



**TESIS DE GRADO
EN INGENIERIA INDUSTRIAL**

**“PRONOSTICO DE FALLAS EN TELEFONOS
CELULARES”**

Autor: Florencia Sabater

Director de Tesis: Maia Galindez

2010

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	5
Estado actual.....	5
Oportunidad del modelo	8
Outputs del proyecto.....	9
ETAPA INICIAL DEL PROYECTO	12
INFORMACIÓN DISPONIBLE.....	15
Colección de números de serie	18
Distribución de la información	21
ANÁLISIS Y FILTROS APLICADOS A LA INFORMACIÓN	25
Estudiando la oportunidad - Call-Claim Lag	25
Depuración de la información.....	29
Ajuste de llamadas del call center.....	30
Categorías de las llamadas.....	30
Comparación en base a un grupo de productos - Family of products	33
Implementación de intervalos de confianza.....	35
MODELOS INFORMÁTICOS PARA AUTOMATIZAR LOS ANÁLISIS	38
Base de datos	39
Template	41
El proceso de análisis.....	43
Ejemplos: utilizando el modelo	49
Análisis alternativo	53
Segundo output de la base de datos	58
CONTROL PERFORMANCE	61
Plan integrado de control	61
Tareas de control.....	62
Diagrama de proceso	63
Evaluación de los resultados del proyecto	64
Replicación del proyecto	64
Transferencia del proyecto.....	65
El proyecto en Motorola	66
Conclusiones.....	66
GLOSARIO	68
REFERENCIAS	69

RESUMEN

Con el fin de mejorar los procesos, para las áreas de producto y calidad, se creó un modelo de pronóstico de fallas que utiliza información que se encuentra disponible y sin uso dentro de Motorola. Esta información está compuesta por datos históricos, la cual se utiliza como patrón de comparación, también se utiliza la información de las quejas del call center que es el input del modelo.

Éste estudio se basa fundamentalmente en comparar el comportamiento de nuevos productos, recientemente lanzados, con los existentes en el campo, de los cuales se conoce las quejas y problemas que tuvieron en el pasado. Cuando se dice que se analiza el comportamiento del producto, se hace referencia a las quejas que se registran en el call center y los reclamos recibidos identificados por un técnico en el centro de servicio autorizado por Motorola.

Este modelo brinda la capacidad de identificar las quejas en las cuales deben focalizar su análisis, el área de producto y análisis de retornos, para poder encontrar la causa raíz de los problemas. La oportunidad del modelo también se puede medir por los 45 días aproximadamente que se anticipa a las primeras fallas en registrarse por los técnicos en los centros de servicio.

El output del modelo es un pronóstico de fallas para el producto bajo análisis, plasmado en un archivo de Excel en el cual se realizan paretos, histogramas y gráficos para poder analizar los resultados y facilitar la lectura de la información.

SUMMARY

In order to improve processes for the areas of product, operations and quality, I've created a forecasting model that uses failure information available that it's actually available in Motorola. This information contains historical data, which is used as a standard of comparison and then the information from the call center which has the customer complaints; this is the input of the model.

This study is based primarily on comparing the performance of new products recently launched, with those in the field. We have the history of how these units performed in the field; we know how the customer complaints turned into problem founds. When we say that we analyze the performance of the product, referred to the complaints logged in the call center and claims received identified by a technician at an authorized service center for Motorola.

This model provides the capability, to the area of product, operations and returns analysis, to identify in which complaints to focus their analysis in order to find the root cause of problems. The opportunity of the model could be measure by the forty five days that the model anticipates to the failures registered on the service center.

The output of the model is a prediction of failure for the product under analysis, embodied in an Excel file in which you can find Pareto charts, histograms and graphs to analyze the results and to read the information in an easier way.

INTRODUCCIÓN

Motorola es una empresa líder en comunicaciones globales, impulsada por la pasión de inventar y un compromiso incesante para generar avances en la forma en que el mundo se conecta. Las soluciones de comunicación que ofrecen permiten a las personas, las empresas y los gobiernos estar más conectados y aumentar su movilidad.

Motorola ha estado a la vanguardia de las invenciones e innovaciones en comunicaciones durante más de 80 años. Ha alcanzado logros extraordinarios en el camino, como el equipo que transmitió las primeras palabras desde la Luna y el liderazgo de la revolución de las comunicaciones celulares con el desarrollo del primer teléfono celular portátil.

En la actualidad, las empresas se ven obligadas a desarrollar sus operaciones en un contexto sumamente dinámico. Inestabilidad económica, pérdida del poder adquisitivo, la presencia de un consumidor más exigente y mejor informado, mercados globalizados y diversificados, son entre otras las razones por las cuales las compañías deben estar continuamente, generando nuevos productos o servicios que satisfagan las necesidades de los consumidores.

Esto hace que las compañías capaces de adaptarse con mayor rapidez y flexibilidad a los cambios posean una ventaja competitiva fundamental frente al resto.

En este marco, se estudiará la oportunidad de mejorar los procesos para el área de producto y calidad, utilizando recursos disponibles dentro de la empresa.

Tradicionalmente, el capital, la localización física o la tecnología actuaban como variables diferenciadoras entre las empresas, de tal forma que una organización alcanzaba el éxito porque había logrado desarrollar un producto único o claramente identificable respecto a su competencia.

Estado actual

En la actualidad, diferenciarse en base a los mismos parámetros es prácticamente imposible, con independencia del sector de que se trate. Mayores esfuerzos económicos y humanos se traducen en pequeñas variaciones en los productos y las tecnologías, que rápidamente son copiadas e incluso mejoradas, por los competidores. Y lo que es más importante, muchas veces estas mejoras sólo son percibidas por la demanda a costa de grandes inversiones en comunicación, cualesquiera que sea el canal utilizado.

Realizar el análisis desde las características intrínsecas del output generado por la empresa, en este caso teléfonos celulares, para centrarse en conocer cómo son los

procesos internos que los originan, está en la base del éxito. Se trata por tanto, de conseguir ventajas competitivas a nivel de producto, servicio y personas, y que éstas formen parte de la estrategia general de la empresa.

Hoy en día, las empresas están orientadas en competir efectivamente, teniendo en cuenta los mejores procesos. Pero para esto es necesario disponer de los mejores datos y de las capacidades de análisis más avanzadas e integradas en dichos procesos.

La información que acumula la empresa y la que es capaz de generar es el eje de las estrategias de las organizaciones líderes en su respectivo sector. Utilizar los datos que ha ido acumulando la empresa a lo largo de los años, integrarlos y depurarlos para generar conocimiento útil y rentable, puede constituir una estrategia competitiva difícilmente imitable por el resto.

Pero existen otras razones enraizadas en el nuevo perfil de la demanda, que nos llevan a considerar la información y el conocimiento como un elemento clave dentro de la mejora de procesos.

Como consumidores, asistimos desde hace ya unos años, a un cambio respecto a cómo las empresas llegan a nosotros. Hemos pasado de relacionarnos de manera genérica e impersonal con las marcas a recibir comunicaciones periódicas de productos y servicios específicos dirigidos a nuestro nombre y que además, seguramente nos interesan, entre otras cosas, porque en algún momento, alguien se ha parado a preguntarnos. Evidentemente, Internet y el desarrollo de lenguajes que permiten la interacción con el usuario han supuesto un revulsivo en este sentido. Las campañas de marketing one to one se han hecho imprescindibles en la estrategia de comunicación de las grandes compañías, las cuales se han ido proveyendo de herramientas que permiten el tratamiento personalizado de grandes volúmenes de datos.

Esta especialización del discurso tiene su punto de contacto por la parte de la demanda, en su actual hiper-segmentación. El consumidor es cada vez más exigente en cuanto a los productos y servicios que demanda y en sus relaciones con las empresas, porque está mejor informado y porque dispone de un mayor abanico de opciones para escoger. Exige personalización de la oferta y presencia de la empresa en el momento en que decide efectuar la compra.

Este conjunto de nuevas premisas incrementan considerablemente los costes de captación y comunicación, así por ejemplo, mientras disminuyen los ratios de fidelización del cliente, se hace necesario destinar más recursos en publicidad para conseguir los mismos GRP's (gross rating points, Los GRP's indican la presión que ejerce la campaña publicitaria, pero no miden la concentración o dispersión de la misma.) que antes.

El mercado nos está diciendo claramente que preguntemos al cliente y adaptemos nuestra oferta, es decir, que comencemos a utilizar los datos que hemos estado recopilando a lo largo del tiempo como eje principal de la estrategia de negocio.

A la vista de lo expuesto, parece claro que merece la pena trabajar en la consecución de datos de alta calidad como base para mejorar los procesos científicos de obtención de conocimiento y, a la vez, convertir el análisis avanzado en un elemento distintivo de la organización.

Los pasos a seguir para poner en marcha una estrategia basada en el análisis avanzado son, en primer lugar, disponer de datos y herramientas necesarias para tratarlos correctamente, en este caso tecnologías. Porque de nada sirve tener un gran volumen de información de nuestros clientes, si estos ítems existen inconexos en los diferentes departamentos de la compañía. Luego es imprescindible que estos datos sean "limpios", es decir, que hayan estado sujetos a procesos continuos de normalización, depuración y codificación; en el caso que sea posible es muy valioso en enriquecimiento de la información con datos socio demográficos por ejemplo, ajenos a la empresa.

Llegado a este punto es posible generar modelos analíticos y predictivos dirigidos a la captación de clientes, estudio de escenarios posibles basados en la estimación dada por el modelo, mejora en los procesos, la prevención del abandono, la localización de los prospectos más rentables, etc.

Y por supuesto, cualquier intento de incidir de manera decisiva en la estrategia de la empresa ha de pasar por la concienciación de los mandos directivos, y su capacidad para transmitir a cada individuo de la organización la necesidad de cuidar los datos desde el momento de la extracción, para que su análisis y la obtención de conocimiento sean una realidad en cada una de las fases de la cadena de valor de la información.

Hoy para Motorola, es fundamental el enfoque en las etapas iniciales, desde el diseño del producto en sí, así como también en el continuo seguimiento de cada producto en el campo durante sus primeras semanas. Esta estrategia tiene como objetivo maximizar la calidad de los productos que se ofrecen al mercado, a modo preventivo y predictivo en base al estudio del comportamiento y desempeño de los teléfonos celulares que se utilizan en el campo.

La complejidad de los distintos modelos que existen y se están diseñando, crean una tendencia hacia ciclos de vida más cortos, todas las evidencias indican que estos se vuelven más y más cortos. Es particularmente verdadero en el campo de los aparatos domésticos y de productos de alta tecnología, como computadoras, cámaras fotográficas y celulares. Debido al cambio constante de las tecnologías, hacen que los diseños o hasta las plataformas operativas parezcan obsoletos en un corto plazo.

Por lo que la flexibilidad para el mercado es fundamental, y para esto es que se estudian todas las maneras posibles, de mejorar los procesos internos para poder ofrecer un mejor producto en el momento indicado. El agregar valor a las tareas es una meta diaria. Por esto se estudia la posibilidad de la creación de un modelo que pronostique fallas en los teléfonos celulares, poder lograr brindarle a la empresa un beneficio en base a la valoración y uso de información actualmente disponible.

Éste mismo se utilizará para analizar el desempeño del producto en perspectiva de estudiar la calidad de las unidades así como también analizar la respuesta del mercado hacia el mismo. Estos análisis servirán de gran ayuda para el área de operaciones para descubrir tempranamente problemas en cada modelo de teléfono. Dado a que esta etapa se considera crítica actualmente, se buscó diseñar un proceso por el cual se ahorra tiempo. Es decir, poder llegar a obtener esa lista de fallas unas semanas antes de lo que actualmente se obtienen.

Oportunidad del modelo

Analizando la información disponible actualmente en Motorola proveniente de los centros de servicio, podemos ver que desde que el cliente realiza una queja en el call center hasta que un técnico calificado determina cual es realmente la falla en el teléfono transcurren en promedio 45 días, este dato corresponde a los Estados Unidos.

Éstos son las oportunidades primordiales del modelo, poder anticipar quejas y fallas de los distintos modelos que están en el campo y la detección temprana de fallas en la calidad de los productos. A su vez, esta información servirá como un complemento para los análisis que actualmente se hacen para los productos nuevos y ayudará a priorizar las quejas de los clientes en las llamadas, para luego focalizarse en ellas para realizar análisis más profundos. La ventaja de este pronóstico, es que descarta las llamadas con baja probabilidad de retornar en una falla real luego, y traduce al resto en los más probables problemas en los que se convertirá según la historia de la información disponible. No se podrá analizar con el output del modelo la causa raíz del problema, pero ayudará a priorizar las llamadas basadas en suposiciones y un determinado nivel de confianza, dependiendo de la queja y el producto.

Actualmente el equipo que se dedica a analizar la información proveniente de los retornos, están buscando y estudiando la queja del cliente en la información del call center, pero sin ninguna validación de la información de las fallas actuales. Ya que esa información se encuentra luego de 45 días en promedio disponible, cuando el técnico registra la falla en cada unidad. Por otro lado, se requiere tiempo adicional y esfuerzo para validar fallas actuales identificadas por la información del call center.

Entonces estos análisis que se realizan tienen baja confianza en la estimación de los retornos en base a los llamados, debido a la falta de capacidad de rastreo de los casos desde el call center a la red de centros de servicio.

Planteada la situación actual, el modelo agregará un gran valor agregado, validando información y anticipándose en el campo.

La meta, el plan es crear un modelo que estime las fallas en los teléfonos basándose en las quejas que los consumidores hacen en el call center, y creando un patrón de comparación según la similitud del mismo con otros productos existentes. Por ello la

estimación tendrá una mayor confianza para los analistas y además se anticipará en el campo brindando una ventaja para la compañía.

El plan es utilizar el modelo en los primeros noventa días posteriores al lanzamiento del mismo, para brindar un apoyo principalmente a los analistas de retornos y a operaciones. Ya que el objetivo es mejorar la confianza en el análisis de la causa raíz de las quejas de los clientes en el call center, para la identificación más temprana de problemas de calidad.

Outputs del proyecto

- Modelo de correlación de llamadas a reclamos: probabilidades por tipo de producto, tipo de reclamación, modo de fracaso, etc.
- Proceso de análisis para nuevos productos; plantilla para estimar impactos en los productos en garantía.
- Informe de feedback para el equipo de RAE; foro para repasar conclusiones.

El área de Producción, está íntimamente ligada al proyecto. Ya que junto al RAE serán los dos grandes clientes del modelo y outputs del mismo. Durante el desarrollo del proceso se harán reuniones semanales para mostrar el progreso y para ir adaptando el resultado a las necesidades de ellos, así también como para captar consejos y sugerencias hasta identificar información importante y la lectura correcta de la misma.

Actualmente, en Motorola, antes del lanzamiento de un producto, se realizan testeos a los productos, los llamados “user trial”, en los cuales el objetivo es testear el producto, utilizándolo como un consumidor corriente. Pero estas pruebas que se realizan, la mayoría de las veces utilizan un hardware o software distinto al que se utiliza para el producto final. Por ejemplo un problema con la carcasa o con el teclado puede no ser observado a tiempo, en el programa. Generalmente se encuentran fallas o mejoras que se le pueden realizar para obtener un mejor producto, por lo que las fallas reales del producto que se lanzan no se pueden encontrar en su totalidad en estas pruebas. Esta es otra de las oportunidades que se encuentran para este proyecto. El área de producto debe esperar aproximadamente dos meses, luego de que comenzó a venderse el producto, para empezar a ver las fallas que poseen los productos. Primero se disponen de las quejas telefónicas que se realizan en el call center. Y luego de un tiempo esto se convierte en una falla real, si es que el teléfono realmente tenía un problema o también si el cliente sigue queriendo obtener una mejor performance del producto. Por esta razón, es que son muy importantes los 45 días que se pueden anticipar en el campo, con el modelo que se quiere crear.

El área de Producción es la tradicionalmente considerada como uno de los departamentos más importantes, ya que formula y desarrolla los métodos más adecuados para la elaboración de los productos, al suministrar y coordinar: mano de obra, equipo, instalaciones, materiales, y herramientas requeridas. Una de las funciones principales de producción dentro de la empresa es la de la ingeniería de producto, esta función comprende el diseño del producto que se desea comercializar, tomando en cuenta todas las especificaciones requeridas por los clientes. Una vez elaborado dicho producto se deben realizar ciertas pruebas de ingeniería, consistentes en comprobar que el producto cumpla con el objetivo para el cual fue elaborado; Y por último brindar la asistencia requerida al departamento de mercadotecnia para que esté pueda realizar un adecuado plan de marketing tomando en cuenta las características del producto. Otro de las funciones importantes es el Control de Calidad: Es la resultante total de las características del producto en cuanto a mercadotecnia, ingeniería, fabricación y mantenimiento se refiere, por medio de las cuales el producto o servicio en uso es satisfactorio para las expectativas del cliente; tomando en cuenta las normas y especificaciones requeridas, realizando las pruebas pertinentes para verificar que el producto cumpla con lo deseado.

De aquí la importancia del feedback durante el desarrollo del modelo, ya que un objetivo del modelo es ser un input para el desarrollo de nuevos productos, ya que podrán tener información de malos diseños o pequeños errores en el diseño de partes, que usualmente se utilizan ya que no pueden reemplazarse, por lo que podrían prevenirse errores, que implican costos de reparación altos y el descontento en los clientes. Con la ayuda de este modelo se podrían analizar los diseños de los teléfonos, representaría un rico input en etapa de diseño; ya que así se podría estudiar según los diseños. En base al formato y las piezas utilizadas para un celular determinado, podrían estudiar si es que alguna de las partes causó problemas en algún punto del teléfono, como puede ser el mal diseño de menos de 1mm que podría hacer que la batería no tenga buen contacto, lo que provocaría la falta de energía en el mismo. Con ese tipo de análisis se podrían evitar utilizar o elegir diseños de piezas que no son favorables para el funcionamiento del producto.

En el siguiente esquema se muestran las etapas que se recorren para diseñar y producir un producto. Desde la idea, la investigación, los prototipos, pruebas y la producción del producto final como última etapa. El objetivo es que además de poder monitorear productos nuevos en el campo, para estudiar su performance en forma temprana; el modelo funcione como un input desde la etapa de investigación y también en la de diseño preliminar del producto, como ya se dijo anteriormente, estudiando las distintas posibilidades existentes y su performance en el campo, estudiando si no causaron problemas en otras piezas o funcionalidades del teléfono.

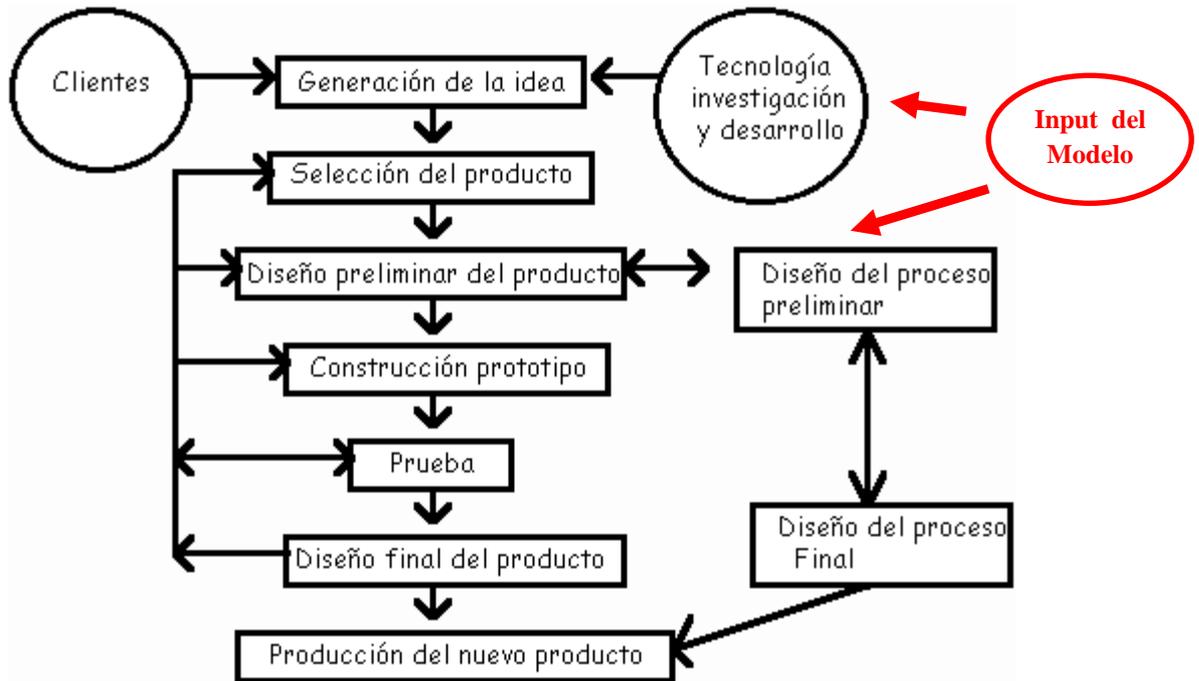


Figura 1. Esquema del proceso de desarrollo de nuevos productos

El diseño de nuevos productos es crucial para la supervivencia de la mayoría de las empresas. Aunque existen algunas firmas que experimentan muy poco cambio en sus productos, la mayoría de las compañías deben revisarlas en forma constante. En las industrias que cambian con rapidez, la introducción de nuevos productos es una forma de vida y se han desarrollado enfoques muy sofisticados para presentar nuevos productos.

El diseño de nuevos productos casi nunca es responsabilidad única y exclusiva de la función de operaciones, sin embargo ésta se ve muy afectada por la introducción de nuevos productos y viceversa. La función de operaciones es el "receptor" de la introducción de nuevos productos. Al mismo tiempo, estos nuevos productos se ven limitados por las operaciones existentes y la tecnología.

Las decisiones sobre el producto afectan a cada una de las áreas de toma de decisiones de operaciones, por lo tanto, las decisiones sobre los productos deben coordinarse de manera íntima con las operaciones para asegurarse de que esta área queda integrada con el diseño del producto. A través de una cooperación íntima entre operaciones y marketing, la estrategia del mercado y la estrategia del producto se pueden integrar con las decisiones que están íntimamente relacionadas con el proceso, así como la capacidad, inventarios, fuerza de trabajo y calidad.

ETAPA INICIAL DEL PROYECTO

Se comenzó el proyecto analizando la información histórica disponible, el objetivo era entender que información se disponía y sus características, para luego estudiar las posibilidades de análisis y estudio en base a ésta. Por lo que en esta etapa se inició analizando la información histórica disponible, que consta de información que relaciona los llamados con las quejas registradas en el call center.

En primer lugar, se acotó el análisis a la región de Norteamérica, ya que la mayor cantidad de información proviene de allí. Luego con un simple histograma se busco cuales eran los productos con mayor información, para poder focalizar los análisis en ellos y así poder obtener resultados más confiables.

