

**Centro de Enseñanza Técnica y Superior, CETYS
Universidad**



**Maestría en ingeniería e innovación con orientación en
sistemas y procesos industriales**

**Diseño de un sistema de evaluación de calidad basado en
información de defecto de campo utilizando herramientas de
inteligencia de negocios.**

Tesis
para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de
Maestro en ingeniería

Presenta:

**Oscar Alejandro Beltrán Iturrios
T030422**

Tijuana, Baja California, México
2020

Resumen de la tesis que presenta Oscar Alejandro Beltrán Iturrios como requisito parcial para la obtención del grado de Maestro en Ciencias en Ingeniería e innovación con orientación en sistemas y procesos industriales.

Diseño de un sistema de evaluación de calidad basado en información de defecto de campo utilizando herramientas de inteligencia de negocios.

En el presente trabajo se estudiaron algunas técnicas y herramientas de inteligencia de negocios, las cuales se tomaron como referencia para el diseño de un sistema de evaluación de calidad impulsado por datos, para una planta de manufactura de televisiones. El enfoque del sistema fue utilizar la información obtenida de quejas de clientes y reparaciones del producto en garantía para desarrollar programas informáticos los cuales permitan la detección temprana de incidentes de calidad, la evaluación constante de modelos de televisor de reciente introducción, así como establecer planes de inspección en fábrica basados en la problemática identificada en el análisis de información de campo. De esta manera fue posible implementar tres sistemas basados en inteligencia de negocios los cuales han permitido desarrollar un sistema de calidad más robusto y orientado a las necesidades y problemáticas de los clientes. El primero de los sistemas tiene un enfoque de detección de incidentes de calidad en base a la identificación de concentraciones de defecto, el segundo sistema permite evaluar el desempeño de modelos nuevos tomando como referencia la tendencia de modelos similares producidos en años anteriores, mientras que para el tercer sistema se generó un programa de planeación de inspecciones impulsado por datos de campo. La implementación de los sistemas se realizó de manera exitosa, y hasta el momento han mostrado un desempeño sobresaliente permitiendo identificar de forma fácil y rápida problemas de calidad que anteriormente no hubiese sido posible a través de los sistemas de evaluación convencionales utilizados en fábrica.

Palabras clave: Calidad; Herramientas; Inteligencia de negocios; Clientes; Sistemas; Análisis.

Abstract of the thesis presented by Oscar Alejandro Beltrán Iturrios as a partial requirement to obtain the Master of Science degree in Engineering and innovation with orientation in industrial systems and processes.

Design of a quality evaluation system based on information from field defect using business intelligence tools.

In the present work, some business intelligence techniques and tools were studied, which were taken as a reference for the design of a data-driven quality evaluation system for a television manufacturing plant. The approach of the system was to use the information obtained from customer complaints and product warranty repairs to develop computer programs that allow the early detection of quality incidents, the constant evaluation of recently introduced television models, as well as establish plans for factory inspection based on the problems identified in the analysis of field information. In this way it was possible to implement three systems based on business intelligence which have allowed the development of a more robust quality system oriented to the needs and problems of customers. The first of the systems has a quality incident detection approach based on the identification of defect concentrations, the second system allows evaluating the performance of new models taking as a reference the trend of similar models produced in previous years, while for the third system it was develop an inspection planning program driven by field data. The implementation of the systems was carried out successfully, and so far, they have shown outstanding performance, allowing the easy and rapid identification of quality problems that previously would not have been possible through the conventional evaluation systems used in the factory.

Keywords: Quality, Tools, Business intelligence, Customers, Systems, Analysis.

Dedicatoria

A mi esposa Melissa, por acompañarme en este viaje de esfuerzo y desvelos. Siempre motivándome a dar lo mejor.

A mis hijos, Alex, Mafer y Oscar por ser fuente infinita de inspiración y aprendizaje.

A mis padres, Por creer en mí, dándome siempre su apoyo y amor incondicional.

Agradecimientos

- A mi empresa Samsung Mexicana, por su extraordinario apoyo con la gestión del programa de maestría, además del soporte económico y las facilidades otorgadas a los miembros del programa.
- A CONACYT, por el gran apoyo otorgado a través del programa Beca industria.
- A CETYS Universidad, por promover y apoyar el programa de beca industria, y por el excelente servicio proporcionado, diseñando los programas de estudio considerando siempre la parte laboral de los estudiantes.
- Al cuerpo docente del programa de maestría en ingeniería e innovación con quienes tuve el enorme gusto de llevar clase. Gracias por su dedicación y esfuerzo para transferirnos el mayor conocimiento posible y motivarnos para crecer en lo personal y lo profesional.
- A mis compañeros del programa de maestría en Samsung, por compartir juntos este reto, siempre apoyándonos para salir adelante y obtener el mejor resultado posible.
- A mis compañeros de trabajo en Samsung Mexicana, los cuales apoyaron en gran medida el desarrollo de este proyecto de titulación. Especialmente a mi equipo de trabajo en el área de calidad de campo, así como al departamento de informática de la empresa por el excelente trabajo realizado en el desarrollo de los programas.

Tabla de contenido

1. Introducción	1
1.1 Antecedentes	1
1.1.1 Técnica de procesamiento de datos: Árbol de decisiones	1
1.1.2 Almacén de Datos	1
1.1.3 Clasificación de texto mediante aprendizaje supervisado	2
1.1.4 Contextualización de los datos	3
1.1.5 Analítica Visual mediante Power BI	5
1.2 Justificación	6
1.3 Hipótesis y objetivos	7
1.3.1 Hipótesis	7
1.3.2 Objetivo General	7
1.3.3 Objetivos específicos	7
2. Marco Teórico	9
2.1 Definición de calidad	9
2.2 Control de calidad en el campo	9
2.3 Administración total de la calidad	10
2.4 Inteligencia de negocios	10
2.5 Procesamiento de dato en Inteligencia de negocios	11
2.6 Técnicas de procesamiento de datos	12
2.7 Herramientas y plataformas para el procesamiento de datos	14
2.8 Lenguaje estructurado de consultas SQL (Structured Query Language)	14
2.9 Control de calidad impulsado por datos	15
2.10 Analítica Visual	15
2.11 Herramientas de Analítica Visual	16
3. Metodología	18
3.1 Descarga automática de datos	18
3.2 Categorías de clasificación para dato de campo	18
3.3 Lógica para sistema de detección de incidentes de campo	18
3.4 Sistema de monitoreo de índice de quejas de nuevos modelos	18
3.5 Programa de clasificación automática de datos	19
3.6 Programa para comparación de desempeño de nuevos modelos	19
3.7 Programa de alerta de concentración de defecto	20
3.8 Sistema de descarga automática de datos	20
3.9 Lógica de clasificación automática del dato	22
3.10 Definición de la lógica de detección del sistema de alerta de concentración	23
3.11 Sistema de comparación de desempeño de nuevos modelos	28
3.12 Sistema de evaluación interna de calidad basado en información de campo	31
3.13 Despliegue de incidentes de calidad en piso de producción	34
3.14 Seguimiento interno de incidentes de calidad de campo y acciones correctivas	34

4. Resultados y Discusión	36
4.1 Base de datos autónoma	36
4.2 Operación del sistema de alerta de concentración	36
4.3 Operación del sistema de comparación de desempeño de nuevos modelos	41
4.4 Funcionamiento del Sistema de evaluación interna de calidad basado en información de campo . . .	48
4.5 Evaluación de resultado del sistema de calidad basado en inteligencia de negocios	50
5.1 Conclusiones y Recomendaciones	52

Lista de figuras

Figura	Página
1. Ejemplo de Árbol de decisión (Nowak, 2017)	1
2. Ejemplo de un sistema de administración de datos (Diop et al., 2019)	2
3. Fases de entrenamiento y prueba en un modelo de clasificación automática (Das et al., 2020)	3
4. Esquema de operación para obtener datos listos para analítica (Mehta et al., 2018)	3
5. Visión para la contextualización a través de la creación y aplicación de un modelo de datos (Mehta et al., 2018)	4
6. Ejemplo de despliegue de datos en un tablero de calidad a través de Power BI	5
7. Ciclo entre inteligencia de negocios y el procesamiento de datos (Maheshwari, 2015)	11
8. Cadena de procesamiento de datos (Maheshwari, 2015)	12
9. Ciclo del sistema de analítica visual (Cui, 2019)	16
10. Ejemplo simulado de alerta del sistema de concentración de defecto	20
11. Herramienta de automatización de rutinas: WinAutomation	21
12. Fuentes de información para sistema de calidad basado en inteligencia de negocios	22
13. Operación del sistema de concentración	25
14. Despliegue del Sistema de concentración de defecto	25
15. Ventana de acceso a detalles de incidentes detectados por el sistema	26
16. Proceso de seguimiento de alerta de concentración	27
17. Módulo de registro de incidentes asignados para seguimiento	28
18. Despliegue del Sistema de comparación de desempeño de nuevos modelos	30
19. Despliegue de ventana de detalles en sistema de comparación de desempeño	30
20. Sistema de inspección impulsado por datos de campo	32
21. Ejemplo de alerta de modelo asignado para inspección	33
22. Ejemplo de alerta temprana de plan de producción	33
23. Sistema de despliegue de defectos de campo en piso de producción	34
24. Junta de calidad para revisión de incidentes	35
25. Concentración de defectos en modelo de 58 pulgadas	37
26. Diagrama de Pareto por síntomas para modelo de 58 pulgadas con incidente de calidad	38
27. Concentración de defectos en modelo de 70 pulgadas	39
28. Diagrama de Pareto por síntomas para modelo de 70 pulgadas con incidente de calidad	40
29. Síntoma de distorsión de imagen reportado en campo por fisura en el cristal líquido	40

30. Mejora realizada a marco plástico para soporte de pantalla de cristal líquido	41
31. Resultado de modelo de 43 pulgadas en sistema de comparación de desempeño	42
32. Diagrama de Pareto de síntomas relacionados a quejas de cliente del mes de mayo	42
33. Defecto de mala conexión en LED Bar en modelo de 43 pulgadas	43
34. Resultado de modelo de 65 pulgadas en sistema de comparación de desempeño	44
35. Problema de ensamble de base detectado con cliente	46
36. Mejora en sistema de escaneo de proveedor de BLU	47
37. Sistema de escaneo a prueba de fallos para evitar tapa plástica equivocada	48
38. Despliegue de resultado de inspección para peores modelos de campo	49
39. Tendencia inicial de defectos de campo	50

Lista de Tablas

Tabla	Página
1. Técnicas importantes de procesamiento de datos (Maheshwari, 2015)	13
2. Tabla comparativa entre las principales herramientas de analítica visual en el mercado (Conrad, 2020)	17
3. Ejemplo de metas de desempeño por categoría de televisión	19
4. Ejemplo simulado de alerta del sistema de evaluación de desempeño	20
5. Criterios de clasificación para el dato de reparación en garantía	23
6. Ejemplo de información relevante del dato de reparación	26
7. Metas definidas para el sistema de comparación de desempeño de nuevos modelos	29
8. Ejemplo de información relevante de quejas de cliente para el sistema de comparación	31
9. Actividades para mejora de conexión en proveedor de BLU	43
10. Concentración de defecto de base detectado por el sistema de comparación de desempeño	45
11. Acciones correctivas para defectos encontrados en inspección de peores modelos de campo	50

Capítulo 1. Introducción

1.1 Antecedentes.

1.1.1 Técnica de procesamiento de datos: Árbol de decisiones.

En 2017, Maciej Nowak realizó un estudio referente a las decisiones tomadas cuando una compañía considera ingresar a un nuevo mercado. Considerando 2 opciones posibles, operar como contratista general o cooperar con una empresa local. Se consideraron tres objetivos: (1) maximizar la probabilidad de éxito, (2) maximizar el margen de beneficio generado cuando se acepta la oferta, (3) maximizar la evaluación que describe el ajuste estratégico. Para este caso se utilizó el método de Árbol de decisión, en el cual se agregan nodos de decisión en cada etapa con el fin de clasificar el dato en base a criterios establecidos. Al final este método permite clasificar de una manera ordenada la información, de tal manera que es posible observar concentraciones al final de proceso, y en base a esto poder tomar decisiones de forma acertada.

En la figura 1 se muestra la estructura de un árbol de decisiones con sus diferentes nodos de decisión, donde se tiene una entrada para el dato, y diversas rutas administradas por los nodos para al final obtener un acomodo del dato en diversas categorías.

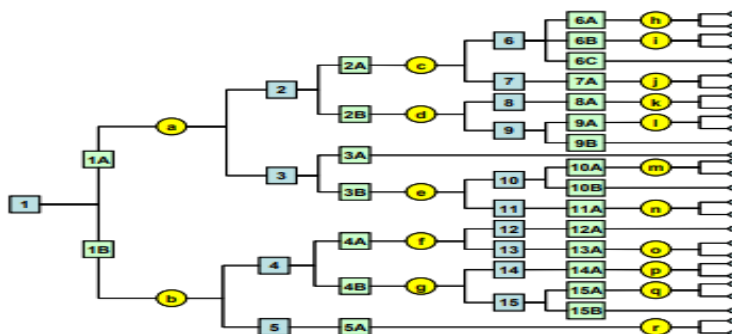


Figura 1. Ejemplo de Árbol de decisión.

Tomado y traducido de: Defining project approach using decision tree and quasi-hierarchical multiple criteria method, Nowak M., 2016

1.1.2 Almacén de Datos.

Un elemento importante para el análisis de datos en un sistema inteligencia de negocios, es el almacén de datos. Mouhamed Diop en 2018, describe un sistema de almacén de datos con todos sus componentes. En este sistema se describe como se almacenan los datos inactivos pre-procesados para mejorar el proceso de toma de decisiones. De hecho, los datos almacenados en el almacén de datos ya habrán pasado por un conjunto de pasos de preparación (formateo, agregación, construcción, etc.) que mejora su calidad y facilita su explotación en un dato contexto de procesamiento de datos.

La figura 2 muestra el proceso completo desde la recolección, segregación, procesamiento, hasta llegar al almacenamiento de los datos listos para ser utilizados.



Fig. 2 Ejemplo de un sistema de administración de datos.

Tomado y traducido de: Prior management of temporal data quality in a data mining process: an implementation architecture (p. 8), Diop et al., 2019

El éxito en los modelos de inteligencia de negocios depende en gran medida de la calidad de la información que es ingresada al sistema. La información debe haber sido extraída de forma ordenada y precisa de la fuente, también debe ser interpretada de manera correcta por el sistema de procesamiento de datos. En el caso de nuestro proyecto, gran parte de la información que se pretende analizar se encuentra en forma de cadenas de texto. Las quejas de cliente que se reciben en los centros de atención telefónica, así como los reportes técnicos de la reparación son almacenados en forma de cadenas de texto, estas contienen información muy valiosa, pero difícil de procesar por sistemas convencionales de análisis de datos. Es por eso por lo que se vuelve necesaria la aplicación de algunas técnicas de análisis de texto para categorizar la información y hacer posible la extracción de patrones.

1.1.3 Clasificación de texto mediante aprendizaje supervisado.

Syaamantak Das (2020), utilizó una metodología de aprendizaje supervisado para crear un texto informativo clasificador de estructura. La clasificación de texto se puede realizar de dos maneras. Primero es usando un anotador humano para determinar la clase a la que pertenece un texto. Sin embargo, este proceso requiere mucha mano de obra, lo que hace que no sea adecuado para un conjunto de datos de gran tamaño. Es por eso por lo que la clasificación automática de texto es un enfoque preferido.

La clasificación automática de texto requiere dos pasos. En primer lugar, utilizar expertos humanos (anotadores) para anotar (etiquetar) el conjunto de datos con etiquetas de categoría y crear un pequeño conjunto de datos de entrenamiento. El proceso consiste en hacer que los anotadores lean un documento

de texto y lo etiqueten con la categoría deseada. Estos datos estándar de oro se dividen en dos partes: entrenamiento y pruebas.

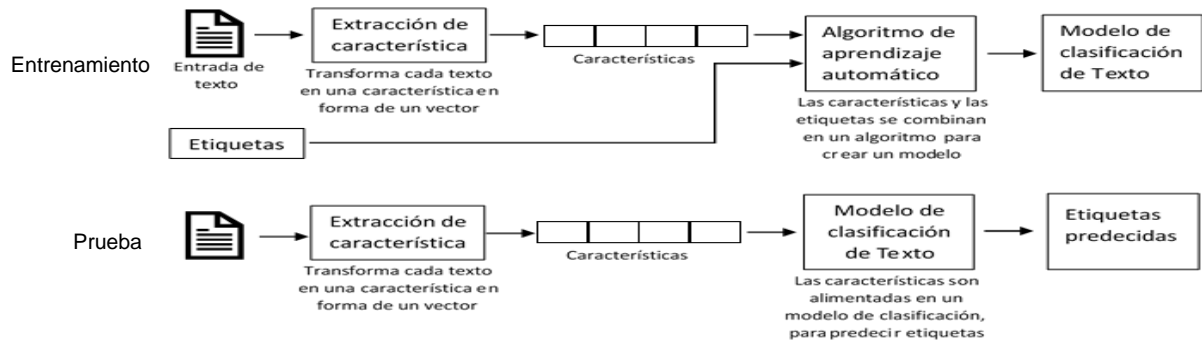


Fig. 3 Fases de entrenamiento y prueba en un modelo de clasificación automática.
Tomado y traducido de: Mining multiple informational text structure from test data (p. 7),
Das et al., 2020

El conjunto de datos de entrenamiento proporciona características para representar cada texto que ofrece una pista sobre la clase a la que pertenece. Utilizando técnicas de aprendizaje automático, el clasificador automatizado durante el entrenamiento descubre qué características son más útiles para separar las diferentes categorías.

1.1.4 Contextualización de los datos.

En un estudio realizado por Parikshit Mehta en 2018, se describe algunos modelos para la preparación de datos para un despliegue de analítica visual, tal como el que se muestra a continuación.

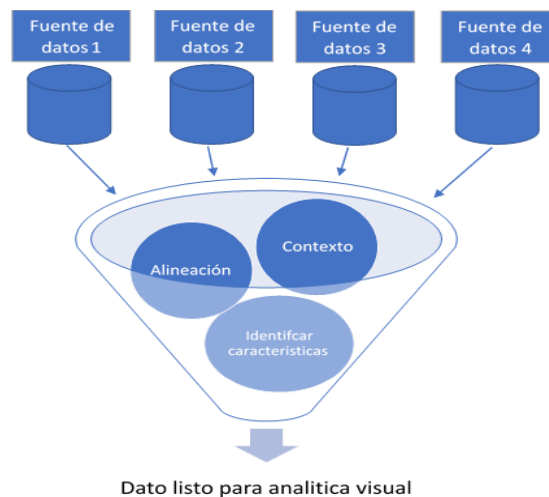


Fig. 4 Esquema de operación para obtener datos listos para analítica
Tomado y traducido de: Smart manufacturing analytics application for semi-continuous
manufacturing process – a use case (p. 4), Mehta et al., 2018.

