existencia de un color diferente, teniendo en cuenta los resultados en los experimentos anteriores.
- El uso del color azul en el pronóstico aumenta la confianza, que teniendo en cuenta los resultados de este experimento pueden conllevar a menores ajustes por parte de los participantes.

- La implementación de algún mensaje en las gráficas expuestas a los participantes conlleva a un incremento al número de fijaciones y el tiempo de procesamiento es mayor, generando que los participantes reduzcan los ajustes realizados.
- El emplear rumores positivos resulta efectivo para disminuir los ajustes, mientras que explicar las características del software no parece influir significativamente en los ajustes realizados.
- El cambio del eje vertical (del lado izquierdo al lado derecho de la gráfica) con el objetivo de aumentar la facilidad cognitiva no parece generar un impacto significativo en los ajustes. Sin embargo, este cambio puede no arrojar resultados por la formación y lectura de las gráficas que se nos enseña durante la vida escolar, la cual genera una distracción cuando el eje se encuentra ubicado de manera diferente.
- Incurrir en mayores tiempos de procesamiento en el pronóstico conlleva a menores ajustes al mismo, quizá porque al demorarse más el individuo analiza mejor la gráfica y evita caer en malas prácticas al momento de ajustar.
- La confianza en los pronósticos se ve afectada principalmente por las creencias particulares de la persona (consigo misma), por la confianza que el usuario tiene en la fuente (en el software generador del pronóstico) y por la confianza que le brinda un consejo o rumor de una persona cercana. Además, el elemento personal influye en la calidad del pronóstico y tiempo incurrido en ajustar.

## 7.2. Recomendaciones

- Cuando los participantes observaron durante más tiempo y más veces el mensaje brindado, en este caso un rumor positivo sobre el desempeño del software, el ajuste porcentual del pronóstico fue menor que cuando no se proporcionó esta información, por lo que existe correlación. Debido a esto, la recomendación es incluir este factor en las gráficas de pronósticos para disminuir los ajustes en los mismos.
- Datos históricos no reales: Los datos históricos empleados en estos experimentos no fueron reales sino generados mediante variables controladas, por lo que las conclusiones expuestas podrían variar al ser aplicadas en el mercado real.
- Recompensa por participación en el experimento: Con el fin de garantizar que todos los participantes tengan la misma motivación por participar y tener un buen desempeño en el experimento, se recomienda dar recompensas uniformes y en el mismo momento a todos los participantes.
- Incluir un contexto claro (a qué momento del año corresponden los periodos, a que industria pertenece la compañía) a los participantes, puede llegar a generar sesgos de acuerdo con los conocimientos individuales de cada uno de ellos.

## 8. Glosario

- Ajustes de juicio: Ajustes que se aplican a pronósticos originados por software estadístico y que incluyen circunstancias excepcionales esperadas durante el horizonte de planeación (Flides, Goodwin, Lawrence, & Nikolopoulos, 2009).
- Eyetracker: Es un monitor especial que lanza rayos infrarrojos a los ojos de quien lo usa. Estos rayos rebotan en su pupila y vuelven al aparato, permitiendo así calcular con precisión dónde está mirando. (Consultorio de usabilidad y diseño, 2007)
- Saliencia: Propiedad de un estímulo que le hace sobresalir o atrae la atención en un determinado contexto. La saliencia ocurre en el momento mismo de la exposición al estímulo, que guía la atención de manera selectiva, hacia algún aspecto específico de él, sin que haya una predisposición previa del perceptor. Tiene que ver con propiedades de la situación estimular, no con propiedades del perceptor. Asimismo, las características visibles del estímulo suelen ser más salientes que las no visibles (Psicología Social y de las Organizaciones, s.f.).
- Seguimiento ocular: Es una tecnología que permite seguir los movimientos oculares de una persona para inferir qué mira y qué ve (Consultorio de usabilidad y diseño, 2007).
- Serie de tiempo: Conjunto de observaciones referidas a una magnitud y ordenadas en el tiempo (Cáceres Hernández, 2006)
- Unidad de muestreo: Unidad que es objeto de selección para constituir la muestra (Stanley, 1998)
- MAPE: El Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE o *Mean Absolute Percentage Error*) es un indicador del desempeño del Pronóstico de Demanda que mide el tamaño del error (absoluto) en términos porcentuales. (GEO, 2015)