Para cada uno de estos productos se hizo un análisis similar utilizando el programa Minitab, incluyendo histogramas, paretos, gráficos de torta, análisis de normalidad y diagramas para analizar la correlación entre las variables que nos interesan. El Minitab, es un programa de computadora diseñado para ejecutar funciones estadísticas básicas y avanzadas. Combina lo amigable del uso de Microsoft Excel con la capacidad de ejecución de análisis estadísticos. En una primera instancia se quería saber sobre las características de la información, por lo que se hicieron estos análisis manuales para cada producto considerado importante dentro de Estados Unidos.

Se comenzó analizando el comportamiento de las llamadas y fallas a lo largo del tiempo. Para saber sobre los retornos en el tiempo, utilizando para esto el campo “call claim lag”, este es la diferencia entre el día en que se recibe la unidad en el centro de servicio y la fecha en que se realiza la queja en el call center.

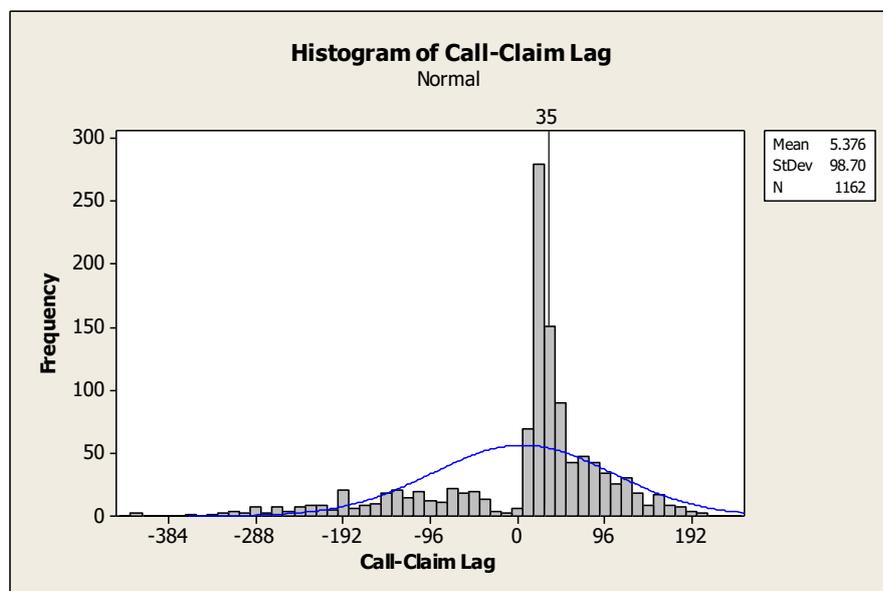


Figura 2. Histograma de la información histórica

Aquí se veía claramente, en todos los productos que estudiábamos que la forma de la distribución era similar, y que a los 45 días se concentraban la mayoría de los retornos. Luego un análisis de normalidad, para estudiar cuán bien se ajustaba la distribución a una normal.

Primero, el eje de abscisas es transformado de modo que una función de densidad acumulativa normal ajuste en una línea directa. Entonces, usando la desviación estándar que es calculado de los datos, los datos son transformados a los valores estándar normales. Entonces los puntos de datos son trazados a lo largo de la línea empotrada normal.

Una vez obtenido el gráfico lo que se debe hacer es mirar los puntos trazados, y ver como ellos se ajustan a la línea normal o no. Si ellos caen bien, se puede asumir que los datos del proceso son normalmente distribuidos.

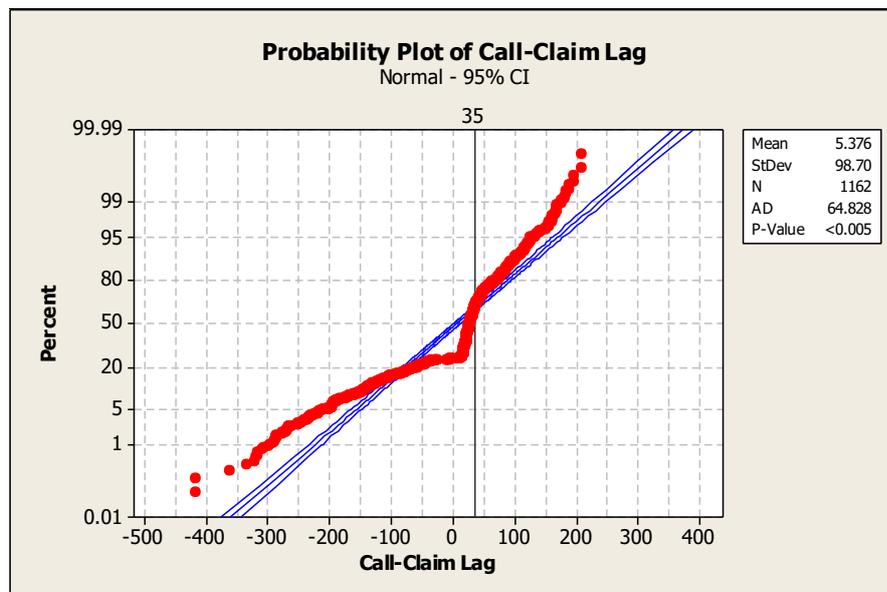


Figura 3. Test de normalidad

Luego se realizaron, gráficos de tortas, por cada intervalo definido según el orden entre los campos que definen el Call-Claims Lag; con una falla antes de la llamada, la falla entre los 35 días y luego de los 35 días de la llamada. Se quería ver cuál era la proporción en cada categoría, de los tipos de llamadas, y se encontró siempre el mismo resultado una gran mayoría de las llamadas not working, las cuales el telemarketer considera que tienen una falla potencial.

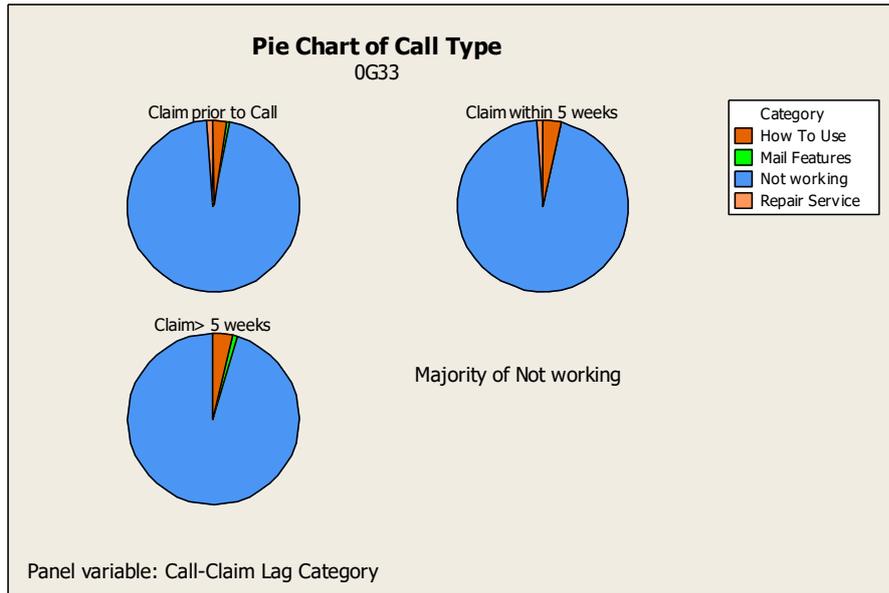


Figura 4. Gráfico de torta para cada intervalo de call-claims lag.

Luego se creó el campo "Call-Claim-Combo" para luego realizar paretos y poder ver en base a ellos cuanta correlación había entre la queja del cliente y el problema encontrado. Los gráficos son como el siguiente,

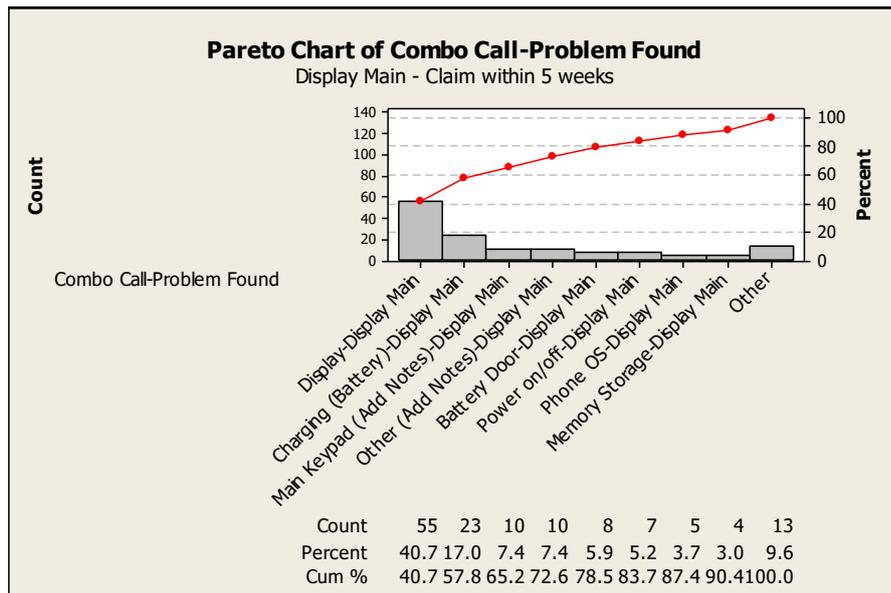


Figura 5. Pareto para el problema Display Main

Estos gráficos se hacían por cada problema encontrado, para poder visualizar como era la traducción en cada caso. Y como era la correlación entre ambos campos.

Denominaremos CC a la queja del cliente y PF al problema encontrado.

En este caso podemos ver que entre el CC y el PF hay una alta correlación, además podemos ver cómo es que las distintas quejas de los clientes se traducen en el mismo problema así como también el porcentaje que cada una de las quejas tiene asociada.

Esta traducción de CC a PF es la que nos interesa para nuestro modelo, para poder en base a esta información histórica pronosticar las fallas en los celulares.

También se construyeron diagramas de dispersión, para poder ver la distribución de las distintas categorías de las llamadas.

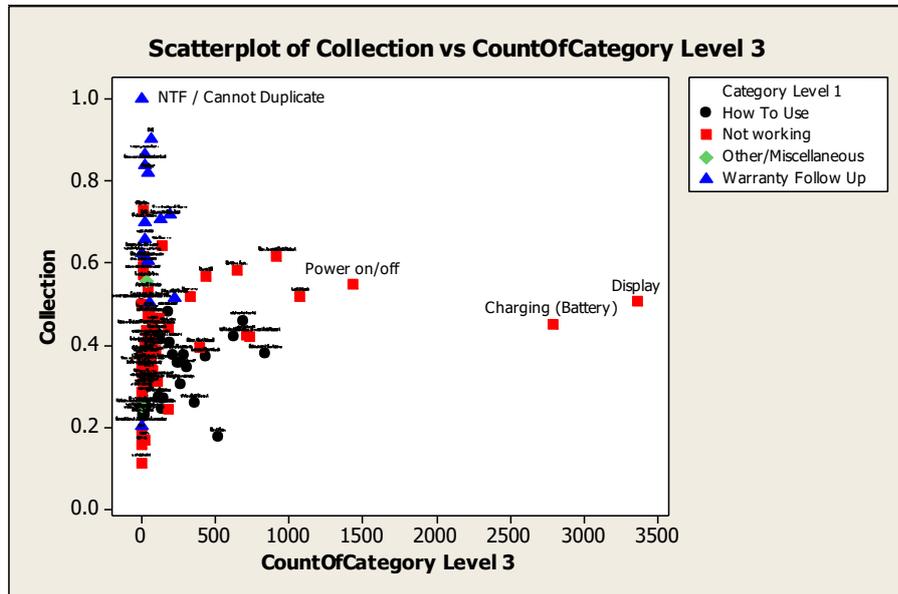


Figura 6. Diagrama de dispersión para las categoría de llamadas

Aquí podemos ver las distintas categorías de llamadas, las de mayor interés para nuestro modelo de pronóstico resultan ser las categorías de “Not Working” y “How To”, las cuales están representadas por los colores rojos y negros respectivamente en el diagrama.

INFORMACIÓN DISPONIBLE

Para crear un modelo basado en información histórica debemos analizar en profundidad la información en la cual nos basaremos, y luego en su depuración, para obtener resultados ajustados y correctos.

Dentro de Motorola existen muchos sistemas de información los cuales contienen datos históricos, a cerca de los modelos que actualmente están en el campo siendo utilizados por los clientes. Éstos están compuestos por información de los retornos que son registrados en los centros de servicios y las quejas registradas en el call center.

La información existente se encuentra disponible en distintos universos, a los cuales se puede acceder de forma sencilla creando consultas, con los filtros requeridos, y en cuestión de unos minutos se obtiene la información que se desea obtener. Esta se obtiene en forma de tabla, en la cual las columnas son los campos que se han pedido en el momento cuando se carga la consulta al servidor.

Luego, esta información puede ser rápida y sencillamente utilizada en Excel, MS Access o cualquier herramienta informática con la que se desee operar.

Dentro de esta información se disponen todos los datos específicos del teléfono, el nombre del productos, el código del mismo, numero de serie, luego los datos geográficos, país, centro de servicio donde se repara la unidad, localidad, también se encuentran los campos referidos a la queja del cliente, la cual describe el problema el cual el cliente estima que el teléfono tiene, luego de revisado por un técnico especializado, este registra el o los problemas que se le encuentran a la unidad y las reparaciones que se le realizan. Existen luego muchos otros campos, como campos de costos, distintas fechas como la que llega la unidad en la que es reparada en la que se hace el pago de la reparación; y luego también existen muchos códigos los cuales se utilizan para segmentar los retornos, esto sirve para facilitar los análisis que se realizan de la información, financieros, operacionales y logísticos entre otros.

La información del call center contiene los datos de los llamados que realizan los clientes, los campos son muy similares, registran el modelo del producto, el día de la llamada, la razón por la cual el cliente está llamando, el lugar de residencia del cliente, un campo libre en el cual el telefonista registra una descripción más completa de la queja que el cliente está realizando, y una campo que contiene la queja y el tipo de llamada. Es decir, si el cliente está llamando para quejarse de una falla técnica, se la registra como “not working”, si está llamando para preguntar cómo funciona alguna aplicación disponible en la unidad se la denomina “How to”; también existen otras categorías, que luego se explicarán en detalle que corresponden a consultas del proveedor de servicio o para controlar el estado de una reparación, entre otras.

Existen varios tipos de llamadas al call center, por lo que se catalogan, en primer lugar, según el propósito de la llamada. Existen las llamadas “How to”, en las cuales el cliente consulta por alguna aplicación disponible del celular, la cual no sabe utilizar o también llamadas porque creen que el teléfono tiene algún problema, pero en realidad es porque no saben por ejemplo, cómo prender el bluetooth o como conectarse a wi-fi, las cuales el telefonista las cataloga como llamadas de “How to”. Las que tienen como fin informar que el producto tiene una falla o se presume que posee una falla se catalogan como “Not Working”. También existen otros tipos de llamadas, para averiguar de los proveedores de servicio “pre-sales /sales” así como “carrier/operator”; para controlar el estado en el que se encuentra el producto enviado para la reparación del mismo “Warranty follow up”, y el resto se agrupa dentro de la categoría “other/miscellaneous”.

En un segundo nivel se cataloga si es un problema de hardware, software o alguna herramienta característica del producto. Y en el tercer nivel, es el que describe el problema que percibe el consumidor, como puede ser problema del teclado o de la pantalla, por ejemplo.

El call center registra el número de serie así como en el centro de servicio, gracias a este números de serie es que se puede conectar la información del call center con la del centro de servicio, para que esta información que contiene ambos datos, los del cliente y los del técnico, pueda ser utilizada como base de datos para un análisis.

La cantidad de números de serie colectados, depende de dos factores. Uno es el costo asociado, ya que como no es un número fácilmente visible en el momento en el cual se está hablando por el teléfono, la duración de la llamada se incrementa, lo que también implica que la persona va a poder atender a menos personas por día. El segundo factor es el grado de dificultad para el consumidor llegar al número de serie, ya que este se encuentra debajo de la batería, también se puede obtener marcando un código en el teléfono. Además de la dificultad que puede presentar para algunos consumidores, también influyen las ganas de los consumidores en buscar o no este código para proporcionárselo a los telefonistas. Es importante aclarar, que siempre se registran las quejas de los clientes, lo que se deja de coleccionar es este número de serie que identifica a cada unidad.

Debido a estas razones expuestas, es que los encargados de los call center, fijan un porcentaje máximo de llamadas en los cuales los telefonistas deben preguntar por el número de serie. La información existente y que será la utilizada para crear el modelo se puede representar de la siguiente manera,

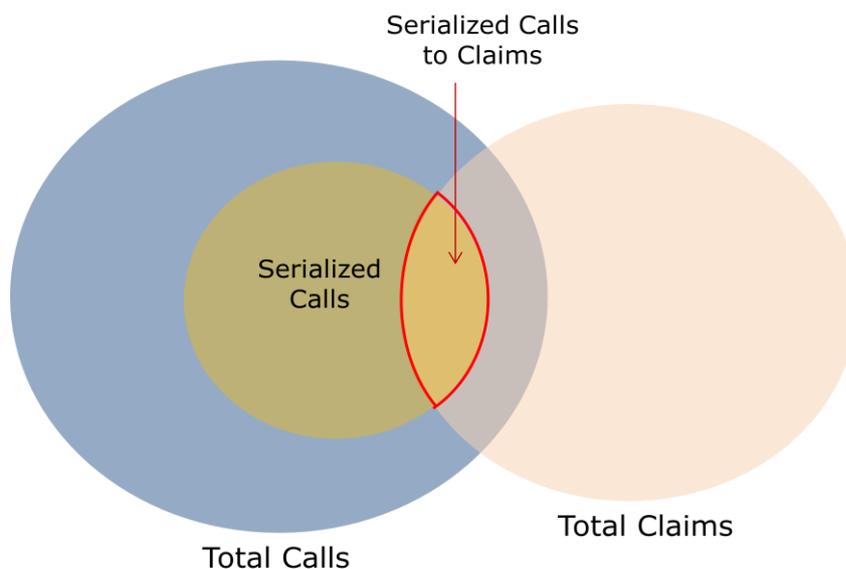


Figura 7. Diagrama que muestra las informaciones disponibles.

Este es un esquema representativo de la información, el círculo azul representa las llamadas que se registran en el call center, el círculo rosa representa las fallas que se registran en los centros de servicio; y la intersección de éstos dos círculos representa todas las llamadas que tienen asociada una falla real. A su vez dentro de esta población, existe un grupo de llamadas que tienen el número de serie, círculo amarillo, el número que se colecta en la llamada, por lo que la región de estudio se limita a este último conjunto.

Colección de números de serie

La importancia de este número de serie reside en que el modelo se basará en los datos conectados mediante este código, en el grafico anterior está marcada por la zona roja en la Figura 6.

Ya que el porcentaje que determinan los directivos del call center, es un factor clave para la información colectada aquí, es importante estudiar la incidencia de un cambio de % en el tiempo en los resultados. Por esta razón se contactó al gerente encargado del call center de los Estados Unidos. Se lo contactó a él, ya que Motorola tiene el mayor mercado allí, por lo que la facilidad para conseguir información y gente dispuesta y con conocimientos para poder brindar datos para la creación del modelo es mayor que en otras regiones.

Él nos proporcionó información histórica para analizar y estudiar la variación que había sufrido este porcentaje. A continuación se presenta un gráfico en el cual se ve como varió el mismo en los últimos meses.

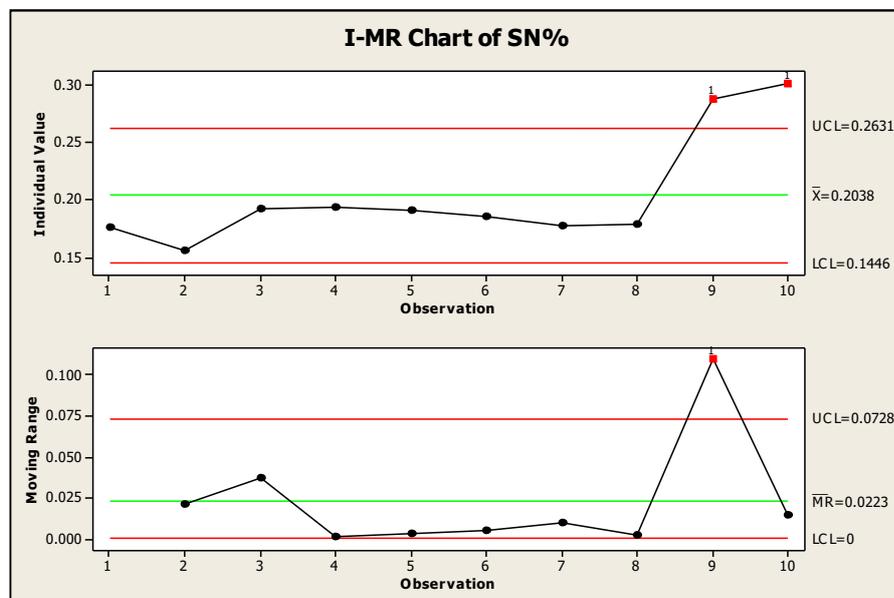


Figura 8. Grafico de control sobre la colección de números de serie en EEUU.

En el eje x se representan los meses, empezando en septiembre del 2008 con el numero 1, hasta junio 2009 con el numero 10.

Aquí se puede ver, que como nos dijo el gerente, desde Mayo del 2009 se cambió la política de colección y paso a ser del 30%. En la parte inferior del grafico, en la cual se ven los rangos a través del tiempo, podemos ver que la variación fue muy grande en el mes denominado allí como “9”. Como dijimos antes, esta información afecta directamente a los resultados, ya que es el input del modelo, por lo que es muy importante utilizar las llamadas al call center que se encuentren con un rango estable de colección de números de serie. Se puede ver que en el mes “10” el rango vuelve a estar dentro de los límites; ya que el porcentaje se mantiene en un rango parecido al del mes anterior. En base a esto, vamos a analizar el efecto de este incremento en los resultados de algunos análisis.

En el siguiente scatterplot, podemos estudiar la distribución de la información, analizando dos variables. Estas dos categorías de la información del call center, level 1 es el tipo de llamada y level 3 que representa el problema que el cliente piensa que la unidad tiene.