El éxito de los marcos de análisis depende de disponibilidad de datos de varias fuentes y el aprovechamiento de estos para generar valor en el proceso ejecución, diagnósticos y pronósticos. Es importante tener en cuenta que la facilidad de análisis depende en gran medida de disponibilidad de datos. Tres elementos esenciales para convertir datos no estructurados en datos listos para análisis incluyen contextualización, alineación e identificación de características de los datos.

En el mismo estudio de Mehta P. de 2018, se define la contextualización de los datos como un esfuerzo considerable para llevar los datos a su contexto adecuado (listo para análisis), mediante extracción, alineación y limpieza. De hecho, al menos el 90% del tiempo consumido en este análisis está asociado a estos pasos preparatorios, antes de que cualquier algoritmo matemático pueda aplicarse per se.

La figura 5 muestra un ejemplo de la importancia de la contextualización de los datos en un sistema de analítica visual.

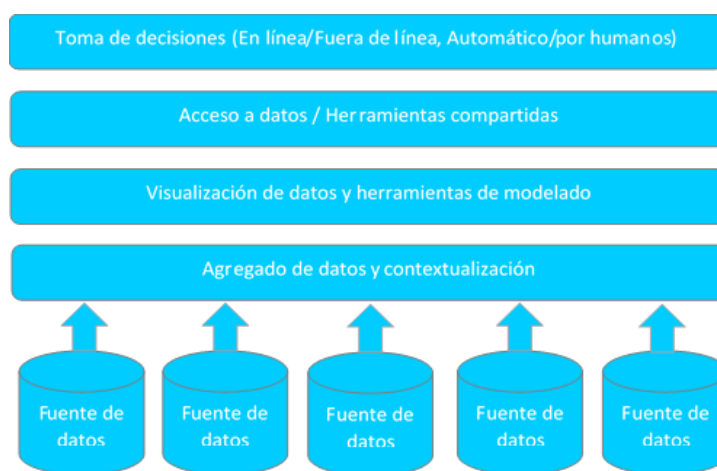


Fig. 5 Visión para la contextualización a través de la creación y aplicación de un modelo de datos. Tomado y traducido de: Smart manufacturing analytics application for semi-continuous manufacturing process – a use case (p. 4), Mehta et al., 2018.

La recopilación de datos, la agregación / integración de datos, el análisis visual / modelo, la visualización / colaboración, y en última instancia, las capas de toma de decisiones constituyen el núcleo de un marco analítico impulsado por el flujo de datos sin procesar que se transforma continuamente en las acciones de control correspondientes para lograr los objetivos del proceso.

1.1.5 Análisis Visual mediante Power BI

La fase final en el análisis de datos contemplados en este proyecto es llegar a un despliegue de analítica visual, la herramienta considerada es Power BI de Microsoft. En la página Web de Microsoft es posible analizar algunos ejemplos de aplicación de Power BI, como el que se muestra en la figura 6.

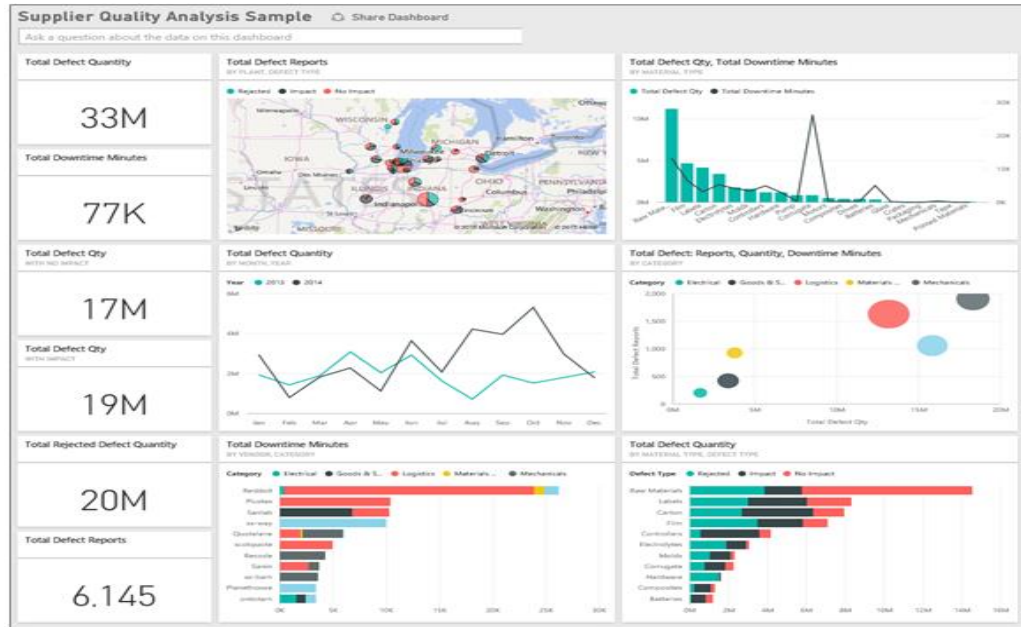


Fig. 6 Ejemplo de despliegue de datos en un tablero de calidad a través de Power BI.

Power BI permite hacer tableros interactivos de despliegue de información, los cuales pueden ser personalizables dependiendo de las necesidades del usuario, existen muchas herramientas visuales disponibles para el despliegue de resultados.

Algunos de los gráficos más comunes en Power BI son: Gráfico Lineal, Gráfico de columnas, Gráfico combinado, Mapas de calor y Mapas de puntos, Gráficos de dispersión y Gráficos de burbujas, Gráfico de cascada y embudos, Gráficos circulares y gráficos de anillos, Gráficos con filtros.

Estos gráficos pueden ser muy útiles al momento de desplegar tendencias de defecto, permitiendo identificar que productos están mejorando o empeorando su desempeño en el mercado, además de mostrar concentraciones de defecto por modelo, lo cual permite enfocar las actividades en los modelos de mayor impacto. Todos los gráficos de despliegue son interactivos y permiten a los usuarios profundizar en problemas de interés, lo cual es de gran apoyo para el proceso de toma de decisiones.

1.2 Justificación

En el mercado de productos electrónicos, la calidad es uno de los factores diferenciadores que permite a las marcas mantenerse en el mercado, he incluso ganar un mejor posicionamiento. El reto de mantener un nivel de calidad sobresaliente e incluso conseguir una mejora de este nivel año con año no es nada fácil. Existe un sinnúmero de factores a controlar con el objetivo de obtener un producto libre de problemas, especialmente en la industria electrónica, donde la demanda de nuevos productos y tecnologías es muy acelerada.

Los tiempos para desarrollar e introducir nuevos productos son muy reducidos, al igual que los ciclos de vida suelen ser muy cortos, lo cual lleva a las compañías a buscar formas innovadoras para obtener una retroalimentación rápida de la calidad del producto en el mercado y poder aplicar las acciones correspondientes para lograr una mejora continua de los productos.

Las empresas de manufactura que fabrican producto para consumidor final suelen tener áreas de calidad exclusivamente dedicadas al monitoreo de defectos de campo, con el objetivo de detectar incidentes de calidad en el mercado, obtener muestras para análisis y lograr una mejora continua de los productos. Esta tarea es particularmente difícil debido a que los volúmenes de ventas y de defectos en el mercado suelen ser grandes, mientras que la capacidad para obtener muestras de campo suele ser limitada debido a toda la logística que conlleva además de los altos costos asociados a la logística inversa.

Existen varios retos importantes en el monitoreo de defectos de mercado, con el fin de lograr una mejora constante de los productos, algunas de los cuales son:

1. Lograr una detección rápida de los incidentes de calidad, con el objetivo de reducir al mínimo su impacto en el mercado.
2. Rápida recolección de muestras de campo para análisis.
3. Lograr que las muestras recolectadas sean representativas de los problemas en campo.
4. Utilizar la información de campo para administrar los sistemas de calidad en la empresa y lograr un sistema de calidad alineado con las necesidades de los clientes.

Es en estos retos donde nuestro proyecto se enfocará con el objetivo de ofrecer soluciones innovadoras que permitan incrementar el desempeño en el monitoreo y la capacidad de respuesta para incidentes de calidad de campo. Logrando de esta manera un sistema de calidad eficiente, de rápida respuesta y alineado a las necesidades de nuestros clientes.

1.3 Hipótesis.

La implementación de herramientas de inteligencia de negocios aplicadas a la información de defecto de campo permite obtener una reducción del 10% del defecto inicial de televisores en el mercado.

1.4 Objetivos.

1.4.1 Objetivo General.

Seleccionar un conjunto de herramientas de inteligencia de negocios basada en información de defectos de campo, tales que permitan la detección temprana de incidentes de campo, para lograr una mejora de 10% del defecto inicial de televisores en el mercado.

1.4.2 Objetivos específicos.

- Seleccionar herramienta automática en Windows para descarga y almacenamiento diario de datos, con el objetivo de mantener la información del sistema actualizada sin intervención humana.
- Generar una lista maestra de categorías en las que se debe clasificar el dato de centro de atención a clientes y centros de servicio de reparación en garantía. Además de las palabras claves relacionadas a esas categorías, que sirvan como referencia para la clasificación automática.
- Generar diagrama de flujo sobre la lógica de clasificación del dato, estableciendo prioridades en los criterios de clasificación del dato, que sirva de referencia para realizar el programa.
- Definir la lógica para la detección de incidentes de calidad, a través de búsqueda en el dato de reparación en centros de servicio de patrones de concentración de defecto por modelo, parte defectuosa, línea de producción y fecha.
- Establecer metas para índice inicial de quejas en centro de atención de llamadas, por categoría de producto. Las categorías se definirán en grupos por tamaño de televisor (los cuales van desde 32 hasta 85 pulgadas) y por la capacidad de definición de la pantalla: Alta definición (HD), Alta definición completa (FHD), Ultra Alta definición (UHD), y definición 8K. Estas metas se utilizan para monitorear el desempeño de los nuevos modelos y alertar cuando un modelo presente una tendencia peor a la del año anterior.
- Desarrollar un programa de clasificación automática del dato por parte del departamento de informática de la empresa, el cual realizará una categorización y preparación del dato descargado diariamente, para que este siempre listos y disponibles para su utilización.
- Desarrollar un programa para la comparación de desempeño de modelos nuevos, basado en las metas de índice de quejas en centro de atención de llamadas, el programa tendrá una interfaz disponible en el sistema de intranet de la empresa y emitirá alertas automáticas cada vez que un

modelo presente un índice por encima de la meta permitida. Además, permitirá hacer la descarga del dato relacionado al índice para realizar un estudio que permita definir un plan de acción.

- Desarrollar un programa de alerta de concentración de defecto de reparación en centro de servicio, el programa tendrá una interfaz disponible en el sistema de intranet de la empresa, y alertará cuando detecte una concentración de 10 o más defectos de cierto componente en un mismo modelo, que provenga de un mismo día y una misma Línea de producción. El sistema permitirá la descarga del dato de concentración para su análisis.
- Desarrollar un sistema de planeación para inspecciones de calidad en fabrica, basado en información de defectos de campo. El sistema permitirá registrar los modelos con alto índice de defecto de campo y generará de forma automática un plan para realizar tres inspecciones consecutivas en las principales áreas de calidad. El sistema llevara registro de las inspecciones realizadas y el resultado de estas, si no se encuentra problemas en ninguna de las 3 inspecciones el modelo es dado de alta, en caso de detectar un problema, este debe analizarse para generar acciones correctivas para su corrección.
- Conseguir un despliegue en piso de producción a través de los monitores instalados en mesa de ensamble, de los principales problemas de campo. Esto con el objetivo de mantener informado al personal de los principales problemas presentados con nuestros clientes y mantener una alerta constante que ayude a que no se repitan defectos crónicos de mano de obra.

Capítulo 2. Marco teórico

2.1 Definición Calidad

Se le llama calidad al conjunto de características de un producto o servicio que le confieren su aptitud para satisfacer necesidades implícitas o explícitas, un producto o servicio libre de deficiencias (American Society for Quality - ASQ).

Existen otra serie de definiciones establecidas por los principales autores en temas de calidad. La mayoría coinciden en poner la satisfacción del cliente como el fin último de la calidad. La calidad implica que los atributos o cualidades de un producto o servicio sean suficientes para satisfacer las expectativas del cliente.

2.2 Control de calidad en el campo.

En el caso de las empresas de manufactura dedicadas a la fabricación de productos de consumo, no existe una retro alimentación directa entre usuario final del producto y el departamento de control de calidad de fábrica. Las quejas de los clientes son atendidas por el área de atención de garantías dentro de la división de ventas, la cual ocasionalmente direcciona problemas a fabrica, cuando detecta una incidencia considerable de defectos en cierto producto o modelo. Esta información, aunque es de gran ayuda para mejorar los procesos de fabricación, suele ser insuficiente para establecer un proceso de mejora continua, ya que solo se reportan casos donde la alta incidencia de defectos hace evidente una problemática.

Es por lo anterior que algunas compañías de manufactura emplean equipos de trabajo especializados en el control de la calidad en el campo. Estos equipos se encargan de analizar los datos generados por diversas fuentes de atención a clientes (centros de servicio, centros de atención telefónica, y centros de retorno) para identificar problemas recurrentes en el producto; además de analizar las muestras defectuosas retornadas por los clientes.

Esta técnica de control en el campo es comúnmente aplicada en empresas de manufactura de electrónica de consumo, donde el producto va dirigido a miles o millones de clientes y se vuelve necesario implementar formas de retroalimentación cliente-Fabrica, Algunos ejemplos de estas empresas son: Samsung, LG, Sony, Vizio, Pioneer, etc.

2.3 Administración Total de la calidad.

La administración de calidad total conocida comúnmente como TQM por sus siglas en inglés (Total Quality Management), es un sistema de gestión enfocado en las personas que aspira al incremento continuo en la satisfacción del cliente a un costo real continuamente menor.

TQM es un enfoque de sistema total y una parte integral de la estrategia de alto nivel. Actúa de manera horizontal a través de funciones y departamentos, involucra a todos los empleados, desde arriba hasta abajo, y se extiende hacia atrás y hacia adelante para incluir la cadena de suministro y la cadena de clientes. TQM enfatiza el aprendizaje y la adaptación al cambio continuo como clave para el éxito de la organización. TQM incluye sistemas, métodos y herramientas. Los sistemas permiten el cambio, mientras que la filosofía permanece igual (Evans & Lindsay, 2015).

2.4 Inteligencia de negocios.

Los Negocios son el acto de hacer algo productivo para servir a las necesidades de alguien, y así ganarse la vida y hacer del mundo un lugar mejor. En los negocios las actividades se registran en papel o utilizando medios electrónicos, y luego esos registros se convierten en datos. Hay más datos en las respuestas de los clientes y en la industria en su conjunto. Todos estos datos se pueden analizar y extraer utilizando herramientas y técnicas especiales para generar patrones e inteligencia, que reflejan cómo funciona el negocio (Maheshwari, 2015).

Las herramientas de inteligencia de negocios se basan en la utilización de un sistema de información de inteligencia que se forma con distintos datos extraídos de los datos de producción, con información relacionada con la empresa o sus ámbitos y con datos económicos. Mediante las herramientas y técnicas ELT (extraer, cargar y transformar), o actualmente ETL (extraer, transformar y cargar) se extraen los datos de distintas fuentes, se depuran y preparan (homogeneización de los datos) para luego cargarlos en un almacén de datos. La vida o el periodo de éxito de un software de inteligencia de negocios dependerá únicamente del éxito de su uso en beneficio de la empresa. Si esta empresa es capaz de incrementar su nivel financiero, administrativo y sus decisiones mejoran la actuación de la empresa, el software de inteligencia de negocios seguirá presente mucho tiempo, en caso contrario será sustituido por otro que aporte mejores y más precisos resultados (Pérez Marqués, 2015).

Ahumada Tello & Perusquia Velasco (2016), definen como inteligencia de negocios al conjunto de estrategias, acciones y herramientas enfocadas a la administración y a la creación de conocimiento, mediante el análisis de datos existentes en una organización o empresa.

Esta gestión de conocimiento permite a las empresas inteligentes desarrollar estrategias innovadoras que representen una ventaja significativa sobre sus competidores. El análisis y uso de la información permite controlar de forma eficiente la producción y el funcionamiento en general de la organización a un nivel que difícilmente puede ser replicado por empresas que no incluyen inteligencia de negocios entre sus prácticas.

2.5 Procesamiento de dato en Inteligencia de negocios.

El procesamiento de datos es el arte y la ciencia de descubrir patrones innovadores útiles a partir de datos (Maheshwari, A., 2015).

El procesamiento de datos en inteligencia de negocios consiste en buscar entre grandes cantidades de dato crudo, patrones no triviales únicos que puedan proveer información valiosa a la organización. Comúnmente se utilizan herramientas y técnicas especiales para depurar y organizar el dato, de tal forma que permitan aumentar la posibilidad de hacer los descubrimientos correctos.

En la figura 7 se aprecia la relación entre inteligencia de negocios con el procesamiento de datos. El negocio genera cierta información, la cual es procesada y analizada de para generar nuevas estrategias de negocio.

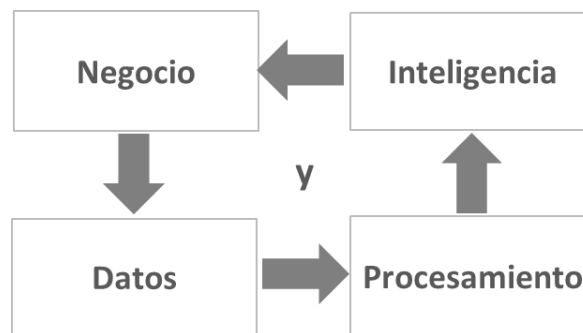


Fig.7 Ciclo entre inteligencia de negocios y el procesamiento de datos.

Tomado y traducido de: business intelligence and data mining (p. 1), de Maheshwari, 2015

Los datos se encuentran en el corazón de la inteligencia empresarial. Hay una secuencia de pasos a seguir para beneficiarse de los datos en una forma sistemática. Se pueden modelar y almacenar en una base de datos para después extraerlos de acuerdo con ciertos fines de informes y análisis. De igual forma se los datos almacenados se pueden combinar con otras fuentes de datos, y utilizar técnicas de procesamiento de datos para generar nuevos conocimientos. Las ideas deben ser visualizadas y comunicadas a la audiencia correcta en Tiempo real para poder obtener una ventaja competitiva (Maheshwari, 2015).

La figura 8 explica la progresión de actividades de procesamiento de datos.