## 9. Tabla de Anexos o Apéndices

No. Anexo	Nombre	Desarrollo	Tipo de Archivo	Enlace corto ( <a href="https://goo.gl/">https://goo.gl/</a> )	Relevancia para el documento (1-5)
1	Soporte Diseño Experimento 1	Propio	Word	<a href="https://goo.gl/oDFxbD">https://goo.gl/oDFxbD</a>	4
2	Primer Experimento	Propio	Excel	<a href="https://goo.gl/zYQ9Fg">https://goo.gl/zYQ9Fg</a>	5
3	Documentos Primer Experimento	Propio	Excel	<a href="https://goo.gl/LBmfZn">https://goo.gl/LBmfZn</a>	4
4	Datos Primer Experimento	Propio	Excel	<a href="https://goo.gl/y5ANXp">https://goo.gl/y5ANXp</a>	5
5	Consentimiento	Propio	Word	<a href="https://goo.gl/Q5zZa6">https://goo.gl/Q5zZa6</a>	2
6	Datos Segundo Experimento	Propio	Excel	<a href="https://goo.gl/xKkgsN">https://goo.gl/xKkgsN</a>	5
7	Resultados SPSS Segundo Experimento	Terceros	PDF	<a href="https://goo.gl/Nr8KPC">https://goo.gl/Nr8KPC</a>	5
8	Requerimientos	Propio	Word	<a href="https://goo.gl/AWm83a">https://goo.gl/AWm83a</a>	4
9	Datos Be Gaze	Terceros	Excel	<a href="https://goo.gl/hVULff">https://goo.gl/hVULff</a>	4
10	Interfaz	Propio	Excel	<a href="https://goo.gl/t1omJf">https://goo.gl/t1omJf</a>	5
11	Guía de Interfaz	Propio	Word	<a href="https://goo.gl/2CyN8b">https://goo.gl/2CyN8b</a>	4

## Referencias

- Castillo, J. (2012). La composición de la Imagen. *La Sintaxis Visual, Pag 138*.
- Gutiérrez, P., & de la Vara Salazar, R. (2012). Análisis y Diseño de Experimentos.
- Schach, S. R. (2006). *Ingeniería de software clásica y orientada a objetos*. México: McGraw-Hill.
- Super Sociedades. (2015). *Desempeño del sector de alimentos y bebidas*. Obtenido de <https://www.supersociedades.gov.co/Historial%20de%20Noticias/2015/Septiembre/EE-%20Estudio%20alimentos%20y%20bebidas-%202015%20IX%207.pdf>
- Super Sociedades. (2017). Comportamiento de las empresas más grandes del sector real, por ingresos operacionales. Obtenido de [https://www.supersociedades.gov.co/SiteCollectionDocuments/2017/EE-%201000%20mas%20grandes%20G1%20Y%20G2\\_IDZ\\_10VI17%20Final.pdf](https://www.supersociedades.gov.co/SiteCollectionDocuments/2017/EE-%201000%20mas%20grandes%20G1%20Y%20G2_IDZ_10VI17%20Final.pdf)
- Soporte Minitab. (2017). *Intervalos de confianza para la media o la mediana utilizando métodos de Bootstrap*. Obtenido de <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/macro-library/macro-files/nonparametrics-macros/bootstrap/>
- Consultorio de usabilidad y diseño. (Febreso de 2007). *La aportación del eyetracking en el sector de usabilidad*. Obtenido de <http://www.usolab.com/articulos/eyetracking-usabilidad-comunicacion.php>
- Gerard, R. M. (1957). Differential Effects of Colored Lights on Psychophysiological Functions. *LA: University of California*.
- Shah, P., & Hoeffner, J. (2002). Educational Psychology Review.
- Shah, P., & Hoeffner, J. (2002). Review of Graph Comprehension Research: Implications for Instruction. *Educational Psychology Review, 47-69*.
- Heller, E. (2007). *Psicología del color cómo actúan los colores sobre los sentimientos y la razón*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.
- Alvarado Valencia, J., & Barrero, L. (2014). Reliance, trust and heuristics in judgmental forecasting. *Computers in Human Behavior, 102-113*.
- Sundar, S. S., Xu, Q., & Oeldorf-Hirsch, A. (2009). Authority vs. peer: How interface. 4231-4236.
- Goodwin, P., Fildes, R., Lawrence, M., & Stephens, G. (2011). Restrictiveness and guidance in support systems. *Omega, 242-253*.
- Hassan Montero, Y., Herrero Solana, V., & Guerrero Bote, V. (2010). *Usabilidad de los tag-clouds: estudio mediante eye-tracking, 15-33*.
- Few, S. (2008). Practical Rules for Using Color in Chart. *Visual Business Intelligence Newsletter*.
- Poole, A., & Ball, L. (2004). Eye Tracking in Human-Computer Interaction and Usability Research: Current Status and Future Prospects.
- Light, A., & Bartlein, P. (2005). Color Schemes for Improved Data Graphics. *Forum*.