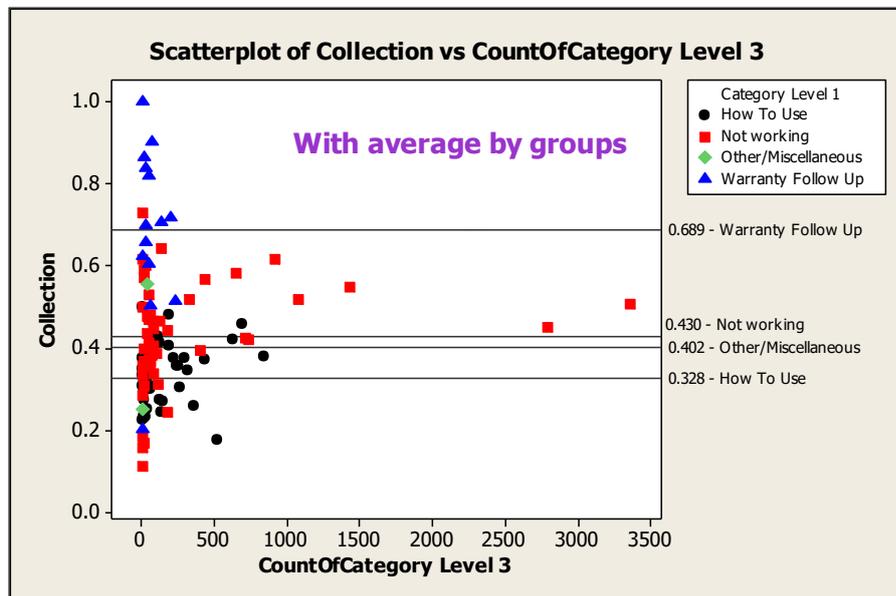


Figura 9. Gráfico de dispersión con detalle para las categorías de llamada

Aquí vemos en el grafico el detalle de la mediana en cada categoría de llamada. Se puede ver fácilmente que el número correspondiente al tipo de llamadas de not working es mayor a How to. Y este mismo resultado se vio en un análisis de información en general, así como también en los productos más importantes de Estados Unidos.

Dado que el porcentaje de colección aumenta, se incrementará la cantidad de información que será recolectada, lo que afecta directamente a la confianza en la información y los resultados en base a ella. Ya que produce un incremento en la confianza. Por otro lado, estas medianas para cada categoría se verán modificados por la misma razón, se capturarán mayor información. La recolección se intenta hacer en el mayor porcentaje de casos posible, como ya se explicó no es un proceso simple y no todos los clientes quieren dar este número de serie, entonces se trata de priorizar en los casos más importantes, en su mayoría casos de not working y luego le sigue la categoría de How to. Esta categorización de Not Working y How to que se realiza en el call center, no es exacta, ya que el telemarketer asume una categoría según lo que el cliente le explica de la falla que encuentra en la unidad.

Debido a esta razón, es que luego se pueden ver en la información retornos con la categoría de How to que luego tienen una falla determinada por el técnico; esto indica que debería haber sido categorizada como Not working o que el cliente expresó mal los síntomas que percibía en el teléfono.

El resultado de esta distribución se puede ver afectada por el cambio en el porcentaje de colección de números de serie. Ya que la forma en que se colectan datos varía regularmente, no está abocada a un tipo de llamada y debido a los constantes cambios en las tecnologías y diseños, las prioridades en los problemas van cambiando, por lo que también puede cambiar la distribución de la información con respecto a la queja del cliente.

Los factores que hacen variar el patrón de fallas que se registran en el call center son muchos, van desde factores intrínsecos del producto, como el diseño, el formato y la tecnología del mismo; otro es el personal que trabaja en el call center, ya que ellos interpretan la información que el cliente les brinda, información que puede ser clara o confusa para el telemarketer. Así como también el método de colección.

En el siguiente gráfico se puede ver un resumen de estos factores y lo que afecta y hace variar a cada uno de los ellos,

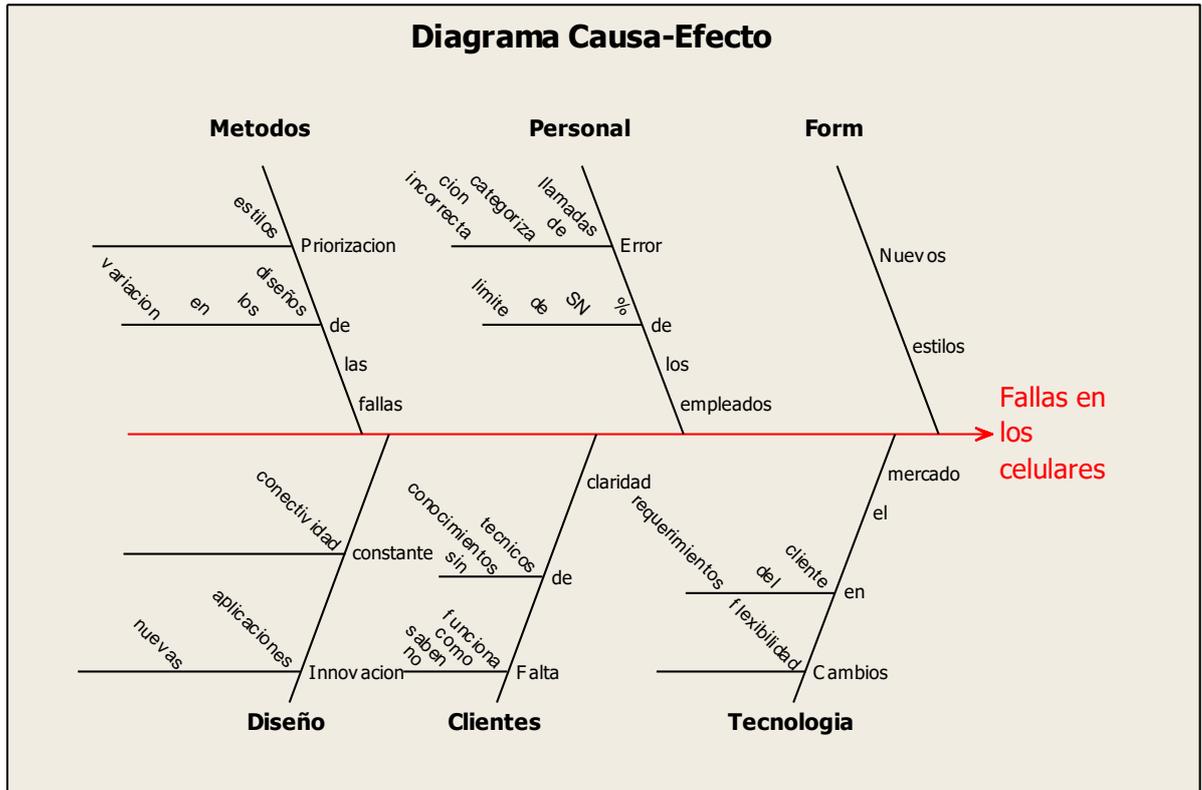


Figura 10. Espina de pescado en base a las fallas en los celulares

Podemos decir que el patrón varía periódicamente debido al mercado cambiante como lo es el de la telefonía celular, ya que los factores intrínsecos de los productos varían de la misma manera, se crean nuevos diseños, nuevas tecnologías y se podría decir que asiduamente se conocen nuevas aplicaciones lo que en conjunto hacen de este mercado, un mercado complejo con la necesidad de flexibilidad para poder quedar dentro de las marcas elegidas por los clientes.

Debido a esta razón, y sabiendo que el porcentaje de colección se ha incrementado a un 30% luego del mes de mayo, se utilizará la información de mayo en adelante.

Distribución de la información

El pronóstico es un método mediante el cual se intenta conocer el comportamiento futuro de alguna variable con algún grado de certeza. Existen disponibles tres grupos de métodos de pronósticos: Los cualitativos, los de proyección con información histórica y los causales. Se diferencian entre sí por la precisión relativa del pronóstico del largo plazo en comparación con el corto plazo, el nivel de herramientas matemáticas requerido y la base de conocimiento como sustrato de sus proyecciones.

Podemos marcar tres grandes características de los pronósticos:

Primera: Todas las situaciones en que se requiere un pronóstico, tratan con el futuro y el tiempo este directamente involucrado. Así, debe pronosticarse para un punto específico en el tiempo y el cambio de ese punto generalmente altera el pronóstico.

Segunda: Otro elemento siempre presente en situaciones de pronósticos es la incertidumbre. Si el administrador tuviera certeza sobre las circunstancias que existirán en un tiempo dado, la preparación de un pronóstico sería trivial.

Tercera: El tercer elemento, presente en grado variable en todas las situaciones descritas es la confianza de la persona que hace el pronóstico sobre la información contenida en datos históricos.

Por ésta razón es que es fundamental conocer en detalle la información que utilizamos como base para el pronóstico. Por esto se estudió la distribución de la información, para poder entender el comportamiento de las variables. Con la ayuda del Minitab se realizaron análisis de distribución para ver cuál era la distribución que mejor ajustaba a los datos históricos.

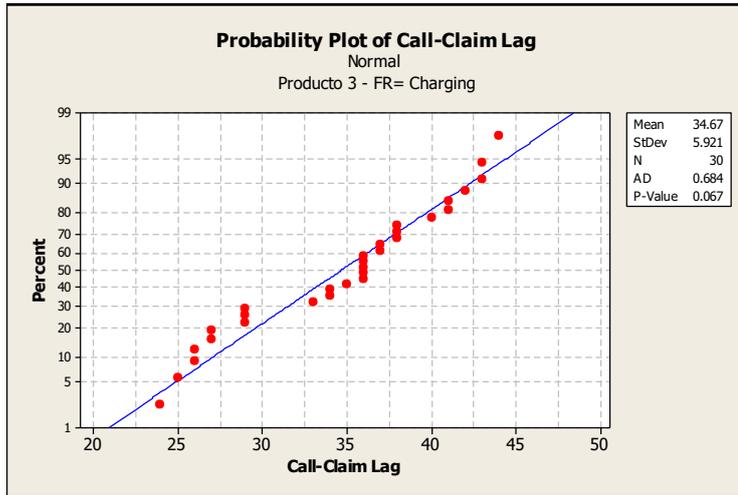
El modelo de pronóstico en estudio, es un modelo que utiliza las quejas de los clientes y problemas encontrados como patrón de comparación para calcular los pronósticos. Por ésta razón, se estudiaron productos importantes en Estados Unidos, para entender el comportamiento de cada producto según los problemas encontrados y las quejas de los clientes.

Los análisis realizados fueron análisis con el programa Minitab, para estudiar cual era la distribución a la que mejora se ajustaban los datos, filtrados por producto y por queja del cliente y problema luego, utilizando como variable temporal el “call-claim lag”. Utilizando el identificador de distribución individual, se puede averiguar cuál es la distribución que mejor se ajusta a los resultados. Analizando los datos en conjuntos, por cada producto la distribución no sigue una distribución normal, ya que el comportamiento de cada falla varía entre sí, la distribución que más se ajusta en una lognormal.

Pero luego se analizaron los datos por cada tipo de queja del cliente, ya que el modelo es así como funciona y se vio que los datos ajustaban a la distribución normal. Luego, se realizaron análisis de ajuste de normalidad para las muestras obtenidas. El gráfico de probabilidad normal es una técnica gráfica para determinar si un conjunto de datos es aproximadamente una distribución normal o no.

Los datos se grafican contra una distribución teórica normal de tal manera que los puntos deben formar una línea recta aproximada. Los puntos fuera de la línea recta, indican excepciones de la distribución normal. La gráfica de probabilidad normal es un caso especial de la gráfica de probabilidad. Cubrimos la gráfica de probabilidad normal por separado debido a su importancia en muchas aplicaciones, y la facilidad de manejo de distribuciones normales ya que puede describirse fácilmente con los parámetros de media y desvío estándar.

A continuación se presentan algunos de los resultados obtenidos, para los tres productos que tienen mayor volumen de información en los Estados Unidos.



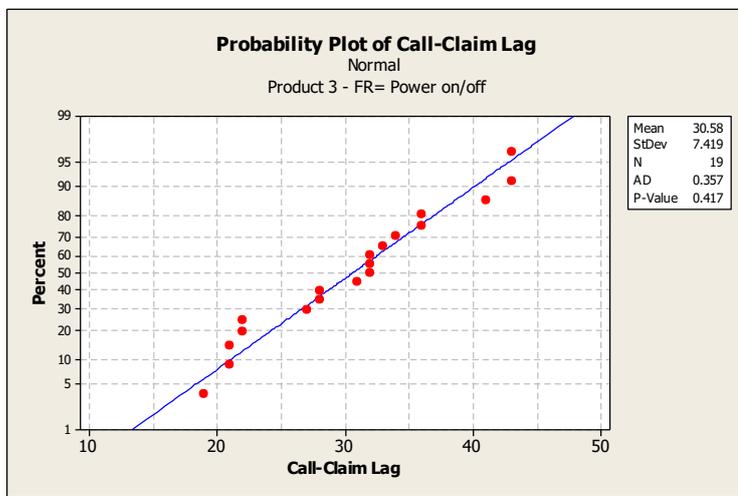
Producto 3

Quejas del cliente:

- Charging
- Power on/off
- Display

Aqui podemos mostrar

los resultados que nos dejan saber que la distribución por queja del cliente es normal.



Con estos gráficos

podemos ver que para estas quejas de los clientes, la distribución se ajusta a la distribución normal.

Ya que el P-value es mayor a 0.05

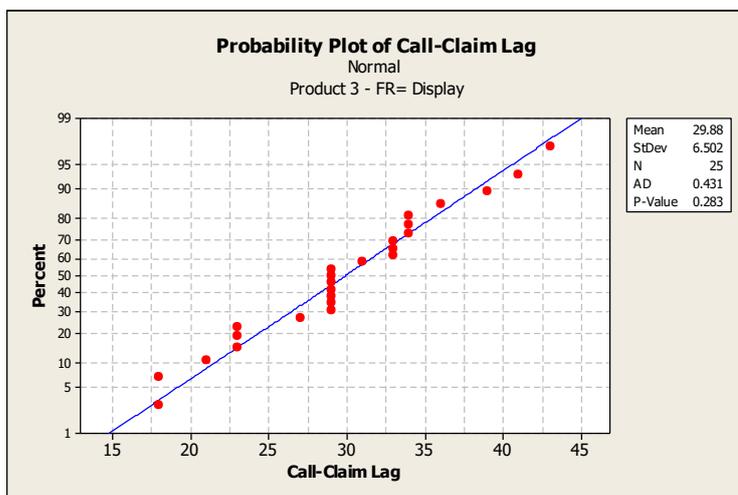
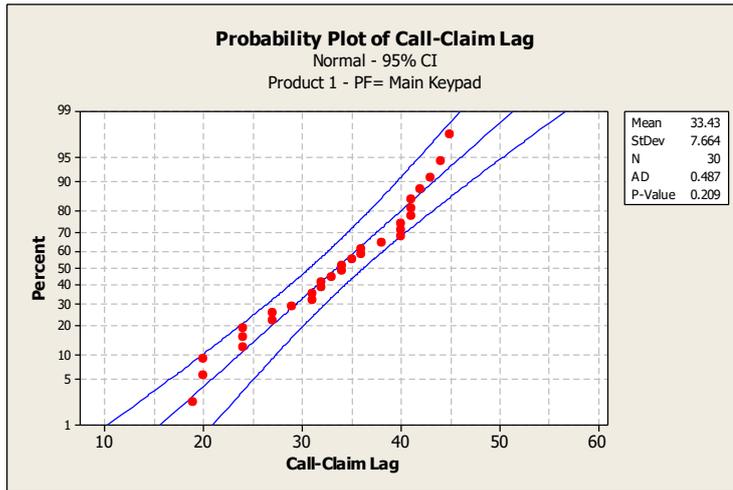


Figura 11. Análisis de normalidad según la queja del cliente para un producto



Problema encontrado:
Main Keypad

Cuanto más alineados estén los puntos, mejor.

El p-valor en cada caso, indicará si se rechaza o no la hipótesis de normalidad

p-valor < 0,05 estará revelando que los datos no son normales.

Con estos gráficos podemos ver que para este problema, coincide en los tres casos que la distribución se ajusta a la distribución normal.

Ya que el P-value es mayor a 0.05

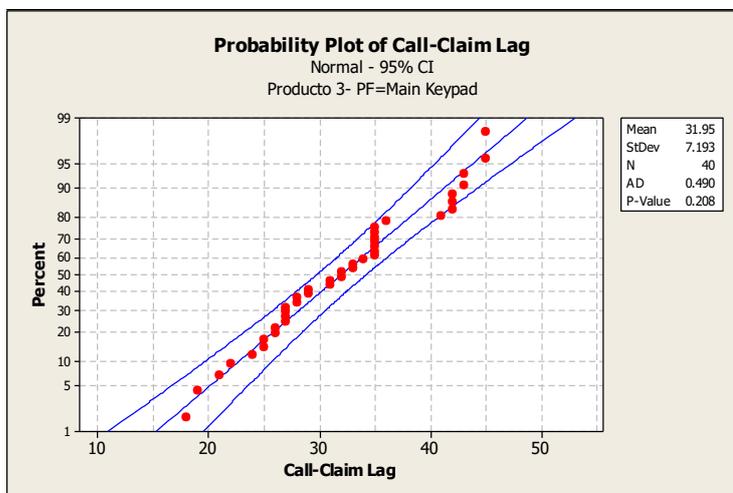
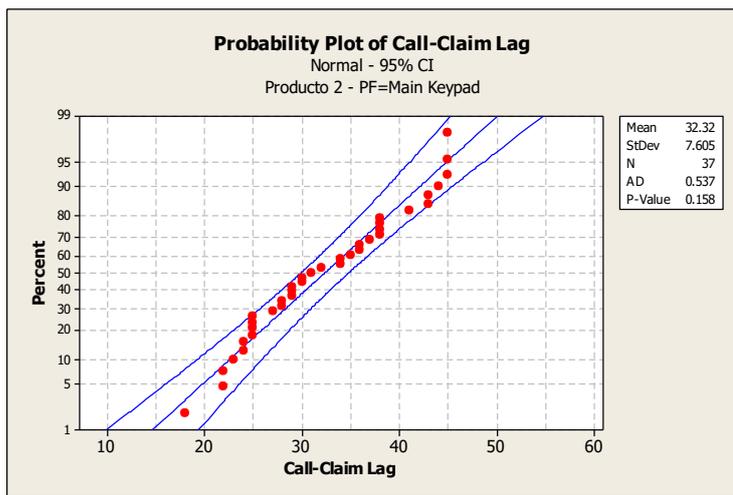


Figura 12. Análisis de normalidad para tres productos de EEUU

ANÁLISIS Y FILTROS APLICADOS A LA INFORMACIÓN

Estudiando la oportunidad - Call-Claim Lag

Para poder estudiar la oportunidad, de ganar tiempo y disponer de la información tempranamente, se creó un campo en base a la información disponible, denominado “Call-Claim-Lag”. Con el objetivo de estudiar el comportamiento de las llamadas y sus reparaciones en medida de tiempo, para cuantificar los días que en promedio se ahorrarán con el modelo de estimación.

Este campo es calculado como la diferencia entre la fecha en que se recibe el teléfono en el centro de servicio y la fecha en que se realiza la llamada en el call center. Por esto, es que podemos clasificar a toda la información en “Llamada previa a la revisión del técnico” y “Llamada posterior a la revisión del técnico”. Esta última categoría, es la que decidimos filtrar de la información; ya que no representan la información que nosotros queremos usar como patrón de referencia, de cómo se traducen las quejas en registradas en el call center a fallas reales determinadas por los técnicos.

En el siguiente grafico se puede ver la distribución del campo Call-Claim-Lag en un producto importante para Estados Unidos,

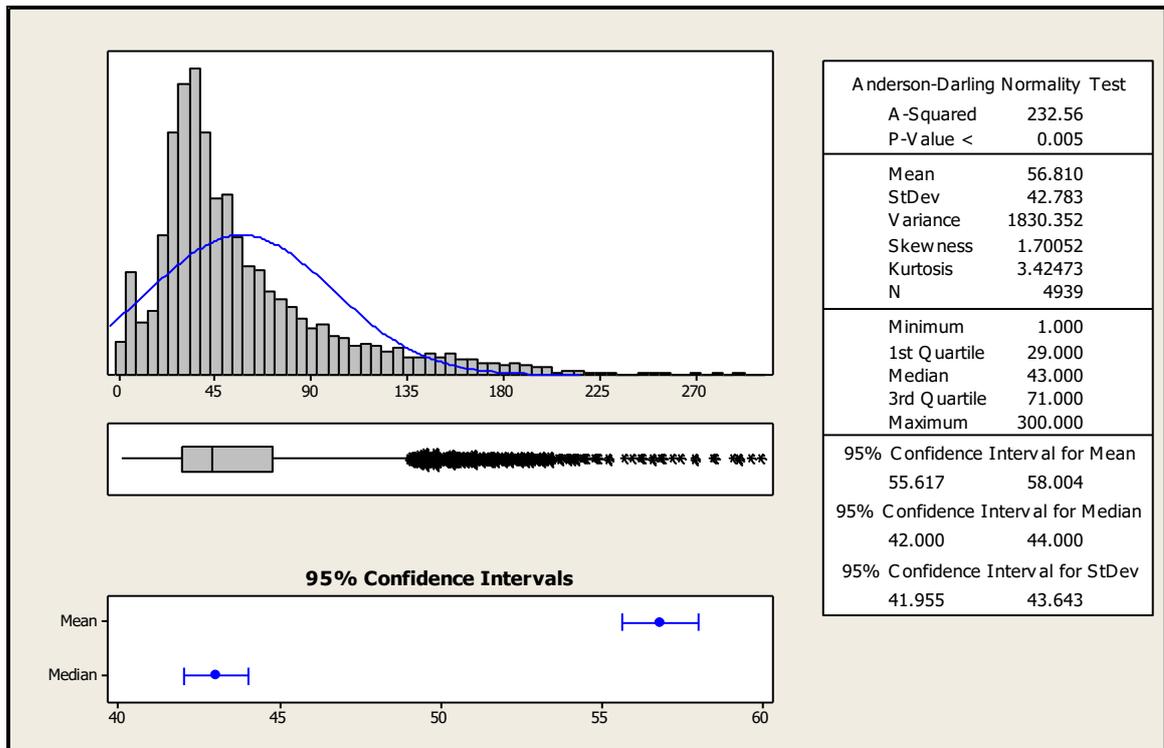


Figura 13. Histograma de la información histórica, detalle call-claim lag > 0

Periodo (días)	Porcentaje
0-45	71.50%
>45	28.50%

Tabla 14. Porcentaje de llamadas según el periodo

Aquí podemos ver como es la distribución para este campo, se concentran en las primeras semanas. Lo cual es lógico, porque por lo general cuando tenemos un problema con cualquier tipo de producto que se encuentra en garantía, lo primero que hacemos y más fácil que tenemos a nuestro alcance, es llamar al call center para preguntar qué se debe hacer y bajo qué condiciones. Luego, si se presupone que el artefacto tiene una falla y necesita de servicio técnico uno debe alcanzarlo hasta el punto más cercano disponible para que la falla sea corregida por un técnico.