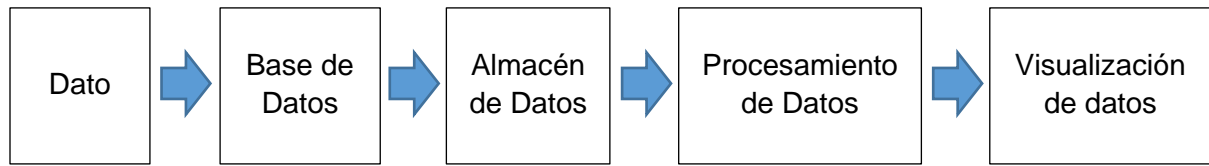


Fig. 8 Cadena de procesamiento de datos.

Tomado y traducido de: business intelligence and data mining (p. 6), de Maheshwari, A., 2015

Los 5 componentes de la cadena (según Maheshwari, 2015) se describen a continuación:

1. **Dato:** Todo lo que se registra son datos. Las observaciones y los hechos son datos. Los datos más comunes pueden ser números, como el registro del clima o las ventas diarias. O bien alfanuméricos, como los nombres de empleados y clientes.
2. **Base de Datos:** Una base de datos es una colección modelada de datos a la que se puede acceder de muchas maneras. Se puede diseñar un modelo de datos operativos para una organización.
3. **Almacén de datos:** Es un almacén organizado de datos de toda la organización, especialmente diseñado para ayudar a tomar decisiones de gestión. Los datos en el almacén crecen acumulativamente a medida que más datos operacionales están disponibles, se extraen y anexan al almacén de datos.
4. **Procesamiento de datos:** Es el arte y la ciencia de descubrir patrones innovadores útiles a partir de datos. Hay una gran variedad de patrones que se pueden encontrar en los datos.
5. **Visualización de los datos:** A medida que los datos y los conocimientos crecen en número, un nuevo requisito es la capacidad de los ejecutivos y tomadores de decisiones para absorber esta información en tiempo real. Hay un límite para la comprensión humana y la capacidad de visualización.

2.6 Técnicas de procesamiento de datos.

La clase más importante de problemas resueltos mediante el procesamiento de datos son problemas de clasificación. En este caso suelen utilizarse datos de decisiones pasadas para definir algunas reglas y patrones que mejoraran la precisión del proceso de toma de decisiones en el futuro.

Dentro del procesamiento de datos es posible utilizar dos tipos de clasificación: La de aprendizaje supervisado y la de aprendizaje no supervisado (Maheshwari, A., 2015).

La tabla 1 muestra las técnicas relacionadas a cada tipo de clasificación de datos.

Tabla 1. Técnicas importantes de procesamiento de datos

Tomado y traducido de: *business intelligence and data mining (p. 52)*, de Maheshwari A., 2015

Técnicas de procesamiento de datos		
Aprendizaje Supervisado: Clasificación	Técnicas de aprendizaje automático	Árboles de decisión
		Redes neuronales artificiales
	Técnicas Estadísticas	Regresión
Aprendizaje No Supervisado: Exploración	Técnicas de aprendizaje automático	análisis de conglomerados
		Procesamiento con Reglas de Asociación

A continuación, describimos con más detalle cada una de las técnicas:

1. **Árbol de decisiones:** Es una estructura jerárquica, ramificada y estructurada. Para ayudar a la toma de decisiones de una manera fácil y lógica. Los árboles de decisiones son fáciles de usar y entender, permiten seleccionar las variables más relevantes, además que no requieren mucha preparación del dato para ser utilizado.
2. **Redes Neuronales artificiales:** Es una técnica sofisticada de ciencias computacionales, la cual hace uso de inteligencia artificial para imitar el comportamiento de la estructura neuronal humana. Una tarea de decisión puede ser procesado por una sola neurona, o podría haber muchas capas de neuronas involucradas en una tarea de decisión, dependiendo de la complejidad del problema a resolver.
3. **Regresión:** Es un método estadístico relativamente simple y uno de los más populares en el procesamiento de datos. El cual tiene como objetivo ajustar una curva suave y bien definida de los datos. Esta técnica permite generar predicciones en base a los datos históricos.
4. **Análisis de conglomerados:** Es una técnica de aprendizaje exploratorio que permite identificar un conjunto de grupos similares en los datos. Las instancias de datos muy similares entre si se clasifican en un grupo, mientras que las que son muy diferentes se clasifican en grupos separados.

5. **Reglas de asociación:** Es un método popular de procesamiento de datos, principalmente en negocios donde se involucran ventas. Ha sido comúnmente utilizado por empresas como Amazon y Netflix. Esta técnica ayuda a encontrar relaciones interesantes (afinidades) entre variables o eventos. No existen respuestas correctas o erróneas, solo afinidades más fuertes o débiles. Reglas de asociación se considera dentro de las técnicas de aprendizaje automático (Machine-Learning).

2.7 Herramientas y plataformas para el procesamiento de datos.

Las herramientas de procesamiento de datos han existido durante muchas décadas. Sin embargo, recientemente se han vuelto más importante a medida que los valores de los datos han crecido y el campo de la analítica de grandes datos ha cobrado importancia.

Algunas de las plataformas más importantes para el procesamiento de datos según Maheshwari (2015), son:

1. **Microsoft Excel:** es una herramienta relativamente simple y fácil. Puede conseguir bastante versatilidad una vez que el paquete de herramientas especializadas y algunos otros productos complementarios son instalados.
2. **IBM SPSS Modeler:** es una plataforma líder en la industria. Ofrece un poderoso y de los más populares conjuntos de herramientas y algoritmos para el procesamiento de datos. Tiene un formato de interfaz de usuario colorido con capacidades de arrastrar y soltar. Además, puede aceptar datos en múltiples formatos, incluida la lectura de archivos de Excel directamente.
3. **ERP:** Los sistemas de planeación de recursos empresariales, ERP por sus siglas en inglés (Enterprise Resource System) también incluyen algunas capacidades de análisis de datos. SAP tiene su Software Business Objects BI. Business Objects se considera una de las suites de Inteligencia de negocios líderes en la industria y a menudo es utilizada por organizaciones que usan SAP.

2.8 Lenguaje estructurado de consultas SQL (Structured Query Language).

El lenguaje de programación SQL fue desarrollado por primera vez en la década de 1970 por los investigadores de IBM Raymond Boyce y Donald Chamberlain. Sin embargo, no fue hasta varios años después que el lenguaje SQL se puso a disposición del público. En 1979, una compañía llamada Relational Software, que luego se convirtió en Oracle, lanzó comercialmente su propia versión del lenguaje SQL llamada Oracle V2 (Mercedes, 2019).

Desde entonces, el American National Standards Institute (ANSI) y la International Standards Organization (ISO) han considerado el lenguaje SQL como el lenguaje estándar en la comunicación de bases de datos relacionales. Si bien los principales proveedores de SQL modifican el lenguaje según sus deseos, la mayoría basa sus programas SQL en la versión aprobada por ANSI.

SQL apoya la creación, mantenimiento y gestión de la base de datos relacional. A lo largo de los años se ha implementado una serie de modelos de base de datos para almacenar y administrar la información. Varios de los modelos más comunes incluyen los siguientes: Jerárquico, Red y relacional. Siendo el modelo relacional el más completo de los tres (Opel, 2010).

La estructura de la base de datos relacional se basa en la relación, o tabla, junto con la habilidad de definir relaciones complejas entre ellas. Se puede acceder directamente a cada relación sin la lentitud de las limitaciones de los modelos jerárquicos o propietario/ miembro que requiere de una navegación a través de una estructura compleja de datos (Opel, 2010).

2.9 Control de calidad impulsado por datos.

La recolección sistemática de datos de calidad ya sean históricos o en tiempo real, para ser analizados de manera proactiva es lo que se conoce como Control de calidad impulsado por datos. La utilización de estos datos permite generar perfiles o modelos de calidad para una mejor toma de decisiones en el proceso. Algunos de los beneficios de estos sistemas según Anderson C. (2015) son: 5% a 6% mayor rendimiento y productividad que su contraparte con menor manejo de datos, también una mayor utilización de activos, retorno de equidad y valor de mercado.

El uso de esta metodología permite tener un control de calidad integrado en el proceso, es decir, es posible guiar las inspecciones y la toma de decisiones de calidad en base a la información de en tiempo real del desempeño del producto en el mercado.

Dichos beneficios permiten desarrollar un sistema de calidad robusto y orientado a las necesidades de los clientes.

2.10 Analítica Visual.

La analítica visual combina técnicas de análisis automatizadas con visualizaciones interactivas para una comprensión, razonamiento y toma de decisión efectiva sobre la base de conjuntos de datos muy grandes y complejos (Daniel Keim, 2008). El propósito principal es integrar el criterio del ser humano dentro de

algoritmos de procesamiento de análisis de base de datos y generar interfaces visuales que permitan la búsqueda de respuestas de una forma organizada y simple.

En la figura 9 se puede observar la interacción entre los diferentes elementos en un sistema de analítica visual. Los datos ingresan a un sistema de análisis y visualización, posteriormente se genera una interpretación en base a una percepción humana, la cual genera una nueva interacción con el sistema en un ciclo continuo.

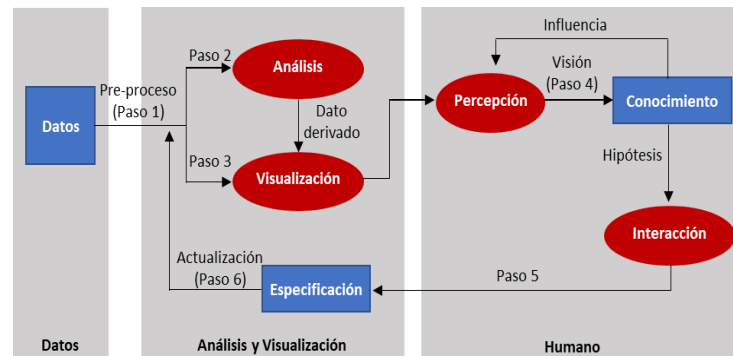


Figura 9. Ciclo del sistema de analítica visual

Tomado y traducido de: Visual Analytics: a comprehensive overview (p. 7), de Cui, W., 2019

2.11 Herramientas de Analítica Visual.

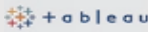

Actualmente existen en el mercado muchas herramientas de analítica visual disponibles para el análisis de datos. Conrad establece una comparativa entre tres de las herramientas más importantes en la actualidad para análisis visual de datos (2020).

1. **Tableau:** se considera una de las empresas líderes en la industria en software de visualización de datos. La compañía ha invertido fuertemente en datos avanzados, agrupamiento, segmentación y funciones analíticas más potentes. La interfaz es fácil de usar y permite a los usuarios sin mucha experiencia crear rápida y fácilmente paneles personalizados para proporcionar información sobre un amplio espectro de información comercial.
2. **QlikView:** Las visualizaciones de datos tienen en cuenta el análisis interactivo en tiempo real a medida que se realizan los informes. Cuando el sistema está en uso, se muestran todas las visualizaciones y conjuntos de datos relevantes para una referencia rápida. Las fortalezas del producto de QlikView incluyen un motor en memoria capaz de visualizar patrones y producir análisis asociativos que no se pueden lograr usando SQL solamente.

3. **Power BI:** Posee una de las herramientas de visualización de datos más fáciles de usar en el mercado de inteligencia empresarial. La funcionalidad de arrastrar y soltar del software, junto con el acceso a más de 85 aplicaciones de visualización de datos, proporciona una experiencia sin complicaciones que resulta en informes visualmente atractivos e informativos. Microsoft Power BI utiliza muchas de las mismas funciones disponibles en Excel, por lo que los usuarios con experiencia en los productos de Office podrán adaptarse a esta herramienta de visualización.

La tabla 2 muestra una comparativa entre las tres principales herramientas de analítica visual. Mientras Tableau muestra superioridad en cuanto la visualización de datos, QlikView tiene una mayor capacidad en la parte analítica. Por otro lado, Power BI muestra ventajas en varios campos como lo son Servicios de decisión, Integración con otros sistemas, así como integración de grandes cantidades de datos. Estas ventajas competitivas convierten a Power BI en una de las mejores opciones en el mercado (Conrad, 2020).

Tabla 2. Tabla comparativa entre las principales herramientas de analítica visual en el mercado.
Tomado y traducido de: *Power BI vs Tableau vs Qlikview | Which Is the Winner in 2020?*, Conrad, A. (2020)

	 +tableau	 QlikView	 Power BI
Visualización de datos El dato es presentado visualmente para un fácil interpretación.	✓ VENTAJA	✓	✓
Analítica La información es cuantificada y evaluada para un retrato de la tendencia de la compañía y posibilidades futuras.	✓	✓ VENTAJA	✓
Procesamiento analítico en Línea (PAEL) Las funcionalidades del procesamiento analítico en línea provee acceso a la base de datos y análisis basados en red.	✓	✓	✓
Administración de documentos Convierte reportes en diferentes formatos de archivos y comparte hallazgos analíticos.	✓	✓	✓
Servicios de decisión Características de administración financiera provee análisis de información monetaria	✓	✓	✓ VENTAJA
Integraciones La habilidad de conectar con otros sistemas provee múltiples fuentes y funcionalidades.	✓	✓	✓ VENTAJA
Integración de grandes datos Acceso a programas de grandes datos para análisis comprehensivo.	✓	✓	✓ VENTAJA

Capítulo 3. Metodología

3.1 Descarga automática de datos.

Para la parte de descarga diaria automática del dato, se evaluarán 3 herramientas autómatas para Windows: Robotask, WinAutomation y Macro Express. Las 3 cuentan con pago de licencia para utilización, lo cual es un requisito indispensable para poder ser utilizados dentro de la empresa. La revisión de las herramientas se hará en conjunto con el departamento de informática, para definir cuál es la herramienta más adecuada considerando funcionalidad, seguridad informática y cuestiones legales por temas de licencias de utilización.

3.2 Categorías de clasificación para dato de campo.

Se realizará una lluvia de ideas con el personal de calidad encargado de defecto de campo, para definir las categorías más relevantes del producto, las cuales deben ser monitoreadas. De igual forma definir cuáles son las palabras claves relacionadas a cada categoría que podrían ayudar a clasificar el dato de una forma rápida y eficiente. Se definirá además que información de fábrica se debe agregar al dato para enriquecerlo, como por ejemplo fecha de producción, línea de producción, historial de inspección, etc. Por último, se establecerá la secuencia lógica en un diagrama de flujo para definir las prioridades en las que el dato debe clasificarse, asignando el orden de relevancia en la clasificación, es decir que categorías se clasifican primero y cuales al final.

3.3 Lógica para sistema de detección de incidentes de campo.

El departamento de defecto de campo definirá a través de un diagrama de flujo, la lógica para el sistema de detección de incidentes de campo basado en datos de reparación en centro de servicio. El sistema se basará en la detección de concentración de cantidad de defecto de 10 o más casos que cumpla los siguientes criterios: que los defectos sean del mismo modelo, que la falla sea en el mismo componente del televisor, que todos los casos sean del mismo día de producción, y que los casos sean de la misma línea de producción. El sistema deberá generar alerta cuando los datos cumplan con los criterios mencionados anteriormente, la alerta será revisada por el encargado del modelo para definir el plan de acción.

3.4 Sistema de monitoreo de índice de quejas de nuevos modelos.

El departamento de defecto de campo utilizara el dato de quejas del centro de atención a clientes recolectado durante el año pasado, para definir las metas de modelos nuevos. Se clasificará el dato en categorías generales basadas en el tamaño del televisor (desde 32 hasta 85 pulgadas) y por la capacidad

de definición de la pantalla: Alta definición (HD), Alta definición completa (FHD), Ultra Alta definición (UHD), y Definición 8K. Las metas se definirán por categorías y serán la referencia para el monitoreo de desempeño de los modelos que actualmente se encuentran en producción. El sistema permitirá descargar el dato correspondiente al fallo, para analizarlo y poder definir un plan de acción.

En la tabla 3 se muestran algunos ejemplos de metas por categoría asignadas para cada periodo de ventas, siendo M+0 el índice de defecto inicial ocurrido el primer mes de venta, M+1 el defecto acumulado del primer y segundo mes, y M+2 el índice de defecto acumulado en los primeros tres meses de venta.

Tabla 3. Ejemplo de metas de desempeño por categoría de televisión.

Categoría	M+0	M+1	M+2
40" FHD	0.0150%	0.1222%	0.2818%
40" UHD	0.0031%	0.1048%	0.2586%
50" FHD	0.0014%	0.0340%	0.1036%
50" UHD	0.0023%	0.0429%	0.1118%
55" UHD	0.0039%	0.0642%	0.1872%
55" 8K	0.0190%	0.3136%	0.7412%

3.5 Programa de clasificación automática de datos.

El departamento de informática desarrollara un programa para clasificación automática de datos, basado en la lógica de clasificación desarrollada por el equipo de calidad de defecto de campo. Diariamente el programa clasificara la información descargada del sistema de atención a cliente y del sistema de reparación de centros de servicio, y la almacenara en los servidores SQL de la compañía para su posterior utilización.

3.6 Programa para comparación de desempeño de nuevos modelos.

El departamento de informática desarrollará el programa para la comparación de desempeño de los nuevos modelos, el cual se basará en las metas definidas por el departamento de calidad de defecto de campo. Cada vez que se actualice la información en el sistema, el programa realizara una comparativa del desempeño de cada modelo contra la meta asignada para cada periodo de venta. En caso de que algún modelo rebase su meta, el programa emitirá una alerta automática a el encargado de calidad del modelo para rápida revisión del caso.

En la tabla 4 se muestran una simulación del mensaje de alerta generado por el sistema, el sistema marcara en rojo los meses que rebasaron la meta, y permitirá la descarga del dato para análisis.

Tabla 4. Ejemplo simulado de alerta del sistema de evaluación de desempeño.

Model	Item	M0	M1	M2	Result
50"UHD	Rate	0.01	0.16	0.16	Warning
	Goal	0.00	0.04	0.11	
	Multiple	3.7	3.7	1.4	
	Defect	2	19	50	
	Product Qty	23,123	12,000	31,529	

3.7 Programa de alerta de concentración de defecto.

El departamento de informática desarrollará el programa de alerta de concentración de defecto basado en dato de reparación en centro de servicio. El programa correrá cada vez que el dato se actualice en el sistema y será capaz de identificar concentraciones de defecto de un mismo componente de televisor, que ocurran en un mismo modelo, además de considerar que los casos hayan sido producidos el mismo día en la misma línea de producción. Cuando se detecte una concentración de defecto que coincida con los criterios establecidos, se considerará como un potencial incidente de calidad, por lo cual el sistema generara una alerta automática al encargado de calidad del modelo para que el caso sea revisado de forma inmediata. En caso de que el caso sea confirmado como un incidente potencial, se abrirá un expediente en sistema para el seguimiento del caso, la recolección de muestras y el establecimiento de acciones correctivas de manera pronta y eficaz.

La figura 10 muestra una simulación del sistema de alerta de concentración de defecto, el sistema desplegara en un tablero, los modelos que superan el nivel permitido de concentración, y permitirá la descarga del dato para sus análisis.