- Jacob, R. (1995). Eye-Tracking in Advanced Interface Design. *Virtual Environments and Advanced Interface*, 258-288.
- Tufte, E. (2006). *Beautiful Evidence*. Cheshire: Graphic Press.
- Psicología Social y de las Organizaciones*. (s.f.). Obtenido de Procesos de atribución y Cognición Social: <http://www.psicologia-online.com/pir/la-activacion-del-conocimiento.html>
- ISO/IEC. (2011). *System and software engineering – System and software quality requirements and evaluation (SQuaRE) – Sytem and software quality models*.
- Informática, I. N. (2009). *Guía para la presentacion de graficos estadisticos*. . Obtenido de <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/metodologias/libro.pdf>
- Trabajo, D. G. (2013). *Manual para la Elaboración de Cuadros y Gráficos Estadísticos*. Obtenido de <http://www.mtss.go.cr/elministerio/transparencia/estadisticas/documentos-estadisticas/Manual%20para%20la%20elaboracion%20de%20cuadros%20y%20graficos.pdf>
- Informática, I. N. (2009). *Guía para la presentación de gráficos estadísticos*. Obtenido de <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/metodologias/libro.pdf>
- Ballou, R. H. (2004). *Logística: Administración de la cadena de suministro*. Pearson Educación.
- Wilson, R. (2011). *22nd Annual “State of Logistics Report: Navigating Through the Recovery”*. Obtenido de Council of Supply Chain Management Professionals.
- Dinero. (2015). *Las ventas perdidas en 2014 suman un billón de pesos*. Obtenido de <http://www.dinero.com/empresas/articulo/ventas-perdidas-colombia-2014-falta-disponibilidad-productos/205124>
- Cloudadmin. (2014). *¿Problemas con inventario agotado? Walmart, Nike y Best Buy también los tenían. Aprende como solucionarlos*. Obtenido de <https://cloudadmin.mx/blog/post/caso-de-estudio-walmart-bestbuy-nike>
- Rayner, K. (1998). Eye Movements in Reading and Information Processing: 20 Years of Research. En *Psychological Bulletin* (Vol. 124, págs. 372-422).
- Jaramillo, R. E. (2012). Implementación de un modelo para planeación y programación académica en una Institución de Educación Superior con cohortes no Homogéneas. Santiago de Cali. Obtenido de [https://repository.icesi.edu.co/biblioteca\\_digital/bitstream/10906/71132/1/implementacion\\_modelo\\_planeaci%C3%B3n.pdf](https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/71132/1/implementacion_modelo_planeaci%C3%B3n.pdf)
- Tsuzuki, T., Shirai, T., Ohta, A., Matsui, H., & Honma, M. (2008). An eye-tracking analysis of context effects in multi-attribute, multi-alternative decision making: Examining the attraction effect and the compromise effect. En *Internacional Journal of Psychology* (Vol. 43, págs. 163-163).
- Gegenfurtner, A., Lehtinen, E., & Saljo, R. (2011). Expertise Differences in the Comprehension of Visualizations: a Meta-Analysis of Eye-Tracking Research in Professional Domains. En *Educational Psychology Review* (Vol. 23, págs. 523-552).
- Henderson, J. M. (2003). Human gaze control during real-world scene perception. En *Trends in cognitive sciences* (Vol. 7, págs. 498-504).