Por lo que, una llamada realizada posterior al arreglo del técnico, no nos interesa a nosotros como base de información para nuestro modelo. Esta llamada podría ser debida en su mayoría a una falla distinta o a una consulta de las aplicaciones presentes en el teléfono o al estado de la reparación en curso.

Nos enfocamos así en la información que primero presenta una queja del cliente y luego una reparación correspondiente.

Queja en el Call Center → **Reparación en el Centro de Servicio**

En base al análisis que se realizó en la distribución del campo Call-Claim-Lag, se encontró que no habían muchas diferencias, se veía una concentración del 70-80% entre los primeros 45 días y luego se veían barras de frecuencia en el histograma más avanzado en el eje x pero también espaciados. Por esta gran concentración, se decidió estudiar la correlación entre el customer complaint y el problema diagnosticado en dos periodos, con el call-claim lag comprendido entre 0 y 35 días y el otro intervalo con el call-claim lag mayor a los 35 días; con el fin de saber si es necesario tomar todo el call-claim lag positivo o solo la primer parte en la cual se concentran los claims.

Para realizar este análisis, se realizaron histogramas con frecuencias en porcentajes, basados un determinado Customer Complaint, por lo cual luego se puede ver cuál es el porcentaje que correlaciona con el Problem Found. Por ejemplo, a continuación se muestran dos histogramas para explicar cómo fueron analizados los porcentajes que luego se mostraran en una tabla resumen.

Ejemplo 1:

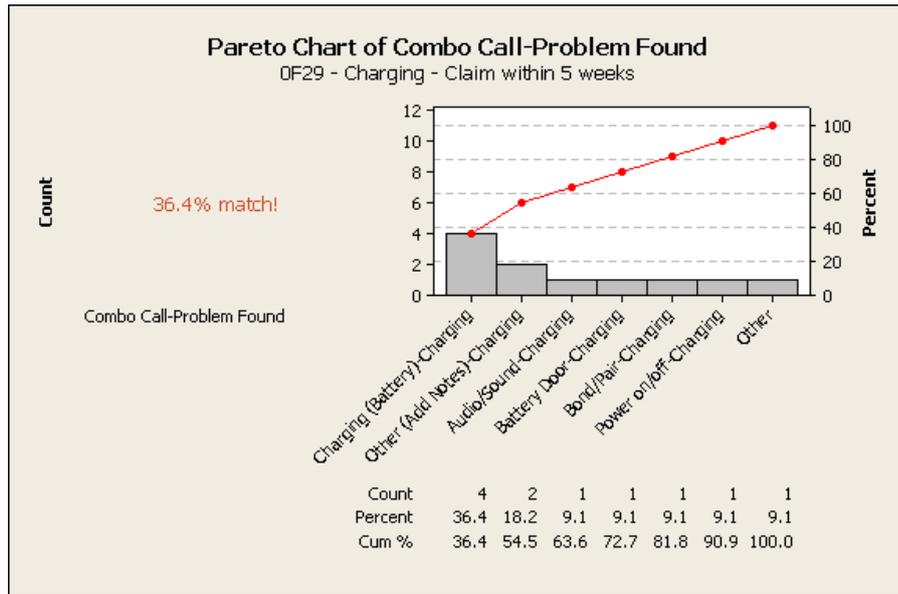


Figura 15. Pareto para el problema charging en un periodo de call Claim lag

En este histograma, se analizó la queja de Charging en el primer periodo hasta los 35 días, se puede ver que la primera barra corresponde al PF de charging también, por lo que podemos decir que existe una relación entre el CC y el PF.

Ejemplo 2:

Análisis también dentro de los 35 días, para el CC Display Main.

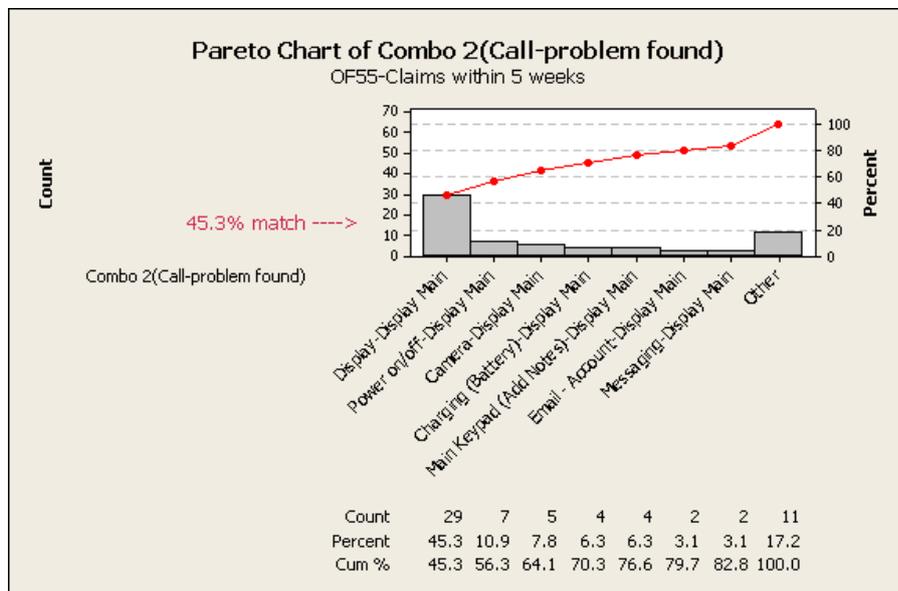


Figura 16. Pareto para el problema display en un periodo de call claim lag

También aquí se puede ver que la relación es aun mas grande y es del 45.3%. Realizando el mismo tipo de análisis para los cuatro o seis customer complaint más recurrentes en todos los productos y a su vez para los dos periodos de información.

A continuación se presenta una tabla que muestra los resultados de las comparaciones entre CC-PF, en los tres productos más importantes y con mayor presencia en los Estados Unidos. El color rojo a la derecha indica que el porcentaje aumentó y al contrario el color verde indica que el porcentaje fue mayor en el primer periodo.

Correlación entre CC-PF

Producto 1	Periodo		
	0-45	45>>	
Problem Found			
Charging	12.50%	26.70%	Red
Display	48.30%	25.00%	Green
Main Keypad	7.00%	12.40%	Red
Turn on-off	14.30%	7.70%	Green

Producto 2	Período		
	0-45	45>>	
Problem Found			
Charging	9.10%	23.50%	Red
Display	75.00%	33.30%	Green
Main Keypad	40.50%	52.90%	Red
Turn on-off	18.20%	0.00%	Green

Producto 3	Período		
	0-45	45>>	
Problem Found			
Charging	6.70%	18.20%	Red
Display	29.40%	40.00%	Red
Main Keypad	27.50%	25.00%	Green
Turn on-off	26.10%	34.80%	Red

Tabla 17. Correlación entre la queja del cliente y el problema encontrado

Este análisis también se hizo con los periodos de 0 a 71 días y en adelante, pero se encontraron los mismos resultados, por ejemplo el resumen de resultados para el producto 2 es el siguiente,

Producto 2	Periodo		
	0-71	71>>	
Problem Found			
Charging	13.6%	33.3%	Red
Display	42.00%	27.30%	Green
Main Keypad	8.00%	15.20%	Red
Turn on-off	13.90%	0.00%	Green

Tabla 18. Correlación CC-PF en un periodo distinto

Es exactamente el mismo resultado que con los períodos de hasta 45 días. Este análisis se realizó ya que en el histograma de la información en general se llegó a que el tercer cuarto era de 71 días.

Luego de analizar estos resultados, se decidió a diferencia de lo estimado en un principio, a utilizar toda la información que tuviera un lag positivo, para no descartar información valiosa que pudiera modificar los resultados de la información de referencia para el modelo.

Depuración de la información

Realizando análisis por productos, por etapas, se encontraron varias formas de obtener información más limpia para realizar el modelo, dentro de ellas se encuentran las siguientes.

A modo de verificación siempre a la tabla base, que se obtiene de la información de los llamados conectados con las fallas a través de la base de datos, se la agrupa, para evitar tener líneas duplicadas que pueden interferir en los resultados.

Otro filtro importante que se realizó en la información, fue en el campo “First Failure Flag”. Este es un campo numérico en el cual se ingresa 1 o 0 dependiendo si la llamada es la primera respecto al problema o no. En caso de que la llamada sea la primera con respecto a la falla, se le asigna un “1” y un “0” si es una llamada para hacer un reclamo del mismo problema.

Esta depuración en la información se realizó ya que se encontraron varios casos que tenían para el mismo problema muchas llamadas asociadas, el porcentaje es de un 2.5%. Así que se decidió solo utilizar los campos que tuvieran en el campo “first failure flag” un “1”.

Así también se encontraron llamadas con varios problemas asociados, en este caso el mismo cliente se queja en el call center, por varios problemas que cree que el celular tiene. Analizando los distintos casos encontrados, se encontró que no hay forma de saber cuál es el problema principal y cuales los secundarios, no hay un flag aquí que indique cual es el “primary problem found” y cual el “secondary problema found”, esta categorización se realiza luego en los centros de servicio y dependiendo de la severidad del problema. Por lo que se decidió que se conservarían todas las líneas con este patrón, el cual representa un 6% de la información total, para no eliminar información importante para el análisis. Ya que el decidir cuál es el problema más importante frente a los demás por solo el orden en que fueron entrados, afecta directamente al resultado del modelo, infiriendo capaz un resultado erróneo.

Ajuste de llamadas del call center

Para poder ajustar las llamadas iniciales, que representan el input del modelo, se analizó la información histórica de nuevo, pero de un punto de vista distinto, esta vez se buscó lograr una matriz que indicara el porcentaje por queja del cliente en el call center, de que una llamada se convierte en una falla real, sin importar la correlación del CC con el PF.

De esta manera se le aplica a cada categoría de queja, información del call center, un porcentaje según el comportamiento del mismo con productos anteriores.

Estos porcentajes que se calculan en base a información histórica, se calculan también en base a los productos de referencia que se explicaron antes. Por eso es que este ajuste de los llamados significa un ajuste en la información que impacta positivamente; ya que esta ponderación en base siempre a los mismos productos, le dará al resultado final más veracidad.

Por ejemplo, si se disponen de 10 llamadas para display, 5 para charging y 1 para battery. Y los porcentajes para cada una de las categorías, de que las quejas se convierten en un futuro en una falla, son 50, 20 y 75% respectivamente. Entonces, esto quiere decir que como input para utilizar con la matriz resumes los incidentes serán:

5 para display, 1 para charging y 0.75 para battery.

De esta manera, se utiliza de mejor manera la información del call center ya que el resultado final del modelo será un número más ajustado a la realidad. Por lo general estos porcentajes de ajuste histórico son menores a 100%, entonces los incidentes serán menores, afectando así de la misma manera en los incidentes finales de la estimación. No solo se logrará un pareto en el cual se podrá ponderar que fallas serán las más recurrentes, sino también, un número aproximado de incidentes para cada falla más confiable para realizar análisis.

Categorías de las llamadas

Como ya se dijo anteriormente, la información se encuentra categorizada según el tipo de llamada y esto lo determina el telemarketer según la queja del cliente. Las dos categorías más importantes para el modelo son las de “How To” y “Not working”, entre ellas se divide la información que se analiza para obtener los pronósticos.

La base de datos, corrige la información, ya que este campo es filtrado de lo que el telemarketer ingresa al sistema. Este crea un campo que contiene la queja seguida de una abreviación de esta categoría de llamada. Por lo que se crearon consultas que extraen la información del tipo de llamada, creando un nuevo campo “call Category”. Con una tabla de referencia de todas las combinaciones de queja y categoría de llamada y una consulta que verifica si existe un campo nuevo respecto de la ésta lista, y avisa

con un cartel de modo que uno complete en la tabla las letras o palabras que sean necesarias para tener actualizada la base de datos corrigiendo este tipo de omisiones en la información original.

Otra consulta separa este campo y crea una categoría de tipo de llamada, que indica el tipo de llamada “How To”, “Not working” o la existente.

Se realiza este trabajo, ya que agrega valor muy importante a la información. Los grupos de producción y RAE le dan una gran importancia a estos campos ya que en base a cada categoría se realizan distintos análisis. Uno de sus pedidos fue crear tablas dinámicas, con la información que obtenemos de la base de datos, para poder ellos estudiar de manera independiente la información.

Ahora podemos observar en el siguiente grafico la distribución de cada una de las categorías,

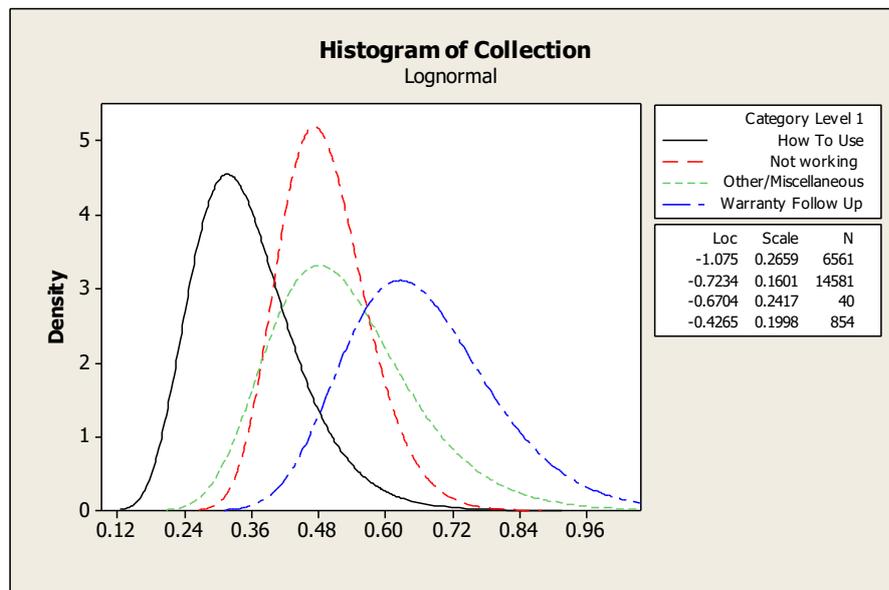


Figura 19. Distribución de las distintas categorías

Aquí podemos ver la curva roja y negra, estas muestran la distribución de las categorías “Not working” y “How To” respectivamente, de este grafico no podemos ver relación ya que las medianas no se solapan y el porcentaje en el que las curvas se cruzan es muy bajo.

Pasando a otro análisis para poder estudiar un poco más detalladamente estas muestras, utilizamos con el grafico de cajas. En el siguiente grafico de cajas se pueden ver las distribuciones de las tres categorías más importantes, “How To”, “Not working” y “Warranty Follow Up”.

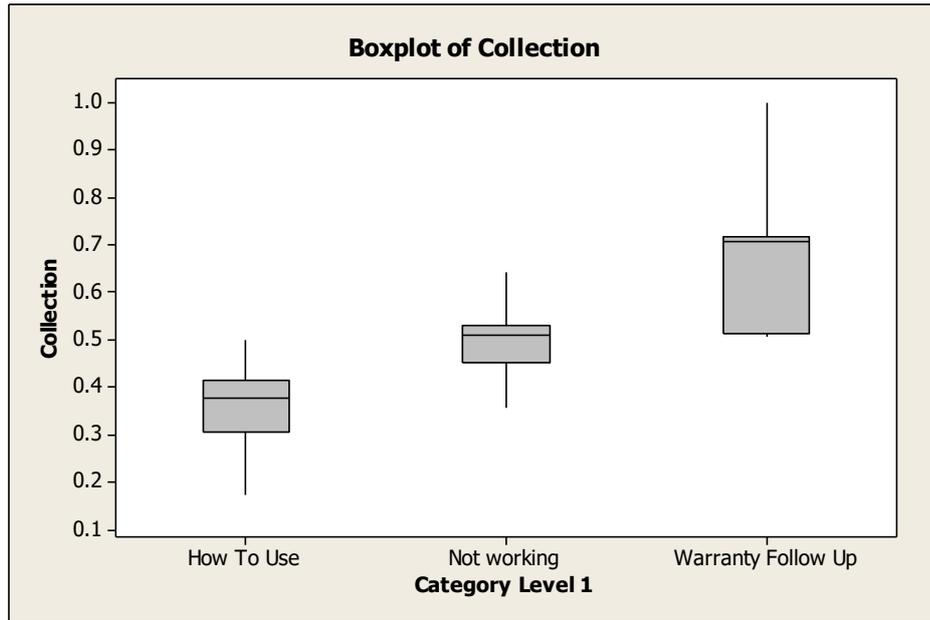


Figura 20. Diagramas de cajas para las distintas categorías de llamadas

Esta presentación visual, asocia las cinco medidas que suelen trabajarse de forma individual, los valores mínimo y máximo, los cuartiles Q1, Q2 o mediana y Q3, cada cuartil representa un 25%, por lo que el Q3 es el 75%. Presenta al mismo tiempo, información sobre la tendencia central, dispersión y simetría de los datos de estudio.

Como podemos ver en el diagrama, en todas las muestras hay mas dispersión en la parte izquierda de la distribución, en la que la distribución está menos sesgada es en la categoría de “How To” ya que su mediana está más centrada que en las demás cajas.

También podemos ver que las medianas de las dos categorías más importantes no se solapan ni sus cajas por lo que podemos decir que son muestras independientes. Salvo en el caso de las últimas dos categorías, pero “Warranty Follow up” tiene mucha dispersión.

En el siguiente scatterplot, podemos ver cómo están distribuidas las categorías de llamadas por cada falla. Este grafico se realizó entre dos categorías de la información del call center, level 1 es el tipo de llamada y level 3 que representa el problema que el cliente piensa que la unidad tiene.

El diagrama de dispersión se utiliza para estudiar la relación entre dos variables. Aquí podemos observar distintos clusters por colores, los cuales representan al tipo de llamada.

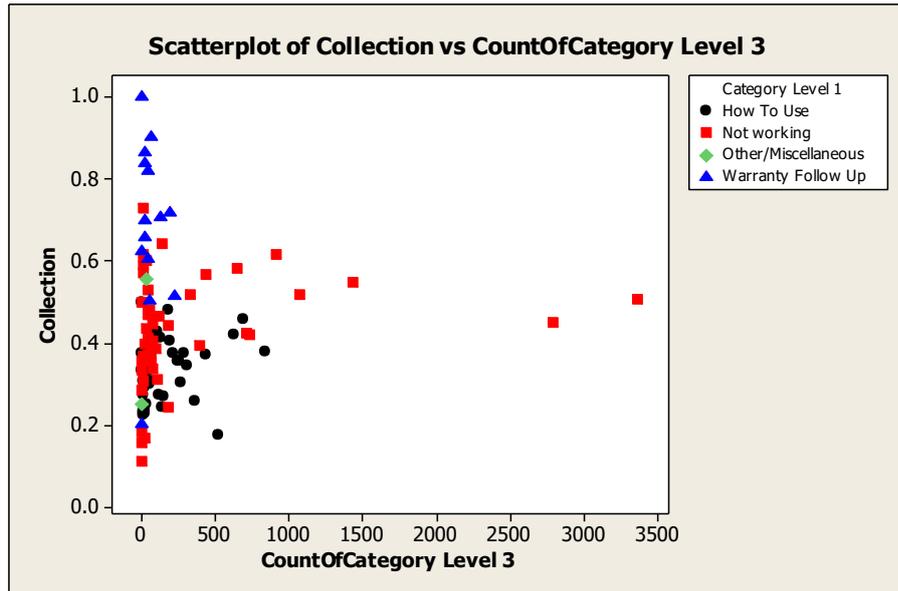


Figura 21. Diagramas de dispersión para las distintas categorías de llamadas

Vemos el cluster de puntos negros que es el que se encuentra localizado en la esquina inferior izquierda, ya que estos llamados tienen una proporción media a baja y la cantidad de ellos no es la mayor, esta categoría representa un 20% aproximadamente de la información. Los cluster azul y verde están alineados en $x=0$ ya que no tienen un volumen significativo y están distribuidos según la proporción dentro de la categoría 1 en la línea recta. A diferencia de estos, la categoría de Not working se encuentra distribuida en gran parte del esquema, posee varias quejas con gran cantidad de llamadas, por lo que se distribuyen hacia la derecha a lo largo del eje x, a su vez también tiene ítems en $x=0$ ya que algunas fallas para esta categoría no tienen gran volumen de datos.

Luego de realizar estos análisis y ver que las muestras son independientes, vemos que el valor agregado de disponer el tipo de categoría a cada una de las llamadas es importante y servirá en gran medida a favorecer los outputs del modelo, brindando así, mayor detalle de la información para realizar luego un análisis con mayor profundidad.

Comparación en base a un grupo de productos - Family of products

En un primer momento, los análisis se realizaban comparando el nuevo producto frente al más parecido que estuviera presente en la información histórica. Se consultaba cual era el producto más similar en cuanto a funciones, tecnología, diseño, y se estimaban las fallas en base a esa información.

Así como el ajuste de los intervalos de confianza, se propuso analizar los productos nuevos en base a un conjunto de productos.

El conjunto de productos se determinó creando una tabla de referencia con todos los productos existentes en la información histórica.

Esta tabla consta de los siguientes campos, el código del producto, la tecnología del teléfono (GSM, CDMA, 3G), el form factor, éste describe el formato del producto, si tiene tapa se llama clam, si no la tiene candybar, si se desplaza horizontalmente es slider o si posee un teclado con un botón por letra se denomina qwerty, por ultimo también presenta una columna que indica que nivel ocupa según el rango de precio de cada teléfono, puede ser low, mid o high tier.

De esta manera cuando se analiza la información, se selecciona el producto bajo análisis y ahora la matriz resumen con los incidentes por CC según el PF ahora se genera en base a todos los productos que tienen las mismas tres categorías que el que se marcó como referencia. Así, se obtiene un mejor resultado, ya que agrupando por el rango de precio, se acotan los productos que generalmente tienen las mismas aplicaciones, a su vez agrupando por form factor y tecnología, se focaliza en problemas que surgen repetidamente, por cuestiones tanto de diseño como de complejidad de la tecnológica.

A continuación se muestra como ejemplo una porción de la tabla de referencia que se menciono,

Technology	Form Factor	APC	Product Tier
3G	Clam	0H90	Mid
3G	Clam	0G26	Mid
3G	Clam	0G34	High
3G	Qwerty	0J05	Mid
3G	Qwerty	0J13	High
3G	Slider	0J50	Mid
3G	Slider	0G56	High

Tabla 22. Tabla que muestra el patrón para agrupar los productos

La aplicación de esta matriz de referencia, presenta dos ventajas en el análisis, la primera es que utilizando varios productos como referencia para el análisis se incrementa la cantidad de información disponible para realizar la matriz resumen por lo que aumenta la confianza en los resultados y como segunda ventaja se diversifica el error; ya que al hacer el resumen en base a mas productos y mas información se obtiene un mejor resultado del pronóstico.