Modelo	Tipo	4/10/2020	4/6/2020	3/20/2020	3/18/2020	3/17/2020	3/12/2020	3/11/2020	3/9/2020	3/4/2020
75"8K	MAIN			14						
82"UHD	PANEL					10				
43"UHD	PANEL						23			14
49" FHD	PANEL									10
50"UHD	MAIN	12					11	12		
70"UHD	PANEL		18							
75"UHD	PANEL			10	15				10	

basic_model	gmes_prod_date	gmes_prod_line	block_code_name	detail_symptom_desc	symptom_group
50"UHD	20200410	M51	PBA-MAIN	DOES NOT TURN ON	No Picture
50"UHD	20200410	M51	PBA-MAIN	DOES NOT TURN ON SERVICE	NO POWER
50"UHD	20200410	M51	PBA-MAIN	TURN OFF RANDOMLY ON ITS OWN	Auto off/on
50"UHD	20200410	M51	PBA-MAIN	DEAD, NOT POWERING	Abnormal Display
50"UHD	20200410	M51	PBA-MAIN	NO DISPLAY	No Picture
50"UHD	20200410	M51	PBA-MAIN	NO POWER	NO POWER
50"UHD	20200410	M51	PBA-MAIN	VERT DATA BANDS ON SCREEN	Flickering
50"UHD	20200410	M51	PBA-MAIN	NO VIDEO	No Picture
50"UHD	20200410	M51	PBA-MAIN	NO POWER	NO POWER
50"UHD	20200410	M51	PBA-MAIN	TV WILL NOT POWER ON	NO POWER
50"UHD	20200410	M51	PBA-MAIN	NO SCREEN ISSUE	External device not
50"UHD	20200410	M51	PBA-MAIN	CONSTANTLY TURNS ON AND OFF	Auto off/on

Figura 10. Ejemplo simulado de alerta del sistema de concentración de defecto.

3.8 Sistema de descarga automática de datos.

La información considerada para utilizar en nuestro sistema proviene de varias fuentes de información tanto internas, como puede ser información relevante de trazabilidad de la producción, como externas, tales como las reparaciones dentro de garantía de nuestros productos, información de quejas de cliente registradas en los centros de atención telefónica. En este caso todas las fuentes de información mencionados anteriormente funcionan dentro de un ambiente ERP.

Para el desarrollo de nuestro proyecto, se realizó una junta con el departamento de informática de la fábrica, con el fin de definir la mejor opción para poder automatizar las descargas de información de los diferentes sistemas. Se considero que la mejor opción es la utilización de alguna plataforma de automatización de rutinas para Windows, ya que es el sistema operativo comúnmente utilizado en la empresa. La herramienta considerada en este caso fue Winautomation, la cual es una plataforma de software robótico inteligente que permite automatizar tareas repetitivas como sería en este caso, el acceso a los distintos sistemas para la descarga diaria de la información. Una ventaja adicional por la cual decidimos utilizar esta herramienta es que el departamento la compañía cuenta con licencia para el uso de la plataforma, además de tener bastante experiencia con su uso.

La figura 11 muestra la herramienta Winautomation, donde se pueden ver funciones como diseño de robots, grabado de macros y grabado de acceso Web.

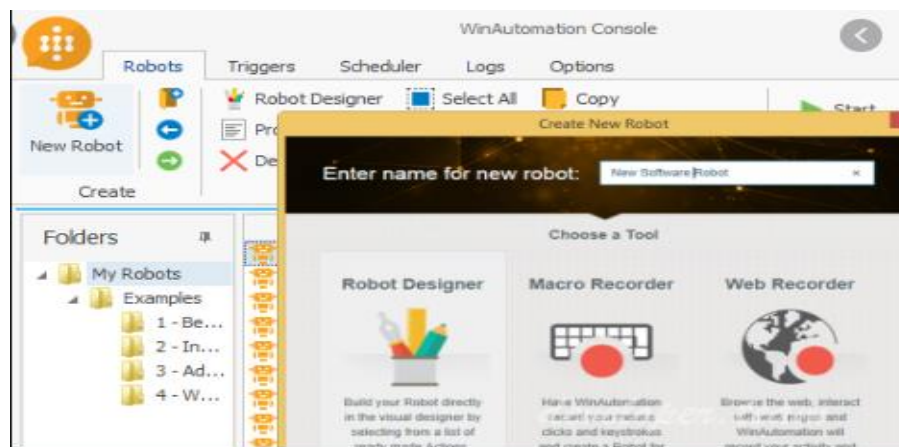


Figura 11. Herramienta de automatización de rutinas: WinAutomation.

A través de la herramienta Winautomation se programaron rutinas para la descarga diaria del dato. Todos los días a las 5:00am empiezan a correr estas rutinas automáticas programadas en Winautomation, las cuales ingresan al sistema G-MES (Global Manufacturing Execution System) de nuestra planta para descargar los números de serie producidos el día anterior, con sus correspondientes detalles, como fecha y línea de producción, así como las principales piezas ensambladas en cada televisión. De igual forma se generó una rutina para acceder al sistema Quality Information Network de donde se descarga información de las reparaciones en garantía. Por último, se programó una secuencia para correr una transacción en SAP (Systems Applications & Products), para la descarga de datos de quejas de los centros de atención telefónica en los diferentes mercados de la compañía.

Una vez establecido el proceso de descarga automática del dato, se decidió la forma de almacenamiento. Toda esta información descargada diariamente se almacenaría en los servidores SQL de la compañía, con el propósito de estar disponible para ser utilizados en consultas posteriores.

La figura 12 muestra los sistemas que son accedidos diariamente a través de rutinas automátatas, con el fin de mantener los sistemas de inteligencia de negocios siempre actualizados con el mínimo de intervención humana.

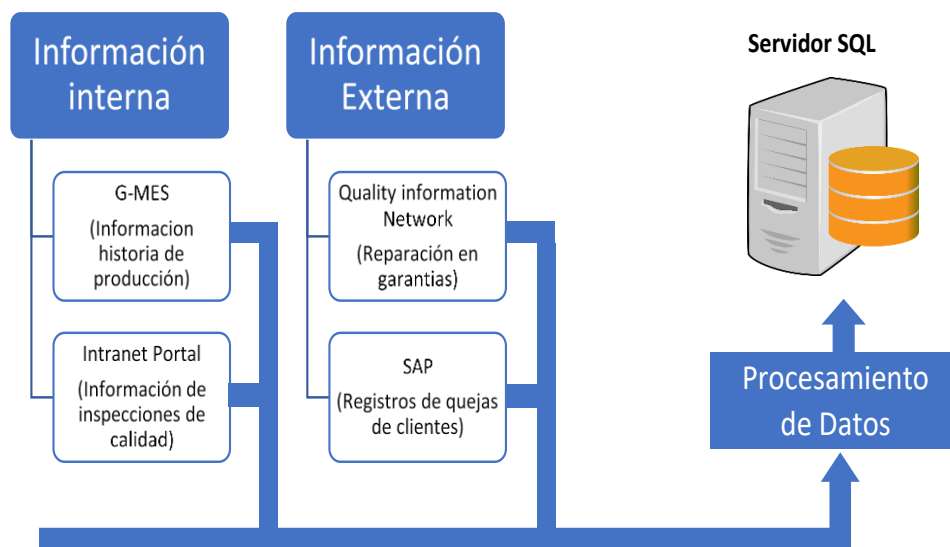


Figura 12. Fuentes de información para sistema de calidad basado en inteligencia de negocios.

3.9 Lógica de clasificación automática del dato.

Una vez completada la parte de descarga automática de datos para nuestro sistema de inteligencia de negocios, se procedió a establecer la lógica para procesamiento de los datos. En esta parte del proceso el dato es clasificado en categorías previamente definidas y también es enriquecido agregando información relevante de fábrica a los números de serie de los televisores reparados en campo. En este caso se agrega fecha y línea de producción, además de los números de serie de los componentes del televisor, lo cual ayudara a la rastreabilidad de muestras relacionadas a los incidentes de calidad.

Con el objetivo de establecer los criterios para categorizar el dato de reparaciones en garantía, se realizó una junta con el equipo de calidad de campo, para establecer cuáles serían las categorías para clasificar el dato y cuáles serían las claves para identificar cada una de las categorías. Fue entonces que se decidió establecer 14 categorías para la clasificación del dato de reparación en garantía. En la tabla 5 se muestran las 14 categorías asignadas, la descripción de cada una de ellas, así como la claves para realizar una

clasificación correcta de cada categoría. Es importantes que se siga el orden de clasificación indicado en la tabla para obtener un resultado más eficiente.

Tabla 5. Criterios de clasificación para el dato de reparación en garantía.

Orden	Categoría	Descripción	Regla de Clasificación
1	Panel	Cambio de pantalla LCD o componente de la pantalla	Si en la descripción de partes contiene la palabra "LCD", "LED" o "TCON"
2	Main Board	Cambio de placa Principal de procesamiento	Si en la descripción de partes contiene la palabra "Main"
3	SMPS	Cambio de Placa de alimentación de voltaje	Si en la descripción de partes contiene la palabra "VSS"
4	Jack Pack	Se cambio caja externa de conexiones	Si en la descripción de partes contiene la palabra "Jack", "ONE" o "OCB"
5	Remote	se reemplazó control remoto	Si en la descripción de partes contiene la palabra "Remocon"
6	WIFI/BT	Se cambio modulo WIFI o Bluetooth	Si en la descripción de partes contiene la palabra "WIFI" o "BT"
7	Passive	Se remplazo algún cable o bocina	Si en la descripción de partes contiene la palabra "Cable" o "Speaker"
8	Mechan	Se cambio alguna parte mecánica (Base o tapa plástica)	Si en la descripción de partes contiene la palabra "Stand" o "Cover"
9	Function/IR	se reemplazó botonera o sensor infrarrojo	Si en la descripción de partes contiene la palabra "Function" o "IR"
10	NDF	El Televisor no presento defecto	Si en columna TACT contiene la frase "No Defect"
11	Return	El cliente rechazo la reparación y retorno el producto	Si en columna Repair Type contiene el código "PR"
12	Adjust	Se realizo algún ajuste: Eléctrico, mecánico o de software	Si en la columna repair description menciona ajuste Eléctrico, Mecánico o S/W Update
13	Reconn	Reconexión de algún componente del televisor	Si en la columna repair description type menciona Reconn
14	Others	Información insuficiente para clasificar	Si no se pudo clasificar en ninguno de los criterios anteriores

Una vez definido el proceso de clasificación del dato por parte del departamento de campo, se realizó una junta con el departamento de informática para explicar las categorías definidas para el dato de reparación en garantía, así como la secuencia de clasificación y las palabras claves a considerar para identificar cada categoría. A partir de allí el departamento de Informática desarrolló un programa mediante la utilización de la herramienta Visual Studio 2017 para el procesamiento de los datos cada vez que ocurra una descarga de información de las distintas fuentes, el cual se subirá al servidor SQL para que los datos estén disponibles para ser utilizados por el sistema de detección de concentración de defectos, el cual se describirá de forma detallada a continuación.

3.10 Definición de la lógica de detección del sistema de alerta de concentración.

Para definir la lógica del sistema de alerta de concentración, se decidió realizar una reunión con el equipo de defecto de campo. Se comenzó por discutir sobre algunos incidentes de calidad de años recientes con el objetivo de identificar patrones de concentración comunes en estos incidentes y como es que estos

patrones podrían ser un indicio para una detección temprana de problemas en el campo. Después de analizar varios casos se llegó a la conclusión que tanto los incidentes de calidad relacionados a mano de obra, así como defectos de material suelen concentrarse en ciertos días de producción. En el caso de defectos de mano de obra, un operador nuevo o con un entrenamiento incorrecto, puede generar errores recurrentes en un mismo día de producción, de igual manera, los problemas de material suelen presentarse en ciertos lotes de producción del proveedor.

Siendo que en fabrica se sigue el sistema FIFO (First In First Out), los materiales de un mismo lote de proveedor suelen ingresarse a nuestras líneas de producción en un mismo día. En base a todo lo anterior, fue que decidimos definir la concentración de defecto por día de producción como un indicativo de un posible incidente de calidad.

Una vez que se definió que el sistema funcionaria en base a detectar concentración de defectos por fecha de producción, se procedió a definir que otros factores ayudarían a que el sistema fuera más preciso en cuanto a la identificación de incidentes. Fue entonces que se decidió agregar algunos filtros a la búsqueda de concentración. Se definió que para que la alerta de concentración pudiera ser válida, debería cumplir con tres criterios:

- 1) Los defectos deberían ser del mismo modelo de televisor.
- 2) Los defectos deben ser del mismo componente del televisor (Placa principal, Panel, etc.)
- 3) Los defectos deben ser del mismo día de producción.

Además, se definió una cantidad de defectos para poder considerar que la concentración podría representar un incidente potencial de calidad, la cantidad definida fue de diez defectos del mismo modelo, con falla en el mismo componente, y que los diez defectos sean del mismo día de producción.

La figura 13 muestra el diagrama de flujo con la lógica básica del sistema, el cual consultara de forma diaria la base de datos en busca de alguna concentración de defectos que cumpla con los 3 criterios establecidos anteriormente, en caso de cumplirse el sistema generara una alerta de concentración para que sea revisada por el encargado de calidad del modelo.

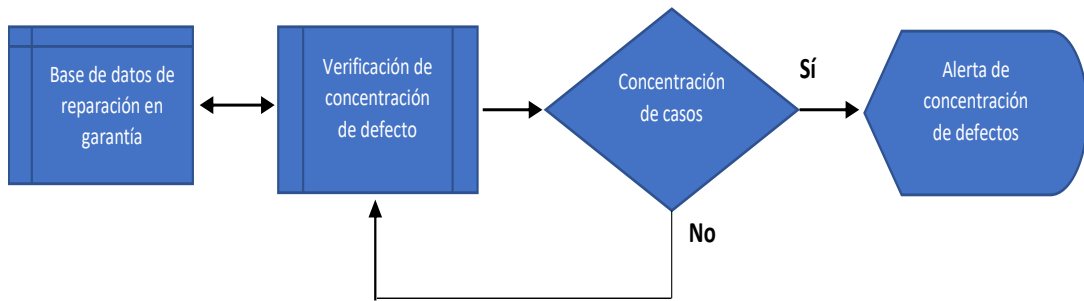


Figura 13. Operación del sistema de concentración.

Una vez definido el funcionamiento del sistema, se realizó una reunión con el equipo de informática para explicar la lógica de operación del sistema y se realizó la propuesta por aprobación para el proyecto fuera asignado a un programador del equipo de informática y comenzará a desarrollarse lo antes posible. El desarrollado del sistema se completó en un periodo de dos semanas.

La figura 14 muestra el sistema de concentración de defectos. El sistema genera un tablero desplegando los modelos que cumplen con el criterio de concentración establecido, de esta manera podemos ver fácilmente que modelo tiene problemas, en que componente del televisor se presentaron los problemas y cuál fue el día de producción donde se presentó una alta concentración, una vez identificada esta información, podemos proceder a analizar con más detalle cada caso, el sistema brinda la opción de acceder a los detalles del seleccionando la cantidad de defectos.

Field Data Monitoring

Main / Core Items / Field Data Monitoring

Prod.Date: 202003 | Defect Qty: 10 | Item: - All -

	Model	Item	200427	200406	200330	200328	200327	200325	200323	200319	200318	200316	200305	200304	200303	200302
1	UN43TU7000F	PANEL										10			10	
2	UN43TU8000F	PANEL							17							
3	UN50TU7000F	PANEL					10									
4	UN50TU8000F	PANEL						11			11					
5	UN58TU7000F	PANEL	37							11						
6	UN58TU7000F	PANEL											13			
7	UN58TU7000F	PANEL		16												
8	UN58TU7000F	Return		35												
9	UN58TU7100G	Return		16	36					29						47
10	UN70NU6900F	PANEL					15						11	57		

Figura 14. Despliegue del Sistema de concentración de defecto.

El tablero desplegado por el sistema permite identificar de forma inmediata posibles incidentes de calidad, pero es necesario realizar una evaluación más a fondo de caso para poder una conclusión definitiva. Es por

eso por lo que se solicitó al desarrollador del sistema, agregara una opción para acceder a los detalles del caso y poder hacer una evaluación más completa.

La figura 15 muestra como el sistema permite acceder a una ventana con los detalles de cada caso al momento de seleccionar la cantidad de defectos que se quiere analizar, además de permitir la descarga a Excel de los datos a través de el botón “Export” en esa misma ventana.

The screenshot shows a 'Field Data Monitoring' window overlaid on a data table. The window has a blue header and contains the following elements:

- Model:** UN58TU7000FXZA
- Date:** 20200427
- Buttons:** Export, Ignore, Create Issue
- Table:** A table with columns: Serial No., Item, Symptom Group, Line. It lists 6 items with symptoms like 'No Picture' and 'Abnormal Color'.
- Footer:** Page 1 of 2, View 1 - 30 of 37

Serial No.	Item	Symptom Group	Line
1	09LK3CRN400746B	PANEL	No Picture
2	09LK3CRN400800L	PANEL	No Picture
3	09LK3CRN401407B	PANEL	Abnormal Color
4	09LK3CRN401764K	PANEL	No Picture
5	09LK3CRN401878W	PANEL	No Picture
6	09LK3CRN402176L	PANEL	Dot/Pixel

Figura 15. Ventana de acceso a detalles de incidentes detectados por el sistema.

La descarga de los datos en Excel permite profundizar en los detalles de cada caso, es posible saber cuáles fueron los síntomas que presentaron los productos defectuosos. Si se identifica un síntoma en común entre los defectos, aumentaría la probabilidad que se tratara de un incidente de calidad. De igual forma el dato permite saber el número de serie de la pieza que fue reemplazada, lo cual nos permitiría ubicar las piezas en el centro de retorno de partes y solicitarlas para análisis, tal como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6. Ejemplo de información relevante del dato de reparación.

running_model	gmes_prod_date	gmes_prod_line	gmes_panel_part	gmes_panel_epass	symptom_group
UN43TU7000FXZA	20200316	M22	BN95-06368E	MX09BN9506368ES013N3G1122	No Picture
UN43TU7000FXZA	20200316	M22	BN95-06368E	MX09BN9506368ES013N3E0676	No Picture
UN43TU7000FXZA	20200316	M22	BN95-06368E	MX09BN9506368ES013N3G1492	Abnormal Color
UN43TU7000FXZA	20200316	M22	BN95-06368E	MX09BN9506368ES013N3G1586	No Picture
UN43TU7000FXZA	20200316	M22	BN95-06368E	MX09BN9506368ES013N3G0993	No Picture
UN43TU7000FXZA	20200316	M22	BN95-06368E	MX09BN9506368ES013N3G2364	No Picture
UN43TU7000FXZA	20200316	M22	BN95-06368E	MX09BN9506368ES013N3G1366	No Picture
UN43TU7000FXZA	20200316	M22	BN95-06368E	MX09BN9506368ES013N3G1850	No Picture

Una vez identificados los números de serie de las piezas con problema, se solicita la muestra a los centros de reacondicionamiento de partes para que sean enviados a fabrica para su análisis. Las piezas se analizan

por el departamento correspondiente en fabrica y se generan las acciones correctivas para mejora de nuestro producto.