- Horstmann, N., Ahlgrimm, A., & Glockner, A. (2009). How distinct are intuition and deliberation? An eye-tracking analysis of instruction-induced decision modes. En *Judgment and Decision Making* (Vol. 4, págs. 335-354).
- Jiang, J., & Muhanna, W. (1996). The impact of model performance history information on user's confidence in decision models: An experimental examination. . En *Computers in Human Behavior* (págs. 193–207).
- MacDonald-Ross, M. (1977). Graphics in texts.
- Tversky, B. (s.f.). *Spatial schemas in depictions*. Cambridge: MIT Press.
- Winn, B. (1987). Charts, graphs, and diagrams in educational materials. En *The Psychology of Illustration*. New York.
- Larkin, J. H., & Simon, H. (1987). Why a diagram is (sometimes) worth ten thousand words.
- Pinker, S. (1990). A theory of graph comprehension. En *Artificial Intelligence and the Future of Testing* (págs. 79-126). New York.
- Carpenter, P. A., & Shah, P. (1998). A model of the perceptual and conceptual process in graph comprehension.
- Gattis, M., & Holyoak, K. (1995). Mapping conceptual to spatial relations in visual reasoning.
- Nothdurft, H. C. (2006). Saliency and target selection in visual search. 32.
- Jones, & George. (1998). The Experience and Evolution of Trust: Implications for Cooperation and Teamwork. *Academy of Management*, 531-546.
- Manning, C. A., Waldman, M. R., Lindsey, W. E., Newberg, A. B., & Lockard, D. C. (2012). Personal Inner Values – A Key to Effective Face to Face. *Journal of Executive Education*, 37-65.
- Kahneman, D., & Tversky, A. (1996). On the Reality of Cognitive Illusions. *THEORETICAL NOTES*.
- Flides, R., Goodwin, P., Lawrence, M., & Nikolopoulos, K. (2009). Effective forecasting and judgmental adjustments: An empirical evaluation and strategies for improvement in supply-chain planning. *International Journal of Forecasting*, 3-23.
- Cáceres Hernández, J. J. (2006). *Conceptos básicos de estadística para ciencias sociales*. Delta Publicaciones.
- Stanley, S. A. (1998). *Herramienta Util en la Toma de Decisiones Silvícolas*. Guatemala.
- Hassan Montero, Y., & Herrero Solana, V. (2007). *Eye-Tracking en Interacción Persona-Ordenador*.
- Hassan Montero, Y., & Herrero Solana, V. (2007). *Eye-Tracking en Interacción Persona-Ordenador*.
- Fildes, R., Goodwin, P., Lawrence, M., & Nikolopoulos, K. (2009). Effective forecasting and judgmental adjustments: an empirical evaluation and strategies for improvement in supply-chain planning. 3-23.
- Goodwin, P., & Fildes, R. (1999). Judgmental forecasts of time series affected by special events: Does providing a statistical forecast improve accuracy. 37 – 53.

- GEO. (2015). *Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) en un Pronóstico de Demanda*. Obtenido de <http://www.gestiondeoperaciones.net/proyeccion-de-demanda/error-porcentual-absoluto-medio-mape-en-un-pronostico-de-demanda/>
- Legerstee, R., & Franses, P. (2013). Do Experts' SKU Forecasts Improve after Feedback? *Journal of forecasting*.
- Petalas, D., Schie, H., & Vettehen, P. H. (2017). Forecasted economic change and the selffulfilling. *Behavioural Science Institute*.
- Voigtmann, C., Sollner, M., Wilhelm, D., Leimeister, J. M., & David, K. (2013). Interdisciplinary Development Patterns from the use case:. *Informatik* .
- Fildes, R., & Goodwin, P. (2007). Against your better judgment? How organizations can improve their use of management judgment in forecasting. *Interfaces*, 570–576.
- Willemain, T. R. (1989). Graphical adjustment of statistical forecasts. *International Journal of Forecasting*, 179–185.
- Willemain, T. R. (1991). The effect of graphical adjustment on forecast accuracy. *International Journal of Forecasting*, 151–154.
- Klassen, R. D., & Flores, B. E. (2001). Forecasting practices of Canadian firms: Survey results and comparisons. *International Journal of Production Economics*, 163–174.
- Sanders, N., & Manrodt, K. B. (1994). Forecasting practices in US corporations: Survey results. *Interfaces*, 92–100.
- Alvarado, J. (2014). Human computer interaction in product demand forecasting.
- Ye, L., & Johnson, P. (1995). The impact of explanation facilities on user acceptance of expert systems. *MIS Quarterly*, págs. 157-172.
- Wang, W., & Benbasat, I. (2007). Recommendation agents for electronic commerce: effects of explanation facilities on trusting beliefs. *Journal of Management Information System* (23), págs. 217-246.
- Goodwin, P., Gönül, M. S., & Önkal, D. (2013). Antecedents and effects of trust in forecasting advice. *International Journal of Forecasting*.
- Alvarado, J., & Barrero, L. (2014). Reliance, trust and heuristics in judgmental forecasting. *Computers in Human Behavior*, 102-113.