Implementación de intervalos de confianza

El primer resultado de la base de datos, mostraba una tabla como la Figura 24, con el código del producto bajo análisis, el campo combo, que es la combinación del campo CC y PF, así como también los campos individuales y el porcentaje de calcular los incidentes de cada PF por sobre la totalidad de los CC, para cada tipo de combinación existente. Por lo que por ejemplo, en la información histórica se podían encontrar 10 reclamos por el CC=display, los cuales se traducen en varios problemas que diagnostica el técnico, así es que los porcentajes para el mismo CC suman 1. *Por ejemplo,*

Customer Complaint	Porcentaje	Problem Found
Display	0.5294	Display Main
Display	0.0588	Side Keys
Display	0.2941	Turn on/off
Display	0.0588	USA06
Display	0.0588	User abuse

Tabla 23. Muestra la traducción de queja a problema y el porcentaje asociado

Por lo que la tabla final se componía de un cuadro similar para cada CC, de cómo se traducen en la información histórica. Viendo distintas tablas, para los primeros análisis y pruebas que se hicieron, se encontraban casos en los que la probabilidad era 100%, como en la siguiente tabla,

APC_CODE	Combo	Customer Complaint	%	Problem Found	Total Failures expected
0G30	Audio/Sound-&Charging	Audio/Sound	0.166666667	Charging	2.166666667
0G30	Audio/Sound-&Display Main	Audio/Sound	0.166666667	Display Main	2.166666667
0G30	Audio/Sound-&Main Keypad	Audio/Sound	0.666666667	Main Keypad	8.666666667
0G30	Bond/Pair-&Flex	Bond/Pair	1	Flex	13
0G30	Charging (Battery)-&Alert	Charging (Battery)	0.173913043	Alert	1.391304348
0G30	Charging (Battery)-&Display	Charging (Battery)	0.086956522	Display	0.695652174
0G30	Charging (Battery)-&Main Keypad	Charging (Battery)	0.043478261	Main Keypad	0.347826087
0G30	Charging (Battery)-&Turn on/off	Charging (Battery)	0.260869565	Turn on/off	2.086956522
0G30	Charging (Battery)-&USA06	Charging (Battery)	0.217391304	USA06	1.739130435
0G30	Charging (Battery)-&User abuse	Charging (Battery)	0.043478261	User abuse	0.347826087
0G30	Charging (Battery)-&Voice call	Charging (Battery)	0.173913043	Voice call	1.391304348
0G30	Display-&Data Application	Display	0.024390244	Data Application	0.219512195
0G30	Display-&Display Main	Display	0.243902439	Display Main	2.195121951
0G30	Display-&Display Secondary	Display	0.195121951	Display	1.756097561
0G30	Display-&Housing Flip/Blade	Display	0.097560976	Housing	0.87804878
0G30	Display-&Main Keypad	Display	0.12195122	Main Keypad	1.097560976
0G30	Display-&Turn on/off	Display	0.292682927	Turn on/off	2.634146341
0G30	Display-&USA06	Display	0.024390244	USA06	0.219512195
0G30	Housing / Cosmetic Issues-	Housing / Cosmetic Issues	1	Display Main	0
0G30	Lock/Unlock unit-&Housing	Lock/Unlock unit	0.333333333	Housing	0
0G30	Lock/Unlock unit-&Main Keypad	Lock/Unlock unit	0.166666667	Main Keypad	0
0G30	Lock/Unlock unit-&Transmit Audio	Lock/Unlock unit	0.5	Transmit Audio	0
0G30	Main Keypad (Add Notes)-&Alert	Main Keypad (Add Notes)	0.181818182	Alert	0
0G30	Main Keypad (Add Notes)-	Main Keypad (Add Notes)	0.045454545	Charging	0
0G30	Main Keypad (Add Notes)-&Main	Main Keypad (Add Notes)	0.545454545	Main Keypad	0
0G30	Main Keypad (Add Notes)-&Side	Main Keypad (Add Notes)	0.181818182	Side Keys	0
0G30	Main Keypad (Add Notes)-&User	Main Keypad (Add Notes)	0.022727273	User abuse	0
0G30	Main Keypad (Add Notes)-&Voice	Main Keypad (Add Notes)	0.022727273	Voice call	0
0G30	Other (Add Notes)-&Camera	Other (Add Notes)	0.4	Camera	13.2
0G30	Other (Add Notes)-&Display Main	Other (Add Notes)	0.2	Display Main	6.6
0G30	Other (Add Notes)-&Housing	Other (Add Notes)	0.4	Housing	13.2
0G30	Phone OS-&Display Main	Phone OS	1	Display Main	2
0G30	Power on/off-&Display Main	Power on/off	0.181818182	Display Main	0.363636364

Este "1" representa que el 100% de las llamadas que se realizaron para la categoría Bond/Pair se convirtieron en fallas de la categoría Flex.

Estos casos se buscaron en la tabla principal y se encontró que solo era una línea de información, por lo que es necesario el uso de intervalos de confianza.

Figura 24. Tabla que muestra donde se veía el error, por el cual se aplica los intervalos de confianza

Debido al tipo de información que estamos utilizando, se decidió analizar los intervalos de confianza para proporciones para poder salvar este tipo de situaciones y además para obtener un resultado más exacto de las proporciones de traducción de las quejas a los problemas reales.

La importancia de aplicar los intervalos de confianza, reside en que un intervalo de confianza aporta más información que un estimador puntual cuando se quiere hacer inferencias sobre parámetros poblacionales. A su vez, hay que tener en cuenta que la amplitud de un intervalo de confianza está determinado por: el nivel de confianza establecido; la variabilidad de los datos; el tamaño de la muestra.

Para describir un intervalo de confianza para una proporción podemos decir,

Sean $X_1, \dots, X_n \sim \text{Ber}(p)$. Si queremos estimar el parámetro p , la manera más natural de hacerlo consiste en definir la suma de estas --lo que nos proporciona una distribución Binomial

$$X = X_1 + \dots + X_n \sim \mathbf{B}(n, p) \quad (1)$$

Y tomar como estimador suyo la

$$\hat{p} = \frac{X}{n}. \quad (2)$$

Es decir, tomamos como estimación de p la proporción de éxitos obtenidos en las n pruebas, \hat{p} .

La distribución del número de éxitos es binomial, y puede ser aproximada a la normal cuando el tamaño de la muestra n es grande, y p no es una cantidad muy cercana a cero o uno:

$$X \sim \mathbf{B}(n, p) \Rightarrow X \overset{\approx}{\sim} \mathbf{N}(np, npq) \quad (3)$$

Dada una variable aleatoria con distribución Binomial $\mathbf{B}(n, p)$, el objetivo es la construcción de un intervalo de confianza para el parámetro p , basada en una observación de la variable que ha dado como valor x . El mismo caso se aplica si estudiamos una Binomial $\mathbf{B}(1, p)$ y consideramos el número de veces que ocurre el suceso que define la variable al repetir el experimento n veces en condiciones de independencia.

Existen dos alternativas a la hora de construir un intervalo de confianza para p :

- Considerar la aproximación asintótica de la distribución Binomial en la distribución Normal.
- Utilizar un método exacto.

Aproximación asintótica

Tiene la ventaja de la simplicidad en la expresión y en los cálculos, y es la más

referenciada en la mayoría de textos de estadística. Se basa en la aproximación

$$X \sim B(n, p) \rightarrow N(np, \sqrt{npq}) \quad (4)$$

que, trasladada a la frecuencia relativa, resulta

$$\hat{p} = X/n \rightarrow N\left(p, \sqrt{pq/n}\right) \quad (5)$$

Tomando como estadístico pivote

$$Z = \frac{\hat{p} - p}{\sqrt{\hat{p}\hat{q}/n}} \quad (6)$$

que sigue una distribución $N(0, 1)$, y añadiendo una corrección por continuidad al pasar de una variable discreta a una continua, se obtiene el intervalo de confianza asintótico:

$$\hat{p} \pm z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\hat{p}\hat{q}}{n} + \frac{1}{2n}} \quad (7)$$

donde $\alpha/2$ es el valor de una distribución Normal estándar que deja a su derecha una probabilidad de $\alpha/2$ para un intervalo de confianza de $(1 - \alpha) \cdot 100\%$. Las condiciones generalmente aceptadas para considerar válida la aproximación asintótica anterior son:

$$n \geq 30 \quad ; \quad n\hat{p} \geq 5 \quad ; \quad n\hat{q} \geq 5 \quad (8)$$

El intervalo obtenido es un intervalo asintótico y por tanto condicionado a la validez de la aproximación utilizada.

Intervalo exacto

Aun cuando las condiciones anteriores no se verifiquen, es posible la construcción de un intervalo exacto, válido siempre pero algo más complicado en los cálculos. Es posible demostrar que un intervalo exacto para el parámetro p viene dado por los valores siguientes:

$$P_1 = \frac{X}{(n-X+1)F_{\alpha/2, 2(n-X+1), 2X} + X}; P_2 = \frac{(X+1)F_{\alpha/2, 2(X+1), 2(n-X)}}{(n-X) + (X+1)F_{\alpha/2, 2(X+1), 2(n-X)}} \quad (9)$$

Donde $F_{\alpha/2, a, b}$ es el valor de una distribución F de Fisher-Snedecor con a y b grados de libertad que deja a su derecha una probabilidad de $\alpha/2$ para un intervalo de confianza de $(1 - \alpha) \cdot 100\%$.

Esta fue la fórmula utilizada para calcular los intervalos de confianza, p_1 el inferior y p_2 el superior, en el template de Excel. Para poder obtener una probabilidad exacta y así poder utilizar los análisis que se obtienen a partir de esta información para estimar fallas.

MODELOS INFORMÁTICOS PARA AUTOMATIZAR LOS ANÁLISIS

Considerando la cantidad de información que se debe manejar para obtener la matriz en base a todos los filtros que se han estudiado y explicado anteriormente, se construyó un modelo informático capaz de depurar la información y obtener rápidamente los resultados requeridos para seguir con el proceso de pronóstico de fallas en los teléfonos celulares.

El proceso que se realizó durante los análisis para poder idear y plantear un modelo informático de pronóstico fue el siguiente,

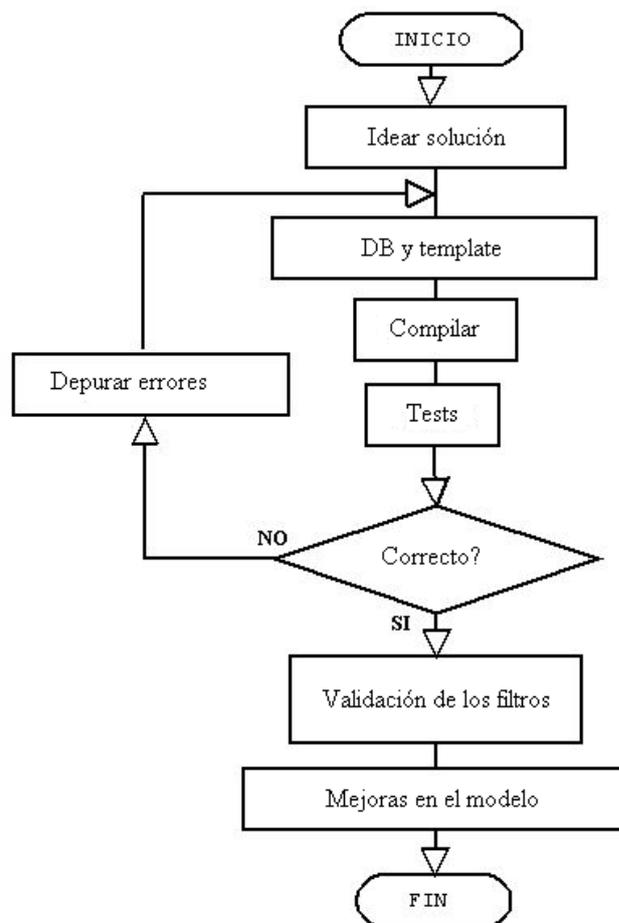


Figura 25. Diagramas de proceso. Modelo de cómo se procedió para diseñar el modelo.

Se comenzó con un modelo que emulara lo que se realizaba anteriormente con análisis manuales y puntuales para cada producto, de esta manera se fueron implementando por etapas mejoras en cuanto al pronóstico y en cuanto a la performance de la base de datos.

Base de datos

Con la ayuda del MS Access, se construyó una base de datos, que maneja la información histórica disponible así como también la información del call center, la cual contiene datos de los productos nuevos. Esta misma, a través de distintas consultas, realiza las siguientes operaciones necesarias:

- Creación de campos necesarios para el análisis:

Como se vio en los análisis realizados, ha sido necesaria la creación de campos para analizar y luego filtrar información innecesaria para el análisis. Los campos creados han sido el “Call-Claim Lag” para poder analizar el comportamiento de los claims así como también para luego solo utilizar los reclamos con el campo mayor a 0. La fórmula para obtener este campo es simple, es la resta entre las fechas de recepción en el centro de servicio con la fecha de recepción de la llamada en el call center.

Otro campo importante es el “Call Type” este indica el tipo de llamada, el cual otorga el telemarketer dependiendo de lo que el cliente le explica de su problema. Este se obtiene a partir de un campo de la tabla original a través de varias operaciones, este muestra la queja del cliente seguido de un guion y el tipo de llamada. Pero el problema es que no siempre completan correctamente la información; por lo cual se creó una lista de referencia con todas las combinaciones existentes de quejas y tipos de llamas, escrita correctamente con el guion y el tipo de llamada escrito correctamente. Luego mediante otras consultas se actualiza la información en las tablas en base a estas referencias. Finalmente se crea el campo “Call Type” cortando la última parte del campo, es igual al campo luego del guion.

Durante el estudio de la información también se utilizó un campo denominado “Call Claim Lag Category” que agrupaba la información según el periodo que indicaba el campo “Call Claim Lag”, de esta manera se tenían tres periodos, prior call, cuando existía una llamada luego de una reparación, cuando la reparación se realizaba antes de las 5 semanas y luego de las 5 semanas de realizada la llamada. Este campo fue utilizado en la etapa de análisis, en los últimos resultados no está siendo utilizado para la estimación.

Otra gran ayuda fue la creación de la tabla de referencia que contiene la información de todos los productos existentes en la información, se logró un

mejor resultado. Esta tabla es la que se denominó “Product Family” la cual según las indicaciones que uno dispone en un principio acota el análisis a ciertos productos que compartan esas características, lo que hace al resultado más confiable.

- Depuración de la información:

Como se ha explicado anteriormente, es esencial contar con información limpia, para poder eliminar todo tipo de ruido en los resultados. Por esta razón, a través de consultas en la base de datos, se filtraron las líneas duplicadas, se restringió la información a solo los claims con “First Failure Flag” =1 para poder obtener así solo los primeros claims de cada llamada; también se acotó la información con el “Call-Claim Lag” mayor a 0 para poder así trabajar únicamente con los reclamos que se hicieron al call center y luego de unos días o semanas tuvieron una falla real detectada por un técnico en el centro de servicio. También como se concluyó antes, con respecto a los calls con varios problemas encontrados no se realizó ningún filtro para no quitar información relevante para el análisis, ya que no existe forma de categorización de los problemas según como está presentada en la información virtual de Motorola. Otro filtro realizado fue acotar según el transaction code diferente a OOW que quiere decir que está fuera de garantía el producto, por lo cual Motorola no paga ese arreglo.

Así también cabe destacar, que los análisis que se realizan se hacen especificando en un principio la región bajo análisis, ya que cada región tiene diferentes reglas en cuanto a la garantía y también cada cultura hace que la oportunidad que se cuantificó para Estados Unidos de 45 días varía según la región geográfica. Por lo que, una vez que se quiere analizar un producto, se acota la información primero por la región geográfica y luego por las características principales del teléfono, como la tecnología, el diseño y el rango de precio del mismo.

Asimismo se crearon consultas y filtros para manejar correctamente la información del call center.

- Para la información del Call Center no es necesario la creación de campos nuevos, sino que la correcta depuración de ella, para poder traducir luego las quejas en el call center que son catalogadas como potenciales a tener una falla futura. Por esta razón es que los filtros ya desarrollados fueron:
 - Acotar los llamados a los posteriores a Mayo del 2009, debido al cambio en el % de colección en el call center.
 - Remover de la información los productos iDEN. Ya que el análisis se focaliza ahora en los productos de Mobile Devices .

- Por último, se removieron las llamadas con objetivos de consultas sobre los carriers, consultas de ventas, consultas de estado de arreglo de teléfonos y otros. Para solo utilizar los llamados referidos a necesidad de reparaciones a causa de síntoma de falla en el funcionamiento de la unidad.

Luego de la etapa de depuración de la información y disponiendo de todos los campos necesarios, se procedió a crear consultas que manejarán la información de forma automática para obtener la matriz resumen. El objetivo es tener una herramienta fácil de utilizar y veloz que provea la matriz resumen con solo indicar las características del teléfono y la región geográfica en cuestión.

Los outputs importantes de la base de datos son dos para la estimación de fallas, en primer lugar la matriz resumen. Está calculada en base a los productos similares, resume la información de cómo se tradujeron los llamados en problemas, entonces ésta es una tabla que contiene, la queja del cliente en el call center, con cantidad de los mismos para cada problema diagnosticado por el técnico y esta cantidad también. Por lo que se puede obtener el porcentaje por customer complaint de cómo se traducen a cada problema en específico. Aquí es donde luego se aplica la mejora de los intervalos de confianza en el template de Excel, para poder estimar con mayor eficiencia las fallas. De esta manera, en vez de obtener un promedio lineal, se calcula en base a la cantidad de fallas.

El otro output, es una tabla que indica cual es el porcentaje por cada customer complaint que las llamadas se convierten en fallas reales. Esto se obtiene relacionando las dos informaciones disponibles y calculándolo a su vez en base a la misma tabla de referencia de productos. Se calcula para el grupo de productos, el total de líneas por cada customer complaint (que luego terminan en fallas reales) y luego se dividen obteniendo un porcentaje. Esto luego es utilizado para poder ponderar los llamados en el call center, porque no siempre luego se convierten en fallas; por lo que esto se obtiene utilizando la información histórica. Estos calls iniciales son obtenidos también de la base de datos, se filtran los calls y se obtiene una lista de los quejas del producto que se quiere analizar.

Template

Ya que el objetivo del modelo es pronosticar fallas para los productos nuevos, es necesario disponer de la información actualizada siempre. Debido a esto se actualizará la información de la base de datos semanalmente y para tener toda la base de datos actualizada, se crearon consultas para ayudar a actualizar la información de forma automatizada, de manera que corriendo algunas consultas, la base de datos chequea si existe información nueva para cada una de las tablas de referencia, como la de los

productos, o la necesaria para crear el call type y como principal la información base en la cual se basan los más importantes outputs, la información histórica.

Una vez obtenidas estas tablas, se necesita de un archivo de Excel para poder manejar la información, en este se realiza la estimación.

Se dispone de una primera hoja en la que se ajustan las quejas de los clientes en el call center ya filtrados, con la tabla que indica por falla que porcentaje se convirtió en falla. En este paso, luego de obtener el número de incidentes por cada queja del cliente, se lo traduce a los nombres que la base de datos utiliza, la mayoría de las quejas llevan el mismo nombre pero la minoría tiene algunas diferencias entre ambas informaciones. Estas quejas finales son el input para poder obtener el pronóstico utilizando la matriz resumen como base de comparación.

En una segunda hoja, se aplica la mejora con los intervalos de confianza. En esta hoja se debe pegar el output de la base de datos de la matriz resumen y automáticamente a la derecha se calculan los intervalos de confianza, ya que existen formulas que buscan los valores que necesitan para calcular los intervalos. Este resultado, de la matriz resumen con los intervalos se copia para ser utilizado en la última hoja del template.

En una tercer hoja, se multiplican las quejas con la matriz resumen mejorada, por cada categoría de queja, por lo que se obtiene al final la lista de problemas que los teléfonos tendrán. Como se han aplicado intervalos de confianza, se obtienen tres pronósticos. El primero con el menor intervalo de confianza, el segundo con el porcentaje lineal y por último el tercer pronostico pesimista, el cual pronostica mayor cantidad de fallas ya que es el que utiliza el intervalo de confianza mayor.

Estos datos se visualizan de forma de paretos para poder ver cuál es el porcentaje de incidencia que cada problema en el producto bajo análisis.

A continuación, se muestra un grafico que resume como es que se traducen las fallas. Este gráfico es un histograma que muestra en cada barra como es que se conforman los problemas, por lo que con colores y referencias se muestra en cada barra que porcentaje que cada queja del cliente compone los problemas estimados.

También se muestra cual es el Pareto de los calls para el producto, para luego tomar las primeras 5 y analizar cómo es que se traducen individualmente a problemas.

A su vez este mismo análisis se realiza para los primeros cinco Problem found, para estudiar cuales son las quejas que el cliente indica cuando llama al call center por que presume que el teléfono tiene un problema que luego resulta ser o no el mismo. Esto se puede hacer rápidamente, ya que el histograma que muestra la traducción de los calls a los problemas en las barras del mismo, está hecho en base a una tabla dinámica, por lo que fácilmente se pueden acotar los problemas que interesan y leer los calls que pronosticaron esos problemas.

Éste es el resultado de la estimación de las fallas.

El proceso de análisis

Para analizar y probar el funcionamiento del modelo mejorado, se tomó un producto de referencia “Producto 1” y se realizó el análisis completo. Se tomó un producto existente en la información histórica, de manera de tener la posibilidad de comparar los resultados de los pronósticos con el Pareto real de fallas de ese modelo de celular.

Como primer paso, se debe actualizar la base de datos, por lo que es necesario abrir la base de datos, ingresar la nueva y última información disponible, para correr todas las consultas de actualización tanto para la información de la base de datos como así también los campos que deben cambiarse en el template debido a nuevas categorías de quejas.

Una vez que se obtiene la base de datos actualizada y el template, se determina cual es el producto bajo análisis, se debe filtrar en la base de datos por este producto, de manera que se filtre por los celulares que posean las mismas características: tecnología, rango de precio y formato. Para que luego todos los resultados se calculen en base a la información disponible de ellos. Así mismo se debe indicar en la base de datos cual es la región en la que se realiza e análisis, este caso en Estados Unidos. Para poder simular un caso con un teléfono nuevo, se remueve a este modelo, que ya existe en la información histórica, para que el análisis se realice en base al resto de los teléfonos con las mismas características en Estados Unidos. A continuación se presenta una imagen de la base de datos,

The image shows a software interface for data management, divided into three main sections:

- Updates needed:** Contains buttons for "Update Tables" (with a sub-label "Enter new data"), "Update Reference Tables", and "Updates for the template" which includes "Paste on column A" and "Paste on column G".
- Limits:** Features four dropdown menus for filtering: "Product under analysis", "Country", "Technology", "Form Factor", and "Product Tier".
- Outputs for the template:** Includes buttons for "Calls for the new Product" (linked to "Sheet1: Format calls"), "Adjustment for Calls", "Summary Matrix" (linked to "Sheet 2: Confidence Interval"), and "Products for comparison".