En la figura 16 se indica el proceso desde que se genera la alerta del sistema de concentración, hasta que se aplica la acción correctiva, la cual puede ocurrir en fabrica, con proveedor, en casa matriz (en caso de problemas de diseño), o incluso pudieran ser recomendaciones para el cliente.

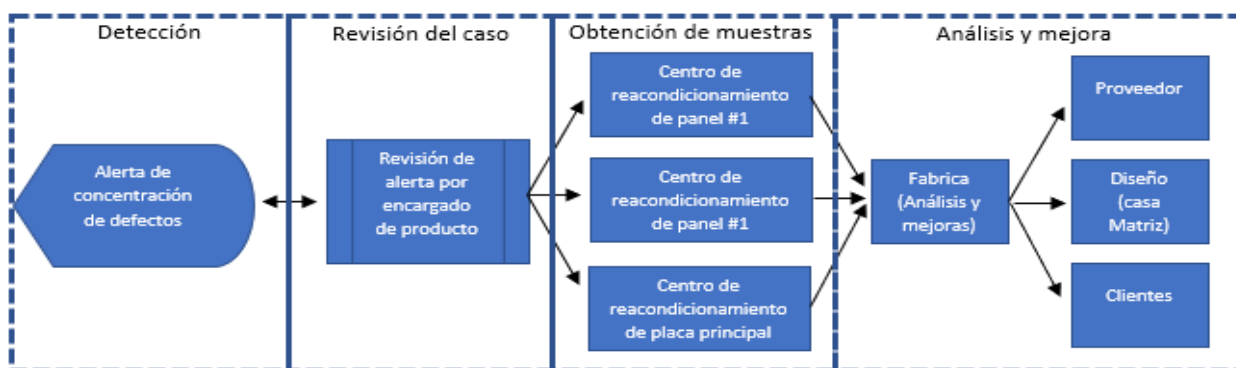


Figura 16. Proceso de seguimiento de alerta de concentración.

Como última parte del sistema de concentración, se desarrolló un módulo dentro del sistema donde deben registrarse todos los casos de concentración seleccionados para dar seguimiento. En el sistema se registran los detalles del caso, como modelo, síntoma, componente defectuoso, fecha y línea de la producción donde fueron fabricados los productos con defecto. El sistema es capaz de llevar un conteo de las muestras que sea han recibido relacionadas al caso, así como de actualizar la cantidad de concentración cada vez que la base de datos es actualizada.

La figura 17 muestra el módulo de registro de incidentes de concentración, cada caso debe ser asignado al encargado del modelo dentro del equipo de defecto de campo para asegurar el seguimiento correcto del caso.

Field Data Monitoring Issues

Main / Core Items / Field Data Monitoring Issues

Id: Status: - All - Model: Responsible: - All -

	Id	Model	Prod.Date	Prod.Line	Qty	Item	Item	Worst Symptom	Status
1	I0001	UN70NU6900FXZA	20200109	M43	14	PANEL		Spot / Stain / Line (s)	Under Investigation
2	I0002	UN70RU7100KXZL	20200106	M43	17	PANEL		Spot / Stain / Dark Sh	Under Investigation
3	I0004	UN43TU7000FXZA	20200323	M07	16	PANEL		No Picture, No Power	Under Investigation
4	I0005	UN43TU7000FXZA	20200319	M07	11	PANEL		No Picture, No Power	Under Investigation
5	I0007	UN58TU7000FXZA	20200320	M23	41	PANEL		No Picture, No Power,	Under Investigation
6	I0008	UN58TU7000FXZA	20200313	M23	18	PANEL		No Picture, No Power,	Under Investigation
7	I0009	UN58TU7000FXZA	20200303	M23	58	PANEL		No Picture, No Power,	Under Investigation
8	I0003	UN70NU6900FXZA	20200206	M43	5	PANEL			New
9	I0006	UN58TU7000FXZA	20200320		41	PANEL			New
10	I0010	UN43TU8000FXZA	20200305	M27	14	PANEL			New

Fig. 17. Módulo de registro de incidentes asignados para seguimiento.

3.11 Sistema de comparación de desempeño de nuevos modelos.

Otra de las funciones considerada para nuestro sistema de inteligencia de negocios, es el sistema de comparación de desempeño de nuevos modelos, el cual tiene como objetivo evaluar de manera constante la calidad de la nueva línea de productos, tomando como referencia el resultado en productos de características similares producidos el año pasado.

En este caso se estableció como fuente de datos para este sistema, la información de quejas en los centros de atención telefónica. La ventaja de utilizar esta información es obtener un monitoreo temprano de la calidad de campo, siendo el Centro de atención telefónica es el primer punto de contacto de nuestros clientes para reportar problemas con el producto.

El primer paso para el desarrollo de este sistema fue establecer metas específicas para cada modelo nuevo, esto se realizó tomando como referencia el modelo más similar en tamaño y características producido el año pasado. En base a esto, se generaron metas de referencia agrupando los modelos del año pasado por tamaño de pantalla (32 hasta 85 pulgadas), por el tipo de producto (LED Normal, QLED o Frame TV), además de considerar la serie de los productos, las cuales van desde la serie 4 (Modelos Básicos) hasta la serie 9 (Línea Premium). estas metas de referencia se aplicaron a los nuevos modelos de este año con el objetivo de tener una referencia para una evaluación constante.

En la tabla 7 podemos ver un ejemplo de cómo se establecieron las metas por mes tomado como base el tamaño del televisor, el tipo de tecnología y la serie del producto. Las últimas tres columnas muestran las metas mensuales, donde M0 es el mismo mes en que se está realizando la evaluación, M1 es la meta para la producción del mes anterior y M2 es la meta para evaluar los televisores producidos hace dos meses.

Tabla 7. Metas definidas para el sistema de comparación de desempeño de nuevos modelos.

Model	Ref. Model	Spec	M0	M1	M2
QN43LS03TAFXZA	43LS03TA	43/Frame	0.0150	0.1222	0.2818
QN43Q60TAFXZA	43Q60TAF	43/Q6	0.0150	0.1222	0.2818
QN43Q6DTAFXZA	43Q6DTAF	43/Q6	0.0150	0.1222	0.2818
QN49Q80TAFXZA	49Q80TAF	48/Q8	0.0031	0.1049	0.2586
QN49Q8DTAFXZA	49Q8DTAF	48/Q8	0.0031	0.1049	0.2586
QN50LS03TAFXZA	50LS03TA	50/Frame	0.0031	0.1049	0.2586
QN50Q60TAFXZA	50Q60TAF	50/Q6	0.0031	0.1049	0.2586
QN50Q6DTAFXZA	50Q6DTAF	50/Q6	0.0031	0.1049	0.2586
QN55LS03TAFXZA	55LS03TA	55/Frame	0.0028	0.0925	0.2682
QN55Q60TAFXZA	55Q60TAF	55/Q6	0.0028	0.0925	0.2682
QN55Q6DTAFXZA	55Q6DTAF	55/Q6	0.0028	0.0925	0.2682
QN55Q70TAFXZA	55Q70TAF	55/Q7	0.0028	0.0925	0.2682
QN55Q7DTAFXZA	55Q7DTAF	55/Q7	0.0028	0.0925	0.2682
QN55Q80TAFXZA	55Q80TAF	55/Q8	0.0028	0.0925	0.2682
QN55Q8DTAFXZA	55Q8DTAF	55/Q8	0.0028	0.0925	0.2682
QN55Q90TAFXZA	55Q90TAF	55/Q9	0.0028	0.0925	0.2682
QN58Q60TAFXZA	58Q60TAF	58/Q6	0.0028	0.0925	0.2682
QN58Q6DTAFXZA	58Q6DTAF	58/Q6	0.0028	0.0925	0.2682
QN65LS03TAFXZA	65LS03TA	65/Frame	0.0053	0.0891	0.2420
QN65Q60TAFXZA	65Q60TAF	65/Q6	0.0053	0.0891	0.2420
QN65Q6DTAFXZA	65Q6DTAF	65/Q6	0.0053	0.0891	0.2420
QN65Q70TAFXZA	65Q70TAF	65/Q7	0.0053	0.0891	0.2420

Para el desarrollo de este sistema se contó nuevamente con el apoyo del departamento de informática. De igual forma que en los sistemas anteriores, se realizó una junta con el programador asignado para este proyecto y se explicaron los detalles de cada etapa del sistema. Además, se subió la propuesta de aprobación correspondiente para que el desarrollo del proyecto pudiera ser agendado dentro del plan de trabajo del equipo de informática.

Referente al funcionamiento del sistema, este evaluará de manera regular el desempeño de calidad en los últimos 3 meses de producción, estableciendo para cada mes una meta diferente debido a que el producto que tenga más tiempo en el mercado (el que tenga más tiempo de haber sido producido) tendrá un índice defecto más falta, debido a que ha estado durante más tiempo a la venta.

Si el índice de defecto supera 1.3 veces la meta en cualquiera de los meses y la cantidad de defectos es superior a 10 unidades, el sistema debe generar una alerta "Warning" para que el modelo sea investigado de inmediato.

La Figura 18 muestra el despliegue del sistema y como es que se generan alertas cuando se rebasa 1.3 veces la meta de calidad con una cantidad de defectos superior a las 10 unidades.

Date	Model	Item	2020/07	2020/06	2020/05	Result
26		Rate	0.0086	0.0187	0.217	Good
27		Goal	0.003054	0.104857	0.258579	Good
28	QN50Q60TAFXZA	Multiple	2.815979	0.178338	0.839202	Good
29		Defect	1	2	10	Good
30		Product Qty	11665	10693	4609	Good
31		Rate	0	0.3709	0.3633	Warning
32		Goal	0.002823	0.092532	0.268185	Warning
33	QN55LS03TAFXZA	Multiple	0	4.008343	1.354662	Warning
34		Defect	0	16	4	Warning
35		Product Qty	2903	4314	1101	Warning
36		Rate	0	0.0407	0.4361	Warning
37		Goal	0.002823	0.092532	0.268185	Warning
38	QN55Q60TAFXZA	Multiple	0	0.439848	1.626116	Warning
39		Defect	0	3	25	Warning
40		Product Qty	15791	7377	5733	Warning
41		Rate	0	0.0554	0.2342	Good
42		Goal	0.002823	0.092532	0.268185	Good
43	QN55Q6DTAFXZA	Multiple	0	0.598712	0.873278	Good
44		Defect	0	6	26	Good
45		Product Qty	13926	10839	11103	Good

Figura 18. Despliegue del Sistema de comparación de desempeño de nuevos modelos.

Una vez que el sistema muestra que modelos rebasaron la meta asignada, el sistema está diseñado para permitir acceder a los detalles del caso al momento de seleccionar la cantidad de defectos. Una ventana emergente mostrará un resumen de los casos relacionados a la alerta y permitirá la descarga de estos a través del botón “Export”. La figura 19 muestra cómo se despliegan los detalles del sistema para una revisión inicial de los detalles.

Ticket	Company	Date	Serial No.	Prod.Line	Prod.Date	Model
1	4152962575	C310	20200531	09DM3CYN501268FM29	20200505	QN55Q60TAFXZA
2	4152991462	C310	20200603	09DM3CYN500278FM29	20200504	QN55Q60TAFXZA
3	4153062241	C310	20200611	09DM3CYN501987ZM29	20200512	QN55Q60TAFXZA
4	4153079201	C310	20200614	09DM3CYN501290VM29	20200505	QN55Q60TAFXZA
5	4153079201	C310	20200614	09DM3CYN501290VM29	20200505	QN55Q60TAFXZA
6	4153097678	C310	20200616	09DM3CYN505016M29	20200520	QN55Q60TAFXZA

Figura 19. Despliegue de ventana de detalles en sistema de comparación de desempeño.

Al igual que el sistema de concentración de defecto explicado anteriormente, el sistema de comparación de desempeño de nuevos modelos permite la descarga en Excel de los datos seleccionados para ser analizados más a detalle, tal como se muestra en la Tabla 8. Los datos descargados permiten ver las principales quejas del cliente en el modelo que se está analizando.

Tabla 8. Ejemplo de información relevante de quejas de cliente para el sistema de comparación.

Ticket	Date	Serial No.	Prod.Line	Prod.Date	Model	Category2_description
4152962575	20200531	09DM3CYN501268A	M29	20200505	QN55Q60TAFXZA	Missing Accessory / Accessorie
4152991462	20200603	09DM3CYN500278A	M29	20200504	QN55Q60TAFXZA	WIFI won't connect
4153062241	20200611	09DM3CYN501987Z	M29	20200512	QN55Q60TAFXZA	Installation
4153079201	20200614	09DM3CYN501290W	M29	20200505	QN55Q60TAFXZA	Remote control does not work
4153079201	20200614	09DM3CYN501290W	M29	20200505	QN55Q60TAFXZA	Remote control does not work
4153097678	20200616	09DM3CYN505016M	M29	20200520	QN55Q60TAFXZA	Explain Game Console connectio
4153101625	20200616	09DM3CYN504581M	M29	20200520	QN55Q60TAFXZA	Noise - clicking/knocking/spar
4153103042	20200616	09DM3CYN505149H	M29	20200520	QN55Q60TAFXZA	Connection to HT / HW
4153131256	20200619	09DM3CYN500733L	M29	20200504	QN55Q60TAFXZA	No Picture
4153137777	20200620	09DM3CYN502490J	M29	20200512	QN55Q60TAFXZA	No Sound
4153169194	20200624	09DM3CYN502199L	M29	20200512	QN55Q60TAFXZA	TV cannot be powered ON
4153172329	20200624	09DM3CYN501627N	M29	20200512	QN55Q60TAFXZA	Remote control does not work
4153201521	20200627	09DM3CYN500437Y	M29	20200504	QN55Q60TAFXZA	Colors defective
4153215346	20200629	09DM3CYN505711A	M29	20200525	QN55Q60TAFXZA	Colors defective

3.12 Sistema de evaluación interna de calidad basado en información de campo.

Los procesos de control de calidad en plantas de manufactura regularmente se basan en la inspección de muestreo por lotes o en toma de muestras al azar de la producción. De igual forma la cantidad de piezas a inspección están definidas por ciertos estándares, lo cual permite tener un control sistemático de la calidad del producto. Sin embargo, la idea de utilizar la inteligencia de negocios para seleccionar que modelos deben inspeccionarse con mayor frecuencia en base a su resultado de calidad en el campo podría permitir tener un sistema de calidad más robusto y con mayores posibilidades de detección de defectos.

Es por eso por lo que para nuestro proyecto se consideró establecer un programa de inspección basado en el análisis de los defectos de campo. Para esto se diseñó un sistema el cual permite registrar los modelos que presentan un mal desempeño en campo, indicando cuales son los principales síntomas que presentan estos modelos. En base a esta información, el sistema genera de forma automática un plan de inspección para las principales áreas de evaluación de calidad, que en este caso son:

- OQC (Outgoing Quality Control): encargados de toma de muestras en la línea de producción,
- QA (Quality Assurance): encargado de pruebas de confiabilidad de producto.
- IBI (Incoming Buyer Inspection): encargados de muestreos masivos de producto terminado.

La figura 20 muestra el despliegue del sistema evaluación interna de calidad basado en datos de campo, cada vez que se registra un modelo en el sistema, este tiene que ser probado por cada una de las áreas de calidad durante 3 corridas diferentes de producción (en diferentes días). El sistema monitorea el resultado de la inspección, si el modelo no presenta defectos en ninguna de las 3 corridas y en ninguna de las áreas de inspección el modelo es dato de alta de sistema. Por el contrario, si el modelo presenta defecto durante algunas de las inspecciones, el defecto debe ser analizado de forma inmediata, se debe generar una acción correctiva, y el modelo debe empezar de nuevo su evaluación, este proceso se repite hasta lograr 3 corridas sí que el producto presente problemas.

El objetivo es aumentar la capacidad de detección de defectos en las principales áreas de control de calidad de la compañía, a través de un sistema de calidad impulsado por datos.

3 Step Verification Reset Search Input Export

Main / FIFA / 3 Step Verification

Model: Category: - All - Year: 2020 Status: - All -

	Year	Control No	Model	Panel Version	Symptom	Category	OQC				IBI				QA				FIELD			Status
							Insp. Date	Insp. Qty	Insp. Id	Result	Insp. Date	Insp. Qty	Insp. Id	Result	Insp. Date	Insp. Qty	Insp. Id	Result	Insp. Date	Report	Result	
1							20/05/21	40	Passed	20/05/14	86	*	Passed	20/05/21	50	Passed						
2	2020	3STEP00001	UN58TU7000FXZA	ALL	Power Cycling & Line (s)	Warning Model Analysis	20/05/22	88	Passed	20/05/20	202	*	Defect	20/05/21	58	Passed					Open	
3							20/06/10	8	Passed	20/06/05	9	*	Passed	20/05/23	58	Defect						
4							20/05/20	24	Passed	20/07/17	24	*	Passed	20/05/20	10	Passed						
5	2020	3STEP00002	UN43TU8000FXZA	ALL	Remote Not Working & No Picture	Warning Model Analysis	20/05/21	112	Passed		0			20/05/21	10	Passed					Open	
6							20/05/22	80	Defect		0			20/05/22	10	Passed						
7							20/05/26	8	Passed		0			20/05/19	10	Passed						
8	2020	3STEP00003	QN65LS03TAFXZA	ALL	Half Screen Not Working (DARK)	Warning Model Analysis	20/06/01	24	Passed		0			20/05/25	10	Passed					Open	
9							20/06/09	40	Defect		0			20/05/26	10	Passed						

Figura 20. Sistema de inspección impulsado por datos de campo.

La forma de asegurar que las diferentes áreas de inspección den seguimiento a los modelos reportados de campo, es a través de alertas continuas por medio de correo electrónico. Cada vez que se registra un modelo nuevo el sistema genera una alerta de correo a cada una de las personas encargadas de realizar los planes de inspección en las áreas de calidad, como se muestra en la figura 21.



Figura 21. Ejemplo de alerta de modelo asignado para inspección.

De igual forma se diseñó una función en el sistema para generar un seguimiento automático de las inspecciones, esta función es capaz de detectar si un modelo fue inspeccionado en alguna de las áreas asignadas y actualizar el sistema con el resultado de inspección. El sistema también revisa los planes de producción y envía un correo de alerta temprana si algún modelo pendiente de inspección se producirá al siguiente día, lo cual da tiempo suficiente al encargado de planeación para agregarlo a su plan. La figura 22 muestra el tipo de alerta enviada por correo para asegurar la planeación en tiempo de los modelos.