Figura 26. Imagen de la base de datos

Pronóstico de fallas en teléfonos celulares

Aquí se puede ver cómo está claramente dividida en las distintas etapas que se deben cumplir y en su orden cronológico. También se indica cuales son los outputs y en donde deben ser colocados los resultados obtenidos luego de poner en funcionamiento cada uno de los botones mostrados en la imagen.

Ahora se necesitan tres tablas de información, solo es necesario hacer correr las consultas para obtener las mismas. Estas son las que luego se ingresan en el template. Primero obtenemos la lista de los call, con la cantidad de reclamos para cada categoría que es ingresada en la primer hoja llamada “formato de calls” en la columna “L”. Luego se procesa la información que proporciona el porcentaje por cada categoría de queja de cuando una queja se convierte en una falla real. Esta tabla se copia en la columna “Q”. En el siguiente grafico se muestra como es la hoja “formato de call”, las tablas con amarillo son los outputs del la base de datos, mientras la verde es el output de la hoja que será utilizado en la siguiente hoja del archivo de Excel.



Figura 27. Imagen de la primer hoja del template

En este paso se logra obtener la cantidad de quejas ajustadas en el call center que se recibieron para ese producto por tipo de falla.

Luego, se obtiene la última tabla de la base de datos, la que muestra la traducción desde las quejas del cliente al problema encontrado por el técnico.

En la segunda hoja denominada “ajuste con IC”, como se dijo anteriormente se realiza el cálculo de los intervalos de confianza, ya que se necesita de la ayuda del Excel que posee formulas disponibles como Finv, necesaria para obtener los intervalos correctamente. En esta hoja el trabajo es simple, se coloca la 3er tabla de la base de datos “summary matrix” y ésta automáticamente se convierte en la tabla resumen

Pronóstico de fallas en teléfonos celulares

ajustada, con los intervalos calculados; esta última es la que se necesita para continuar con el análisis.

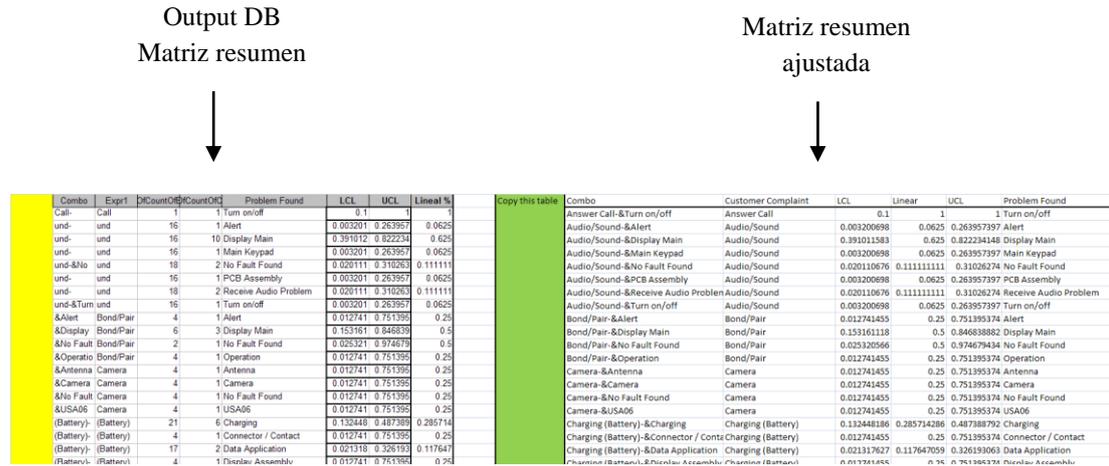


Figura 28. Imagen de la segunda hoja del template

Por lo que ahora se continua con la hoja llamada “template” en esta debemos colocar el output de la hoja “formato de calls” en la columna A y luego la 3er tabla de la base de datos que fue ajustada en la hoja anterior en la columna G. Una vez colocada las tablas aquí, el Excel ya tiene formulas que realizan el trabajo de traducción. Por lo que se crean las columnas M, N y O, en las cuales se encuentran los pronósticos. Con el siguiente grafico se muestra como es la hoja “template”, la tabla con fondo amarillo es la que la base de datos procesa y la que tiene fondo naranja es la tabla que muestra los resultados pronosticados, los que se obtienen relacionando la tabla con la lista de las quejas ajustadas con la matriz resumen de la base de datos.

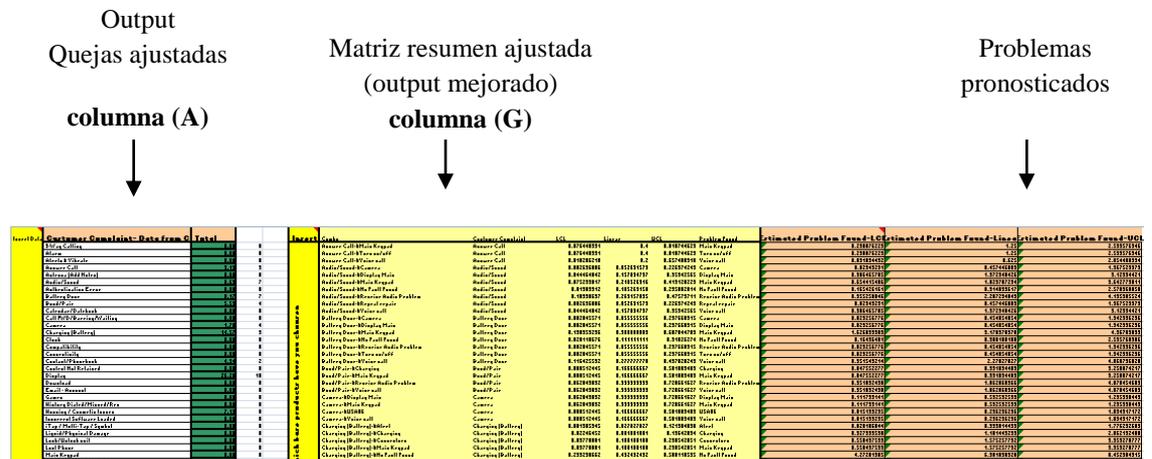


Figura 29. Imagen de la tercera hoja del template

Luego se agrupa esta última información de problemas pronosticados para poder obtener un total de incidentes por tipo de problema. Como se dijo anteriormente, se consiguen tres listas, las cuales se presentan como paretos, ya que se dividen por el total, para poder visualizar el porcentaje de incidencia de cada problema en el total. Estas se visualizan de la siguiente manera en gráficos.

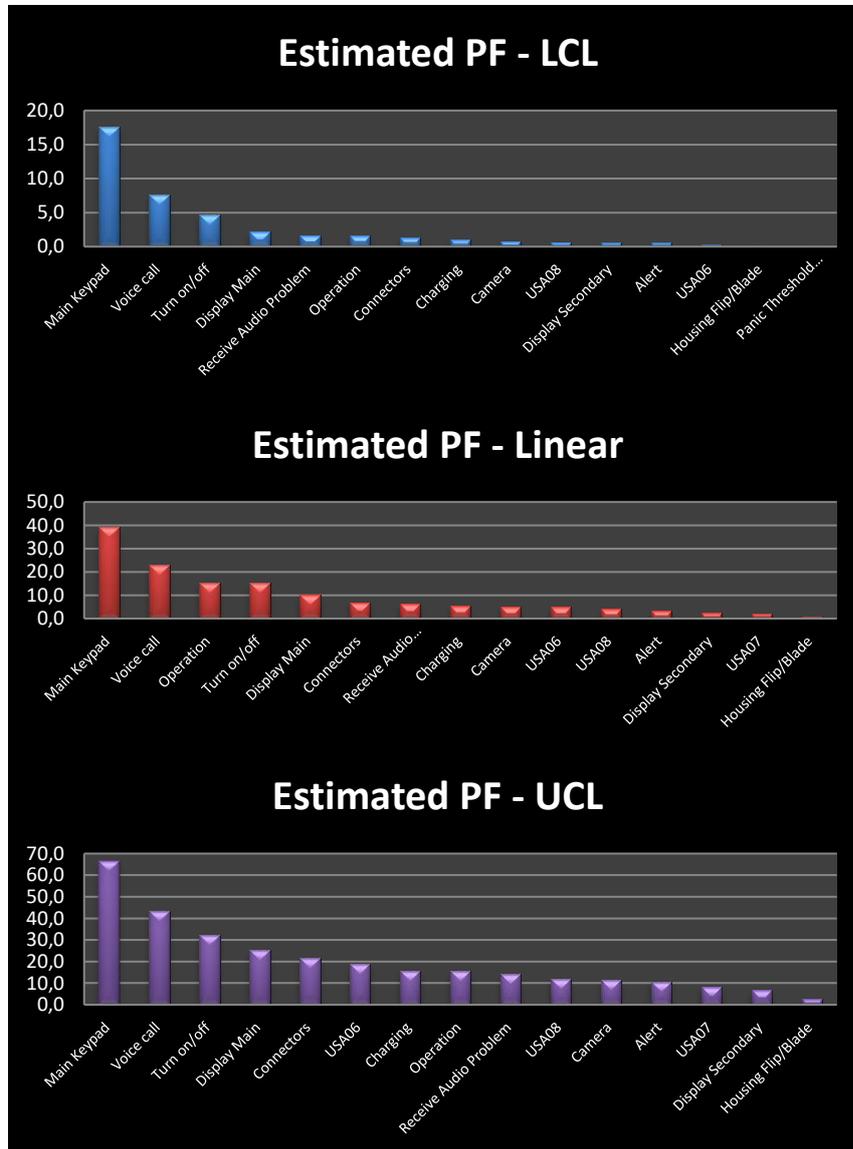


Figura 30. Paretos de la estimación

Aquí podemos ver que los primeros cuatro problemas encontrados coinciden en los gráficos, en el caso del grafico con el cálculo del porcentaje lineal, estos cuatro problema found se encuentran dentro de los primeros 5, solo varia en la cuarta posición, pero en la quinta ya aparece la que es 4ta en los otros dos casos de pronóstico.

En base al pronóstico pesimista, se realiza el siguiente gráfico que muestra que quejas del cliente son las que pronosticaron los problemas que se muestran en las barras.

Por lo que en el eje x se listan los problemas pronosticados y en la lista de referencia a la derecha se listan las quejas que los clientes realizan en el call center. Entonces por cada barra podemos ver cómo es que se tradujeron las quejan en problemas y luego la suma de todas esas traducciones resulto en el 100% de cada problema final.

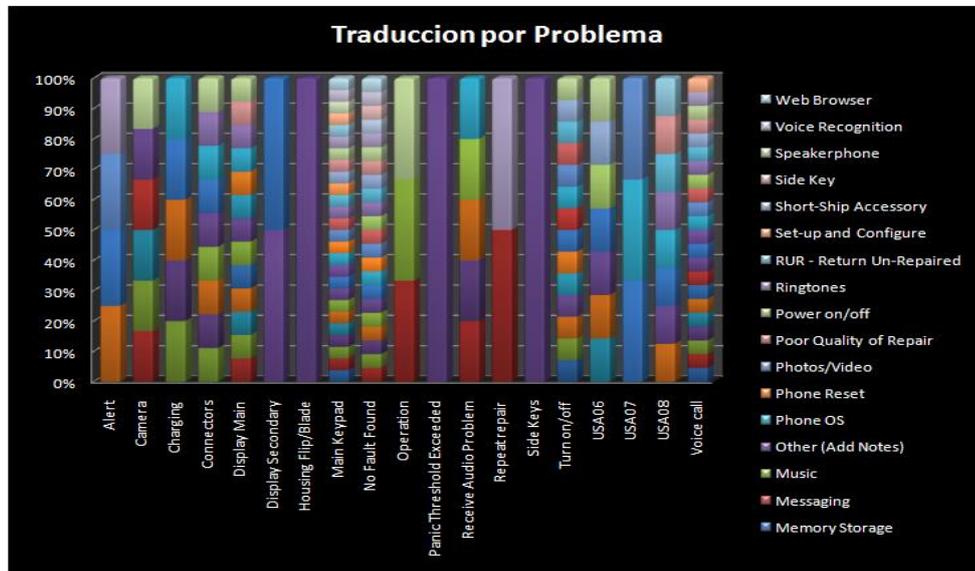


Figura 31. Paretos de la estimación. Muestra la relación de las quejas en los problemas estimados

Luego fácilmente se pueden filtrar los problemas más importantes y frecuentes, ya que este grafico se basa en una tabla dinámica. Por lo que se puede ver con mejor claridad los problemas que se deseen, aquí se presenta le grafico para los top 5problems,

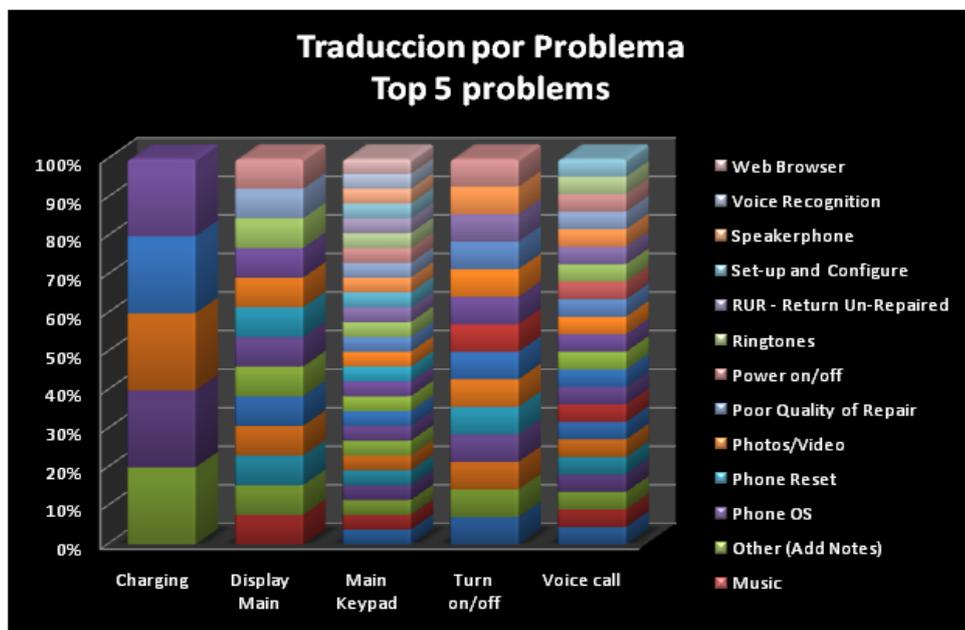


Figura 32. Paretos para los cinco primeros problemas estimados.

Luego se muestra un Pareto de los Calls que pronosticaron estos problemas, como el siguiente,

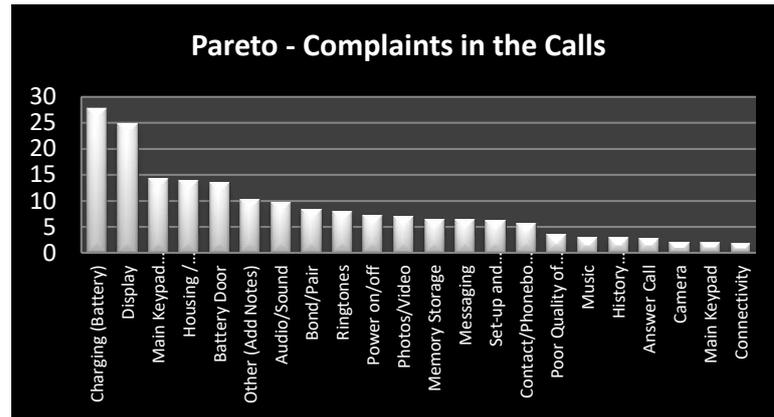


Figura 33. Paretos de las llamadas. Input del modelo.

Y se muestran también de manera análoga al grafico de traducción, unos gráficos de cómo se tradujeron las cinco primeras quejas que aparecen en el Pareto de Calls.

Entonces de esta manera se puede ver como cuales fueron los problemas pronosticados para esas quejas pronosticadas. Los gráficos son como los siguientes,

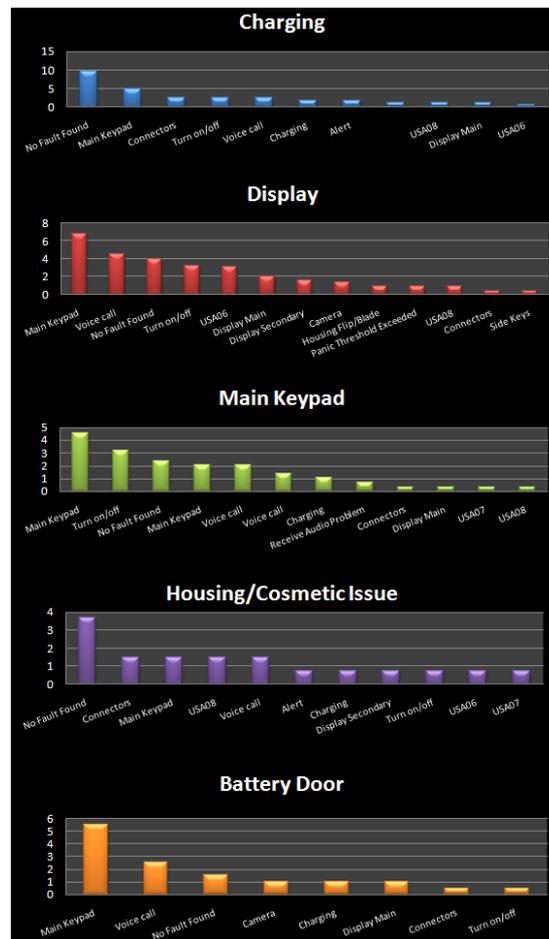


Figura 34. Paretos de las llamadas y su traducción a problemas.

Todos los análisis mostrados y explicados anteriormente, son los resultados que se brinda en los análisis ad-hoc.

Este va a ser el modelo de análisis, que se entregará luego de que algún área de Motorola pida un análisis de pronóstico de fallas en un determinado modelo que este siendo analizado.

Esta línea de análisis se irá actualizando a medida que se encuentren nuevas maneras de mejorar y aportar mayor cantidad de información procesada y valiosa para los consumidores del mismo.

Ejemplos: utilizando el modelo

Una vez obtenido el resultado final del pronóstico. Se procedió a analizar productos para estudiar de qué manera respondía el mismo frente a distintas opciones.

Con esta información presentada en forma de tablas y además con gráficos, explica de forma completa el pronóstico que se realiza para los productos.

Como dijimos antes el feedback del área de producción es muy importante para este proceso, ya que ellos van a ser los principales clientes del modelo y sus resultados.

Durante el desarrollo del modelo, tanto de la base de datos como el archivo de Excel, se hicieron reuniones periódicas en las cuales se encontraban dos representantes del área de producto, un representante del RAE (Returns Analysis Engineering) y los encargados de la información del call center y de los centros de servicio. En ellas, se revisaba el progreso del modelo, así como también los filtros o consultas que se quisieran hacer en ambos sentidos. Así fue que se entendió la información disponible y fue la base necesaria para poder crear el modelo para pronosticar las fallas. A su vez, una vez finalizada la etapa de creación se hicieron reuniones pero para estudiar los resultados de los análisis hechos. Como se dijo, se probó el modelo con varios productos ya conocidos, para poder comparar los resultados pronosticados con los reales. Es decir, se tomó de la información histórica los llamados para tres modelos distintos y luego se procedió a calcular cuales eran las fallas que le correspondían según esas llamadas. Una vez obtenido el resultado, se comparó con el patrón real de fallas, este patrón real, se encuentra en la información histórica. Por lo que se puede verificar si hay correlación entre las fallas pronosticadas las fallas reales en cada caso.

A continuación se presentarán los resultados para algunos productos que se realizaron en la etapa de análisis de los resultados pronosticados.

Primer ejemplo,

Producto 1

Comparado con 3 productos

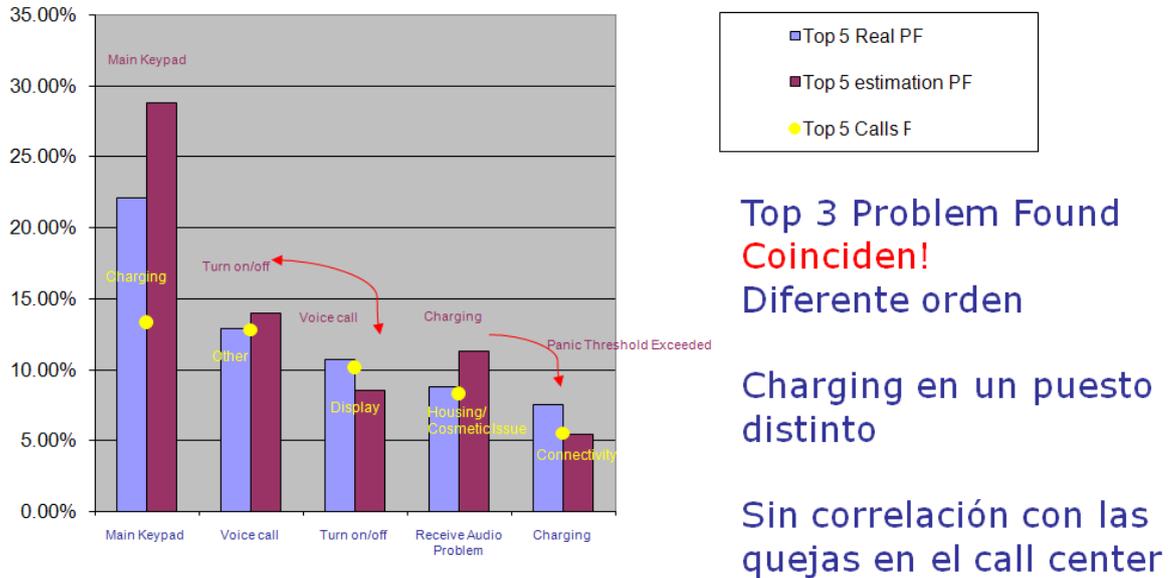


Figura 35. Paretos con los resultados obtenidos para el Producto 1. Comparación entre problemas pronosticas, problemas reales y las quejas en el call center

En la imagen anterior se muestran los resultados obtenidos para el producto 1, el cual es el producto bajo análisis para el cual se estimas los problemas.

En cuanto a las referencias, se encuentran como barras en el pareto, en color violeta los problemas estimados, en color azul los problemas reales que este producto tuvo, y los puntos amarillos indican cuales fueron las quejas para ese producto.

En el eje x, están marcados cuales fueron los problemas reales del producto, y luego se tabulan en cada barra cual es el correspondiente problema o queja.

Como se puede apreciar y está indicado en el grafico, los primeros tres problemas que se pronostican coincidieron con los problemas que efectivamente ese producto tuvo. La única diferencia en estos es en el orden de los puestos dos y tres. Luego también se estimo que el producto iba a tener problemas con charging, que efectivamente tuvo, el único detalle es que en lugar de estar en quinto lugar, se lo pronosticó como el cuarto. Por lo que de todos los problemas, y analizando dentro de los primeros cinco, se pronosticaron cuatro problemas correctamente.

También se puede ver que no existe correlación alguna con los llamados del call center. Como se dijo en un principio, cuando se ve la oportunidad del modelo, no se quiere verificar la correlación entre llamada y falla solamente, sino también la traducción total de cómo se traduce lo que en un principio el cliente estima y lo que realmente causa esa falla en el teléfono celular.

Esto es lo que resulta asombroso del modelo, este análisis se realizó en base a tres productos distintos que comparten características técnicas, y a pesar de no tener correlación las llamadas con los problemas, se pudo pronosticar efectivamente los problemas en el teléfono, gracias a esta traducción entre la presunción del cliente que el teléfono tiene una falla y lo que realmente causa ese defecto en la unidad.

Aquí se presenta el análisis del producto 2,

Producto 2 Comparado con 2 productos

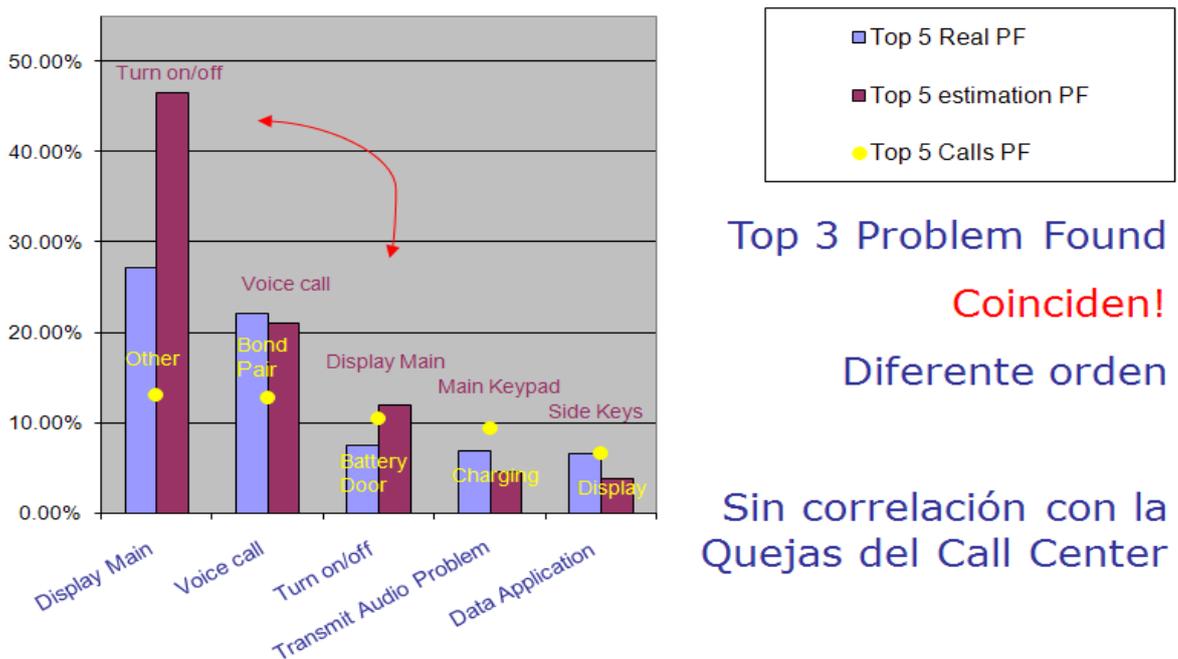


Figura 36. Paretos con los resultados obtenidos para el Producto 2. Comparación entre problemas pronosticados, problemas reales y las quejas en el call center

En el análisis del producto 2, sucede algo similar al caso anterior, los primeros tres problemas coinciden entre los pronosticados y los reales, la diferencia está en el orden, ya que el primero problema y el tercero están en orden invertido con respecto a los resultados reales.

Y luego también que no existe correlación con la información e las quejas de los clientes, solo que en el quinto puesto esta la queja de display y esta se encuentra como 3 problem found y se pronostica como primero, pero luego sin ninguna correlación.

Un tercer ejemplo,

Producto 3 Comparado con un producto

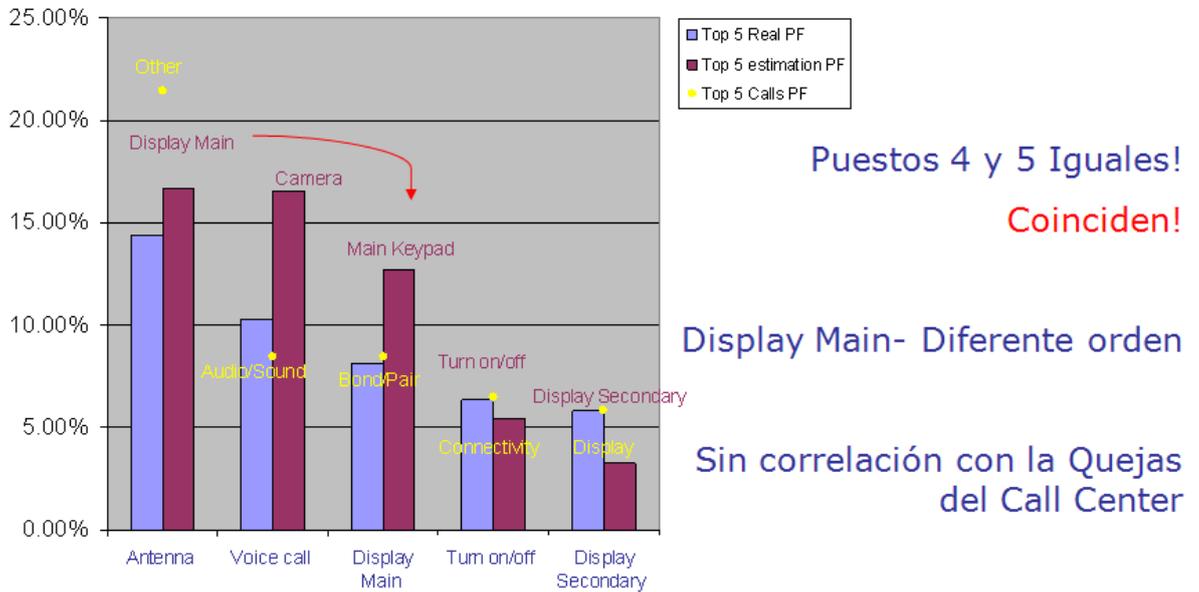


Figura 37. Paretos con los resultados obtenidos para el Producto 3. Comparación entre problemas pronosticas, problemas reales y las quejas en el call center

Uno de los primeros análisis, en los cuales todavía el modelo no tenía aplicado la comparación con varios, sino que se preguntaba a producto con que producto se lo podía comparar, teniendo en cuenta lo mismo, las características tecnológicas y las aplicaciones disponibles.

En este resultado podemos ver que la cuarta y quinta posición se encuentran exactamente igual, y que el problema de display main que se pronostica como principal, realmente fue el que ocupó el tercer lugar.

Aquí podemos ver la mejora que implicó la tabla de referencia de los productos, según las características principales. En este caso se puede ver que el producto base, del cual disponemos de información histórica es el que provee toda la información para realizar el pronóstico por lo que se necesita la mayor cantidad de información posible para poder evitar estos casos. Aquí se pronostica el problema de display, ya que el producto base tuvo una falla técnica lo que causaba indefectiblemente una falla en una etapa temprana de la vida del producto de display. Comparando el producto bajo análisis con varios, se diversifica el error, de modo de hacer un promedio y poder así ponderar los problemas y sacando el problema de traer a la luz fallas que ocurrieron en gran cantidad por causas especiales, como este caso.

Análisis alternativo

Este es un análisis, realizado con la información proveniente de la base de datos. Es una manera distinta de poder utilizar esta información para priorizar las llamadas y realizar análisis más profundos en las llamadas en las que la probabilidad de convertirse en falla es mayor.

Nos basaremos en un ejemplo, un producto que recientemente fue lanzado en Brasil, denominada “producto nuevo 1”. Este análisis se basa en la información histórica de llamadas convertidas a fallas. En este caso, utilizaremos la información histórica de los teléfonos GSM y con diseño slider/qwerty ya que el producto bajo análisis tiene las mismas características.

El output principal de este análisis será la probabilidad de una queja del cliente en resultar en un eventual retorno en garantía, y dado eso, la correlación entre la queja y la falla para los teléfonos GSM con diseño slider/qwerty.

Se verán diferentes patrones de retornos para cada queja del cliente en el call center. También aquí se aplican los intervalos de confianza, para entender diferencias estadísticas entre las categorías.

Información utilizada:

- Llamadas con número de serie de procedentes de Brasil Contact Center desde Mayo 2009.
 - “Not Working” y “How To” en las categorías de tipo de llamada.
- Información de retornos de los centro de servicio de Brasil.
- Calls & claims data relacionado por IMEI.
- Filtrado por producto: Slider o Qwerty y GSM.

Suposiciones:

- La relación entre calls-claims es similar para los productos que son slider/qwerty.
- Contact center SN colección es representativa para toda la población.
- Para las llamadas Not Working, la queja del cliente está relacionada con la falla que se encuentra en el retorno de garantía luego.
- El comportamiento de la queja del cliente/retorno no cambia a lo largo del tiempo.

A continuación se presentan análisis de la información utilizada para estas suposiciones analizando las características por tipo de llamada Not working y How to.

Pronóstico de fallas en teléfonos celulares

Descripción:

- Calls-Claims% se refiere a la proporción de llamadas con un retorno asociado.
- 72% de las llamadas Not Working resultaron en retornos de garantía (Promedio ponderado).
- Nota: las llamadas “Other” tienen una alta proporción de retorno de NTF, quiere decir que no se encuentra una falla.

“Not Working” calls

Top 10 Call Complaints	All Calls	Calls w/ Claims	Call-Claim%
Display	3,320	2,431	73.2%
Charging/Battery	2,779	1,987	71.5%
Power on/off	2,025	1,492	73.7%
Other	1,751	1,303	74.4%
Audio/Sound	1,552	1,169	75.3%
Main Keypad	1,167	845	72.4%
Memory Storage	577	374	64.8%
Camera	477	344	72.1%
Housing Cosmetic	307	178	58.0%
Make Call	242	120	49.6%

Tabla 38. Tabla con totales de llamadas y retornos para las primeras 10 quejas. Categoría “not working”

Descripción:

- 20% de las llamadas How To resultaron en retornos de garantía (Promedio ponderado).
- Pero por lo general las llamadas How To no se relacionan con los problemas encontrados.
- Nota: las llamadas “Memory Storage” tienen una alta proporción de retorno de NTF, quiere decir que no se encuentra una falla.

“How To” calls

Top 10 Call Complaints	All Calls	Calls w/ Claims	Call-Claim%
Memory Storage	2,306	464	20.1%
Other	1,444	370	25.6%
Web Browser	1,227	185	15.1%
GPS	879	98	11.1%
Connectivity	633	97	15.3%
Music	501	138	27.5%
Photos/Video	481	84	17.5%
Bond/Pair	466	86	18.5%
MPT	395	101	25.6%
Charging/Battery	383	113	29.5%

Tabla 39. Tabla con totales de llamadas y retornos para las primeras 10 quejas. Categoría “how to”

Llamadas para la categoría: **Display**

Centrando el análisis en las llamadas para display, obtenemos el siguiente Pareto que muestra como son los retornos, basándose en la información histórica. Este se basa en las llamadas de not working únicamente. Como vimos en la tabla de comportamiento de las llamadas de Not working sabemos que el 73% de las llamadas de not working-display se convierten en fallas.

Display Call Complaints – Not Working

Problem Found Group	Complaint-Claim%	LCL	UCL
Display Main	26.0%	24.9%	27.2%
No Fault Found	11.1%	10.2%	12.0%
Main Keypad	8.4%	7.7%	9.2%
Turn on/off	6.0%	5.3%	6.7%
User abuse	4.9%	4.3%	5.5%

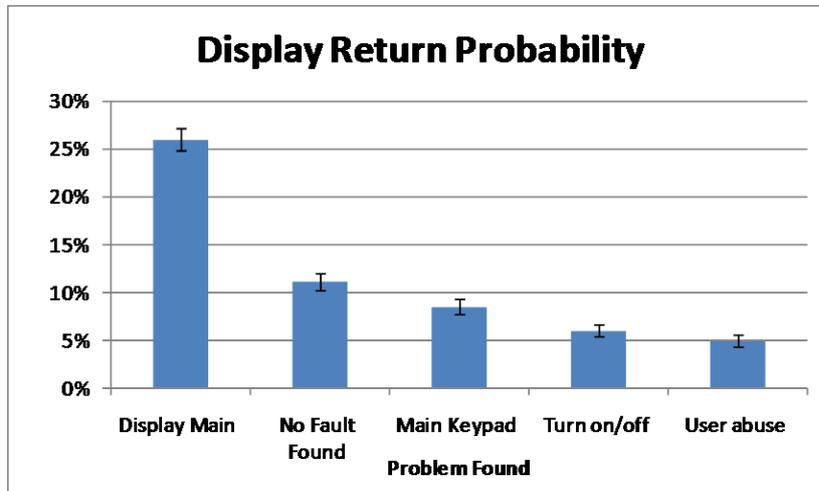


Figura 40. Pareto de retornos en base a información histórica para la queja de Display

Pero sólo el 26 % de llamadas de Not working-display se traducen a fallas de display. Pero así mismo, este porcentaje es significativamente mayor a los que les siguen, el segundo más importante es de un 11% y corresponde a que no encontraron falla.

De cualquier manera, los problemas de Main Keypad y Turn on/off pueden estar asociados a las quejas de display y relacionados a problemas que trae el diseño slider con una parte que llevan estos modelos. Sería un total del 40% de correlación.

Llamadas para la categoría: **Charging/ Battery**

Ahora el análisis en las llamadas para Charging/battery, obtenemos el siguiente Pareto que muestra como son los retornos, basándose en la información histórica. Este se basa

también en las llamadas de not working únicamente. Como vimos en la tabla de comportamiento de las llamadas de Not working sabemos que el 71% de las llamadas de not working-charging/battery se convierten en fallas.

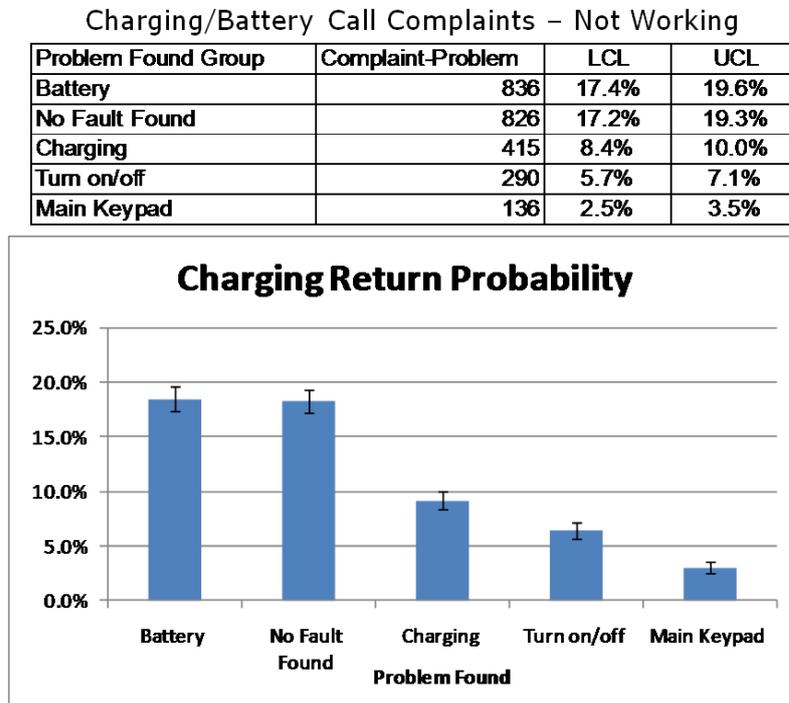


Figura 41. Pareto de retornos en base a información histórica para la queja de Charging

El 17% de las llamadas para Charging/Battery resultan en fallas para la misma categoría y el 8% en fallas de charging. El 17% resulta en la categoría de ningún problema encontrado. Así, las probabilidades de problemas de batería y de ningún problema encontrado son estadísticamente igual.

Los problemas de Turn on/off pueden estar asociados a las quejas de batería ya que el usuario pueden pensar que la batería no carga, esto representa el 6% de las llamadas.

Llamadas para la categoría: **Power on/off**

Ahora el análisis en las llamadas para Power on/off, obtenemos el siguiente Pareto que muestra como son los retornos, basándose en la información histórica. Este se basa también en las llamadas de not working únicamente. Como vimos en la tabla de comportamiento de las llamadas de Not working sabemos que el 74% de las llamadas de not working-Power on/off se convierten en fallas.

Power on/off Call Complaints – Not Working

Problem Found Group	Complaint-Claim%	LCL	UCL
Turn on/off	20.3%	18.9%	21.8%
Battery	13.9%	12.7%	15.2%
No Fault Found	12.4%	11.3%	13.7%
User abuse	6.3%	5.5%	7.3%
Main Keypad	4.9%	4.2%	5.8%

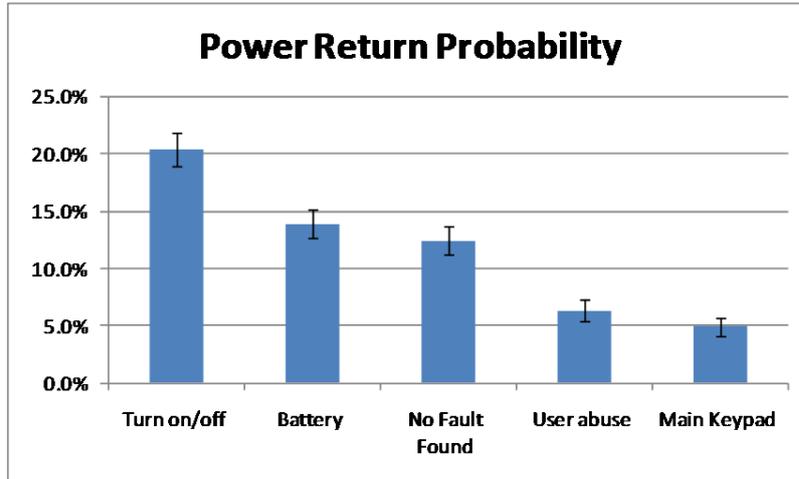


Figura 42. Pareto de retornos en base a información histórica para la queja de Power on/off

El 20% resulta convertirse en problemas de turn on/off, es como los técnicos denominan a la falla.

La probabilidad de Turn on/off es significativamente más alta que las demás. En el caso del problema de batería, ese puede estar asociado a las quejas de power on/off ya que el consumidor puede pensar que el teléfono no se prende, esto representa un 12%.

Estos análisis por cada queja del cliente se pueden realizar para analizar en detalle el comportamiento de las llamadas. Como vimos en estos tres ejemplos, se puede ver la posible relación entre lo que el usuario presume y lo que finalmente es, la asociación que existe entre los problemas encontrados con la queja que realizó el cliente en un principio.

Estos análisis son los que luego una vez obtenidas las llamadas al center para este producto nuevo 1, se utilizarán para traducir esas llamadas en las posibles fallas futuras; y como dijimos antes un gran valor agregado es el poder priorizar los análisis, ya que con esta información histórica procesada, los especialistas en retornos pueden enfocarse en las llamadas que tienen más probabilidad de convertirse en un problema.

Entonces una vez analizada la información histórica de ésta manera, los pasos siguientes serán:

1. Monitorear al producto Nuevo 1 con las llamadas recibidas en el call center y aplicar las probabilidades para entender cuáles son los potenciales problemas que puedan llegar a surgir.

2. Analizar los problemas pronosticado en profundidad.
3. Analizar los IMEI de estos retornos para validar los retornos con las quejas del call center.

Una vez obtenidas las llamadas del call center para este producto nuevo 1, se realizó el análisis de pronóstico mediante el modelo informático creado y se pronosticaron los siguientes resultados.

Segundo output de la base de datos

Una vez presentados estos casos a los grupos relacionados con el proyecto, se vieron entusiasmados en aportar esfuerzo y tiempo en monitorear el modelo, para ponerlo a prueba e ir estudiando las posibilidades de utilizar esta información y la proveniente de la base de datos de manera que aporte un valor agregado al trabajo diario del área de producto y del RAE.

A su vez ellos hicieron un pedido de información, para poder tener semanalmente información ya procesada de todos los teléfonos que se encuentran en el campo. Información que resultó relevante para ellos ya que estudian en tiempo completo los retornos y su performance.

La tabla principal se ve de la siguiente manera,

Product Tier	(All)
Technology	(All)
Form Factor	(Multiple Items)
APC_CODE	(All)
Call Type	(Multiple Items)

	Data		
Call Complaint	Sum of All Calls	Sum of Calls-Claims	Sum of Call-Claim%
Display	3,488	2,483	71.2%
Other (Add Notes)	3,195	1,673	52.4%
Charging (Battery)	3,162	2,100	66.4%
Memory Storage	2,883	838	29.1%
Power on/off	2,040	1,498	73.4%
Audio/Sound	1,731	1,223	70.7%

Tabla 43. Información de llamadas, retornos y el porcentaje asociado según los filtros de tier, Technology y call Type.

Sum of All Calls es el total de llamadas para cada categoría y Sum of Calls-Claims es el total de llamadas con un problema asociado, faltan algunos complaint por esa razón los porcentajes no suman 100%. Se puede encontrar este archivo “segundo template” en el CD anexo. Compartiendo esta información, ellos pueden realizar análisis, realizar

cálculos según sus necesidades y preferencias. Disponen la libertad de elegir la tecnología, el rango de precio del producto, el diseño y también clasificar la información por el tipo de llamada, valor agregado de la base de datos muy importante para ellos, ya que esta información se encuentra disponible en la información, pero no para su uso directo. Aquí en esta imagen podemos ver que se puede calcular según la queja del cliente el porcentaje de llamadas que se convirtieron en un problema luego.

Luego en otra hoja se muestra otra tabla dinámica, que muestra también información obtenida de la base de datos, en la cual se puede analizar por cada customer complaint si hubo luego relación o no con el mismo o también cuales fueron los problemas que surgieron de esa queja del cliente en un principio.