Samex Intranet
for Innovation

3 Steps Verification Pending Inspection Alert

The following list contains the Production Plan Qty. for tomorrow.
Please plan and schedule pending inspections.

Remember that inspections need to contain the following text
in your comments so that the system can upload them:
OQC: Field Warning
IBI: FIELD TEST

Production Plan Qty. for 2020/07/30

Model	Department	Plan Qty
QN65LS03TAFXZA	IBI	1079
UN43TU7000FXZA	IBI	12215
UN43TU8000FXZA	IBI	3735
UN50TU8000FXZA	OQC	10121
UN65TU7000FXZA	IBI	2027
UN65TU8000FXZA	IBI	3365
UN65TU8200FXZA	IBI	531
UN65TU8200FXZA	OQC	531

SAMEX Contact: Rocío Rodríguez

Figura 22. Ejemplo de alerta temprana de plan de producción.

3.13 Despliegue de incidentes de calidad en piso de producción.

Una última función considerada para este sistema es la de despliegue de información de incidentes de campo en los tableros de desempeño en las líneas de producción, y las pantallas instaladas en los meses de trabajo donde se despliega información de las hojas de instrucción. Esto con el objetivo de mantener informado al personal en el piso de producción de los defectos más recurrentes en campo y prevenir su recurrencia.

Para este caso, se coordinó con el equipo de innovación para generar una base de datos por modelo de los principales incidentes de campo, y se modificó el sistema de despliegue de información en piso para que permita mostrar puntos de cuidado relacionados a incidentes de campo del modelo que se encuentre en producción. Esto ayudara en gran medida a que los operadores estén atentos a prevenir defectos de campo y eventualmente reducir defectos que podrían llegar a cliente.

En la Figura 23 se puede observar como se genera el despliegue del sistema.

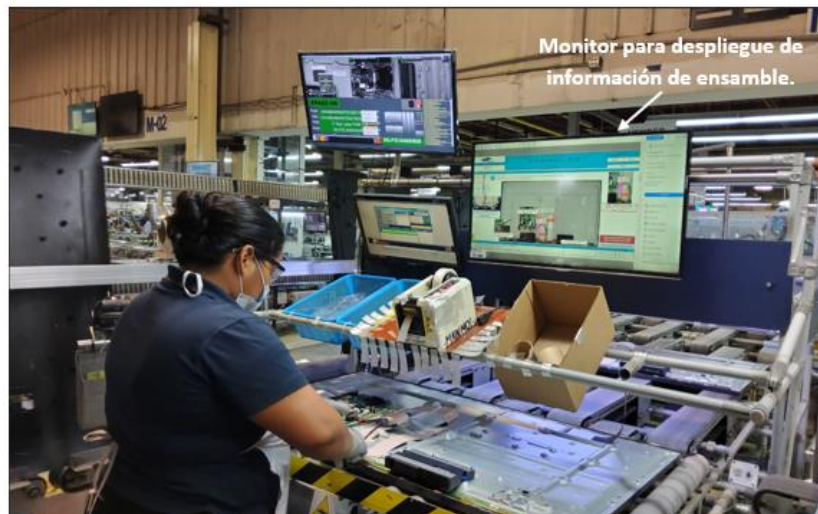


Figura 23. Sistema de despliegue de defectos de campo en piso de producción.

3.14 Seguimiento interno de incidentes de calidad de campo y acciones correctivas.

Una vez completado el sistema de evaluación de calidad mediante herramientas de inteligencia de negocios, se realizó una reunión con los gerentes de los diferentes departamentos para exponerles el funcionamiento del nuevo sistema, y la forma en que se dará seguimiento a los incidentes de calidad. Los defectos serán reportados a través de un correo electrónico oficial indicando el departamento responsable de hacer la investigación de cada caso. El incidente se registrará en la agenda de la junta de calidad que se

realiza todos los viernes y el departamento responsable deberá atender a la junta para exponer el resultado de la investigación y las acciones propuestas para erradicar la problemática.



Figura 24. Junta de calidad para revisión de incidentes.

Los gerentes de otros departamentos o incluso el presidente de la fábrica, podrá sugerir actividades que ayuden a complementar el resultado de las acciones correctivas propuestas. Una vez confirmadas y aplicadas las acciones correctivas, serán auditadas por el departamento de calidad durante las siguientes tres corridas de producción del modelo en cuestión, esto con el objetivo de asegurar su correcta implementación y que el seguimiento de los incidentes de campo sea de manera constante.

El despliegue de todas las etapas del sistema descritas anteriormente nos permitirá tener un sistema de calidad robusto en fabrica, orientado a la mejora continua y a la reducción de los costos asociados a problemas recurrentes de calidad.

Capítulo 4. Resultados y Discusión

4.1 Base de datos autónoma.

Con el soporte del departamento de informática fue posible el desarrollo de un sistema automático de descarga de datos, el cual realiza una descarga diaria para todos los sistemas de inteligencia de negocios que estamos operando actualmente. Para el caso del sistema de detección de concentración de defecto, el sistema automático ingresa de forma diaria a un módulo dentro del sistema ERP de la compañía llamado Quality Information Network. La descarga diaria de este sistema es de 400 casos de reparaciones en garantía en promedio por día. Una vez hecha la descarga, el mismo sistema automático agrega información relevante de trazabilidad de producción, como es fecha y línea producción, y números de serie de piezas ensambladas en cada televisor. Al igual que la información de reparación en garantía, la información de producción es descargada diariamente de forma automática y almacenada en los servidores SQL de la compañía.

Para el caso del sistema de comparación de desempeño de nuevos modelos, la descarga del dato se realiza de igual forma que para el sistema de concentración de defectos, solo que en este caso la fuente de descarga es distinta. En este caso la información es obtenida de la base de datos de quejas de cliente recibidas en el centro de atención telefónica, el cual opera dentro de la plataforma SAP. Diariamente se descargan un promedio de 600 quejas, las cuales al igual que los casos de reparación en garantía, son enriquecidos con información de producción para posteriormente ser almacenados en los servidores SQL de la empresa.

4.2 Operación del sistema de alerta de concentración.

El sistema de alerta de concentración es una gran herramienta que permite optimizar los procesos de análisis de información de campo. Este nuevo método de monitoreo de calidad ayuda a detectar de forma directa incidentes de calidad sin la necesidad de realizar laboriosos análisis de tendencias y sin detallados desgloses de información de lo general a lo particular. El sistema también ayuda a reducir el tiempo de análisis de información por parte de nuestro equipo de calidad de campo, lo cual permite enfocar los esfuerzos del equipo en la investigación de los incidentes y en el desarrollo de actividades de mejora.

Otra de las grandes ventajas del sistema, es que aumenta en gran medida la capacidad de detección de incidentes de calidad. Anteriormente los análisis de tendencia solo permitían detectar los problemas después de cierto tiempo en el mercado, cuando la incidencia de defecto era lo suficientemente grande

para afectar la tendencia de campo. Este nuevo método permite encontrar incidentes en una etapa temprana, cuando aún no han llegado a tener un impacto significativo en el índice de defecto en campo. Con este nuevo método es posible detectar más casos de una forma más rápida, lo cual facilita la aplicación de acciones correctivas de forma inmediata y permite reducir el impacto en la calidad para nuestros clientes, además de reducir de forma significativa el costo asociado a la reparación de productos en garantía.

Actualmente el sistema de inteligencia de negocios tiene más de dos meses en operación y durante ese periodo ha sido posible identificar varios incidentes de calidad en etapa temprana, algunos de cuales describiremos más a detalle a manera de ejemplificar la operación del sistema y los beneficios en la aplicación de este nuevo método de monitoreo de calidad.

Uno de los casos detectados mediante el sistema de concentración de defectos, fue en un modelo de 58 pulgadas. En este caso el sistema mostro concentraciones defecto de panel en cantidades considerables durante varios días de producción. Para la valoración de este modelo en particular se enfocó en analizar el día que presento más concentración, el 27 de abril del 2020 donde sucedieron 56 casos de Panel, tal como se muestra en la Fig. 25.

Field Data Monitoring
Main / Core Items / Field Data Monitoring

Prod.Date: 202003 Defect Qty: 10 Item: PANEL

	Model	Item	200514	200512	200508	200504	200427	200406	200331	200328	200327	200325	200324	200323	200319	200318	200306	200305	200304	200302	
1	UN32T4300AKXZ	PANEL															11				
2	UN43TU7000FXZ	PANEL		12																	
3	UN43TU8000FXZ	PANEL				10								17							
4	UN50TU7000FXZ	PANEL					56				10										
5	UN50TU8000FXZ	PANEL										11				13					
6	UN58TU7000FXZ	PANEL	11				56								12						
7	UN58TU7000FXZ	PANEL											10						17		
8	UN58TU7000FXZ	PANEL						20												17	
9	UN70NU6900FXZ	PANEL			11				10	16									13	32	
10	UN75RU8000FXZ	PANEL																			10

Figura 25. Concentración de defectos en modelo de 58 pulgadas.

Una vez definido que concentración de defecto sería analizada, se procedió a la descarga del dato para una revisión más detallada de los casos. El siguiente paso en el análisis fue realizar un gráfico de Pareto tomando como base los síntomas presentados en cada uno de los 56 casos revisados, El objetivo fue definir hacia donde se dirigiría nuestra investigación. Tal como puede apreciar en la figura 26, el 68% de los

defectos estaban concentrados en defectos de No Imagen, lo cual es una clara indicación de que podría tratarse de un incidente de calidad.

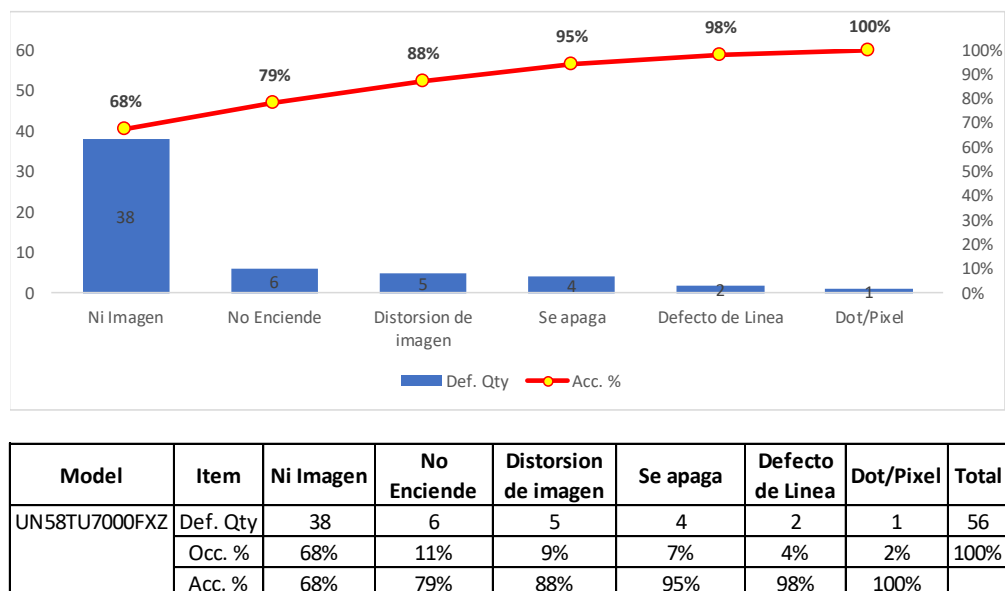


Figura 26. Diagrama de Pareto por síntomas para modelo de 58 pulgadas con incidente de calidad.

Continuando con nuestra investigación, procedimos a recolectar muestras de panel relacionadas con el incidente de calidad detectado, para lo cual se identificó en el dato extraído de nuestro sistema los números de serie correspondiente a los paneles producidos el 27 de abril de 2020 y que presentaban síntoma de No Imagen. Con esta información se contactó a los dos centros de reacondicionamiento de panel ubicados en la ciudad de Tijuana para solicitarles ubicar esos números de serie específicos en su inventario y enviarlos a fabrica para su análisis.

Fue posible ubicar 10 muestras de paneles relacionados al incidente en uno de los centros de reacondicionamiento de panel, estas muestras fueron trasladadas a nuestra fabrica y analizadas por el departamento de ingeniería. Mediante el análisis de estas muestras se confirmó que en todos los casos la causa de los defectos estaba relacionada a la pantalla de cristal líquido, la cual se identifica con el nombre de Open Cell.

Una vez confirmado el defecto en este componente se procedió a identificar los lotes de los open cell defectuosos, encontrando una concentración de fechas de producción del proveedor entre enero y febrero de 2020. Tomando esto como referencia revisamos nuestro inventario de open cell en fabrica y se segregaron los lotes de producción de enero y febrero 2020. Por último, se decidió hacer una corrida especial de 300 piezas con ese material para evaluación.

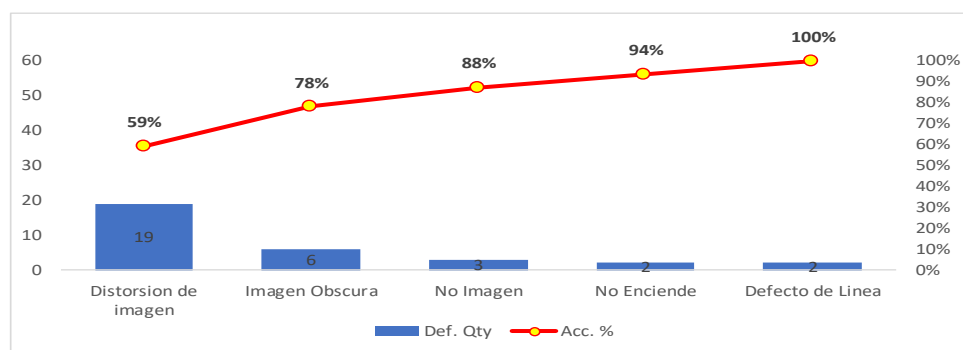
La evaluación de los 300 televisores producidos con los lotes de open cell identificados como riesgo, permitió confirmar que esos lotes en particular presentaban una incidencia de defecto mayor a la comúnmente observada en ese tipo de materiales. Con esta evidencia fue posible hacer el retorno de todo el inventario dentro del rango de riesgo al proveedor y solicitar la reposición de ese material con lotes mejorados de open cell, esto permitió eliminar el riesgo de defecto en producciones futuras.

Otro caso detectado mediante el sistema de alerta de concentración fue en el modelo UN70NU6900F, el cual presento concentración durante varios días de producción. Para este caso se analizó en primera instancia el día 4 de marzo de 2020, siendo este el día de mayor concentración. La figura 27 muestra la alerta generada para este modelo.

Field Data Monitoring																				
Main / Core Items / Field Data Monitoring																				
Prod.Date		Defect Qty		Item																
202003		10		PANEL																
	Model	Item	200514	200512	200508	200504	200427	200406	200331	200328	200327	200325	200324	200323	200319	200318	200306	200305	200304	200303
1	UN32T4300AKX	PANEL															11			
2	UN43TU7000FX	PANEL		12																
3	UN43TU8000FX	PANEL				10								17						
4	UN50TU7000FX	PANEL								10										
5	UN50TU8000FX	PANEL									11					13				
6	UN58TU7000FX	PANEL	11				56								12					
7	UN58TU7000FX	PANEL			11								10							17
8	UN58TU7000FX	PANEL						20												
9	UN70NU6900FX	PANEL			11				10	16									13	32
10	UN75RU8000FX	PANEL																		

Figura 27. Concentración de defectos en modelo de 70 pulgadas.

Al igual que en el caso visto anteriormente, el primer paso fue identificar el peor síntoma en la concentración de defecto detectada. Se realizó un diagrama de Pareto para identificar los niveles de concentración por síntoma, encontrando distorsión de imagen con un 59% de los casos e imagen oscura con un 19% de los casos, la suma de estos 2 síntomas representa el 78% del total de los defectos en el modelo analizado. Lo anterior puede ser claramente observado en el diagrama de Pareto mostrado en la figura 28. Esta información fue de gran utilidad para poder definir la estrategia de investigación y buscar las causas de la incidencia de defecto en el modelo analizado.



Model	Item	Distorsion de imagen	Imagen Oscura	No Imagen	No Enciende	Defecto de Línea	Total
UN70NU6900F	Def. Qty	19	6	3	2	2	32
	Occ. %	59%	19%	9%	6%	6%	100%
	Acc. %	59%	78%	88%	94%	100%	

Figura 28. Diagrama de Pareto por síntomas para modelo de 70 pulgadas con incidente de calidad.

Basados en la concentración de síntomas detectada en el análisis de Pareto, se procedió a localizar muestras relacionadas al incidente detectado. Se enviaron los números de serie relacionados al incidente a los centros de reacondicionamiento de paneles ubicado en Tijuana para que ubicaran las piezas en su inventario. Fue posible localizar 7 muestras de pantallas producidas el día 04 de marzo del 2020, con síntoma de distorsión de imagen, las cuales fueron enviadas a nuestra fabrica para ser analizadas por el departamento de ingeniería.

Una vez realizado el análisis por el departamento de ingeniería, fue posible encontrar una causa común en 5 de las 7 muestras. En este caso el defecto fue ocasionado por una fisura en el borde del cristal ocasionada por el contacto con un borde del marco plástico que soporta la pantalla de cristal líquido, lo cual ocasionaba que se interrumpieran líneas de datos y se generara la distorsión de imagen, la figura 29 muestra el síntoma reportado en campo y la fisura en el cristal líquido por el contacto con el marco. En este caso el resultado fue concluyente ya que las 5 muestras analizadas mostraron la misma causa.

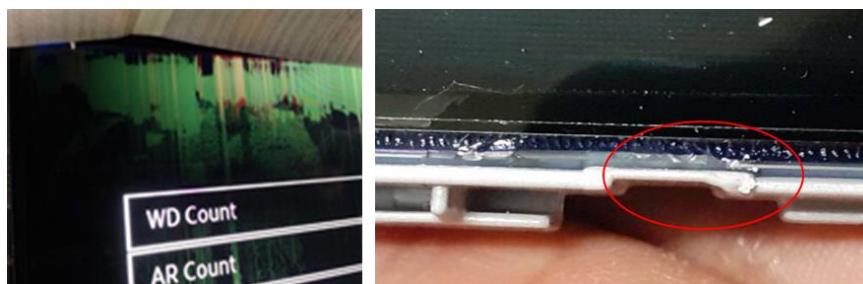


Figura 29. Síntoma de distorsión de imagen reportado en campo por fisura en el cristal líquido.

El siguiente paso una vez identificada la causa del incidente, fue solicitar a casa matriz la modificación del diseño del marco de plástico que soporta la pantalla de cristal líquido, eliminando los bordes que generan contacto con la pantalla y así reducir el stress mecánico sobre el cristal. La modificación fue revisada y aprobada por el departamento de diseño en casa matriz y se generó el cambio de ingeniería para una aplicación inmediata. La figura 30 muestra la modificación realizada a marco plástico para soporte de la pantalla.