Call Type	(Multiple Items)
Form Factor	(Multiple Items)
Product Tier	(All)
Technology	(All)
TRANSACTION_CODE	(All)
Call Complaint	Display
APC_CODE	(All)

	Data	
Problem Found Group	Complaint-Problem	Complaint-Problem%
Display Main	1291	34.78%
No Fault Found	563	15.17%
Main Keypad	429	11.56%
Turn on/off	306	8.24%
User abuse	244	6.57%
Battery	203	5.47%
Operation	193	5.20%

Tabla 44. Información de los problemas y el porcentaje asociado según Los filtros de tier, Technology y call Type.

Aquí en la tabla 44 se ve el pareto de problemas encontrados para la queja de Display. En base a estos valores y a como ellos quieran utilizar la información pueden estudiar la probabilidad de retorno por customer complaint o lo que ellos deseen. La meta de este archivo es crear flexibilidad en el proceso, para que no dependan absolutamente de los análisis a pedido de pronóstico para un producto. De esta manera, ellos pueden analizar cuantos productos deseen y de la mejor manera dependiendo de las condiciones de performance de cada uno de ellos.

Una de las propuestas para hacer uso de esta información es la siguiente, utilizar estos porcentajes y totales de llamadas por complaint y problem found para realizar un patrón por cada customer complaint de cómo se traducen las llamadas, claro, restringiendo los factores de tecnología, product tier, diseño y call Type. A forma de ilustran un ejemplo se muestra la siguiente figura,

Call Complaint	Sum of Call-Claim%
Display	73%
Charging (Battery)	72%
Power on/off	74%
Other (Add Notes)	74%
Audio/Sound	75%
Main Keypad (Add Notes)	72%
Memory Storage	65%
Camera	72%

Confidence	95%
------------	-----

Display			
Problem Found Group	Complaint-Claim%	LCL	UCL
Display Main	26.0%	24.9%	27.2%
No Fault Found	11.1%	10.2%	12.0%
Main Keypad	8.4%	7.7%	9.2%
Turn on/off	6.0%	5.3%	6.7%
User abuse	4.9%	4.3%	5.5%

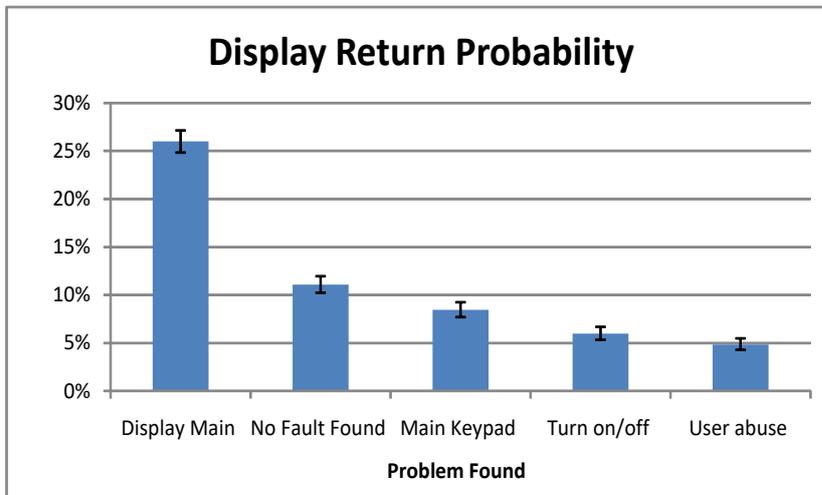


Tabla 45. Pronostico de fallas según los filtros de tier, Technology y call Type.

La primera tabla 43, muestra el Pareto de los customer complaint en las llamadas al call center, luego para las quejas más importantes se realiza el pronóstico. Utilizando los dos porcentajes antes explicados, estos se multiplican para obtener el porcentaje, en este ejemplo, de que una queja de display se convierta en una falla de display (primer problema que aparece en la tabla 44). Utilizando el primer porcentaje, el que aparece en la tabla 43, que indica que porcentaje para cada falla se convierte realmente en falla, se ajusta el segundo porcentaje, para obtener un resultado lo más real posible. Como se puede ver, hay una casilla para indicar el nivel de confianza que se quiere por lo que es flexible a la necesidad del consumidor del archivo. Y de nuevo, con la ayuda de las formulas estadísticas del Excel, se calculan los intervalos de confianza superior e inferior, con los datos de cuantos problemas para esa queja y el total de problemas para la falla en general. El resultado luego se visualiza en un grafico como el de la tabla 45

el cual también muestra los intervalos de confianza para problema. Estos análisis están puestos en forma de tablas dinámicas de forma de poder automatizar lo más posible la información, por lo que se necesita cambiar no mas la queja y el total de problemas para la queja que se necesita para el cálculo de los intervalos, el resto se calcula automáticamente.

Esta información está dispuesta en un archivo de Excel, el cual se actualiza automáticamente presionando refresh en el archivo; ya que está conectado a la base de datos y lee la información de allí. Obviamente antes, se debe agregar la información nueva de la semana y correr las consultas que actualizan la información de los campos y tablas en la base de datos. Cabe destacar que este output de la base de datos, contiene solamente información histórica, provee toda la información existente y procesada para analizar, pero no contiene información de teléfonos celulares nuevos para realizar pronósticos; es una forma de brindarles a producción y al RAE la información que brinda la matriz resumen, para que puedan utilizarla según sus necesidades y preferencias. Una vez obtenido el archivo, el cual consta de tablas dinámicas con información actualizada, este se sube a la red de Motorola y se avisa vía email que el nuevo archivo está disponible.

CONTROL PERFORMANCE

Una vez obtenido los resultados de los pronósticos y haberlos estudiado, se concluyó que los resultados y análisis obtenidos van a ser utilizados para brindar soporte a distintas aéreas de Motorola. Ahora es importante crear un plan para mantener el nivel de calidad en los pronósticos y también para sostener las mejorar en el tiempo. Por eso ahora debemos seguir el siguiente cronograma,



Plan integrado de control

El primer paso en esta etapa es crear y documentar el plan de control. Estos son elementos importantes de un plan integrado de control,

- Digitalizar el proceso.
- Monitorear la performance
- Crear e implementar el plan de implementación
- Documentar el trabajo estandarizado

Dado a que el proyecto se basó en la creación de un modelo informático capaz de pronosticar las fallas de los celulares, la etapa de digitalización ya está completa. Se tienen también diagramas que indican los pasos necesarios a seguir para seguir con el proceso fácilmente. Así como también tanto la base de datos como el template están ordenados y claramente indicados para evitar confusiones durante el proceso. Por lo que con seguir el orden indicado en los documentos involucrados en el proceso es suficiente para los que hagan los análisis de acá en adelante sigan el curso correcto, sin necesidad de entrenamientos.

El monitoreo de la performance del modelo y sus resultados, se realizará teniendo siempre presente los campos y variables que crean y manejan los filtros fundamentales. Para poder realizar correctamente los análisis, es necesario plantear un plan de implementación y control. Aquí es necesario diseñar y documentar los controles necesarios para asegurar que lo conseguido mediante el modelo se mantenga una vez que hayan ocurrido cambios en la información. En la etapa de diseño de la base de datos se tomó en cuenta la verificación de todos estos ítems, para prevenir errores futuros. Además esto podría compararse con el seteo de maquinarias en un proceso de producción, es un beneficio para el análisis que el seteo de la base de datos en este caso, sea fácil y rápida; de manera que sea solo una tarea preventiva y absolutamente necesaria para poder lograr excelentes resultados. Ya que todos los cambios que van a ser necesarios, surgirán a partir de nueva información, que contenga campos que no existan en los archivos disponibles hasta el momento. Por esta razón en esta etapa, es imprescindible estandarizar tareas de control para prevenir errores en el proceso.

Tareas de control

Controlar si surgen nuevos campos en ambas fuentes de información. En el caso de que se cree un campo nuevo, es necesario averiguar qué significa para analizar si se debe filtrar o tratar de alguna manera especial para no dañar los resultados finales del modelo. Por ejemplo puede aparecer una nueva categoría de llamadas, lo que haría necesario actualizar las consultas para que puedan leer y analizar correctamente la información. Será necesario:

- Controlar el formato de toda la información adquirida antes de ser ingresada a la base de datos.

Esta actividad trivial, es necesaria ya que un error o falta de algún campo incorporaría información a las tablas que provocaría errores en las consultas y luego resultaría en el mal funcionamiento del modelo.

- Controlar las listas que se utilizan en el template.

Como se explicó, es necesaria la actualización del template antes de utilizarlo. En caso de que aparezca un customer complaint en cualquiera de las dos informaciones,

es necesario actualizar esas listas para que se puedan relacionar y no se pierda información en el proceso de análisis.

La importancia de estas tareas también radica, en que es necesario que el modelo sea flexible, para que luego de un cambio en la información, la creación de un campo, se estudie este cambio para decidir si es necesaria alguna modificación en los filtros así pudiendo luego garantizar los resultados de manera correcta y sin necesidades de una reestructuración de la base de datos o templates relacionados. Esto significa que el control es una función dinámica, no solo porque admite ajustes, sino también por estar presente en cada actividad humana, renovándose ciclo tras ciclo.

Para poder estandarizar el proceso de análisis, se creó un diagrama de flujo del proceso, que indica cuales son los inputs, los outputs, los procesos y etapas que se deben llevar a cabo para lograr pronosticar las fallas de los teléfonos celulares. A continuación se presenta el diagrama de flujo que explica las etapas del proceso.

Diagrama de proceso

En el siguiente diagrama se pueden ver los pasos y etapas generales para conseguir el pronóstico de fallas. Previo a este proceso es necesario tener la última información disponible actualizada en la base de datos y preparada para poder correr las consultas necesarias, así como también las tablas de referencia que se encuentran en el template. Los dos outputs de la base de datos son los que se encuentran marcados por la flecha con el nombre “DB” y las demás tareas verticales son las que se realizan en el archivo de Excel denominado template.

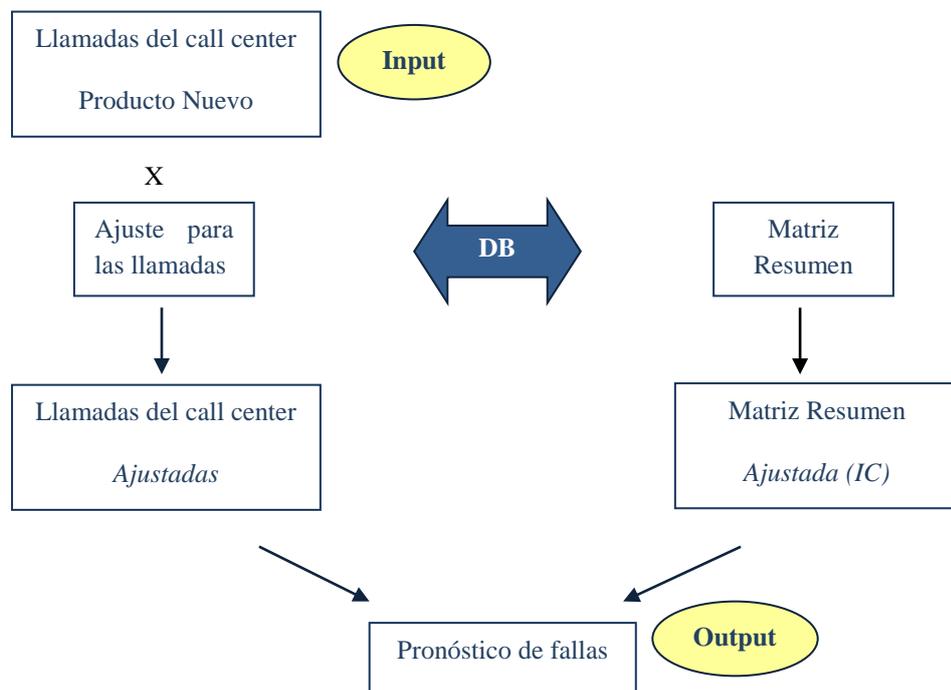


Figura 46. Diagrama de procesos

Todos estos documentos son esenciales, para que la persona encargada del proceso tenga completo conocimiento del proceso, las etapas y actividades necesarias para garantizar resultados. Así como también esto es un beneficio, que sirve para reducir la variación, prevenir errores, reducir el tiempo de proceso y captar los mejores resultados.

Evaluación de los resultados del proyecto

La meta de los proyectos es conseguir, por un lado, mejoras en las características del producto o servicio, logrando de esa manera conseguir mayores ingresos y, por otro, el ahorro de costos que se derivan de la disminución de fallos o errores y de los menores tiempos de ciclo en los procesos.

En este caso, los resultados benefician a los procesos internos, ya que se disminuyen las fallas y gracias a que el proceso esta automatizado a su vez se reducen los tiempos de análisis. Lo cual les brinda mayor flexibilidad y disponibilidad horaria para poder realizar mayor cantidad de análisis y poder diseñar o idear distintos resultados en base a la nueva información disponible gracias al modelo de pronóstico.

En base a los resultados obtenidos con las numerosas pruebas del modelo, podemos decir que hemos alcanzado los objetivos planteados en un principio en la etapa de definición y se ha logrado aprovechar la información disponible para poder agregar valor a las tareas diarias de los distintos grupos de trabajo que se dedican a analizar los retornos tempranos de los teléfonos celulares.

Replicación del proyecto

Una vez llegado a la conclusión que se han cumplido con los objetivos, se estudió la posibilidad de replicar los resultados, ya que si se deja el proyecto aquí se puede perder la oportunidad de beneficiar a otras áreas de Motorola que puedan verse beneficiada con el uso del modelo de pronóstico. Analizando las áreas similares disponibles en Motorola se encuentra una ventana para poder aplicar este modelo. Esta posibilidad se abre en Estados Unidos, y siendo éste el mercado más grande y fuerte para Motorola, el beneficio sería grande y los resultados muy positivos. Análogamente a la situación que analizamos, en los Estados Unidos disponen de información con campos similares, quejas de los clientes, fallas encontradas por los técnicos, reparaciones realizadas, partes utilizadas para la reparación, las fechas en las que registró la queja, cuando se reparó, el costo de la reparación, y varios más; pero ésta información la tiene Motorola a través de sus carriers estadounidenses, los carriers les proveen a Motorola toda ésta información de las reparaciones.

Dada la gran similitud entre ambas informaciones, uno de los siguientes pasos a seguir, luego de implementar el proyecto, será crear un nuevo modelo ajustado a los campos de la información de Exchange de Estados Unidos.

Transferencia del proyecto

Luego de recorrer las etapas del proyecto se debe transferir la responsabilidad del proyecto a los que luego serán los dueños del mismo y lo utilizarán. Lo esencial en esta etapa es hacer una transición tranquila y con el tiempo que sea necesario para no dejar afuera ningún detalle. Para así poder transferir todos los conocimientos adquiridos hasta este punto y que no afecte en el rendimiento del proyecto.

Items importantes para una correcta transferencia

- Explicar en detalle todos los procesos involucrados.
- Transferir conocimientos de los cambios y necesidades de control para un correcto funcionamiento del reporte.
- Plantear el plan de control integrado.
- Recomendaciones para mantener los niveles en los resultados. Los que pueden llegar a surgir debido a cambios en definiciones de campos o la aparición de alguno nuevo.
- Necesidad de un completo y detallado entrenamiento a los futuros dueños del proyecto.

Es importante que esta situación se dé en un plazo prolongado, para que el traspaso se haga efectivo una vez que el encargado sea consiente y tenga un manejo completo del modelo y las herramientas presentes.

Los planes de entrega de los informes y outputs son los siguientes:

- Archivo con raw data y tablas dinámicas: actualización semanal para Estados Unidos y Brasil.
- Base de datos: actualización semanal.
- Análisis de pronóstico: ad-hoc, con una entrega de una semana, flexibilidad en los análisis y filtros a utilizar.

El proyecto en Motorola

Actualmente el proyecto es utilizado por Motorola para brindar soporte al área de producto y al equipo que analiza los retornos, ellos lo utilizan para priorizar las quejas de los clientes y para abocarse a analizar en profundidad esas quejas que son las que pronostican los problemas graves y más probables para cada modelo.

El proceso de análisis, tanto la actualización de los reportes semanales que contienen tablas de información para analizar y los reportes ad-hoc según la necesidad de los grupos los estoy realizando yo. Pertenecesco a un grupo que se dedica a analizar la información, generar reportes y el objetivo es minimizar y prevenir los retornos, o sea las fallas en las distintas unidades. Hoy soy la responsable en Motorola de brindar esos reportes y dar soporte al área de producto y análisis para facilitar su trabajo posterior de análisis, en el que hallan las razones por las cuales ocurrió el problema.

Conclusiones

Citando lo mencionado anteriormente, el modelo se utilizará para analizar el desempeño del producto en perspectiva de estudiar la calidad de las unidades así como también analizar la respuesta del mercado hacia el mismo. Estos análisis servirán de gran ayuda para el área de operaciones para descubrir tempranamente problemas en cada modelo de teléfono. Dado a que esta etapa se considera crítica actualmente, se buscó diseñar un proceso por el cual se ahorra tiempo. Es decir, poder llegar a obtener esa lista de fallas unas semanas antes de lo que actualmente se obtienen.

Por estas razones es por la que se creó un grupo de trabajo green belt, en el cual yo actué como líder del proyecto. Me encargué de todas las etapas del proyecto, desde el proceso de investigación de la información hasta el desarrollo completo del modelo informático.

El equipo estaba integrado por un representante del equipo de operaciones, uno del equipo RAE, un black belt, el dueño de la información del call center, el encargado de la información histórica en los sistemas de comunicación de Motorola y yo como organizadora y desarrolladora. Una vez propuesta la idea del proyecto, se conformó este equipo, coordinaba las reuniones periódicas para revisar los avances del proyecto con integrantes del equipo y también las reuniones ocasionales necesarias que fueron esenciales para entender la información de la cual debía crear el modelo. Estas reuniones eran fundamentales, ya que todos los integrantes residen en distintos países, por lo que eran reuniones telefónicas en las cuales se presentaban presentaciones con los avances, mejoras y próximos pasos a seguir.

La ingeniería industrial es una rama de la ingeniería que se ocupa del desarrollo, mejora, implantación y evaluación de sistemas integrados de gente, conocimientos, información, equipamiento, energía, materiales y procesos. También trata con el diseño de nuevos prototipos para ahorrar dinero y hacerlos mejores.

Para este proyecto, fueron necesarios muchos conocimientos adquiridos durante la carrera y más importante aun la preparación profesional para poder llevar a cabo un proyecto real. Desde el planeamiento entero del proyecto que incluye, la organización del grupo y reuniones, comunicación de los logros y progresos, seguir un cronograma y objetivos con fechas límite, aquí fueron utilizados y aprovechados los conocimientos adquiridos en planeamiento estratégico, calidad y gerenciamiento de proyectos. También desde un principio fue de gran ayuda la orientación recibida en metodología de la investigación, como afrontar un proyecto desde una idea hasta poder buscar fuentes, ideas y conocimientos que puedan aportar herramientas para desarrollar soluciones. Todos los conocimientos teóricos vistos, que luego del transcurso de la carrera, a veces parecen triviales, pero fueron fundamentales para un correcto seguimiento y desarrollo de las etapas transcurridas a los largo del proyecto. Sin la organización y comunicación que existió con el grupo de trabajo hubiera sido difícil llevar a cabo y lograr los objetivos obtenidos; el proyecto del modelo de pronóstico fue una hipótesis una idea en un principio que necesitó de gran esfuerzo en comprender la situación, información y herramientas necesarias para desarrollarlo, por lo que el correcto gerenciamiento fue esencial y gran contribuyente para lograr cumplir con los objetivos planteados en un principio. Los conocimientos adquiridos en calidad, sobre cómo analizar información, mejorar procesos, determinar planes de control y prevenir fallas todas utilizadas en este proyecto planteado como un proyecto DMAIC.

Una vez en la etapa de estudio de la información, para luego diseñar el modelo de pronóstico correcto, fueron utilizadas varias materias cursadas en la carrera, obviamente los conocimientos de estadística y pronósticos son esenciales para este proyecto ya que nos basamos en estas teorías. Ya que este proyecto partió de la utilización de la información disponible, el análisis en profundidad de la información y el entendimiento de todos los detalles de los campos existentes fue una de las etapas claves para un exitoso resultado. Aquí utilicé análisis de distribución, test de normalidad, gráficos de dispersión para ver la información descripta por distintas variable, con gráficos de tortas, histogramas, paretos, todos análisis gráficos aprendidos en varias materias estudiadas.

Como el modelo de pronóstico está plasmado en un modelo informático, fueron de ayuda como una base de conocimiento para saber crear la base de datos y el template de Excel; digo base, porque las dos materias de informática y programación no fueron suficientes, pero si sirvieron de ayuda como base para aprender más sobre la creación y manejo de bases de datos.

En síntesis, todos estos conocimientos aplicados lograron crear este modelo de pronóstico de fallas que es de gran valor para el área de calidad, se obtuvieron excelentes resultados. Se lograron cumplir con los objetivos y plasmar todos estos conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de ingeniería en un proyecto real, que resulta ser beneficioso para varias áreas hoy en Motorola.

GLOSARIO

Debido a la gran cantidad de palabras en inglés que se presentan se adjunta una lista con la traducción de ellas, para la mejor comprensión del proyecto.

Problem Found: problema encontrado por el técnico del centro de servicio

Failure Reason o Customer Complaint: Queja del cliente que se registra en el centro de servicio

Repair Action: acción que se lleva a cabo en el centro de servicio para reparar la unidad que tiene una falla.

Raw Data: toda la información que se utiliza como base para un análisis.

Pivot Table: tabla dinámica

Carrier: operador telefónico

Scatterplot: diagrama de dispersión

Call Claims Lag: diferencia entre el día de la llamada y el día que se recibe en el centro de servicio.

Not Working: categoría de llamada que se utiliza para indicar que la unidad no funciona

How To: categoría de llamada que se utiliza para indicar que el cliente no sabe usar alguna funcionalidad del teléfono.

Warranty Follow up: categoría de llamada que se utiliza para indicar que el cliente quiere saber el estado de la reparación del equipo que dejó en el centro de servicio

Pre-Sales: categoría de llamada que se utiliza para indicar que el consumidor se comunica para averiguar condiciones de contratación del servicio de telefonía con el carrier

First failure flag: bandera de primera falla.

Form factor: factor que describe el diseño del teléfono.

Technology: tecnología del teléfono.

Transaction code: código de transacción

Product tier: rango de precio

Main Keypad: teclado

Display: pantalla

Power on/off: encendido

Charging: problema de carga

Battery: batería

REFERENCIAS

- Información confidencial de Motorola.
- Entrevistas con gerentes de producto regionales.
- Apuntes de las materias Calidad, Organización de la Producción II, Planeamiento Estratégico, del ITBA.
- Libro:
Roberto Mariano García. Edición 2004. Inferencia *Estadística* y diseño de Experimentos. 736 páginas. Editorial EUDEBA.

Contenido del CD

- Template – Incluye casos resueltos como ejemplo.
- Segundo template - Segundo output de la base de datos.