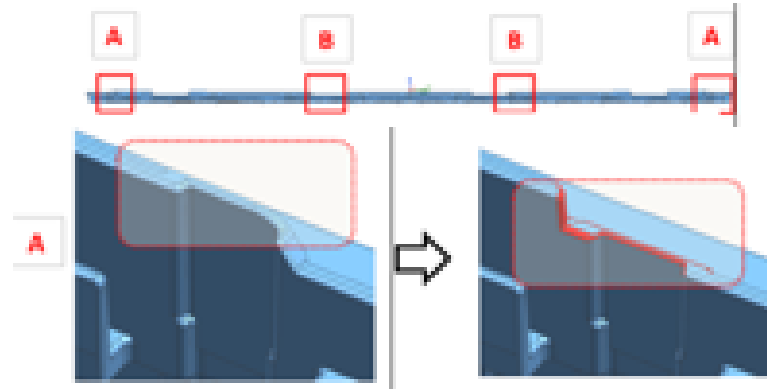


Figura 30. Mejora realizada a marco plástico para soporte de pantalla de cristal líquido.

4.3 Operación del sistema de comparación de desempeño de nuevos modelos.

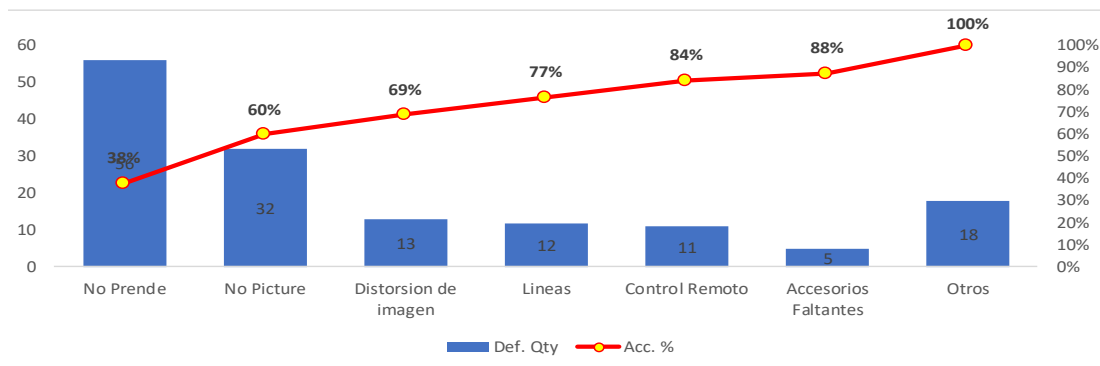
Otro de los sistemas desarrollado para nuestro proyecto es el de comparación de desempeño de nuevos modelos, el cual a pesar de que tiene poco tiempo de haber sido desarrollado, ha sido de gran ayuda para nuestro departamento de calidad, ya que nos ha permitido detectar un par de incidentes de los cuales se han derivado algunas actividades de mejora.

Uno de los primeros problemas encontrados con este sistema fue en el modelo UN43TU7000F, al realizar la comparación de desempeño en este modelo se pudo observar que la producción del mes de mayo superó cuatro veces el límite de defectos permitidos para ese mes, siendo esto un claro indicativo de que el modelo pudiera tener un problema de calidad. La figura 31 muestra la evaluación hecha por el sistema para el modelo UN43TU7000F, donde se puede apreciar la cantidad de defectos ocurrida cada mes, el resultado en índice de quejas de cada mes y la comparativa contra las metas asignadas.

FCCM Warning System						
Main / Field Call Center Monitoring / FCCM Warning System		Reset Search Export Layout Upload				
Date	Model	Result				
2020/07	UN43TU7000FXZA	- All -				
	Model	Item	2020/07	2020/06	2020/05	Result
1	UN43TU7000FXZA	Rate	0.0016	0.0525	0.3883	Warning
2		Goal	0.001609	0.038605	0.096513	Warning
3		Multiple	0.994406	1.359927	4.023292	Warning
4		Defect	1	14	147	Warning
5		Product Qty	62338	26659	37859	Warning

Figura 31. Resultado de modelo de 43 pulgadas en sistema de comparación de desempeño.

Se procedió a analizar las 147 quejas de clientes relacionadas a la alta concentración presentada en el mes de mayo, se descargó el dato a Excel y se realizó un diagrama de Pareto, el cual se muestra en la figura 32. El objetivo fue identificar la concentración por síntoma. Observamos que el 60% de las quejas estaban relacionadas a los síntomas de No Prende y No Imagen.



Model	Item	No Prende	No Picture	Distorsion de imagen	Lineas	Control Remoto	Accesorios Faltantes	Otros	Total
UN43TU7000F	Def. Qty	56	32	13	12	11	5	18	147
	Occ. %	38%	22%	9%	8%	7%	3%	12%	100%
	Acc. %	38%	60%	69%	77%	84%	88%	100%	

Figura 32. Diagrama de Pareto de síntomas relacionados a quejas de cliente del mes de mayo.

Basado en la información antes mencionada, se procedió a solicitar muestras a los centros de reacondicionamiento de panel, las cuales presentaran síntomas de “No Prende” o “No Imagen”, y que hubiesen sido producidas en el mes de mayo.

Uno de los centros de los centros de reacondicionamiento de panel identifico en su inventario 10 Paneles que cumplían con el criterio solicitado, y procedió a enviarlos a fabrica para su análisis.

El departamento de calidad de campo junto con el departamento de ingeniería revisó las muestras recibidas, y en 7 de las 10 muestras analizadas se detectó problemas de conexión en las barras de iluminación led instaladas dentro del panel, tal como muestra la figura 33.

En la imagen se puede apreciar como el seguro de la conexión esta fuera del conector y existe una separación entre el conector hembra y macho en las barras de led. Esto genera como consecuencia problemas de imagen intermitente o problemas de encendido ya que las barras están conectadas en serie, una sola mala conexión ocasionada que ninguna de las barras encienda, y al no haber iluminación el cliente reporta el caso como problema de encendido.



Figura 33. Defecto de mala conexión en LED Bar en modelo de 43 pulgadas.

En Base a los problemas de conexión encontrados en el análisis de las muestras, se realizó una junta con el proveedor de BLU (Back light Unit), quien es el encargado de ensamblar el chasis metálico del televisor junto con la hoja reflectora y las barras de iluminación. El objetivo fue retroalimentarle el problema y obtener las acciones correctivas que permitan erradicar los problemas de conexión en el producto enviado a nuestros clientes. La Tabla 9 muestra algunas de las actividades aplicadas por nuestro proveedor en su proceso con el objetivo de mejorar los problemas de conexión.

Tabla 9. Actividades para mejora de conexión en proveedor de BLU.

Nro.	Actividad	Detalles	Imagen	Status	Fecha
1	Junta	.Junta con el personal operativo para comentarles sobre el impacto del defecto de campo		Done	15-Jul
2	Entrenamiento	.Certificación de operadores de ensamble (No personal de outsourcing)		Done	16-Jul
3	Inspeccion Especial	Asignar auditor para revision diaria del proceso de conexion.		Done	20-Jul
4	Prueba de Confiabilidad	.Prueba de encendido 100% .Prueba de golpe 100%		Done	15-Jul

De igual manera, la problemática encontrada se informó a los otros dos proveedores de BLU de la compañía, quienes, aunque no producen el modelo que presento problemas en campo, producen modelos de similar diseño y que pudieran presentar el mismo problema en un futuro. La intención fue lograr un despliegue horizontal de las actividades de prevención con todos los proveedores, y reducir riesgo de problemas a futuro en otros modelos.

Otro caso relevante encontrado mediante el sistema de comparación de desempeño fue en el modelo UN65TU850D, el cual presento un índice considerable de defecto en el mes de junio 2020. Como se puede observar en la figura 34 el índice de quejas supero 4.77 veces la referencia establecida para el mes de junio. Lo cual puede ser un claro indicativo de un problema de calidad en el modelo evaluado.

FCCM Warning System Reset Search Export Layout Upload

Main / Field Call Center Monitoring / FCCM Warning System

Date: 2020/07 Model: UN65TU850DFXZA Result: - All -

	Model	Item	2020/07	2020/06	2020/05	Result
1	UN65TU850DFXZA	Rate	0.024	0.3061	0.2508	Warning
2		Goal	0.003954	0.064154	0.187234	Warning
3		Multiple	6.069803	4.771331	1.3395	Warning
4		Defect	2	31	40	Warning
5		Product Qty	8340	10127	15951	Warning

Figura 34. Resultado de modelo de 65 pulgadas en sistema de comparación de desempeño.

Después de identificar el modelo que presentaba mala tendencia y el mes de producción afectado, se procedió a hacer la descarga del dato de nuestro sistema, en este caso las 31 quejas ocurridas en el mes de junio para el modelo UN65TU850D. Se procedió con el análisis de los datos en búsqueda de algún defecto recurrente en la muestra tomada. Fue posible identificar cierta concentración en las quejas de cliente donde mencionaban que tenían problemas para ensamblar la base de su televisor, en total 11 de las 31 quejas estaban relacionadas a problemas con el ensamble de la base. Lo cual llamo la atención del equipo debido a que no es una queja común de los clientes.

En la Tabla 10 se pueden ver los casos reportados por los clientes en el mercado de Estados Unidos, algunos clientes indican problemas para ensamblar su base, mientras que otros reportar haber recibido la base equivocada para el modelo. Otro dato relevante que nos muestra la información analizada es que los 11 casos reportados son del mismo día y de la misma línea de producción. Lo cual permite sospechar sobre

un problema de mal manejo de material en ese día específico de producción, en este caso el día 04 de junio de 2020, en la línea de producción M26.

Tabla 10. Concentración de defecto de base detectado por el sistema de comparación de desempeño.

Prod.Lir	Prod.Date	Model	Symptom	Text1
M26	20200604	UN65TU850DFXZA	Cannot Assy Stand	# Mark Anthony Alvarez [5084130795] 06/26/2020 23:43:30a1) Inquiry: unable to assemble the stand for the tvName: Cheryl ShottTel:Mobile: 7023257874Email: j21cheryl@hotmail.com2) Resources used:d-tree features3) Steps taken:first time callercx saying that tv has no place for the stand inserts to p
M26	20200604	UN65TU850DFXZA	Cannot Assy Stand	# Hannah America [5084126346] 06/27/2020 15:54:341) Inquiry:The customer stated that the stand is not aligning Caller: Pranav NambiarMobile : 6504399874Email Address: pranav.nambiar@gmail.comModel Code: UN65TU850DFXZASN: 09MR3CUN600657XFirst Time Caller: yCustomer purchased tv from Costco2) Resourc
M26	20200604	UN65TU850DFXZA	Wrong Stand	1) Inquiry: New NCP created. Parts rec'd by customer were incorrect. Customer needs the 2 legs and not the center stand 2) Resources used:3) Steps taken:4) Additional comments/Requirements:5) Outcome:6) Language: (DR Only)7) Symptom Description:8) NCP Parts Needed:
M26	20200604	UN65TU850DFXZA	Wrong Stand	# Lawanda Peterson [5084130124] 06/30/2020 18:06:091) Inquiry: Costco calling in regarding a customer's tv, the cx said the tv stand don't fit his tv 2) Resources used: Setting up a NCP3) Steps taken: Setting up a parts order, the customer will need toallow 5-10 days for the part's order to be proce
M26	20200604	UN65TU850DFXZA	Cannot Assy Stand	# Jayson Calagos [5084127282] 07/03/2020 16:59:29# Jayson Calagos [5084127282] 07/03/2020 16:58:39# Jayson Calagos [5084127282] 07/03/2020 16:39:02, 1) Inquiry: Cx states that part of the stand is bigger than the back of the TV
M26	20200604	UN65TU850DFXZA	Cannot Assy Stand	# Grace Escota [5084133952] 07/05/2020 13:26:211) Inquiry:the husband is calling William SmithTV Stand doesn't fitthe stand in 3 parts and the boomerang fits but the rest 2 doesn't fit 2) Resources used:http://agent.samsungsupport.com/us/pnp/detail?categoryCode1=N0000059&categoryCode
M26	20200604	UN65TU850DFXZA	Cannot Assy Stand	# Diana Miralles [5084134499] 07/10/2020 00:01:331) Inquiry:bp got the new tv and trying to install the tv stand but doesn't k nowhow to do it 2) Resources used:ASP: https://downloadcenter.samsung.com/content/EM/202003/20200305090507483/BN68-10556A-
M26	20200604	UN65TU850DFXZA	Wrong Stand	# Georgie Lynn Catagatan [5084127231] 07/15/2020 23:51:411) Inquiry:- the legs stand doesn't fit . it's the wrong stand. I need to get justthat bottom part-BP said it's a V-shape2) Resources used:- https://www.messagecamp.com/-ASP> No Charge Parts (NCP) Procedure3) Steps taken:-adv BP to send a photo
M26	20200604	UN65TU850DFXZA	Requested NCP	# Kenyetta Jordan [5084121135] 07/20/2020 13:22:31Emailer: Richard Wenck, Costco Concierge1) Inquiry: Dlr emailed requesting an NCP for a member unit2) Resources used: Email3) Steps taken: Set up No Charge Parts-advised dealer tat 5-10 calendardays4) Additional comments: n/a5) Outcome: Sent email 8) NCP Parts Name: (1) TV Stand
M26	20200604	UN65TU850DFXZA	Cannot Assy Stand	# Mirasol Gen Legson [5084132887] 07/24/2020 16:40:531) Inquiry: tv stands won't fit on the tv 2) Resources used:asp - [PNP] NCP Procedure - Required Steps3) Steps taken:advise the customer that the turn-around time to receive the part is 5 -14 business days plus shipping time4)
M26	20200604	UN65TU850DFXZA	Cannot Assy Stand	# Terence Jeco Lavandero [5084131074] 07/30/2020 14:02:101) Inquiry: cx said that the tv stand included on the box is not fiton the tv 2) Resources used:- asp : No Charge Parts (NCP) Procedure3) Steps taken:- offer to replace the tv stand- tat 5 - 14 business days plus shipping time.4)

Continuando con la investigación del caso, procedimos a contactar a personal de soporte en la red de servicio en Estados Unidos y solicitar apoyo para obtener muestras o evidencia que permitiera identificar más detalles del problema y poder establecer las causas de la problemática. El departamento de servicio pudo obtener evidencia fotográfica de 1 de los 11 casos reportados por los clientes, el cual fue atendido por la red de servicio.

Como puede observarse en la figura 35. Compartida por el centro de servicio, el problema fue que la tapa trasera del televisor no era compatible con el tipo de base que llevaba el producto. En este caso en específico la base era la correcto para el modelo, pero la tapa trasera instalada en el televisor no correspondía al modelo UN65TU850D. La tapa trasera no presentaba el espacio correspondiente para el ensamble de la base. La evidencia anteriormente mencionada llevo al equipo a concluir que problema estaba relacionado a la utilización de tapas traseras mezcladas de dos modelos diferentes durante el proceso de ensamble.



Figura 35. Problema de ensamble de base detectado con cliente.

En base a la evidencia mencionada anteriormente, se procedió a investigar junto con personal de soporte a proveedores y de control de materiales, los puntos de riesgo donde pudiese haber sido mezclado el material antes de suministrarse a la línea. Se estudio el plan de producción del día 04 de junio, con el objetivo de identificar que modelos que compartan diseño similar en la tapa trasera fueron producidos ese mismo día y así poder acotar los posibles escenarios donde hubiese ocurrido el mezclado de materiales.

Se pudo observar que ese mismo día en otra línea de producción fue producido el modelo QN65Q70TAF, el cual comparte el mismo diseño de tapa trasera, con la única diferencia que este modelo usa bases laterales tipo patas, en lugar de una base central. Esto llevó a concluir que el problema de campo se debió a la mezcla de las tapas traseras de los dos modelos mencionados anteriormente.

Otra información obtenida durante la investigación y que fue clave para poder establecer las causas potenciales, fue que las tapas de los dos modelos involucrados en el incidente fueron suministradas por el mismo proveedor y llegaron en el mismo camión de entrega, dentro del esquema Justo a tiempo que tenemos en fabrica. Esto llevó a establecer 2 posibles escenarios en que ocurrió el problema de campo.

1. El proveedor envió el material mezclado debido a un mal manejo en su almacén.
2. El material llego correcto de proveedor, pero fue mezclado por personal de WIP de nuestra fabrica durante el suministro a las líneas de producción.

Para cada uno de estos escenarios se establecieron actividades de prevención para evitar recurrencia de esta problemática en el futuro.

En el caso de nuestro proveedor local de tapas plásticas, se estableció un programa de escaneo en todas las etapas del proceso donde el material es manipulado, desde que sale de los moldes de inyección, hasta que el material es empacado y preparado para enviarse a fábrica. Cualquier mezcla de material que ocurra durante el manejo en fábrica de proveedor puede ser detectada durante la confirmación por escaneo. En la figura 36 se ejemplifica todas las etapas donde el proceso de escaneo obligatorio fue establecido. De igual manera este mismo proceso fue extendido a todos los proveedores de tapas plásticas de la compañía mediante un despliegue horizontal, con el objetivo de evitar recurrencia del mismo problema en el futuro.

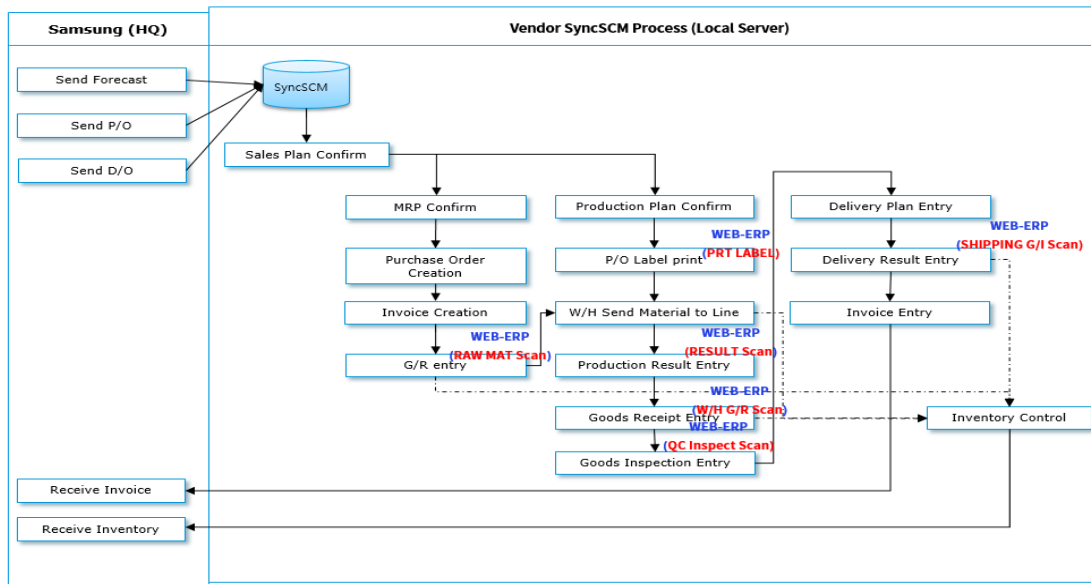


Figura 36. Mejora en sistema de escaneo de proveedor de BLU.

Para el riesgo de haber mezclado el material durante el manejo interno en nuestra fábrica, se decidió establecer un sistema a prueba de fallos para la confirmación del material ingresado a la línea mediante un sistema de escaneo QR instalado en el área de acceso del material a la línea de producción.

Las tapas plásticas llegan a nuestra fábrica con un código QR en la parte interior, donde se indica el número de parte del material, fecha de producción y otra información relevante del proveedor. Al momento de ingresar el material a la línea, el escáner instalado en la entrada de la línea de producción lee este código y confirma si el número de parte corresponde al modelo que se está produciendo, y en caso de no ser así, el sistema a prueba de fallos detiene la operación de la banda transportadora para evitar que el material equivocado sea ingresado a la línea de producción. El sistema debe ser restablecido por el líder de la línea una vez confirmado el material correcto está siendo utilizado. La figura 37 muestra el sistema de escaneo a prueba de fallos instalado en las líneas de producción. Este mismo sistema a prueba de fallos fue

instalado en la mayoría de las líneas de producción de nuestra fabrica, con el objetivo de evitar que el problema vuelva a presentarse con nuestros clientes.



Figura 37. Sistema de escaneo a prueba de fallos para evitar tapa plástica equivocada.

4.4 Funcionamiento del Sistema de evaluación interna de calidad basado en información de campo.

Parte en el desarrollo de nuestro proyecto fue poder establecer un sistema de calidad impulsado por datos. Es por eso por lo que se desarrolló un módulo adicional en nuestro sistema de inteligencia de negocio con el objetivo de coordinar inspecciones por parte de nuestras áreas de calidad interna para los peores modelos de campo. De esta forma fue posible alinear en cierta forma nuestro trabajo de calidad en fabrica con la voz del cliente.

Durante los dos meses que se ha estado operando esta nueva forma de planear las inspecciones en nuestra fabrica, ha sido posible evaluar 11 modelos que han presentado una incidencia de defecto inusual en campo, en tres diferentes áreas de calidad. De los cuales se han inspeccionado un total de 3,995 unidades, encontrando defecto solo en cinco ocasiones. La figura 38 muestra el despliegue del sistema donde puede observarse los 11 modelos que han sido evaluados, las cantidades inspeccionadas en cada una de las áreas de calidad, así como las cinco inspecciones donde ha sido posible detectar algún defecto. Cada uno de estos casos de defecto fueron analizados por los departamentos correspondientes y fueron establecidas las acciones correctivas correspondientes.

3 Step Verification

Main / FIFA / 3 Step Verification

Model		Category	Year	Status													
		- All -	2020	- All -													
Year	Control No	Model	Panel Version	Symptom	Category	OQC				IBI				QA			
						Insp. Date	Insp. Qty	Insp. Id	Result	Insp. Date	Insp. Qty	Insp. Id	Result	Insp. Date	Insp. Qty	Insp. Id	Result
1						20/05/21	40		Passed	20/05/14	86	*	Passed	20/05/21	50		Passed
2	2020	3STEP00001	UN58TU7000FXZA	ALL	Power Cycling & Line (s)	Warning Model Analysis	20/05/22	88		Passed	20/05/20	202	*	Defect	20/05/21	58	Passed
3							20/06/10	8		Passed	20/06/05	9	*	Passed	20/05/23	58	Defect
4							20/05/20	24		Passed	20/07/17	24	*	Passed	20/05/20	10	Passed
5	2020	3STEP00002	UN43TU8000FXZA	ALL	Remote Not Working & No Picture	Warning Model Analysis	20/05/21	112		Passed	20/07/30	48	*	Passed	20/05/21	10	Passed
6							20/05/22	80		Defect	20/08/01	48	*	Passed	20/05/22	10	Passed
7							20/05/26	8		Passed	20/08/01	99	*	Passed	20/05/19	10	Passed
8	2020	3STEP00003	QN65LS03TAFXZA	ALL	Half Screen Not Working (DARK)	Warning Model Analysis	20/06/01	24		Passed		0			20/05/25	10	Passed
9							20/06/09	40		Defect		0			20/05/26	10	Passed
10							20/08/05	80	*	Passed	20/08/08	50	*	Passed	20/05/25	10	Passed
11	2020	3STEP00004	UN70TU7000FXZA	ALL	No Picture	Warning Model Analysis	20/08/06	56	*	Passed		0			20/06/03	10	Defect
12							20/08/07	24	*	Passed		0			20/06/04	10	Passed
13							20/06/16	64	*	Passed		0			20/06/08	10	Passed
14	2020	3STEP00005	UN70NU6900FXZA	ALL	Image Distortion & Line (s)	Warning Model Analysis	20/06/17	96	*	Passed		0			20/06/10	10	Passed
15							20/06/18	24	*	Passed		0			20/06/15	10	Passed
16							20/07/29	16	*	Passed	20/07/14	48	*	Passed	20/06/08	10	Passed
17	2020	3STEP00006	UN65TU8200FXZA	ALL	No Picture	Warning Model Analysis	20/08/03	56	*	Passed	20/08/01	50	*	Passed	20/06/09	10	Passed
18							20/08/10	24	*	Passed		0			20/06/15	10	Passed
19							20/07/29	232	*	Passed	20/07/01	45	*	Passed	20/06/05	10	Passed
20	2020	3STEP00007	UN50TU8000FXZA	ALL	No Picture & Line (s)	Warning Model Analysis	20/07/30	240	*	Passed	20/07/02	25	*	Passed	20/06/11	10	Passed
21							20/07/31	168	*	Passed	20/07/06	20	*	Passed	20/06/12	10	Passed
22							20/06/19	160	*	Passed	20/07/01	24	*	Passed	20/06/27	10	ECR200619
23	2020	3STEP00008	UN43TU7000FXZA	ALL	No Power & No Picture	Warning Model Analysis	20/06/23	224	*	Passed	20/08/01	54	*	Passed	20/07/01	5	ECR200701
24							20/06/25	48	*	Passed		0			20/07/06	5	ECR200706
25							20/06/25	16	*	Passed	20/07/14	35	*	Passed	20/07/01	10	ECR200624
26	2020	3STEP00009	UN65TU7000FXZA	ALL	No Power/No Picture & Image Distortion	Warning Model Analysis	20/06/29	168	*	Passed	20/07/30	48	*	Passed	20/07/09	5	ECR200709
27							20/06/30	208	*	Passed		0			20/08/05	0	ECR200805
28							20/07/15	32	*	Passed	20/07/30	48	*	Passed	20/07/13	5	ECR200713
29	2020	3STEP00010	UN65TU8000FXZA	ALL	No Picture/Dark Screen & No Picture/Color Screen	Warning Model Analysis	20/07/17	148	*	Passed	20/08/02	50	*	Passed	20/08/05	0	ECR200805
30							20/07/22	88	*	Passed		0				0	
31								0				0			20/08/10	0	ECR200810
32	2020	3STEP00011	UN65TU8500FXZA	ALL	Unable to assembly stand base	Warning Model Analysis		0				0				0	
33								0				0				0	

Figura 38. Despliegue de resultado de inspección para peores modelos de campo.

Cada uno de los defectos encontrados durante las inspecciones llevo un seguimiento especial por el área de calidad que detecto el problema, Generando las acciones correctivas correspondientes en cada uno de los casos. La tabla 11 muestra un resumen de los casos y sus acciones correctivas.

Tabla 11. Acciones correctivas para defectos encontrados en inspección de peores modelos de campo.

Model	Area	Fecha Insp.	Sintoma	Causa	Accion Correctiva.
UN58TU7000FXZA	IBI	20-May	Line Defect	corto en Pantalla de cristal liquido por particula metalica. defectuosa	Mejora en proceso de limpieza en proceso de fabricacion de proveedor.
UN58TU7000FXZA	QA	23-May	Line Defect	corto en Pantalla de cristal liquido por particula metalica. defectuosa	Mejora en proceso de limpieza en proceso de fabricacion de proveedor.
UN43TU8000FXZA	OQC	22-May	Red Spot	Marca de estrés por presion sobre pantalla de cristal liquido.	Modificacion de diseño en estructura de pantalla para incrementar resistencia a la presion
QN65LS03TAFXZA	OQC	9-Jun	Gap en esquina superior del televisor.	Mal ensamble por parte de operador.	Se establecio inspeccion secuencial en el proceso para asegurar el correcto ensamble.
UN70TU7000FXZA	QA	3-Jun	Distorsion de imagen despues de 3Hrs	corto en Pantalla de cristal liquido por particula metalica. defectuosa	Mejora en proceso de limpieza en proceso de fabricacion de proveedor.

4.5 Evaluación de resultado del sistema de calidad basado en inteligencia de negocios.

Es posible observar a largo de nuestra presentación de resultados, la operación de cada uno de los sistemas de evaluación y monitoreo de calidad diseñados bajo el concepto de inteligencia de negocios. A pesar de tener poco tiempo en operación hemos podido observar su funcionalidad en cuanto a detección de incidentes, aunque para poder confirmar la verdadera efectividad de los sistemas, es necesario que la mejora se reflejarse en la tendencia de defectos de campo de los productos hechos en nuestra fabrica.

En la figura 39 podemos observar la tendencia de defecto inicial de campo de nuestro producto, la cual es evaluada en base al índice de defecto de un mes de producción acumulado durante 2 meses de venta subsecuentes a esa producción. Siendo que no es posible realizar una evaluación de cada mes de producción en tiempo real, debido a que debe esperarse un tiempo considerable para que el producto sea distribuido, vendido y que el producto con problemas sea reparado y se pueda tener una cantidad de defectos considerable para calcular el índice. Es por eso por lo que se considera un tiempo de 2 meses para que todo el proceso anteriormente mencionado se cumpla. Por ejemplo, cuando finalice el mes de agosto, estaríamos evaluando la calidad de producción de 2 meses atrás, que en este caso sería la producción del mes de junio.

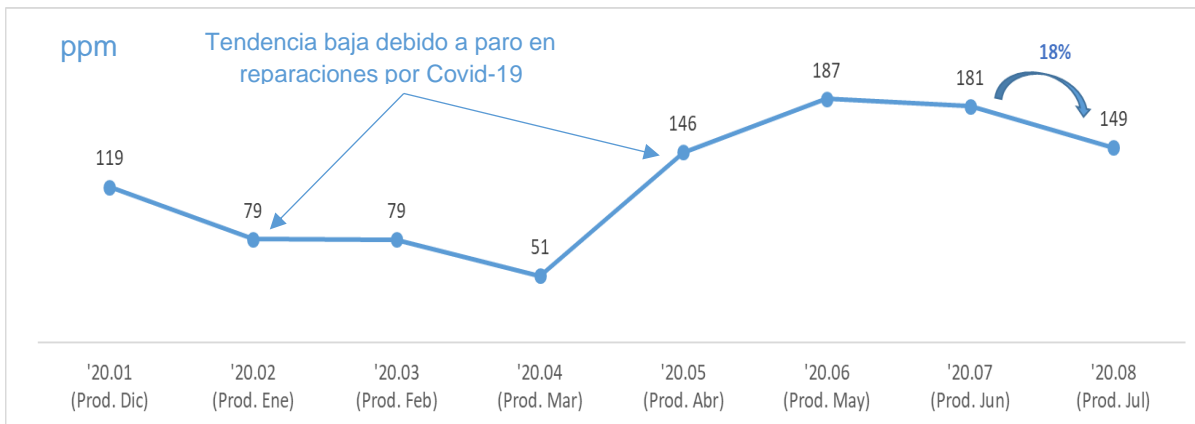


Figura 39. Tendencia inicial de defectos de campo.

Como se observa en la gráfica anterior, la tendencia en defecto inicial de nuestro producto en campo muestra una pequeña reducción para la producción del mes de junio, que es el mes en que empezamos a operar nuestro sistema. Mientras que, para el mes de producción de julio, donde ya se contaba con un despliegue completo del sistema, se puede observar una mejora considerable del 18%.

Lo anterior es solo una evaluación inicial de la tendencia, es necesario la evaluación en un periodo más largo de tiempo para poder tener un resultado concluyente sobre la efectividad del sistema. Pero tomando como referencia el índice inicial, los resultados parecen ser prometedores.

Capítulo 5. Conclusiones y Recomendaciones

El objetivo del proyecto completo ha sido implementar sistemas de inteligencia de negocios, tales que nos permitan utilizar de manera constante la información de defectos campo para la toma de decisiones, la implementación de planes de inspección, así como actividades de mejora. Como se ha podido observar a lo largo de este documento, los sistemas han sido desarrollados de forma exitosa y han comenzado a dar los resultados esperados.

La meta establecida al inicio de nuestro proyecto fue conseguir un 10% de mejora en la calidad inicial de nuestro producto. Se ha realizado una evaluación de la tendencia de campo después de la implementación del sistema, la cual ha mostrado una mejora del 18% en su primer mes de evaluación, reflejando resultados muy alentadores sobre el desempeño de nuestro sistema. Sin embargo, será necesario continuar con una evaluación constante durante algunos meses para confirmar que este buen desempeño se mantiene.

El primero de los sistemas en desarrollarse como parte de nuestro proyecto fue el sistema de alerta de concentración de defecto, el cual ha mostrado resultados positivos hasta el momento, permitiendo la detección temprana varios incidentes de calidad. El sistema es de muy fácil utilización, además de reducir en gran medida el tiempo utilizado para el análisis de datos, siendo que arroja de manera directa los problemas potenciales de calidad y solo es necesario una mínima revisión del dato para confirmar si se requiere realizar algún seguimiento adicional del caso.

La meta de toda empresa es lograr mejorar año con año su desempeño. El sistema de comparación de desempeño de nuevos modelos ha sido de gran ayuda en el proceso de mejora continua de la compañía, ya que ha permitido identificar modelos que muestran una tendencia desfavorable en comparación con modelos similares producidos en años anteriores. En base a esto, las actividades de calidad se han enfocado en erradicar los problemas más recurrentes en estos modelos y de esta forma lograr una mejora constante en nuestros diseños, nuestros procesos, así como también en los procesos de nuestros proveedores.

Un ejemplo claro de calidad impulsada por datos es el sistema de evaluación interna de calidad basado en información de campo, también desarrollado durante la implementación de nuestro proyecto. Este sistema ha permitido generar planes de inspección para los modelos con mayor incidencia de defecto en campo. Hasta el momento se han evaluado 11 modelos, con un total de 3,995 televisores inspeccionados,

lo cual ha permitido la detección de diversos problemas de calidad, para los cuales se ha trabajado de manera inmediata aplicando las acciones correctivas correspondientes.

En general todos los sistemas implementados en nuestro proyecto han permitido establecer un sistema de calidad más robusto y alineado con las necesidades de nuestros clientes. Se ha logrado eficientizar nuestros procesos de análisis para identificación de incidentes de campo, al igual que se ha incrementado nuestra capacidad de detección de defectos en inspecciones rutinarias.

Por último, se ha logrado una gran cooperación por parte de todos los departamentos relacionados con la calidad de nuestro producto mediante las juntas para revisión de incidentes de campo. Siendo que los sistemas de inteligencia de negocios implementados en nuestro proyecto nos han permitido mostrar información muy clara y contundente sobre los incidentes de campo, con lo cual se ha conseguido una colaboración de manera inmediata de las partes involucradas en la solución de los problemas.

Literatura citada

Ahumada Tello, E., & Perusquia Velasco, J. (2016). Inteligencia de negocios: estrategia para el desarrollo de competitividad en empresas de base tecnológica. *Contaduría Y Administración*, 61(1), 127-158. <https://doi.org/10.1016/j.cya.2015.09.006>

Anderson, C. (2015). *Creating a data-driven organization* (1st ed., pp. 1-17). O'Reilly Media, Inc.

Conrad, A. (2020). *Power BI vs Tableau vs Qlikview | Which Is The Winner in 2020?*. Selecthub.com. Retrieved 8 June 2020, from <https://www.selecthub.com/business-intelligence/tableau-vs-qlikview-vs-microsoft-power-bi/>.

Cui, W. (2019). Visual Analytics: A Comprehensive Overview. *IEEE Access*, 7, 81555-81573. <https://doi.org/10.1109/access.2019.2923736>

Das, S., Das Mandal, S., & Basu, A. (2020). Mining multiple informational text structure from text data. *Procedia Computer Science*, 167, 2211-2220. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.03.273>

Dietrich, D., Heller, B. and Yang, B., 2015. *Data Science and Big Data Analytics*. 1st ed. Indianapolis, IN: John Wiley & Sons, Inc., pp.137-160.

Diop, M., Camara, M., Bah, A., & Fall, I. (2019). Prior Management of Temporal Data Quality in a Data Mining Process: an Implementation Architecture. *Procedia Computer Science*, 148, 273-282. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.01.053>

Evans, J., & Lindsay, W. (2015). *Administración y control de la calidad* (9th ed., p. 16). Cengage Learning.

Keim, D., Andrienko, G., Fekete, J., Görg, C., Kohlhammer, J. and Melançon, G., 2008. *Visual Analytics*. 1st ed. Konstanz: Bibliothek der Universität Konstanz, p.157.

Laursen, G., & Thorlund, J. *Business Analytics for Managers, 2nd Edition* (2nd ed., pp. 137-160). Wiley & Sons, Inc.

Maheshwari, A. (2015). *Business intelligence and data mining* (1st ed., pp. 1-76). Business Expert Press, LLC.

Mehta, P., Butkewitsch-Choze, S., & Seaman, C. (2018). Smart manufacturing analytics application for semi-continuous manufacturing process – a use case. *Procedia Manufacturing*, 26, 1041-1052.

<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.07.138>

Mercedes, G. (2020). *Conceptos de SQL*. Theworldoverheaven.blogspot.com. Retrieved 8 June 2020, from

<https://theworldoverheaven.blogspot.com/2019/12/conceptos-de-sql.html>.

Nowak, M. (2017). Defining Project Approach using Decision Tree and Quasi-hierarchical Multiple Criteria Method. *Procedia Engineering*, 172, 791-799.

<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.02.125>

Oppel, A., & Sheldon, R. (2011). *Fundamentos de SQL* (3rd ed., pp. 3-69). McGraw Hill.

Pérez Marqués, M. (2015). *Business intelligence* (1st ed., pp. 1-11). RC Libros.

Russo, M. (2016). *Analyzing data with power BI and power pivot for Excel* (1st ed.). Microsoft.

Anexos